

TESIS

**RANCANG BANGUN ERGONOMI MESIN
PENGAMBIL RONTOK BUAH KELAPA SAWIT**



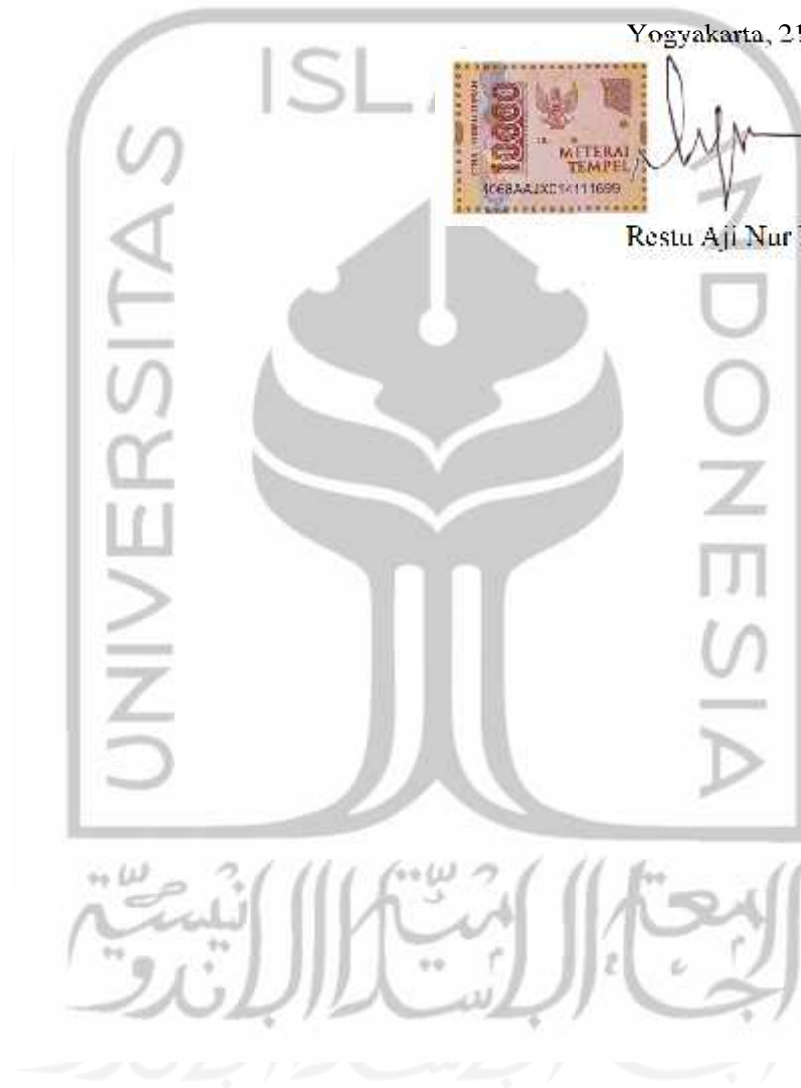
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Demi Allah, saya mengakui bahwa karya yang saya buat ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika kemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 21 Januari 2023



Restu Aji Nur Kahfi B.P



LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

TESIS

**RANCANG BANGUN ERGONOMI MESIN PENGAMBIL
RONTOK BUAH KELAPA SAWIT**

**Tesis Telah Disetujui Pada Tanggal
21 Januari 2023**

Pembimbing,

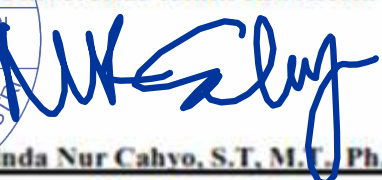


Ir. Hartomo, M.Sc., Ph.D
NIP. 955220101

Mengetahui

**Ketua Program Studi Teknik Industri
Program Magister Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**




Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 025200519

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

RANCANG BANGUN ERGONOMI MESIN PENGAMBIL RONTOK BUAH KELAPA SAWIT

TESIS

Disusun Oleh:

NAMA : RESTU AJI NUR KAHFI BP
NO.MAHASISWA : 19916014

Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji Dan Dinilai Oleh Dewan Penguji
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata Dua
Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
Pada Tanggal 1 Maret 2023

Tim penguji

Ir. Hartomo Soewardi, M.Sc., Ph.D
Ketua


Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D
Anggota 1

Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc.
Anggota 2



Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Industri
Program Magister Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia




Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 025200519

**RANCANG BANGUN ERGONOMI MESIN
PENGAMBIL RONTOK BUAH KELAPA SAWIT**

**Tesis untuk memperoleh Gelar Magister pada Program
Studi Teknik Industri Program Magister Fakultas
Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia**



**RESTU AJI NUR KAHLI B.P
19916014**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
PROGRAM MAGISTER
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023**

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Puji syukur kehadiran Allah SWT, Atas rahmat dan ridho-Nya pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan tesis ini yang berjudul “RANCANG BANGUN ERGONOMI MESIN PENGAMBIL RONTOK BUAH KELAPA SAWIT” sebagai syarat untuk mencapai derajat sarjana Strata dua (S2) pada program Magister Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Dalam penyusunan tesis ini dibantu oleh berbagai pihak berupa arahan serta bimbingan. Oleh karena itu, Penulis dengan penuh hormat dan kerendahan hati menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Magister Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Hartomo Soewardi., M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bantuan dan arahan dalam penyusunan Tesis ini.
4. Kedua Orang Tua saya yang telah memberikan dukungan moril dan materil selama saya menempuh pendidikan di Yogyakarta.
5. Semua pihak yang telah memberikan semangat dan memberi segala masukan dalam menjalankan penelitian dan penyusunan laporan tesis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis berharap semoga laporan tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dalam proses penerapan ilmu yang diperoleh. Penulisan karya tulis ini masih jauh dari sempurna, untuk itu dimasa mendatang diharapkan kritik dan saran dari semua pihak dengan harapan dapat bermanfaat bagi semua yang berkepentingan.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta 14 Januari 2023

Restu Aji Nur Kahfi BP

DAFTAR ISI

HALAMAN DEPAN.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
ABSTRAK.....	1
BAB 1. PENDAHULUAN.....	2
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Penelitian.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kajian Empiris.....	6
2.2 Kajian Teoritis.....	16
2.2.1 Definisi Ergonomi.....	16
2.2.2 Kelapa Sawit.....	16
2.2.3 Benchmarking.....	17
2.2.4 Quality Function Deployment.....	19
2.2.5 House of Quality.....	20
2.2.6 Antropometri.....	22
2.2.7 Usability.....	23
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Subjek dan Objek Penelitian.....	25
3.2 Populasi dan Sampel.....	25
3.3 Data Penelitian.....	25
3.4 Instrumen Penelitian.....	26
3.5 Metode Pengumpulan Data.....	26

3.6 pengukuran Antropometri	27
3.7 Rancang bangun <i>Quality Function Deployment</i> (QFD)	28
3.8 <i>House of Quality</i>	29
3.9 Benchmarking	31
3.10 Metode Pengolahan Data	33
3.10.1 Uji Validitas	33
3.10.2 Uji Keseragaman data	33
3.10.3 Uji kecukupan data.....	34
3.10.4 Uji Marginal Homogeneity	35
3.10.5 Uji beda (Mann Whitney)	35
3.10.6 Uji usabilitas	36
3.11 Prosedur Penelitian.....	39
BAB 4. HASIL PENELITIAN	41
4.1 Hasil Identifikasi Kebutuhan Pelanggan/Pengguna	41
4.2 Hasil Pengukuran Antropometri	41
4.3 Uji Keseragaman Data	42
4.4 Hasil Uji Kecukupan Data	43
4.5 Hasil Uji Persentil	43
4.6 Hasil Penentuan Dimensi Ukuran Rancang Bangun Alat.....	44
4.7 Harga Pokok Produksi	44
4.8 Hasil Spesifikasi Rancang Bangun Alat	45
4.9 Hasil Konsep Desain	50
4.10 Uji validasi konsep desain.....	52
4.11 Uji Beda Konsep Desain Usulan.....	53
4.12 Pengujian Usabilitas.....	53
BAB 5. PEMBAHASAN.....	55
5.1 Analisis Attribute Desain	55
5.2 Analisis Spesifikasi Desain Alat	59
5.3 Menentukan Tingkat Validasi Kesesuaian Rancangan Yang	

Diusulkan Dengan Pengguna	61
5.4 Analisis Daya Guna Alat (<i>Usability</i>)	62
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN	64
6.1 Kesimpulan	64
6.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN-LAMPIRAN	69



DAFTAR TABEL

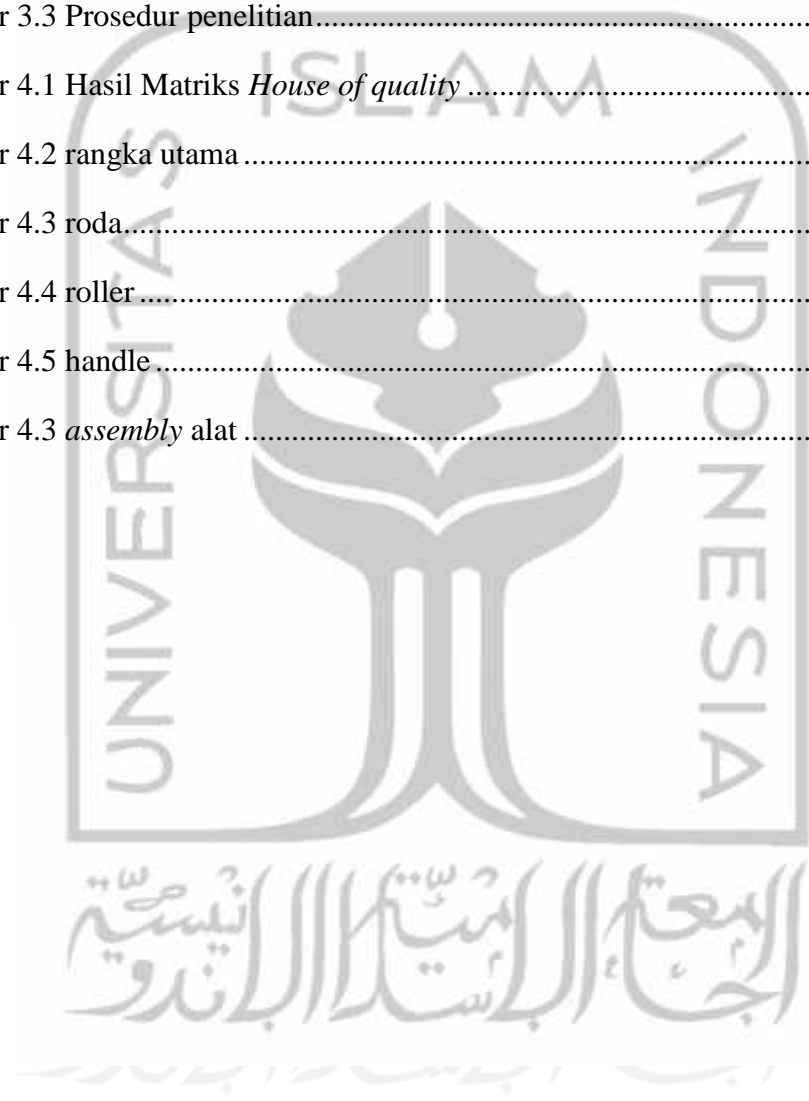
Tabel 2.1 state of the art.....	15
Tabel 2.2 hubungan kekuatan imbol HOQ	21
Tabel 2.3 Simbol korelasi antar elemen teknis HOQ.....	21
Tabel 3.1 rumus perhitungan pensentil	28
Tabel 3.2 simbol kekuatan HOQ	30
Tabel 3.3 simbol korelasi antar elemen HOQ.....	31
Tabel 3.4 kategori rasio efektifitas.....	36
Tabel 3.5 kuesioner tingkat perbandingan beban fisik.....	37
Tabel 3.6 daftar pernyataan <i>system usability of scale</i>	37
Tabel 3.7 kategori skor <i>system usability of scale</i>	38
Tabel 4.1 atribut kebutuhan pengguna.....	41
Tabel 4.2 urutan atribut pengguna.....	41
Tabel 4.3 data antropometri yang diperlukan.....	42
Tabel 4.4 hasil uji keseragaman data	42
Tabel 4.5 kecukupan data.....	43
Tabel 4.6 hasil perhitungan persentil	44
Tabel 4.7 Dimensi rancangan alat.....	44
Tabel 4.8 harga pokok produksi.....	44
Tabel 4.9 technical requirement alat	45
Tabel 4.10 produk bahan branchmarking	46
Tabel 4.11 hasil benchmarking rancang bangun alat.....	47
Tabel 4.12 target spesifikasi rancang bangun alat	47
Tabel 4.13 Uji validasi konsep desain.....	52
Tabel 4.14 Hasil Uji Beda desain alat dengan alat 2.....	53

Tabel 4.15 Hasil Uji Beda desain alat dengan alat 3	53
Tabel 4.16 Hasil Uji efektifitas	54
Tabel 4.17 Hasil pengukuran tingkat beban fisik	54
Tabel 4.18 Hasil uji beda beban fisik.....	55
Tabel 4.19 skor kuesioner SUS.....	55
Tabel 4.20 Hasil kalkulasi skor uji kepuasan.....	56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 House of Quality	20
Gambar 3.1 bagan matriks HOQ	30
Gambar 3.2 skala kuesionersystem usability of scale	38
Gambar 3.3 Prosedur penelitian.....	39
Gambar 4.1 Hasil Matriks <i>House of quality</i>	49
Gambar 4.2 rangka utama	50
Gambar 4.3 roda.....	50
Gambar 4.4 roller	51
Gambar 4.5 handle	51
Gambar 4.3 <i>assembly</i> alat	52



ABSTRAK

Rontok buah kelapa sawit merupakan suatu peristiwa yang dapat terjadi karena adanya proses pematangan buah kelapa sawit ditandan pohon karena telat dilakukan pemanenan. Proses pengambilan rontok buah ini masih dilakukan dengan sederhana dan manual. Oleh karena itu, diperlukan suatu alat untuk membantu kegiatan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat pengambilan rontok buah kelapa sawit yang ergonomis sesuai dengan kebutuhan pengguna. Metode *Quality Function Deployment* (QFD) diterapkan untuk menentukan spesifikasi desain. sertasurvey yang dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna. Analisis statistik dilakukan untuk menguji beberapa hipotesis. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa desain alat pengambil rontok buah kelapa sawit valid memenuhi kriteria kebutuhan pengguna. Alat usulan juga memiliki harga yang terjangkau, ukuran mengikuti kebutuhan pengguna sehingga mudah dan nyaman digunakan, serta dapat mengurangi beban fisik pada saat melakukan aktifitas. Kemudian alat usable bagi pengguna karena diketahui sangat efektif untuk digunakan, dapat diterima oleh pengguna, dan lebih efisien dari segi pengeluaran waktu dan tenaga dalam proses penggunaan alat.

Kata kunci: rontok buah, kelapa sawit, *quality function deployment*, usabilitas



BAB I PENDAHULUAN

1.1.Latar belakang

Indonesia adalah salah satu dari produsen kelapa sawit terbesar di dunia, tercatat bahwa total luas perkebunan sawit milik Indonesia adalah 12.761.586 hektare pada tahun 2018 yang mencakup perkebunan besar Negara, perkebunan besar swasta, dan perkebunan milik rakyat . Hasil panen rata-rata pada tahun 2018 adalah sebesar 36.594.813 ton dalam Production of Crude Palm Oil (CPO). Indonesia telah melakukan ekspor minyak kelapa sawit sebesar 27.898.875 ton dengan nilai 16.530.212 US \$ (Badan Pusat Statistik, 2019).

Rontok buah kelapa sawit memiliki kandungan nutrisi yang baik disebabkan rontok buah sawit lebih matang, sehingga mudah terlepas dari tandannya. Pemanenan tandan buah segar (TBS) tidak sedikit menghasilkan rontokan buah kelapa sawit yang biasa disebut rontok buah kelapa sawit. Negara Malaysia mengembangkan mekanisme pemungutan rontok buah sawit dengan menggunakan mesin pengambil rontok buah sawit otomatis dan rol pengambil rontok buah sawit manual. (Yusoff., 2019). Ditahun berikutnya Yusoff et.al (2020) juga melakukan pengembangan mengenai perancangan pemungutan rontok buah sawit dengan upaya mengintegrasikan struktural mesin pemungut rontok buah kelapa sawit, hasil dari analisis integritas struktural menunjukkan bahwa struktur tersebut mampu menahan semua beban yang dipasang di atasnya, terutama karena itu nilai tegangan minimum yang diinduksi dalam material, yang lebih kecil dari kekuatan material 350 MPa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa setidaknya lebih dari 50% produktivitas lebih baik dengan menggunakan alat pengumpulan rontok buah sawit dibandingkan dengan koleksi manual, namun memiliki biaya produksi yang besar, termasuk mesin, perawatan sampai kepada operasional dilapangan (Yusoff et al., 2020). Pekerjaan pemanenan tandan buah segar (TBS) dan penangkapan rontok buah sawit dilakukan secara bersama dengan

menggunakan forklift melalui bantuan mesin berjalan, sehingga membutuhkan biaya yang besar dan tenaga yang ekstra serta lokasi yang mudah di lalui oleh mesin(Awaludinetal., 2016).Alat penghisap rontok buah sawit memerlukan daya hisap yang tinggi untuk mengambil rontok buah kelapa sawit, sehingga membutuhkan biaya dan mesin yang besar (Khalid et.al.,2019).

Interaksi mesin pengambilrontok buah sawit dan pemisahan dari sampah membutuhkan mesin pengangkut yang besar, sehingga dalam area yang sulit tidak dapat dilakukan dengan alat ini, serta memakan biaya yang besar (Shuib et al., 2018). Model desain prototypeyang berukuran kecil menunjukkan adanya tingkat kurang efektif dalam melakukan penghisapan kelapa sawit sebab masih memiliki masalah mengenai kapasitas mesin dan daya hisap yang rendah, serta pengambilan tidak mencakup seluruh ukuran rontok buah kelapa sawit(Mustofa et al., 2019)

Konsep pemisahan puing-puing dari rontok buah kelapa sawit melalui kombinasi dari double layer memiliki getar suara yang dihasilkan oleh mesin dianggap tinggi dan mungkin risiko kesehatan operator untuk eksposur jangka panjang (Khalid & Shuib., 2017). Pengembangan roller picker robot menunjukkan dapat melakukan pengambilan rontok buah dengan kemiringan maksimal 35 derajat, namun ruang gerak yang masih terbatas, dan pengambilan rontok buah masih sangat kurang maksimal dan diperlukan pengembangan robot dalam ukuran besar(Nadri et al., 2016).

Penggunaan alat pengumpulan rontok buah kepala sawit membantu proses pemanenan, namun alat yang digunakan mengkesampingkan antropometri pengguna, sebab alat yang digunakan tidak fleksibel(Tarigan et al., 2017). Madusari et al., (2017) mengungkap bahwasanya alat garuk piringan capir manual sedikit membantu petani mengutip rontok buah kelapa sawit dan memasukkan kedalam sebuah wadah, hal ini disebabkan karena alat yang dirancang masih kurang efektif dan efisien dalam membantu pengumpulan rontok buah kelapa sawit.Wadah pengangkutan hasil pengumpulan manual dengan tangan rontok buah sawit yang efektif adalah dengan menggunakan keranjang rotan dibandingkan dengan ember plastic.

(Setiawan et al., 2016)

Perkebunan sawit di daerah Bambamanurung rontok buah kelapa sawit banyak dijumpai pada saat terjadi lambat panen, serta bertumpuknya tandan buah segar di pinggir jalan dan terlambat untuk diangkut oleh petani sebab masih menunggu tandan buah segar sawit yang lainnya. Hal yang menjadi penyebab terlambatnya pemanenan sawit dikarenakan cuaca alam yang terkadang hujan dan mengakibatkan banjir, kesibukan petani dengan aktifitas lain, ataupun kurangnya tenaga pemanen sawit dalam satu wilayah perkebunan. Rontok buahkelapa sawit yang berserak di bawah pohon ataupun rontok buah yang berada di bekas tumpukan tandan buah segar di pinggir jalan banyak di ambil oleh pencari sisa kelapa sawit yang tidak diambil oleh petani sawit disebabkan telah lelah melakukan pemanenan dan pengangkutan tandan buah segar, sebab proses pemungutan rontok buah sawit masih secara manual dengan menggunakan tangan, posisi badan jongkok ataupun membungkuk, sehingga petani sawit cenderung untuk tidak mengambil rontok buah tersebut. Hal ini yang mendasari penelitian ini untuk melakukan rancang bangun pengambilan rontok buah kelapa sawit guna memberikan kemudahan petani kelapa sawit agar mampu memaksimalkan pengumpulan rontok buah kelapa sawit yang ada. Dengan melakukan rancang bangun desain yang terintegrasi pada sebuah wadah rontok buah sawit, dengan menerapkan konsep ergonomi, harga terjangkau dan memudahkan petani dalam pengambilan, yang mana rancang bangun desain ini belum ada sebelumnya.

1.2.RumusanMasalah

1. Bagaimana desain alat pengambilrontok buah sawit yang ergonomis sesuai dengan kebutuhan pengguna?
2. Berapa besar *usability* desain alat rontok buah kelapa sawit yang dikembangkan?

1.3.Batasan Penelitian

1. Desain alat yang dikembangkan, ditujukan untuk petani dengan tingkat spasitas kaki normal, tangan normal dan anggota gerak tubuh lengkap

2. Desain alat menggunakan metode Quality Function Deployment (QFD) pada tahap *House of Quality* (HOQ)
3. Data antropometri yang digunakan dalam menentukan dimensi mesin pengambil rontok buah kelapa sawit yaitu antropometri petani berumur 21- 60 tahun.
4. Alat dapat digunakan pada medan yang datar, rata dan keras
5. Proses benchmarking dengan menampilkan catatan data penelitian alat terkait kepada responden

1.4.Tujuan Penelitian

- 1.4.1. Mengidentifikasi atribut desain yang dibutuhkan pengguna
- 1.4.2. Menentukan spesifikasi desain alat pengambil rontok buah kelapa sawit
- 1.4.3. Menentukan tingkat validasi kesesuaian rancangan yang diusulkan dengan pengguna
- 1.4.4. Menentukan tingkat *usability* alat pengambil rontok buah kelapa sawit yang dirancang.

1.5.Manfaat Penelitian

- 1.5.1. Untuk memberikan kemudahan petani dalam melakukan pengambilan rontok buah kelapa sawit
- 1.5.2. Dapat memberikan solusi perbaikan dari sistem mekanisme pengambilan rontok buah sawit menjadi lebih ergonomis.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Empiris

Penelitian **Yusoff et.al (2020)** melakukan penelitian dengan tujuan rancang bangun dan pengembangan alat pengumpulan rontok buah kelapa sawit dengan menggunakan sistem penyedotan rontok buah kelapa sawit. Penelitian ini menggunakan metode analisis lapangan dan review literatur dari penelitian yang telah ada lalu melakukan pengembangan desain alat. Cara kerja alat ini berbasis pada integrasi pengumpulan rontok buah sawit dengan menggunakan penyedot dan pemisahan antara rontok buah sawit dengan kotoran yang terhisap, rontok buah dan kotoran akan mengalir ke dalam drum yang berputar pada lapisan ganda untuk melakukan proses pemisahan. Mekanisme kedua berkaitan dengan drum berputar lapisan ganda untuk memisahkan antara kotoran dan sampah. Dengan demikian rontok buah dipisahkan dengan kotoran selama rotasi drum pada lapisan ganda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setidaknya lebih dari 50% peningkatan produktivitas pengumpulan rontok buah kelapa sawit dapat terkumpul dibandingkan dengan koleksi manual, koleksi buah rontok buah yang bersih menghasilkan serpihan kurang dari 10% sampah. Adapun desain alat ini berukuran besar sehingga diperlukan adanya penyederhanaan desain yang lebih kecil agar fleksibel dalam penggunaannya, sehingga dapat melalui medan area perkebunan yang sulit.

Yusoff et.al(2020) melakukan pengembangan mengenai perancangan pemungutan rontok buah sawit dengan upaya mengintegrasikan struktural mesin pemungut rontok buah kelapa sawit. Dengan tujuan untuk mengumpulkan dan membersihkan rontok buah di area perkebunan kelapa sawit. Metode yang digunakan adalah melakukan pengembangan dari desain yang telah ada, dengan membuat alat yang terdiri dari tiga komponen utama: komponen pengumpul vakum, drum berputar dua lapis, dan komponen tipping bin (untuk mengeluarkan rontok buah kelapa sawit yang dikumpulkan dengan memasukkannya ke dalam nampan menggunakan hidrolik tip silinder).

Kinerja struktural mesin ini disimulasikan berdasarkan integritas kinerja struktural, yang mewakili distribusi tegangan pada casis utama mesin. Mesin ini berfokus pada integritasi casis struktural mesin pengambilan rontok buah kelapa sawit, dengan pengujian posisi ember/penampung pada rontok buah dengan posisi miring dan normal dan ember diisi dengan berat rontok buah 200 kilogram. Hasil dari Analisis integritas struktural menunjukkan bahwa struktur tersebut mampu menahan semua beban yang dipasang di atasnya, karena nilai minimum tegangan yang diinduksi dalam material, lebih kecil dari kekuatan material yakni 350 MPa. Desain mesin ini memerlukan area yang besar dan mampu dilalui, dan mesin ini menggunakan alat penarik (motor) yang cukup besar sehingga akan sulit menjangkau area perkebunan yang tidak memiliki akses yang layak.

Yusoff et.al (2019) mengungkapkan pada penelitian yang merupakan sebuah review dari perancangan mesin yang telah diproduksi di Negara Malaysia. Mesin model pertamaden menggunakan penyedotan rontok buah kelapa sawit diberi nama MK I pada tahun 1995. MK II tahun 1999, MK III tahun 2012, dan MK IV pada tahun 2017. Alat ini menunjukkan adanya peningkatan produktifitas pada proses pengambilan rontok buah sawit saat dilakukan uji lapangan. Alat ini merupakan desain yang berkelanjutan dalam upaya yang lebih baik untuk proses pengambilan rontok buah kelapa sawit, pada desain MK I desain alat kecil dan mudah dibawa pada area area yang sulit, namun mengalami rontok buah yang terselip pada proses penyedotan rontok buah kelapa sawit. Lalu MK II, melakukan inovasi pendorong mesin alat otomatis, yang mana pada desain sebelumnya masih manual, namun pada alat ini juga masih terjadi slip pada proses penyedotan rontok buah kelapa sawit. MK III memperkenalkan model alat hisap baru dengan menggunakan vacuum siklon yang melakukan penghisapan lebih kuat sehingga tidak terjadi adanya slip pada proses pengambilan, alat ini memiliki desain yang cukup besar sehingga memiliki indikasi sulit menjangkau pada area perkebunan yang tidak memiliki akses yang baik. Lalu MK IV yang melakukan penyempurnaan dari alat yang sebelumnya, dengan melakukan desain alat penampung rontok

buah sawit yang besar, dengan kapasitas sebesar 500 kg rontok buah kelapa sawit. Desain alat yang sangat besar yang lebih cocok pada perusahaan sawit guna melakukan pemungutan rontok buah sawit pasca panen, dan tidak sesuai dengan kebutuhan petani perorangan, dikarenakan harga barang dan biaya operasional cukup mahal. Desain alat kedua dari negeri Malaysia adalah *Roller Picker* (RP) alat yang lebih ringan dengan menggunakan desain berbentuk oval dengan lebar 220 mm, dengan mekanisme seperti roda yang menggelinding, alat ini mampu memberikan kemudahan pada proses pengambilan, desain alat ini masih membutuhkan adanya perbaikan pada mekanisme pengumpulan rontok buah kelapa sawit yang telah terperangkap pada roller, dan desain alat yang mampu menyesuaikan dengan tinggi pengguna. Dari kedua desain model, yakni *vacum* dan *roller picker*. Bobot mesin *vacum* yang besar menyulitkan akses ke beberapa medan di perkebunan, keselamatan operator harus dipertimbangkan. Selain itu, biaya perbaikan, pemeliharaan dan umur mesin dan investasi modal awal harus diambil pertimbangan. Sedang *roller picker* menjadi cara yang lebih efektif dengan desain RP yang ringan, kecil dan sederhana, serta mudah dioperasikan diberbagai jenis medan. Selain itu, ada sedikit perawatan yang seharusnya dilakukan. Namun, pemetik RP memiliki masalah terkait kekurangan tenaga kerja dan produktivitas. Seorang operator diharuskan mengambil rontok buah sawit dengan menggunakan tangan didalam roller.

Mustafa et al (2019) melakukan desain alat dengan tujuan berupaya untuk melakukan pengambilan rontok buah kelapa sawit dengan mengenalkan Sistem *Vakum Cartesian* untuk mesin pengumpulan rontok buah sawit didasarkan dari sebuah struktur mekanis printer 3D. Metode yang digunakan adalah dengan desain eksperimen untuk melakukan rancang bangun mesin berbasis sistem *vakum cartesian*. Sistem ini mampu menggenggam selang hisap rontok buah dan mampu bergerak pada konfigurasi sumbu x dan y. Gerakan ini dilakukan dengan menggunakan dua stepper motor dengan menggunakan *Arduino Computer Numerical Control* (CNC) Shield yang dioperasikan dengan software Grbl Controller. Rontok buah sawit yang dapat

dikumpulkan dengan melakukan penghisapan model alat ini hanya memiliki kemampuan daya hisap dengan panjang rontok buah berkisar 2.6 sampai 3.1 cm. Dengan kecepatan hisap 58 sampai 61 detik untuk mengumpulkan 10 buah rontok buah kelapa sawit. Adapun alat ini masih memiliki upaya pengembangan penyedotan yang mampu menyedot buah plasma yang memiliki ukuran panjang 5-7 cm, dan alat ini perlu dilakukan uji lapangan karena pada pengenalan sistem ini masih menggunakan beberapa rontok buah sawit pada suatu area tertentu. Lalu katrol dalam model mesin masih dapat di maksimalkan lagi agar memiliki tingkat pergerakan atau perpindahan lebih cepat.

Khalid et.al (2019) melakukan penelitian bertujuan untuk menentukan berapa parameter hisap pada aliran udara dan kecepatan udara, hubungan antara kecepatan mesin dan kipas dengan berbagai kapasitas buah. Metode yang digunakan adalah menggunakan desain eksperimen guna mengetahui aliran udara yang dibutuhkan dalam pengambilan rontok buah kelapa sawit. Pengukuran aliran udara dengan menggunakan digital anemometer (Model HH-30 oleh omega) dengan menggunakan akurasi 1%. Digital tachometer (model: RMI500 oleh prova instrumen), dengan menggunakan tingkat akurasi sebesar 0.04%, 0.06 rpm digunakan untuk mengukur kecepatan (revolusi per menit, satuan rpm) kipas angin pada porosnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan udara minimum yang dibutuhkan untuk mengangkat satu rontok buah sawit adalah sekitar 22,4 m/s atau aliran udara 0,21m³/s. Hasilnya juga menunjukkan bahwa aliran udara efektif untuk mengumpulkan rontok buah kelapa sawit berada di antara 0,28 m³/s sampai 0.33 m³/s (kecepatan udara dari 30 m³/s sampai 35 m³/s). Adapun penelitian ini hanya melakukan ujicoba alat untuk menentukan aliran udara minimal guna menarik rontok buah kelapa sawit, diperlukan upaya untuk melakukan penyedotan rontok buah kelapa sawit pada jenis dan ukuran rontok buah kelapa sawit yang dapat dihisap.

Istigfarrahman (2019) melakukan penelitian dengan tujuan untuk re-design bagian alat pengambilan pada alat pengambilan rontok buah kelapa

sawit. Metode yang digunakan adalah metode pendekatan rancangan secara umum yaitu berdasarkan pendekatan rancangan fungsional dan pendekatan rancangan struktural. Pertimbangan pemilihan desain pengambil adalah pada bentuk yang paling maksimal dapat menyapu dan melempar rontok buah sawit. Pengambil dengan bentuk desain tersebut dibuat dari bahan besi yang dilapisi dengan selang plastik, hal ini ditujukan agar tidak menimbulkan luka pada saat berbenturan dengan rontok buah sawit. Kemudian untuk pertimbangan pemilihan desain *body* dan rangka adalah kemudahan untuk mobilisasi dari tempat penyimpanan, serta nilai keindahan bentuk. Prototipe mempunyai spesifikasi: 1) Panjang keseluruhan alat 1200 mm; 2) lebar pengambil 300 mm; 3) tinggi keseluruhan alat 1000 mm; 4) jari-jari pengambil 100 mm; 5) kapasitas penampung 8 kg; 6) kecepatan putar pengambil 132-196 rpm 7) kapasitas lapang pengambilan 0.26 kg/menit atau 16.18 kg/jam. Hasil efisiensi pengambilan mencapai 73 %, dan *losses* sebesar 27%. Kecepatan maju rata-rata saat alat dioperasikan adalah 0.35 m/detik. Slip rata-rata roda kanan saat alat dioperasikan di kebun sebesar 7.32% dan untuk roda kiri sebesar 6.23%. Kapasitas lapang pengambilan rata-rata alat ini adalah 0.28 m²/detik, atau untuk mengutip rontok buah di satu piringan pohon sawit dengan ukuran rata-rata memerlukan waktu kurang lebih satu menit. Desain alat ini adalah bagian penyapu rontok buah kelapa sawit masih kurang maksimal dalam lintasan terlemparnya rontok buah masuk ke penampung. Terkadang rontok buahterlempar keatas bukan ke belakang masuk penampung.

Penelitian **Shuib et.al (2018)** membuat mesin pengambilrontok buah sawit yang bertujuan membuat alat terintegrasi antara penyedotan rontok buah sawit dan pemisahan sampah atau kotoran dari hasil pengambilan. Metode yang digunakan adalah pengembangan dari mekanisme alat pengambilan rontok buah kelapa sawit model penghisapan. Alat digunakan untuk mengumpulkan rontok buah kelapa sawit ke dalam tong berbentuk kerucut menggunakan konsep *sistem* penyedotan dengan upaya meminimalkan memar pada kulit buah. Rontok buah kelapa sawit itu akan tersedot ke dalam wadah

bentuk silinder atau tong, bahan yang lebih ringan seperti daun kering dan sampah akan tersedot ke luar dari wadah. Hasil uji coba lapangan yang dilakukan pada perkebunan menemukan bahwasanya daya hisap cukup dengan rata-rata kecepatan udara 40 m/s. Mesin mampu mengumpulkan rata-rata 1500 sampai 2000 kg rontok buahbuah bersih dalam sehari. Rata-rata waktu yang dibutuhkan mengumpulkan 3,4 kg rontok buah selama 40 detik. Angka ini mencapai pada 37% kelapa sawit dipanen per hektar (140 pohon per ha⁻¹). Rata-rata puing-puing yang masih terkandung dalam rontok buah kelapa sawit yang dikumpulkan adalah 7,5%. Adapun Alat yang ini memiliki ukuran yang besar, sehingga diperlukan adanya peneyderhanaan, sehingga dapat digunakan oleh perorangan, sebab memiliki biaya perawatan, operasional yang besar.

Penelitian yang dilakukan oleh **Khalid dan Shuib (2017)** melakukan penelitian rancang bangun alat yang bertujuan untuk upaya pemisahan rontok buah kelapa sawit dan kotoran (sampah). Metode yang dilakukan dengan melakukan desain eksperimen pemisahan rontok buah sawit dengan sampah. Proses pemisahan dilakukan melalui dua metode pemisahan, yakni meja bergetar dan mekanime udara. Selama proses operasi operator menuangkan rontok buah atas meja bergetar sehingga, rontok buah yang bersih akan terkumpul pada meja bergetar kedua, dan pada meja bergetar pertama berisi kotoran untuk dibersihkan. Nilai kebisingan tertinggi pada alat ini mencapai 96.3 dB, dan nilai terendah kebisingan terendah 87.5 dB, hasil ini memiliki penurunan dari kebisingan sebelum dimodifikasi. Konsep pemisahan sampah dengan rontok buah kelapa sawit melalui kombinasi lapisan ganda dinilai dengan kecepatan udara dinilai baik dengan tingkat kebersihan 98,97% dan tingkat produksi meningkat sebanyak 30.6%. Adapun pada alat ini memiliki tingkat kebisingan yang tinggi sehingga dapat membahayakan operator dalam jangka panjang dan penggantian poros teflon pada meja bergetar pada tiap penggunaan 100 jam operasi, serta ada kemungkinan poros rusak karena getaran, sehingga diperlukan adanya perbaikan pada sistem tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh alat.

Madusari et.al (2017) melakukan penelitian tentang perancangan alat yang bertujuan guna modifikasi alat garuk piringan yang digunakan untuk pengendalian kentosan (anakan sawit) dan berondolan busuk pada tanaman kelapa sawit. Metode yang digunakan adalah dengan melakukan observasi di lapangan, merancang dan membuat modifikasi alat garuk piringan. Dengan melakukan pembuatan 3 (tiga) alat yang diberi capir cangkul piringan, capir ceker piringan 1 (satu) dan capir ceker piringan 2 (dua). Hasil percobaan alat bahwa kemampuan pekerja melakukan garuk piringan menggunakan uji beberapa alat garuk piringan modifikasi adalah 3,25 hk/ha (alat capir), 3,27 hk/ha (alat cepir 1), dan 3,03 hk/ha (alat cepir 2). Sehingga dengan hasil percobaan yang dilakukan, dapat memenuhi budget yang ditetapkan perusahaan sebelumnya sebesar 4,85 hk/ha. Adapun alat yang dibuat ini berbentuk desain capir yang masih memiliki renggangan yang cukup luas antar ceker nya sehingga banyak kentosan atau rontok buah yang masih tinggal, dan perlu dilakukan perulangan beberapa kali agar rontok buah dapat terkumpul. Dan pemungutan rontok buah serta kentosan masih dilakukan dengan tangan untuk dimasukkan kedalam wadah.

Penelitian **Tarigan et.al (2017)** mengungkapkan bahwa penggunaan alat pertanian pengumpul berondolan buah sawit dengan bertujuan rancangan alat pengumpul rontok buah sawit dibuat agar kegiatan pengambilan rontok buah buah menjadi lebih ringan, dilakukan secara berdiri, mudah, dan cepat. Metode yang digunakan dengan melakukan rancang bangun alat *roller picker* (RP). Alat di desain dengan melakukan rangkaian kumparan besi (set basket) yang dihubungkan dengan besi penggantung dikiri dan kanan. Perakitanset basket dan besi penggantung dirangkaikan dengan tangkai T, dengan cara memasang ulir yang terdapat pada besi penggantung dengan lubang ulir ulir dalam pada bagian bawah tangkai T. Alat menunjukkan hasil pengumpulan rontok buah kelapa sawit meningkat 76 kg pada bulan pertama, bulan kedua 92 kg dan 80 kg pada bulan ketiga. Adapun alat ini di rancang secara manual dan tidak terdapat pengaturan tinggi pendek alat sehingga tidak fleksibel untuk pengguna, serta dalam pengumpulan buah didalam kumparan

besi pengguna harus membungkuk dan memasukkannya didalam wadah, sehingga diperlukan pengembangan desain alat pengambilan rontok buah sawit dengan menggunakan *roller picker*.

Awaluddin et.al (2016) melakukan perancangan alat pemanenan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit dengan integrasi dengan mekanisme menangkap seluruh rontok buah kelapa sawit yang berjatuh secara langsung. Dengan tujuan utama untuk menangkap seluruh rontok buah sawit yang terjatuh sebab pemanenan sehingga tidak ada proses pengumpulan rontok buah kelapa sawit. Metode yang digunakan adalah desain eksperimen dari pengalaman pemanenan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit. Alat berat ini diberi nama Mobile Bunch Carter (MBC) yang dioperasikan dengan konsep sebuah forklift yang diintegrasikan ke satu bagian mesin. Pemanenan dilakukan dengan menggunakan sistem hidrolik dengan didukung oleh adanya mesin diesel dan mesin penggerak roda depan untuk menghasilkan kontraksi yang maksimal. Mesin ini tidak hanya mampu untuk mengangkat dan menurunkan tangkapan, tetapi juga memastikan stabilitas di berbagai topografi tanah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan alat ini mampu melakukan pemanenan kelapa sawit tanpa adanya aktifitas pengambilan rontok buah kelapa sawit hasil dari pemanenan, dengan tinggi 15 meter memberikan kemudahan dalam melakukan pemanenan. Adapun pengoperasian dengan menggunakan alat ini membutuhkan biaya yang besar juga tidak bisa melakukan pengumpulan rontok buah kelapa sawit yang telah berada di piringan pohon kelapa sawit sebelum dilakukan pemanenan, sehingga jika hal ini terjadi maka pekerja akan bekerja dua kali untuk pengumpulan rontok buah kelapa sawit yang sudah berada disekitar pohon kelapa sawit.

Nadzri et.al (2016) melakukan penelitian tentang pembuatan prototipe sistem cepat pengumpulan rontok buah kelapa sawit dengan menggunakan sistem robot. Metode yang digunakan adalah dengan desain eksperimen pemungutan rontok buah kelapa sawit sistem *roller picker* (RP) dengan menggunakan robot. Desain memiliki 3 (tiga) bagian utama setelah

diidentifikasi; masukan, unit pemrosesan dan keluaran. NirkabelPengontrol digunakan sebagai peralatan untuk memberikan input data sistem dan pengontrol akan memberikan masukan ke Arduino Mega untuk melakukan operasi. Sinyal input disampaikan saat tombol ditekan oleh pengguna. Arduino Mega digunakan sebagai analog ke digital signal converter device untuk memberikan terjemahan analog. Hasil menunjukkan bahwa prototipe mampu mengumpulkan rontok buah berserakan dengan rata-rata 0,5 kg/menit. Adapun desain sistem roller picker dengan menggunakan robotic memiliki ukuran robot yang kecil sehingga membutuhkan pengembangan desain lebih lanjut, pengumpulan rontok buah masih dilakukan manual oleh operator dikarenakan alat robotic ini belum diintegrasikan dengan sistem wadah.

Penelitian tesis berfokus pada desain alat pengambilan rontok buah sawit dengan yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dengan tujuan penelitian melakukan pengembangan rancang desain sistem desain sistem *roller picker* dengan integrasi pengumpulan otomatis dalam wadah dengan menggunakan tuas pada alat yang akan dirancang dan disertai penyetelan tinggi rendah alat pada besi pendorong/batang dari desain alat. Alat ini dirancang dengan upaya memperhatikan desain yang ergonomis, harga ekonomis, pengoperasian yang mudah, dan alat yang fleksibel. Metode yang digunakan adalah menggunakan *Quality Function Deployment* (QFD) untuk mengetahui keinginan pengguna, dan menstranformasikannya dalam bentuk desain alat pengambil rontok buah kelapa sawit, dan akan melakukan penetapan usability dari alat yang telah dibuat sesuai dengan keinginan pengguna.

Tabel 2.1 *State of the art*

Penelitian Ke	Jenis Penelitian		Variable Penelitian				Metode	
	Vacum	Roller	Federhana	Perbaikan sistem kerja	Isability	Rancang Bangun	eksperimen	QFD
1	√				√			√
2	√						√	
3	√				√		√	
4	√				√		√	
5	√							√
6			√					√
7					√		√	
8		√			√		√	
9				√	√		√	
10			√		√		√	
11					√		√	
12					√		√	
13					√			√

Sumber: data diolah



Penelitian tesis berfokus pada desain alat pengambilan rontok buah sawit dengan yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dengan melakukan pengembangan rancang desain sistem *roller picker* dengan integrasi pengumpulan otomatis dalam wadah dengan menggunakan tuas pada alat yang akan dirancang dan disertai penyetelan tinggi rendah alat pada besi pendorong/batang dari desain alat, yang mana pada penelitian sebelumnya sistem *roller picker* masih menggunakan sistem pengumpulan manual pada saat *roller* sudah terisi dengan rontok buah kelapa sawit dan belum ada mekanisme otomatisasi penyetelan tinggi rendahnya alat. Alat ini dirancang dengan upaya memperhatikan desain yang ergonomis, harga ekonomis, pengoperasian yang mudah, dan alat yang fleksibel.

2.2. Kajian Teoritis

2.2.1. Definisi Ergonomi

Istilah ergonomi mulai dicetuskan pada tahun 1949, akan tetapi aktivitas yang berkaitan dengannya telah bermunculan puluhan tahun sebelumnya. Ergonomi berasal dari bahasa latin yaitu “*Ergon*” dan “*Nomos*” (hukum alam) dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan desain atau perancangan (Nurmianto Eko, 1998). Ergonomi berkenaan pula dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan dan kenyamanan manusia di tempat kerja, di rumah.

2.2.2. Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq*) merupakan tanaman yang berasal dari Nigeria, Afrika Barat. Namun, ada sebagian pendapat yang justru menyatakan bahwa tanaman tersebut berasal dari Amerika Serikat yaitu Brazil. Hal ini dikarenakan oleh lebih banyaknya ditemukan spesies kelapa sawit di hutan Brazil dibandingkan dengan di Afrika. Pada kenyataannya tanaman kelapa sawit hidup subur di luar daerah asalnya, seperti Malaysia, Indonesia, Thailand dan Papua Nugini, bahkan mampu memberikan produksi per hektar yang lebih tinggi (Pahan, 2011).

Kelapa sawit merupakan salah satu jenis tanaman dari family palma yang mampu menghasilkan minyak nabati. Minyak nabati saat ini menjadi sangat kompetitif di pasar internasional. Pada dasarnya bukan hanya kelapa sawit penghasil minyak nabati, namun terdapat juga tanaman lain yang berpotensi tumbuh dengan baik di Indonesia seperti kelapa, bunga matahari, kacang kedelai dan masih banyak lainnya. Namun dari sekian banyak tanaman yang mengandung minyak, kelapa sawit merupakan tanaman yang

paling produktif menghasilkan rendemen minyak tertinggi terutama di Indonesia.

2.2.3. Benchmarking

Andersen (1996, dalam Paulus & Devie, 2013) mendefinisikan Benchmarking adalah proses pengukuran yang berkesinambungan dan membandingkan antara satu atau lebih bisnis proses perusahaan dengan perusahaan yang terbaik di proses bisnis tersebut, untuk mendapatkan informasi yang dapat membantu perusahaan untuk mengidentifikasi dan mengimplementasikan peningkatan proses bisnis. Menurut Tatterson (1996) menyatakan benchmarking adalah suatu proses yang membandingkan dan mengukur kinerja suatu perusahaan dengan perusahaan lain guna mendapatkan keuntungan informasi yang akan digunakan untuk perbaikan secara kontinyu (terus menerus)

Menurut Goestch (1997) benchmarking merupakan cara untuk membandingkan dan mengukur jalannya sebuah organisasi atau cara membandingkan dan mengukur internal organisasi secara berulang-ulang dengan organisasi yang mempunyai kelas yang lebih baik dari dalam atau dari luar organisasi perusahaan. Menurut Karlof & Ostblom (1997) berpendapat bahwa benchmarking merupakan suatu proses terus menerus yang sistematis untuk membandingkan efisiensi perusahaan sendiri dalam ukuran produktifitas, kualitas, dan praktek-praktek dengan perusahaan-perusahaan dan organisasi-organisasi yang menunjukkan keunggulannya.

Andersen dan Pettersen (1996) menjelaskan tahapan proses benchmarking dalam lima tahapan. Lima tahapan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Plan

Tahapan perencanaan ini, dilakukan aktivitas yakni dengan melakukan penilaian terhadap performa periode yang sudah berjalan dalam perusahaan dan menetapkan kinerja perusahaan yang akan dibandingkan dengan perusahaan yang dipilih menjadi pembanding kinerja perusahaan. Penilaian ini berguna sebagai dasar dalam menentukan kinerja di dalam perusahaan mana yang akan dijadikan acuan untuk dibandingkan dengan perusahaan mitra benchmark.

2. Search

Tahapan pencarian ini, dilakukan aktivitas yakni dengan mencari perusahaan sebagai pembanding dan menyeleksi perusahaan – perusahaan yang berpotensi dipakai sebagai partner benchmark. Setelah menentukan perusahaan yang menjadi partner benchmark, selanjutnya melakukan pendekatan terhadap perusahaan yang

menjadi mitra benchmark untuk memastikan perusahaan tersebut bersedia untuk dilakukan benchmark.

3. Observasi

Tahapan observasi ini, dilakukan aktivitas yakni dengan cara mengumpulkan informasi yang terkait dengan faktor-faktor sukses dari perusahaan yang memiliki kinerja superior yang menjadi mitra benchmark yang selanjutnya informasi ini dapat berguna untuk dipakai dalam perusahaan. Informasi ini dapat dilakukan dengan cara mencari informasi melalui internet, melakukan observasi atau peninjauan langsung terhadap perusahaan mitra benchmark dan melakukan wawancara kepada manajer perusahaan mitra benchmark.

4. Analyze

Tahapan keempat ini, dilakukan aktivitas yakni dengan cara menganalisis semua informasi yang didapatkan dari perusahaan mitra benchmark serta membandingkan kinerja perusahaan dengan kinerja superior mitra benchmark yang digunakan sebagai acuan dalam menyusun program perbaikan kinerja perusahaan yang diharapkan mampu menyamai kinerjasuperior perusahaan mitra benchmark.

5. Adapt

Pada tahapan terakhir ini aktivitas yang dilakukan adalah menyusun program perbaikan kinerja perusahaan dan mengimplementasikan program tersebut didalam perusahaan. Program yang sudah di susun diharapkan mampu mengikuti kinerja superior dari perusahaan yang menjadi mitra benchmark dan juga melakukan evaluasi terhadap program perbaikan yang sudah diimplementasikan dalam perusahaan.

Benchmarking dapat menjadi strategi bersaing, karena benchmarking berfokus pada proses dan produk. Fungsi benchmarking yang dilaksanakan oleh suatu lembaga/organisasi atau perusahaan adalah (Kaplan & Norton, 1992):

1. Benchmarking sebagai alat bantu menemukan ide baru yang perlu diaplikasikan pada perusahaan atau produk agar dapat bersaing dengan kompetitor atau lebih unggul dari kompetitor.
2. Alat untuk meningkatkan kemampuan menerima pelajaran-pelajaran perilaku ang sukses. Manfaat ini secara efektif mendorong orang untuk membuka wawasannya dan menyadarkan orang untuk menjadi yang terbaik di antara para pesaing.
3. Alat untuk membantu melakukan improvement/perbaikan

4. Alat untuk pengembangan keterampilan, pengembangan keterampilan dapat diartikan sebagai suatu gabungan dari pengetahuan, motivasi, situasi dan kemauan.

Adapun manfaat dari benchmarking menurut Dragolea dan Cotirlea (2009) antara lain:

1. Perbaikan yang dilakukan terus menerus untuk mencapai kinerja yang lebih baik menjadi budaya organisasi.
2. Meningkatkan pengetahuan terhadap kinerja produk dan jasa.
3. Membantu dalam memfokuskan sumberdaya untuk mencapai target.

2.2.4. *Quality Function Deployment (QFD)*

1. Pengertian QFD

Quality Function Deployment menentukan tuntutan atau permintaan konsumen kemudian menterjemahkan tuntutan tersebut secara akurat kedalam teknis, manufacturing, dan perencanaan produksi yang tepat. QFD meliputi seluruh komponen yang diterapkan dalam rencana pengembangan alat dengan target teridentifikasi. Pendapat pemakai berarti bahwa QFD dibuat untuk membantu organisasi dalam meningkatkan kemampuan organisasi dalam memahami kebutuhan konsumen dan secara efektif memberi tanggapan kepada kebutuhan konsumen. QFD adalah metode yang digunakan dalam mendukung dan melaksanakan filosofi *total quality management* perencanaan. Dalam QFD semua anggota tim dapat mengambil keputusan secara sistematis untuk memprioritaskan berbagai tanggapan yang mungkin terhadap sekelompok tujuan tertentu.

Metode QFD menurut Cohen Lou (1995) memiliki beberapa tahap perencanaan dan pengembangan melalui matriks, yaitu :

- a. Matriks perencanaan produk (*house of quality*) HOQ lebih dikenal dengan rumah pertama yang menjelaskan tentang customer needs, technical requirement, co-relationship, relationship, customer competitive evaluation, competitive technical assement dan targets. HOQ terdiri dari tujuh bagianutama tersebut.
- b. Matriks perencanaan part (part deployment lebih di kenal dengan rumah kedua yang mengidentifikasi faktor-faktor teknis yang kritical terhadap pengembangan produk.
- c. Matriks perencanaan proses. Lebih dikenal sebagai rumah ketiga yang merupakan matriks untuk mengidentifikasi pengembangan proses pembuatan suatu perencanaan pengembangan mengetahui proses perencanaan matriks HOQ.

d. Matrik manufacturing. Yang digunakan untuk pemaparan tindakan yang harus dilakukan dalam perbaikan

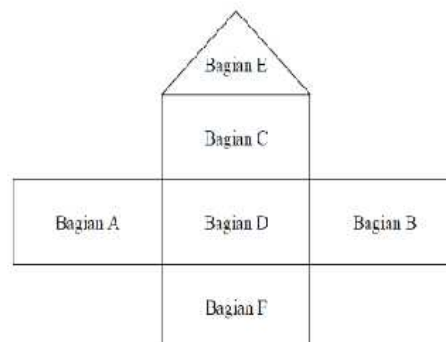
2. Keuntungan QFD

Menurut Goetsch, et.al (1997), terdapat 4 keuntungan dengan menggunakan metode QFD yaitu sebagai berikut:

- a. Customer-focused, QFD membutuhkan kumpulan masukan dan feedback dari konsumen. Dari informasi tersebut maka didapatkan spesifikasi dari customer requirement.
- b. Time-efficient, QFD dapat mengurangi development time karena QFD fokus terhadap customer requirements. Dengan demikian, layanan yang sebenarnya tidak begitu diinginkan oleh konsumen.
- c. Teamwork-oriented, semua keputusan diambil berdasarkan pada persetujuan umum dan terlibat secara langsung dalam diskusi yang mendalam. Hal ini mengakibatkan meningkatnya tim kerja.
- d. Documentation-oriented. Salah satu hasil dari proses QFD adalah suatu dokumentasi yang komprehensif (menyeluruh). Dokumen tersebut menarik semua data yang berkaitan tentang semua proses serta bagaimana mereka memenuhi keinginan konsumen. Dengan meng-update informasi tentang customer requirements dan proses internal, diharapkan dapat meningkatkan kualitas layanan secara berkelanjutan.

2.2.5. House of Quality (HOQ)

Proses menerjemahkan keinginan pengguna kedalam spesifikasi perancangan sebuah produk, diperlukan matriks House of Quality (HOQ). HOQ berfungsi untuk menentukan tindakan serta perbaikan yang diperlukan dalam mentransformasikan kebutuhan pengguna, (Cohen:1995)



Gambar 2.1 House Of Quality

(Sumber: Cohen:1995)

a. Bagian A

Merupakan matriks *customer needs and benefits* yang memuat tentang *voice of customer (whats)* yang merupakan hasil penerjemahan daftar persyaratan pengguna yang harus dimiliki oleh sebuah produk.

b. Bagian B

Merupakan *planning matriks* yang mendeskripsikan persepsi pengguna sebagai hasil sebuah survei pasar termasuk kepentingan *relatif* dari persyaratan pengguna, perusahaan, kinerja perusahaan, dan pesaing dalam memenuhi persyaratan tersebut.

c. Bagian C

Merupakan *technical response matrix (hows)* yang memuat daftar karakteristik/spesifikasi produk yang relevan dengan kebutuhan pengguna. Karakteristik produk harus dapat diukur.

d. Bagian D

Merupakan *relationship matrix* yang memberikan informasi tentang keterkaitan antara kebutuhan pengguna dan karakteristik/spesifikasi produk yang telah ditentukan. Hubungan tersebut digambarkan dengan simbol sebagai berikut (shrivasta, 2016):

Tabel 2.2 hubungan kekuatan simbol HOQ

Nilai numeric (Kosong)	Keterangan
1	Tidak ada hubungan
2	Hubungan lemah
3	Hubungan sedang
3	Hubungan kuat

e. Bagian E

Merupakan *technical correlation matrix* yang digunakan untuk menggambarkan pengaruh sebuah spesifikasi teknis produk terhadap spesifikasi teknis yang lainnya. Pengaruh tersebut digambarkan dengan simbol sebagai berikut (shrivasta, 2016):

Tabel 2.3 Simbol korelasi antar elemen teknis HOQ

Simbol	Keterangan
■	Tidak ada hubungan
●	berhubungan
⊕	Sangat berhubungan

f. Bagian F

Merupakan technical *matriks* yang berfungsi untuk mencatat prioritas yang ada pada matriks spesifikasi teknis produk, mengukur kinerja teknis yang diperoleh oleh produk pesaing dan tingkat kesulitan yang timbul dalam mengembangkan spesifikasi produk. Hasil dari matriks adalah nilai target untuk setiap spesifikasi teknis.

2.2.6. Antropometri

Istilah antropometri berasal dari dua kata yaitu “anthro” yang artinya manusia dan “metri” yang artinya ukuran (Tarwaka et al., 2004). Secara definitif antropometri dinyatakan sebagai studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia (Wignjosoebroto, 2008). Antropometri adalah pengukuran dimensi tubuh atau karakteristik fisik tubuh lainnya yang relevan dengan desain tentang sesuatu yang dipakai orang (Tarwaka et al, 2004)

Data antropometri yang dikumpulkan dapat diaplikasikan secara luas dalam berbagai bidang perancangan, antara lain (Wignjosoebroto, 1995):

- a. Perancangan area kerja (work station, interior mobil, dan lain-lain).
- b. Perancangan peralatan kerja seperti mesin, equipment, perkakas.
- c. Perancangan produk-produk konsumtif seperti pakaian, kursi/meja komputer, dan lain-lain.
- d. Perancangan lingkungan kerja fisik seperti pelayanan publik, ruangan kerja, dan sebagainya.

Secara umum, manusia memiliki bentuk dan dimensi ukuran tubuh yang berbeda-beda. Beberapa faktor yang mempengaruhi dimensi ukuran tubuh manusia, adalah (Wignjosoebroto, 1995):

- a. Umur, manusia akan tumbuh bertambah besar seiringan seiring dengan bertambahnya umur yaitu sejak awal lahir sampai berumur 20 tahun. Berdasarkan penelitian yang dilakukan di USA diperoleh kesimpulan bahwa laki-laki tumbuh dan bertambah tinggi sampai umur 21,2 tahun dan wanita sampai dengan umur 17,3 tahun, meskipun terdapat sekitar 10% yang masih bertambah tinggi hingga umur 23,5 tahun bagi laki-laki dan 21,1 tahun bagi wanita. Setelah mencapai umur tersebut tidak terjadi lagi pertumbuhan, namun sekitar umur 40 tahunan manusia akan mengalami penurunan ataupun penyusutan.
- b. Jenis kelamin, dimensi ukuran tubuh laki-laki umumnya lebih besar dibandingkan wanita, kecuali beberapa bagian tubuh tertentu seperti pinggul, dan sebagainya.

- c. Suku/bangsa, setiap suku, bangsa atau kelompok etnik memiliki karakteristik fisik yang berbeda satu dengan lainnya. Salah satu pengaruhnya yaitu gaya hidup yang berbeda, jenis makanan dan sebagainya.
- d. Posisi tubuh, sikap atau posisi tubuh berpengaruh terhadap dimensi ukuran tubuh, sehingga posisi standar harus diterapkan untuk survei pengukuran. Posisi tubuh dikenal dua cara pengukurannya yaitu pengukuran dimensi struktur tubuh dan pengukuran dimensi fungsional tubuh.
- e. Cacat tubuh, data antropometri khusus diperlukan untuk merancang produk bagi orang-orang cacat seperti kursi roda, kaki atau tangan palsu, dan lain-lain.
- f. Tebal atau tipisnya pakaian yang dikenakan, iklim yang berbeda akan mempengaruhi variasi yang berbeda-beda dalam bentuk rancangan dan spesifikasi pakaian. Sehingga dimensi manusia akan berbeda-beda dari satu tempat dengan tempat lainnya.
- g. Kehamilan, kondisi kehamilan akan mempengaruhi dimensi ukuran dan bentuk tubuh wanita. Hal tersebut memerlukan perhatian yang khusus terhadap perancangan produk yang dirancang.

2.2.7. Usability

Usability berasal dari kata usable yang secara umum berarti dapat digunakan dengan baik. Suatu hal dapat dikatakan berguna dengan baik jika tingkat kegagalan dalam penggunaannya dapat dihilangkan atau diminimalkan dan mampu memberikan manfaat serta kepuasan kepada pengguna suatu alat (Rubin, 2008)

Nielsen (1994) mendefinisikan usability merupakan ukuran kualitas pengalaman pengguna ketika melakukan berinteraksi dengan produk atau sistem baik itu situs web, aplikasi perangkat lunak, teknologi bergerak, maupun peralatan-peralatan lain yang dioperasikan oleh operator. ISO 9241 (1999) mendefinisikan *usability* sebagai tingkat dimana produk dapat digunakan oleh pengguna tertentu untuk mencapai tujuannya dengan lebih efektif, efisien, dan memuaskan dalam ruang lingkup penggunaannya.

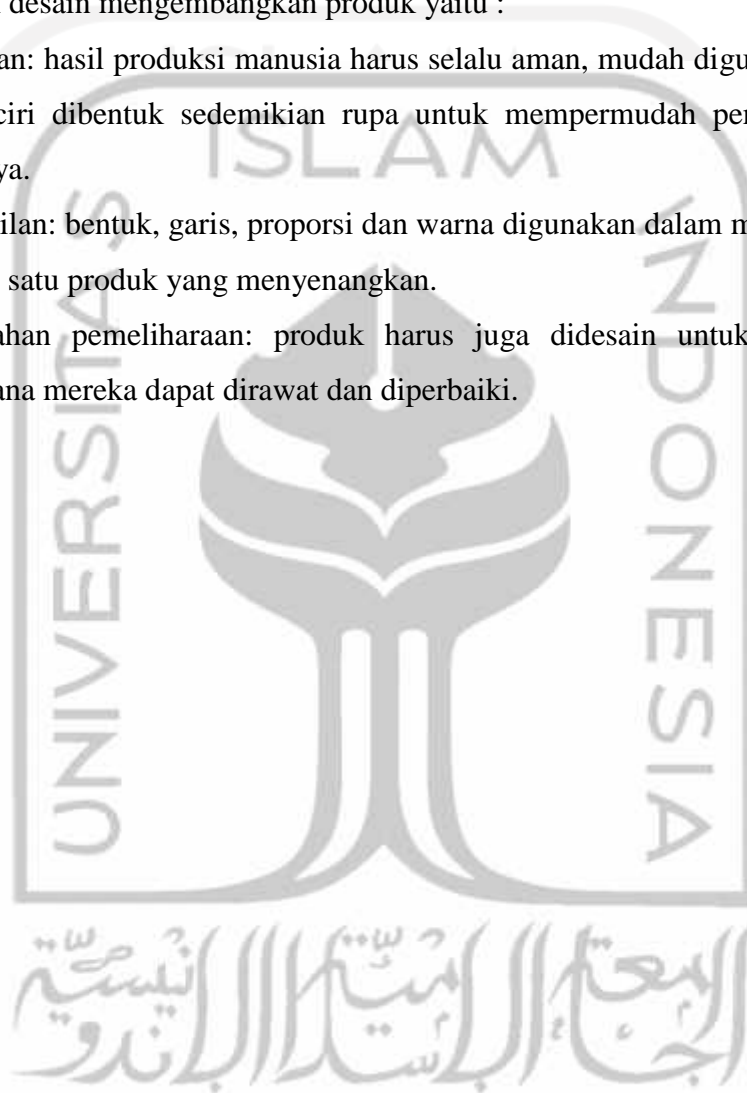
Tujuan daripada Usability menurut Nielsen (1994) memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Efektif pada saat digunakan
2. Efisien pada saat digunakan
3. Aman saat menggunakannya
4. Mudah untuk dipelajari bagi user saat pertama kali menggunakannya
5. Mudah diingat cara menggunakannya

Menurut Ulrich & Epingher (2004) menjelaskan bahwa proses pengembangan konsep *usability* mencakup beberapa kegiatan diantaranya: identifikasi kebutuhan pelanggan, penetapan spesifikasi target, penyusunan konsep, pemilihan konsep, pengujian konsep, penentuan spesifikasi akhir, perencanaan proyek, analisis ekonomi, analisis produk pesaing, pembuatan prototipe.

Menurut Dreyfuss (1967), ada 4 tujuan penting yang perlu diperhatikan dalam melakukan desain mengembangkan produk yaitu :

1. Kegunaan: hasil produksi manusia harus selalu aman, mudah digunakan dan intuitif. Setiap ciri dibentuk sedemikian rupa untuk mempermudah pemakai mengetahui fungsinya.
2. Penampilan: bentuk, garis, proporsi dan warna digunakan dalam menyatukan produk menjadi satu produk yang menyenangkan.
3. Kemudahan pemeliharaan: produk harus juga didesain untuk memberitahukan bagaimana mereka dapat dirawat dan diperbaiki.



BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Subjek dan Objek Penelitian

3.1.1. Subjek

Subjek penelitian ini adalah petani kelapa sawit di Desa Bambamanurung

3.1.2. Objek

Objek penelitian ini adalah rancang bangun pengambil rontok buah kelapa sawit yang sesuai dengan kebutuhan pengguna

3.2. Populasi dan sampel

3.2.1. Populasi

Populasi merupakan semua subjek yang terlibat dalam penelitian yang terdiri dari manusia, benda-benda, hewan, tumbuh-tumbuhan, gejala-gejala, nilai tes, atau peristiwa-peristiwa sebagai sumber data yang memiliki karakteristik tertentu di dalam suatu penelitian (Margono, 2004).

Populasi dalam data penelitian ini adalah seluruh petani sawit yang berumur 21-60 tahun dengan kondisi fisik normal di Desa Bambamanurung.

3.2.2. Sample

Sampel adalah sebagian atau wakil dari jumlah populasi yang diteliti (Sugiyono, 2007). Penentuan jumlah sampel yang layak digunakan saat penelitian yaitu antara 30 sampai 500 sampel dan apabila sampel dibagi dalam kategori maka jumlah anggota sampel setiap kategori minimal 30 (Sugiyono, 2015).

Proses pengambilan sampel petani dilakukan dengan cara *non probability sampling* dimana semua populasi tidak memiliki kesempatan yang sama untuk menjadi anggota sampel, lalu pada teknik sampling menggunakan *purposive sampling* yaitu teknik pengambilan sampel dari populasi berdasarkan kriteria tertentu yang ditentukan oleh peneliti (Sugiyono, 2016).

Sample penelitian ini yaitu berjumlah 30 orang pelaku petani kelapa sawit untuk melakukan identifikasi masalah dan atribut dalam proses rancang bangun alat serta beberapa untuk digunakan dalam mengidentifikasi tingkat *usability* dari alat yang digunakan oleh pengguna

3.3. Data penelitian

3.3.1. Data Primer

Data primer penelitian ini berupa:

1. Data kuesioner, dan wawancara dari petani kelapa sawit, mengenai kebutuhan pengguna/operator
2. Kuesioner kepentingan mengenai kebutuhan yang diperlukan oleh petani sawit
3. Kuesioner *system usability scale*(SUS) guna mengetahui tingkat *Usability* dari alat yang telah dibuat.

3.3.2.Data Sekunder

Data sekudner penelitian ini berupa

1. Kajian literatur nasional dan internasional mengenai desain alat pengambilan rontok buah kelapa sawit yang telah ada.
2. Kajian literatur mengenai penerapan ergonomi pada desain alat pertanian.

3.4. Instrumen penelitian

Dalam penelitian ini alat yang digunakan untuk menunjang kegiatan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Kuesioner QFD, yaitu daftar pertanyaan yang diajukan untuk mendapatkan atribut kebutuhan pengguna (*voice of customer*) dengan rancangan yang akan dibuat
2. *Matrix House of Quality* , digunakan untuk menterjemahkan keinginan pengguna dalam spesifikasi rancangan produk.
3. *System usability scale* (SUS), yang berfungsi untuk mengukur tingkat *usability* terhadap alat yang telah didesain.
4. List skenario tugas yang digunakan dalam uji usabilitas produk.
5. Penggaris dan pita untuk mengukur *antropometri* pengguna.
6. Kamera dan recorder, digunakan untuk dokumentasi guna mendukung proses penelitian
7. *Software 3D*, yang berfungsi untuk melakukan desain *visual prototype*
8. Software SPSS versi 16.0, digunakan untuk mengolah dan mengisi data penelitian untuk keperluan statistik.

3.5. Metode PengumpulanData

3.5.1. Studi literature

Studi Literatur, merupakan pengumpulan teori-teori yang dapat digunakan dalam mendukung pemecahan permasalahan dalam penelitian ini. Metode pengumpulan ini dilakukan dengan meninjau beberapa referensi seperti buku, laporan-laporan ilmiah, dan juga tulisan-tulisan ilmiah yang dapat mendukung terbentuknya kajian empiris dan kajian teoritis. literatur yang digunakan yaitu yang berhubungan dengan data pengambil rontok buah kelapa sawit, dan teori-teori lain yang mendukung.

3.5.2. Wawancara

Wawancara dilakukan kepada petani sawit/konsumen yang bertujuan untuk mendapatkan informasi terkait dengan keluhan yang dialami pengguna terkait prosesi pengambilan rontok buah kelapa sawit menggunakan alat yang biasa digunakan. Hasil dari wawancara tersebut akan ditransformasi menjadi atribut kebutuhan pengguna yang akan digunakan sebagai inputan pembuatan matrik house of quality untuk menentukan spesifikasi alat yang dikembangkan agar sesuai dengan kebutuhan pengguna. Urutan prosedur wawancara yang akan dilakukan yaitu (Nazir, 2005):

1. Menerangkan kegunaan serta tujuan dari penelitian.
2. Menjelaskan mengapa responden terpilih untuk diwawancarai.
3. Menjelaskan institusi atau badan apa yang melaksanakan penelitian tersebut.
4. Menerangkan bahwa wawancara merupakan sesuatu yang konfidensial.
5. Melakukan wawancara dengan narasumber sesuai dengan topik bahasan

3.5.3. Kuesioner

Kuesioner merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pernyataan atau pertanyaan tertulis kepada responden untuk diberikan respon sesuai dengan permintaan pengguna (Widoyoko, 2016).

Kuesioner yang pertama digunakan yaitu kuesioner *voice of customer* (lampiran 1) dimana kuesioner ini berisi pertanyaan dan pernyataan tentang keinginan responden terhadap desain usulan alat yang akan dibuat, berdasarkan masing-masing responden yang berguna untuk menentukan urutan tingkat atribut kebutuhan konsumen, kuesioner kepentingan (lampiran 2), berisi mengenai pertanyaan tentang tingkat kepentingan dari setiap atribut berdasarkan masing-masing responden yang berguna untuk menentukan urutan tingkat atribut kebutuhan konsumen. kuesioner validasi desain (lampiran 3). Kuesioner pengukuran efisiensi dengan penilaian tingkat beban fisik (lampiran 4), kuesioner terakhir adalah dengan pemberian kuesioner SUS (lampiran 5) untuk digunakan dalam penilaian kepuasan konsumen.

3.6. Pengukuran antropometri

Pengukuran antropometri adalah pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui ukuran-ukuran fisik suatu subjek dengan menggunakan alat ukur tertentu. Bidang antropometri meliputi berbagai ukuran tubuh manusia seperti berat badan, tinggi pinggul ketika berdiri, panjang rentang tangan, dan sebagainya. Data antropometri dalam penelitian ini digunakan untuk menentukan dimensi alat yang dikembangkan agar sesuai dengan dimensi tubuh penggunanya

Sebagian besar data Antropometri dinyatakan dalam bentuk persentil. Persentil merupakan suatu nilai yang menyatakan bahwa persentase tertentu dari sekelompok orang yang dimensinya sama dengan atau lebih rendah dari nilai tersebut. Misalnya 95% dari populasi adalah sama atau lebih rendah dari 95 persentil, dan 5% dari populasi berada sama dengan atau lebih rendah dari 5 persentil. Penentuan persentil mengikuti acuan pada tabel 3.1

Tabel 3.1 rumus perhitungan persentil

Persentil	Rumus perhitungan
1 th	$X - 2,325 \cdot SD$
2.5 th	$X - 1,96 \cdot SD$
5 th	$X - 1,645 \cdot SD$
10 th	$X - 1,38 \cdot SD$
50 th	X
90 th	$X + 1,38 \cdot SD$
95 th	$X + 1,645 \cdot SD$
97.5 th	$X + 1,96 \cdot SD$
99 th	$X + 2,325 \cdot SD$

(sumber: Nurmianto: 2005)

Dalam pokok bahasan antropometri, 95 persentil akan menggambarkan ukuran manusia yang “terbesar”, sedangkan 5 persentil sebaliknya akan menunjukkan ukuran manusia yang “terkecil”. Bilamana diharapkan ukuran yang mampu mengakomodasikan 95% dari populasi yang ada, maka disini diambil rentang 2,5 dan 97.5 persentil sebagai batas-batasnya (Nurmianto, 2005).

3.7. Rancang bangun *Quality Function Deployment* (QFD)

QFD yang dimaksud dalam penelitian ini adalah metode terstruktur yang digunakan dalam proses perencanaan desain mesin pengambil rontok buah sawit untuk menetapkan spesifikasi kebutuhan pengguna (*customer needs*). Berikut adalah langkah-langkah dalam menggunakan metode QFD, yaitu, (Djati: 2003):

a. Identifikasi Konsumen / Pengguna

Permulaan dari QFD adalah dengan menggariskan apa yang akan diselesaikan pada produk berdasarkan kehendak konsumen.

b. Menentukan *Customer Needs*nya (Whats)

Customer needs sering disebut dengan voice of customers, item ini mengandung hal-hal yang dibutuhkan oleh konsumen dan masih bersifat umum, sehingga sulit

untuk langsung diimplementasikan, customer needs dapat dilakukan dengan melalui penelitian terhadap keinginan konsumen.

c. Menentukan *importance rating*

Merupakan tingkat kepentingan dari *Voice Of Customer* (VOC) dan diperoleh dari hasil perhitungan koefisien yang disebarkan kepada mahasiswa.

d. Analisis tentang customer competitive evaluation

Analisis ini dibuat berdasarkan pengumpulan data yang diperoleh dari konsumen.

e. Menentukan *technical requirements* (HOWs)

Technical requirement merupakan pengembangan dari customer needs atau merupakan penerjemahan kebutuhan konsumen dalam bentuk teknis agar sebuah produk dapat dibentuk secara langsung.

f. Menentukan *relationship*

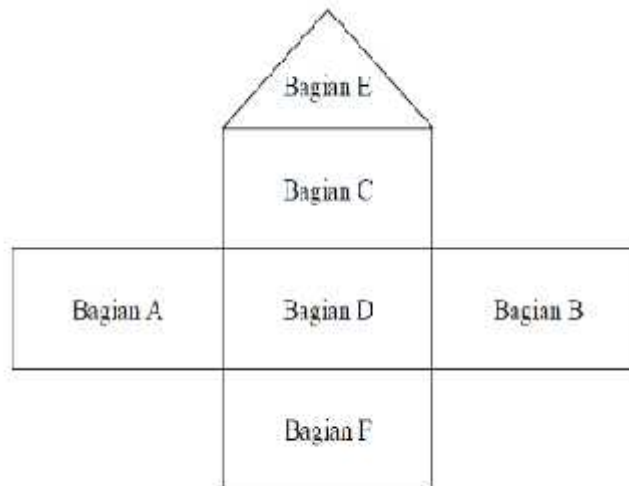
Agar diperoleh nilai secara kuantitatif maka antara what dan hows merupakan langkah selanjutnya untuk menentukan bobot.

g. Menentukan target (*How Much*)

Target ditentukan dengan *how much is enough* yang merupakan perhitungan spesifikasi dari HOWs. Nilai target direpresentasikan untuk memenuhi keinginan konsumen. Sehingga sepantasnya jika nilai target yang hendak dicapai ditetapkan dengan nilai yang rasional.

3.8. House Of Quality (HOQ)

House of Quality (HOQ) merupakan tahap pertama dalam penerapan metode QFD. HOQ merupakan matrix yang digunakan untuk menghubungkan antara keinginan/kebutuhan konsumen dengan cara perusahaan/peneliti memenuhi keinginan/kebutuhan tersebut, dengan tujuan untuk menentukan tindakan serta perbaikan yang diperlukan dalam mentransformasikan keinginan/kebutuhan konsumen/pengguna (Cohen, 1995).



Gambar 3.1 bagan matriks HOQ

Bagian A (*customer needs*), berisi data atau informasi yang diperoleh dari hasil penelitian pasar tentang kebutuhan dan keinginan konsumen. Bagian yang disebut sebagai “WHAT’s” ini disusun berdasarkan suara pelanggan (*the voice of customer*). Cara yang biasa dipakai untuk mendapatkan *voice of customer* adalah dengan melakukan wawancara, focus grup atau observasi (Shrivastava, 2016).

Bagian B (*planning matrix*), berisi tiga jenis data yaitu pertama tingkat kepentingan/kebutuhan/keinginan konsumen, kedua data kepuasan konsumen terhadap produk atau jasa yang dihasilkan oleh perusahaan dan produk pesaing, ketiga tujuan strategis untuk produk dan jasa baru yang akan dikembangkan.

Bagian C (*technical response*), berisi persyaratan-persyaratan teknis untuk produk atau jasa baru yang akan dikembangkan. Data ini diturunkan berdasarkan informasi yang diperoleh mengenai kebutuhan dan keinginan konsumen.

Bagian D (*relationship*), berisi penilaian manajemen mengenai kekuatan hubungan antara elemen-elemen yang terdapat pada bagian persyaratan teknis terhadap kebutuhan konsumen yang dipengaruhi. Kekuatan hubungan dinyatakan dengan menggunakan simbol tertentu, seperti pada tabel 3.2 (Shrivastava, 2016).

Tabel 3.2 simbol kekuatan HOQ

Nilai (numerik)	Keterangan
Kosong	Tidak ada hubungan
1	Hubungan lemah
2	Hubungan sedang
3	Hubungan kuat

Bagian E (*technical correlations*), menunjukkan korelasi antar persyaratan teknis yang satu dengan persyaratan-persyaratan teknis yang lain yang terdapat dalam matriks C. Korelasi antara kedua persyaratan teknis tersebut ditunjukkan dengan menggunakan simbol-simbol tertentu seperti pada tabel 3.4 (Shrivastava, 2016).

Tabel 3.3 simbol korelasi antar elemen HOQ

Nilai (numerik)	Keterangan
	Hubungan lemah
	Hubungan sedang
+	Hubungan kuat

Bagian F (*technical matrix*), berisi tiga jenis data yaitu urutan tingkat kepentingan (ranking) persyaratan teknis, informasi hasil perbandingan persyaratan teknis produk atau jasa yang dihasilkan oleh perusahaan terhadap produk pesaing dan target persyaratan teknis produk atau jasa yang baru dikembangkan.

3.9. Benchmarking

Benchmarking bisa disebut juga dengan istilah patok duga, maksudnya adalah sebuah perusahaan/peneliti akan mematok perusahaan lain yang dianggap sebagai pesaing terberat, lalu dibandingkan dengan menduga positioning perusahaan terhadap para pesaing. Benchmarking menjadi sebuah cara pengukuran yang sistematis dan berkesinambungan, proses mengukur dan membandingkan dilakukan secara terus menerus atas proses bisnis suatu organisasi untuk mendapatkan informasi yang akan membantu upaya organisasi tersebut memperbaiki kinerjanya (Tjiptono et al., 2002).

Benchmarking yang dilakukan pada penelitian ini yaitu membandingkan produk-produk yang sejenis dengan rencana rancangan produk yang akan dibuat kemudian memberikan ranking (1-2-3-dst) terhadap produk, dengan berdasar pada tiap atribut kebutuhan pengguna. Pemberian ranking tersebut ditentukan berdasarkan spesifikasi yang paling memenuhi atribut kebutuhan pengguna, dimana produk yang memiliki spesifikasi paling memenuhi kebutuhan pengguna diberikan ranking 1 dan produk lainnya diberi ranking 2 dan seterusnya sesuai dengan spesifikasi masing-masing produk. Proses setelah itu, dilakukan adaptasi dengan memberikan improvement yang diperlukan pada rancangan produk yang akan didesain sesuai dengan produk-produk yang sudah dilakukan *benchmarking*.

Fungsi benchmarking yang dilaksanakan oleh suatu lembaga/organisasi atau

perusahaan adalah (Kaplan & Norton, 1992):

1. Benchmarking sebagai alat bantu menemukan ide baru yang perlu diaplikasikan pada perusahaan atau produk agar dapat bersaing dengan kompetitor atau lebih unggul dari kompetitor.
2. Alat untuk meningkatkan kemampuan menerima pelajaran-pelajaran perilaku yang sukses.
3. Alat untuk membantu melakukan improvement/perbaikan
4. Alat untuk pengembangan keterampilan, pengembangan keterampilan dapat diartikan sebagai suatu gabungan dari pengetahuan, motivasi, situasi dan kemauan.

Tahapan-tahapan dalam melaksanakan benchmarking ini terdapat banyak variasi dari berbagai pendapat, secara sederhana terdapat lima tahapan yaitu (Karlof, 1997):

1. Tentukan apa yang di-benchmark, dengan memulai dari kebutuhan objek akan informasi benchmarking.
2. Identifikasi pasangan benchmarking, dengan kebutuhan tertentu dilakukan target-target perusahaan atau produk yang akan menjadi pembandingan dengan perusahaan/produk milik pihak yang melakukan benchmarking.
3. Kumpulkan informasi, yang dikumpulkan bukan data keuangan/harga dan kuantitatif saja, tetapi juga mengidentifikasi dan mendokumentasikan proses operasi, spesifikasi produk yang menjelaskan dan membantu untuk memahami kinerja suatu organisasi atau kualitas suatu produk.
4. Analisis, hal ini dilakukan bukan hanya untuk mengidentifikasi persamaan-persamaan dan perbedaan-perbedaan, tetapi juga memahami hubungan pada proses operasi yang mendasarinya. Lebih lanjut perlu dikenal faktor faktor yang tidak dapat dibandingkan dan yang tidak dapat dipengaruhi, keduanya akan mempengaruhi hasil analisis.
5. Penerapan perbaikan/improvement yang telah dirancang, organisasi atau benchmarker harus memasang sarannya yang realistis berdasarkan pada potensi peningkatan yang diungkapkan pada hasil proses benchmarking. Sasaran-sasaran tersebut harus dirinci dan diadaptasikan agar cocok dengan kebutuhan dan dikomunikasikan kepada orang-orang yang terlibat.

Berdasarkan beberapa definisi benchmarking yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa benchmarking dilakukan untuk menemukan keunggulan dan kelemahan dari pesaing (produk lama) kemudian dilakukan adaptasi dan perbaikan untuk diterapkan pada organisasi yang melaksanakan benchmarking tersebut. Benchmarking yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan membandingkan produk-produk yang

sejenis dengan rencana rancangan produk yang akan dibuat kemudian memberikan ranking (1-2-3-dst) terhadap produk tersebut berdasarkan setiap atribut kebutuhan pengguna.

3.10. Metode pengolahan data

3.7.1. Uji validitas Pedoman Wawancara

Uji validitas menurut Sugiono (2016) menunjuk derajat ketepatan antara data yang sesungguhnya terjadi pada objek dengan data yang dikumpulkan oleh peneliti untuk mencari validasi sebuah item, kita mengkorelasikan skor item dengan total item-item tersebut. Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat-tingkat kevalidan atau kesahihan sesuatu instrumen (Arikunto, 2006). Instrumen dikatakan valid berarti menunjukkan alat ukur yang dipergunakan untuk mendapatkan data itu valid atau dapat digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur. Uji validitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah *validitas konstruk (construct validity)* yang diperoleh dengan cara uji validitas oleh para ahli (*expert judgment*). Cara ini digunakan untuk menganalisa dan mengevaluasi secara sistematis apakah butir instrumen telah memenuhi apa yang hendak diukur.

Pedoman wawancara disiapkan oleh peneliti dan kemudian dilakukan validasi terlebih dahulu kepada 5 pengguna/konsumen, dimana uji validitas tersebut bertujuan untuk melihat kesesuaian pertanyaan dengan indikator hasil yang ingin dicapai oleh peneliti. Hasil dari uji validasi tersebut digunakan untuk memperbaiki pedoman wawancara, apabila terdapat butir yang tidak valid maka butir pertanyaan wawancara tersebut harus diperbaiki atau gugur dan tidak digunakan.

3.7.2. Uji keseragaman data

Uji keseragaman data merupakan langkah statistik yang dilakukan terhadap suatu data untuk mengetahui jumlah data yang berada dalam batas *in control* dan *out of control*. Data *in control* adalah data yang berada diantara batas kontrol atas dan batas kontrol bawah, sedangkan data *out of control* adalah data yang berada diluar batas kontrol atas dan batas kontrol bawah. Uji keseragaman data pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui berapa jumlah data atropometri yang berada dalam batas *in control* dan *out of control*. Persamaan 3, 4 dan 5 digunakan untuk menghitung keseragaman data (Gustomo, 2006):

$$\text{BKA} = X + k\sigma \quad (1)$$

$$\text{BKB} = X - k\sigma \quad (2)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - X)^2}{N-1}} \quad (3)$$

keterangan:

BKA : batas kontrol atas

BKB : batas kontrol bawah

X : nilai rata-rata

σ : standar deviasi

K : tingkat keyakinan

Tingkat kepercayaan 99%, k = 2,58 3

Tingkat kepercayaan 95%, k = 1,96 2

Tingkat kepercayaan 68%, k = 1

3.7.3. Uji kecukupan data

Uji kecukupan data adalah proses pengujian yang dilakukan terhadap data pengukuran untuk mengetahui apakah data yang diambil untuk penelitian mencukupi untuk digunakan dalam pengolahan data atau tidak. Pengujian kecukupan data dipengaruhi oleh tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan, dimana tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum dari hasil perhitungan terhadap nilai data yang sebenarnya dan tingkat kepercayaan menunjukkan besarnya probabilitas bahwa data yang sudah diambil berada dalam tingkat ketelitian yang sebelumnya telah ditentukan (Sutalaksana, 2006).

$$N' = \left[\frac{k}{\frac{s}{\bar{x}}} \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{\sum x} \right]^2 \quad (4)$$

Keterangan

N' : jumlah data teoritis

N : jumlah data pengamatan

s ; derajat ketelitian

k : tingkat keyakinan

Tingkat kepercayaan 99%, k = 2,58 3

Tingkat kepercayaan 95%, k = 1,96 2

3.7.4. Uji *Marginal Homogeneity*

Uji *Marginal Homogeneity* adalah pengujian mengenai sama tidaknya variasi-variasi dua buah distribusi atau lebih yang bertujuan untuk meyakinkan bahwa sekumpulan data yang akan diukur memang berasal dari populasi yang homogen. Uji tersebut biasanya digunakan sebagai syarat dalam analisis independent sample t test dan anova.

Uji homogenitas pada penelitian ini untuk memvalidasi apakah desain alat usulan sudah memenuhi atribut keinginan pengguna, validasi desain dilakukan dengan membandingkan skor tingkat kepentingan masing-masing atribut kebutuhan pengguna sebelum proses desain dengan skor tingkat kepuasan masing-masing atribut kebutuhan pengguna sesudah dihasilkan desain alat usulan. Selanjutnya hasil kuesioner tersebut dilakukan pengujian statistik menggunakan software SPSS 1.6 dengan hipotesis yang digunakan sebagai berikut:

a. Menentukan Hipotesis

H_0 : Tidak terdapat perbedaan antara *customer attribute* dengan desain alat pengambil rontok buah kelapa sawit (valid atau data homogen)

H_1 : Terdapat perbedaan antara *customer attribute* dengan desain alat pengambil rontok buah kelapa sawit (tidak valid atau data tidak homogen)

b. Menentukan Kriteria pengujian statistik

Menggunakan tingkat signifikansi (α) sebesar 5% dan dasar pengambilan keputusan sebagai berikut (Nuryadi et al., 2017):

Jika nilai Signifikansi > 0.05 maka distribusi data homogen (H_0 diterima)

Jika nilai Signifikansi < 0.05 maka distribusi data tidak homogen (H_0 ditolak)

3.7.5. Uji Beda (Mann Withney)

Uji Mann Whitney pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan yang signifikan antara rancangan alat yang usulan dengan alat yang sudah ada, uji tersebut dilakukan dengan membandingkan nilai rata-rata dari hasil kuesioner tingkat kepuasan masing-masing atribut kebutuhan pengguna. Uji Mann Whitney dilakukan menggunakan software SPSS 22 dengan taraf signifikansi yang digunakan 5%. Dasar pengambilan keputusan sebagai berikut:

1. Hipotesis:

H_0 : Ada perbedaan yang signifikan antara desain alat usulan dengan alat yang sudah ada

H_1 : Tidak ada perbedaan yang signifikan antara desain alat usulan dengan alat

yang sudah ada

2. Level of significance () = 0,05
3. Kriteria uji, H_0 diterima jika nilai Sig. <

3.7.6. Uji usability

Usability adalah tingkatan sebuah produk dapat digunakan oleh pengguna untuk mencapai tujuan secara efektif, efisien dan kepuasan dalam menggunakannya (ISO, 1998). Efektifitas diartikan seberapa tepat, lengkap dan akurat seorang pengguna dalam mencapai tujuan, efisiensi diartikan berapa banyak *resource* yang dikeluarkan oleh seorang pengguna untuk melakukan dan mencapai tujuan dengan cepat dan tepat tanpa ada pemborosan, dan kepuasan diartikan sebagai respons dari user berupa kenyamanan penggunaan dan sikap positif dalam menggunakan produk (ISO, 1998). Menurut ISO (1998) mengenai performa responden saat melakukan penyelesaian tugas dan digunakan dalam menggunakan alat.

1. Efektifitas

Menurut Steers (1980), efektifitas harus dinilai atas dasar tujuan yang bisa dilaksanakan dengan melihat dari faktor penyelesaian tugas/pekerjaan atau frekuensi eror. Perhitungan tingkat efektifitas alat usulan pada penelitian ini dilakukan dengan mengukur tingkat penyelesaian tugas operator saat sedang menggunakan alat untuk melakukan proses pengambilan ronotk buah kelapa sawit. Pengukuran dilakukan dengan memberikan uraian tugas yang perlu dikerjakan oleh responden dan dilihat apakah responden dapat menyelesaikan tugas yang diberikan. Tingkat efektifitas dapat dihitung menggunakan rumus 5 (Iryanto, 2019), dengan pengkategorian menggunakan standar sesuai acuan litbang depdagri (1991) pada Tabel dibawah ini

$$\text{Efektifitas} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{f_{it}}{f_t} \cdot y}{\sum_{i=1}^n \frac{b_{ia}}{d}} \times 100\% \quad (5)$$

Tabel 3.4 Kategori rasio efektifitas

Rasio efektifitas	Keterangan
Kurang dari 40%	Sangat tidak efektif
40% - 59%	Tidak efektif
60% - 80%	Cukup efektif
Diatas 80%	Sangat efektif

2. Efisiensi

Efisiensi adalah rasio antara input yang digunakan dengan output yang dihasilkan dalam suatu proses, dimana pengukurannya dapat dilakukan dengan melihat waktu yang digunakan atau pemanfaatan sumber daya baik biaya atau tenaga (Gasperzs, 1998). Penilaian efisiensi pada penelitian ini dengan pengukuran kebutuhan fisik saat melakukan aktifitas skenario

Pengukuran kebutuhan fisik dalam melakukan tugas skenario dengan memberikan kuesioner perbandingan kepada pengguna yang telah selesai melakukan aktivitas pada skenario yang dibuat. Pengisian kuesioner dilakukan dengan memberikan skor 0 sampai 100, dimana skor 0 diberikan apabila kebutuhan fisik rendah dan skor 100 diberikan apabila kebutuhan fisik tinggi. Hasil akhir yang akan dianalisis adalah perbandingan jumlah rata-rata skor kebutuhan fisik saat melakukan aktifitas skenario tugas pada alat baru dan alat lama.

Tabel 3.5 kuesioner tingkat perbandingan beban fisik

Responden ke	
Skor tingkat kebutuhan fisik (0-100)	
Alat lama	Alat baru

3. Kepuasan

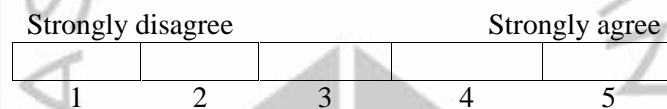
Mengukur usability berdasarkan atribut kepuasan dalam penelitian ini menggunakan kuesioner *system usability of scale* (SUS). Kuesioner tersebut merupakan salah satu metode survey yang bisa digunakan untuk menilai kegunaan berbagai produk dan layanan (Santoso, 2017). Kuesioner SUS akan di bagikan kepada responden yang telah menggunakan alat yang dibuat dan responden akan memberikan penilaian terhadap alat tersebut melalui kuesioner SUS. Ada tiga kelebihan dari metode *system usability of scale* yaitu mudah dipahami, dapat digunakan untuk sampel kecil dan hasilnya valid (Brooke, 1996). Kuesioner SUS terdiri dari 5 pernyataan positif, 5 pernyataan negatif dan lima skala penilaian (Sangat tidak setuju sampai sangat setuju), daftar pernyataan kuesioner SUS dapat dilihat pada tabel dibawah ini (Brooke, 1996)

Tabel 3.6 daftar pernyataan *system usability of scale*

No	Pernyataan
1.	Saya ingin selalu menggunakan alat ini
2.	Bagi saya alat ini terlalu rumit
3.	Saya pikir alat ini mudah digunakan
4.	Saya membutuhkan bantuan orang lain untuk menjalankan alat ini
5.	Alat ini berfungsi dengan baik
6.	Saya fikir terlalu banyak ketidaksesuaian alat ini

-
7. Saya fikir orang dengan cepat mempelajari alat ini
 8. Saya menemukan alat ini sulit digunakan
 9. Saya percaya diri menggunakan alat ini
 10. Saya perlu belajar sebelum menjalankan alat ini
-

Pengolahan hasil kuesioner SUS dimulai dengan melakukan konversi nilai skala dengan ketentuan yang dapat dilihat pada gambar 3.3 Selanjutnya kalkulasi hasil konversi dengan ketentuan untuk pernyataan ganjil (pernyataan positif) kurangkan nilainya dengan angka 1 dan untuk pernyataan genap (pernyataan negatif) mengkalulasinya dengan 5 dikurangi nilai pernyataan tersebut. Kemudian jumlahkan seluruh skor pernyataan tersebut dan totalnya dikalikan dengan 2,5 untuk mendapatkan skor usability akhir (Brooke, 1996)



Gambar 3.2 skala kuesioner *system usability of scale*

Cara membaca hasil skor SUS dapat dilakukan dengan pengkategorian hasil skor yang didapatkan yaitu seberapa besar produk dapat diterima oleh pengguna (*acceptability ranges*). Uraian pengkategorian hasil skor SUS dapat dilihat pada tabel 3.6 (Brooke, 1996)

Tabel 3.7 kategori skor *system usability of scale*

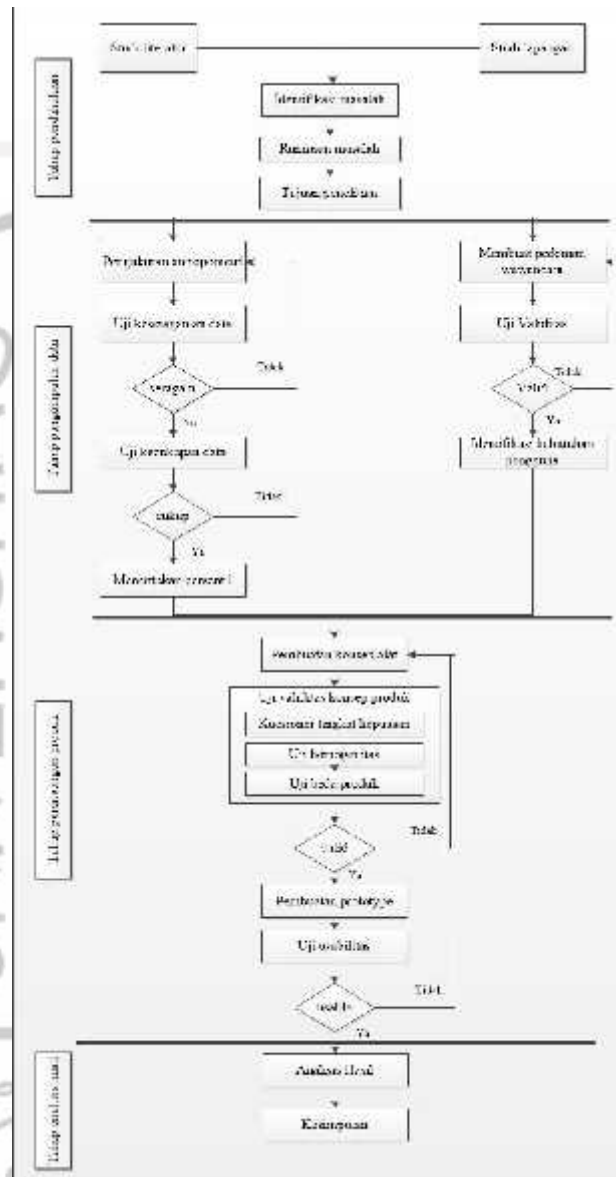
Skor SUS	Keterangan
80-100	<i>Acceptabel (High = tidak diperlukan perbaikan)</i>
52-79	<i>Acceptabel (low = diperlukan dilakukan sedikit perbaikan)</i>
0-51	<i>Not acceptabel (tidak diterima, segera lakukan perbaikan)</i>

Pengumpulan data uji usability pada atribut kepuasan menggunakan metode SUS dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Identifikasi para pengguna yang akan diuji
2. Menyiapkan prototype yang akan digunakan, kemudian memberikan instruksi kepada pengguna untuk menggunakan alat tersebut sesuai dengan tugas skenario.
3. Melakukan pengujian, pengukuran dan pengamatan terhadap aktivitas yang dilakukan.
4. Setelah melakukan pengujian alat, pengguna diberikan kuisisioner SUS
5. Melakukan analisis terhadap hasil uji coba.

3.11. Prosedur penelitian

Prosedur penelitian menunjukkan pedoman dalam penelitian yang diuraikan dalam langkah-langkah yang sistematis. Langkah-langkah tersebut ditampilkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 prosedur penelitian

3.11.1. Tahap Pendahuluan

Tahap pendahuluan dilakukan studi literatur dan studi lapangan untuk mendapatkan gambaran umum dari topik yang akan diteliti. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan identifikasi masalah, lalu menentukan tujuan penelitian. Pada tahap ini juga dilakukan penentuan batasan penelitian.

3.11.2. Tahap Pengumpulan Data

Setelah mendapatkan permasalahan penelitian, tahap selanjutnya yaitu

melakukan pengumpulan data. Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan dengan identifikasi atribut kebutuhan pengguna terkait produk yang akan dikembangkan dan melakukan pengukuran data antropometri untuk digunakan sebagai acuan dimensi dalam merancang produk yang dikembangkan.

3.11.3. Tahap Perancangan Produk

Tahap perancangan produk dimulai dengan melakukan desain konsep secara visual yang mengacu pada hasil identifikasi atribut kebutuhan pengguna dan data antropometri. Dari hasil desain tersebut dilakukan uji validasi untuk melihat apakah desain konsep produk yang dibuat sudah memenuhi kebutuhan dan keinginan pengguna. Jika desain konsep produk sudah valid memenuhi kebutuhan pengguna tahap selanjutnya dilakukan pembuatan prototype produk dan melakukan uji usability produk untuk mengetahui apakah produk yang dikembangkan dapat digunakan sesuai keinginan dan kebutuhan penggunanya.

3.11.4. Tahap Analisis Hasil

Tahap ini dilakukan analisis mengenai hasil-hasil yang didapatkan pada proses perancangan produk. Analisis dilakukan pada atribut kebutuhan pengguna, hasil spesifikasi produk yang dikembangkan, hasil uji validasi konsep produk dan hasil uji usability produk yang dilihat dari tingkat efektifitas, efisiensi dan kepuasan

BAB IV HASIL PENELITIAN

4.1. Hasil Identifikasi Kebutuhan Pelanggan/Pengguna

Identifikasi kebutuhan pengguna dilakukan dengan wawancara dan kuesioner secara langsung kepada pekerja. Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan kebutuhan dari pekerja terhadap alat yang telah digunakan, disajikan pada lampiran 1. Berikut data atribut kebutuhan pengguna dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 atribut kebutuhan pengguna

No	Atribut	Keterangan
1.	Alat nyaman saat digunakan	Alat tidak menyebabkan rasa sakit saat digunakan
2.	Alat yang mudah dalam pengoperasian	Alat memiliki kemampuan untuk membuat pengguna merasa mudah dalam bekerja
3.	Alat yang aman untuk digunakan	Alat tidak mencederai anggota tubuh
4.	Kekuatan material	Alat kurang memiliki daya tahan yang baik
5.	Harga alat yang terjangkau	Alat yang dapat dibeli oleh banyak orang

Sumber: data diolah

Berdasarkan atribut kebutuhan yang telah didapatkan, selanjutnya dilakukan penyebaran kuesioner tingkat kepentingan untuk mengetahui skor tingkat kepentingan masing-masing atribut menurut pengguna alat pengambil rontok buah kelapa sawit. Penyebaran kuesioner tingkat kepentingan dilakukan kepada 30 responden. Kuesioner tingkat kepentingan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada lampiran 2 dan hasil skor tingkat kepentingan dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 urutan atribut pengguna.

No	Atribut	Skor	Urutan prioritas
1	Nyaman	3.93	1
2	Mudah operasional	3.63	2
3	Aman	3.43	3
4	Kuat	3.23	4
5	Harga terjangkau	3.03	5

4.2. Hasil Pengukuran antropometri

Dimensi tubuh yang digunakan untuk menentukan dimensi alat pengambil rontok buah kelapa sawit pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.3. Setelah menentukan dimensi tubuh yang dibutuhkan dalam melakukan rancang bangun alat, dilakukan pengukuran antropometri secara langsung pada petani. Data dari hasil pengukuran

antropometri tersebut, selanjutnya di uji keseragaman dan kecukupan data sebelum digunakan untuk merancang alat yang dikembangkan.

Tabel 4.3 data antropometri yang diperlukan

No	Dimensi	Kode	Keterangan
1.	Tinggi siku berdiri	TSB	Menentukan tinggi pegangan alat
2.	Lebar jari-jari tangan	LJT	Menentukan lingkaran pegangan alat
3.	Tinggi lutut	TL	Menentukan tinggi pedal dari permukaan
4.	Rentang panjang tangan kedepan	RPT	Menentukan jangkauan roller

4.3. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data dilakukan menggunakan rumus 1, 2, dan 3 dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% dengan nilai koefisiensi 2. Uji keseragaman data dilakukan pada setiap dimensi antropometri petani sawit. Tabel 4.4 merupakan hasil uji keseragaman data awal.

Tabel 4.4 hasil uji keseragaman data

No	Dimensi	N	Data pengukuran		S.Dev	BKB	\bar{X}	BKA	Ket
			Min	Max					
1.	TSB	30	80	109	8,2367	67,1565	91.8667	116,5768	S
2.	LJT	30	1,9	2,4	0,1548	1,7490	2,2133	2,6776	S
3.	TL	30	33	47	4,5908	26,6275	40,4000	54,1725	S
4.	RPT	30	57	72	5.2040	50.1547	65.7667	81.3787	S

Keterangan:

N : Jumlah data pengukuran tiap dimensi

Max : Nilai antropometri tertinggi dari hasil pengukuran

Min : Nilai antropometri terendah dari hasil pengukuran

S. Dev : Nilai standar deviasi

\bar{X} : Rata-rata data antropometri tiap dimensi

BKA : Batas kontrol atas

BKB : Batas kontrol bawah

TS : Tidak seragam

S : Seragam

Berdasarkan tabel 4.3, dapat diketahui bahwa seluruh data antropometri pengguna berada didalam batas kontrol atas dan batas kontrol bawah. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data antropometri telah didapatkan termasuk data yang seragam. Oleh karena itu seluruh data tersebut dapat dipergunakan dalam pengolahan data selanjutnya

4.4. Hasil Uji Kecukupan data

Uji kecukupan data menggunakan rumus 4 dengan tingkat keyakinan 95% dan tingkat ketelitian 5%, hasil kecukupan data dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 4.5 kecukupan data

No	Dimensi	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum(x^2)$	N	N'	Ket
1.	TSB	2756	7595536	255152	30	12.43	cukup
2.	LJT	66,4	4408.96	147.66	30	7.56	cukup
3.	TL	57,4	3294.76	49576	30	19.97	cukup
4.	RPT	1973	3892729	130543	30	9.68	Cukup

Keterangan:

N : Jumlah data pengukuran tiap dimensi

N' : Jumlah minimal data pengukuran

x : Hasil penjumlahan data antropometri setiap dimensi

Berdasarkan tabel 4.4 diketahui bahwa seluruh data dimensi yang didapatkan memiliki nilai N' lebih kecil dari nilai N ($N' < N$). Maka data yang diperoleh dapat dianggap cukup untuk digunakan dalam proses pengolahan data selanjutnya.

4.5. Hasil Uji persentil

Data yang dikumpulkan diasumsikan menjadi normal dengan asumsi yang disebut dengan teorema limit pusat dimana jika jumlah sampel besar ($n > 30$), maka distribusi sampel akan mendekati dianggap normal sehingga data yang akan digunakan bisa dianggap berdistribusi normal meskipun tidak dilakukan uji normalitas (Gujarati, 2009).

Perhitungan persentil dilakukan pada masing-masing dimensi antropometri yang digunakan pada pengguna alat. Persentil yang dihitung dalam penelitian ini yaitu P2,5; P5; P10; P50; P90; P95, perhitungan persentil menggunakan rumus pada tabel 3.1 dan hasil dari perhitungan persentil data antropometri yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.6, sebagai berikut

Tabel 4.6 hasil perhitungan persentil

No	Dimensi	s.dev	P2.5	P5	P10	P50	P90	P95
1.	TSB	8,2367	81.45	82	82.9	89.5	103.5	108
2.	LJT	0,1548	1.9725	2	2	2.2	2.4	2.455
3.	TL	4,5908	33.725	34	34	40	46.1	47.55
4.	RPT	5.2040	57	57	57.9	66	71.1	73.65

4.6. Hasil penentuan dimensi ukuran rancang bangun alat

Hasil pada pengukuran antropometri yang sudah didapatkan, maka langkah selanjutnya adalah penentuan dimensi alat yang akan dibuat. Penentuan dimensi alat dilakukan dengan mengacu pada data dimensi antropometri pengguna. Hasil dimensi rancang bangun alat dapat dilihat pada tabel 4.7 sebagai berikut

Tabel 4.7 Dimensi rancangan alat

jenis dimensi	Kode	Dimensi produk
Tinggi pegangan alat	A	Max : P95 = 108 cm Min : P2.5 = 81.45 cm
Jangkauan roller	B	P5 = 57 cm
Tinggi tuas pengungkit	C	P5 = 34 cm
Lingkar pegangan (handle)	E	P5 = 2 cm

4.7. Harga Pokok Produksi

Perhitungan biaya produksi alat dilakukan untuk mengetahui nominal rupiah yang digunakan untuk melakukan produksi sesuai keinginan untuk pengguna, tabel dibawah ini merupakan hasil perhitungan harga pokok produksi.

Tabel 4.8 harga pokok produksi

No	Item	Harga	Satuan	Jumlah	
1.	Bahan bahan				
	a.	Besi siku 3*3 tebal 3 cm	Rp. 30.000 * 5	/ meter	Rp. 150.000
	b.	Tripleks 1,3 cm	Rp. 120.000	/buah	Rp. 120.000
	c.	Besi pipa diameter 2 cm,	Rp. 30.000 * 6	/ meter	Rp. 180.000
	d.	Besi kawat, ukuran 1,2 cm	Rp. 10.000 * 18	/ meter	Rp. 180.000
	e.	Roda, diameter 10 cm	Rp. 90.000 * 1	/ psg	Rp. 90.000
	f.	Karet pelapis tangan	Rp. 45.000 *1	/psg	Rp. 45.000
2.	Las elektroda	Rp. 90.000	/ bks	Rp. 90.000	
3.	Biaya mekanik + cat + baut			Rp. 700.000	
Harga total Produksi				Rp. 1.555.000	

4.8. Hasil Spesifikasi Rancang Bangun alat

Matriks house of quality dapat digunakan jika telah melalui penentuan spesifikasi rancangan alat atau technical requirement yang dapat memenuhi atribut kebutuhan pengguna. Berdasarkan atribut kebutuhan pengguna pada tabel 4.1 maka hasil dari penentuan technical requirement dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 4.9 *technical requirement* alat

No	Technical requirement (TR)	Kode TR	Sub TR	Kode Sub TR
1.	Ukuran rangka yang ekonomis	TR1	-	-
2	Bentuk alat	TR2	-	-
3	Memiliki sistem penggerak	TR3	-	-
4	Memiliki dimensi pegangan yang nyaman	TR4	-	-
5	Tinggi pegangan yang fleksibel	TR5	-	-
6	Kemiringan pegangan yang nyaman	TR6	-	-
7	Sistem pengambilan rontok buah dengan mudah	TR7	-	-
8	Jangkauan pengambilan rontok buah dari <i>roller</i> sesuai antropometri pengguna	TR8	-	-
9	Tinggi pedal dari alas yang nyaman	TR9	-	-
10	Penghubung roller dan pedal	TR10	-	-
11	Wadah rontok buah kelapa sawit	TR11	-	-
12	Material rangka alat	TR12	Kuat	TR12.1
			Tidak mudah rusak	TR12.2
			Harga terjangkau	TR12.3
13	Material dinding rangka	TR13	Kuat	TR.13.1
			Tidak mudah rusak	TR13.2
			Harga terjangkau	TR13.3
14	Material pegangan (handle)	TR14	Kuat	TR14.1
			Tidak mudah rusak	TR14.2
			Harga terjangkau	T14.3
15	Material roller	TR15	Kuat	TR15.1
			Tidak mudah rusak	TR15.2
			Harga terjangkau	TR15.3
16	Diberikan ruang untuk pemindahan hasil operasional alat kedalam wadah	TR16	-	-
17	Harga yang terjangkau	TR17	-	-
18	Pengambilan dari roller tidak menyentuh kumparan kawat besi	TR18	-	-
19	Pengunci sistematis tinggi pegangan (handle) yang kuat	TR19	-	-
20	Ukuran roller yang ideal	TR20	-	-
21	Pengunci katup roller yang kuat	TR21	-	-
22	Pengait roller saat berpindah tempat	TR22	-	-

Proses selanjutnya adalah benchmarking yang dilakukan untuk membantu dalam menentukan target spesifikasi rancang bangun alat. Produk yang digunakan sebagai acuan dalam proses benchmarking dapat dilihat pada tabel 4.10

Tabel 4.10 produk bahan branchmarking

No	Produk	Keterangan
1	 <p data-bbox="357 824 472 853">Kode A1</p>	<p data-bbox="930 521 1390 551">Nama: capir penggaruk alat tradisional</p>
2	 <p data-bbox="357 1167 472 1196">Kode A2</p>	<p data-bbox="1015 857 1310 887">Nama: Roller Sederhana</p> <p data-bbox="911 891 1414 920">Produksi: Indonesia (Jurnal Tarigan:2017)</p>
3	 <p data-bbox="357 1671 472 1700">Kode A3</p>	<p data-bbox="930 1193 1390 1256">Nama :Alat pengutip brondolan kelapa sawit</p> <p data-bbox="938 1261 1382 1323">Produksi: Hak cipta Institut Pertanian Bogor</p>

Benchmarking dilakukan dengan membandingkan produk A1, A2, dan A3, lalu menerapkan spesifikasi yang dipilih dari produk-produk tersebut pada rancang bangun alat yang akan dibuat. Proses ini melibatkan responden dengan memberikan catatan mengenai peneitian alat A2 dan A3 sehingga responden dapat memberikan penilaian dari paparan yang diberikan. Hasil pemberian ranking pada proses benchmarking dapat dilihat pada tabel 4.11

Tabel 4.11 hasil benchmarking rancang bangun alat

<i>Customer requirement</i>	A1	A2	A3
Nyaman	3	2	1
Mudah	3	2	1
Aman	3	2	1
Kuat	2	3	1
Harga terjangkau	1	2	3

Keterangan:

1 : Ranking 1 (Paling sesuai)

2 : Ranking 2 (sesuai)

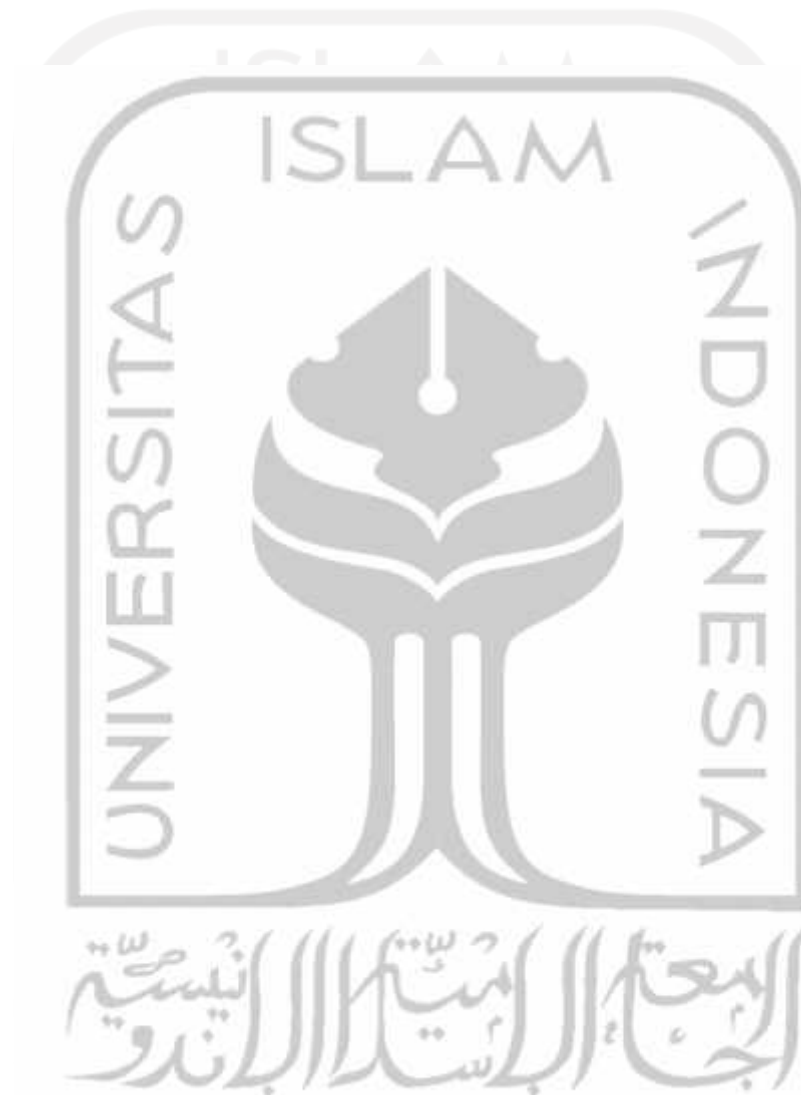
3 : Ranking 3 (cukup sesuai)

Proses selanjutnya yaitu penentuan spesifikasi rancang bangun alat, penentuan tersebut dilakukan dengan pedoman pada *technical requirement* dan hasil benchmarking. Penentuan spesifikasi rancang bangun alat dapat dilihat pada tabel 4.12, lalu *matriks house of quality* dari rancang bangun alat yang dikembangkan dapat dilihat pada gambar 4.1.

Tabel 4.12 target spesifikasi rancang bangun alat

No	Spesifikasi	kode
1	Rangka utama berukuran 40 cm x 25 cm x 50 cm	TS1
2	Bentuk alat balok	TS2
3	Sistem gerak berupa empat roda jenis polyurethane diameter 10 cm	TS3
4	Pegangan (handle) memiliki diameter 2 cm	TS4
5	Tinggi pegangan alat sampai dengan ketinggian 108 cm	TS5
6	Kemiringan pegangan adalah 45°, kemiringan pegangan alat sebesar 45° baik disebabkan pergerakan pergelangan tangan (Istigfarrahman, 2017)	TS6
7	Sistem pengambil rontok buah dengan menggunakan sistem roller yang terdiri dari kumparan kawat besi yg berjarak 75,5 cm dari rangka utama	TS7
8	Jangkauan roller 57 cm	TS8
9	Tinggi tuas pedal dari permukaan adalah 34 cm	TS9
10	Penghubung roller ke tuas peda menggunakan media pipa galvanis diameter 2 cm	TS10
11	Wadah rontok buah terdapat pada rangka utama	TS11
12	Besi siku sama sisi, lebar 4 cm, tebal 0,3 cm,	TS12
13	Tripleks model multipleks, ketebalan 1,3 cm	TS13
14	Besi pipa galvanis, dilapisi dengan karet	TS14
15	Besi plat diameter 12cm, kawat besi stainless 0,1 cm, dan besi 0,2 cm dengan panjang 22 cm	TS15
16	Berukuran tinggi 20 cm lebar 17 cm	TS16
17.	Harga sebesar Rp. 1.498.000	TS17
18.	Diberikan pembuka dan pegangan dari kumparan besi dengan jarak buka 10 cm,	TS18
19	Menggunakan baut di sisi kanan dan kiri	TS19

20	Roller memiliki diameter 22 cm, kumparan besi dengan panjang kawat besi 26 cm.	TS20
21	Pengunci katup menggunakan baut.	TS21
22	Ukuran 10 cm diujung rangka utama	TS22



Colomn		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			13			14			15			16	17	18	19	20	21	22
Customer importance rating	Technical requirement	TR1	TR2	TR3	TR4	TR5	TR6	TR7	TR8	TR9	TR10	TR11	TR12			TR13			TR14			TR15			TR16	TR17	TR18	TR19	TR20	TR21	TR22
	Customer requirement												TR12.1	TR12.2	TR12.3	TR13.1	TR13.2	TR13.3	TR14.1	TR14.2	TR14.3	TR15.1	TR15.2	TR15.3							
		<i>1: Weak, 3: Moderate, 5: Strong</i>																													
3.93 (1)	Nyaman				5	3	3		5	5														5		5	5				
3.63 (2)	Mudah operasional	5		5		5	5	5	3			5													5					5	
3.43 (3)	Aman		3	3	5				5				3		3				3		3					5	5	3	5	3	
3.23 (4)	Kuat		3										3	5	5	5		5	5		5		5					5	3		
3.03 (5)	Harga terjangkau													5			5			5			5			5					
Target specification		TS1	TS2	TS3	TS4	TS5	TS6	TS7	TS8	TS9	TS10	TS11	TS12			TS13			TS14			TS15			TS16	TS17	TS18	TS19	TS20	TS21	TS22

Gambar 4.1 Hasil Matriks *House of quality*

4.9. Hasil Konsep Desain

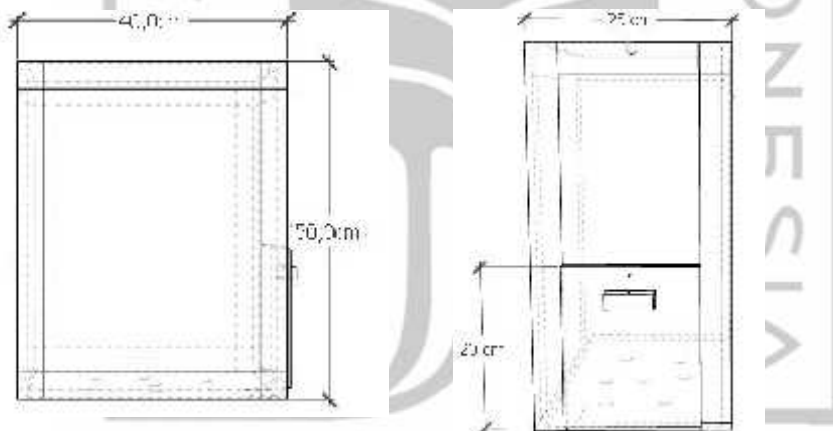
Spesifikasi produk yang telah ditentukan, kemudian divisualisasikan menjadi gambar 2D agar lebih terlihat konsep rancangan alat yang dikembangkan.

Konsep desain dengan memperhatikan kebutuhan pengguna, yaitu

- Nyaman, dengan memperhatikan dimensi alat agar sesuai dengan kebutuhan pengguna agar tidak menimbulkan rasa sakit dibadan.
- Mudah operasional, dengan memperhatikan cara kerja mekanisme alat
- Aman, menggunakan material yang tidak mencederai tubuh
- Kuat, menggunakan bahan yang tidak mudah rusak
- Harga terjangkau, memperhatikan harga bahan yang digunakan.

Penerapan kebutuhan konsumen pada alat dapat ditinjau lebih jauh pada pembahasan dibab V.

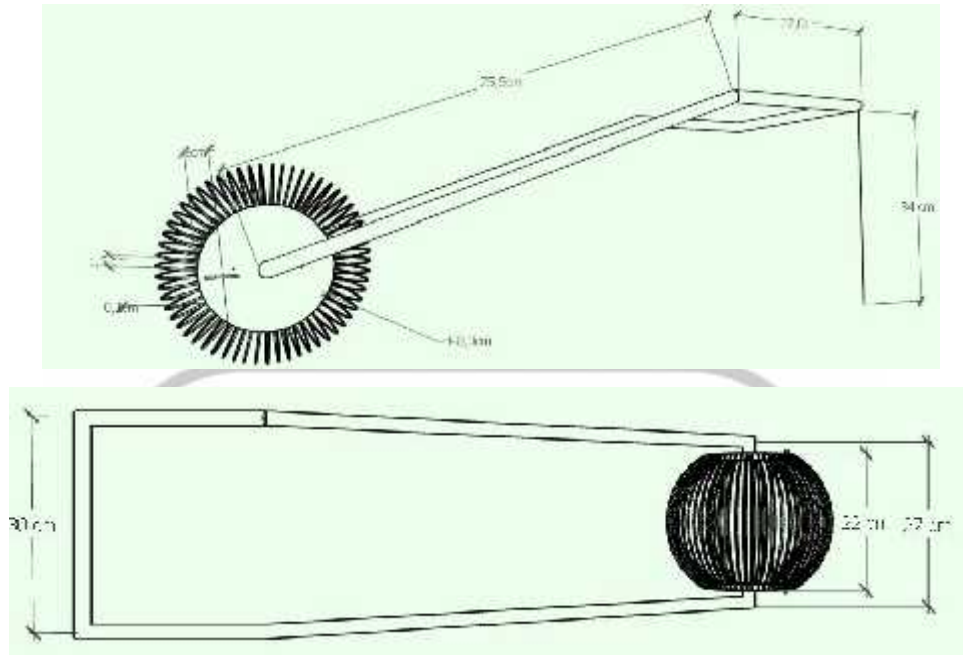
Hasil visualisasi spesifikasi komponen-komponen produk dapat dilihat pada gambar-gambar dibawah ini:



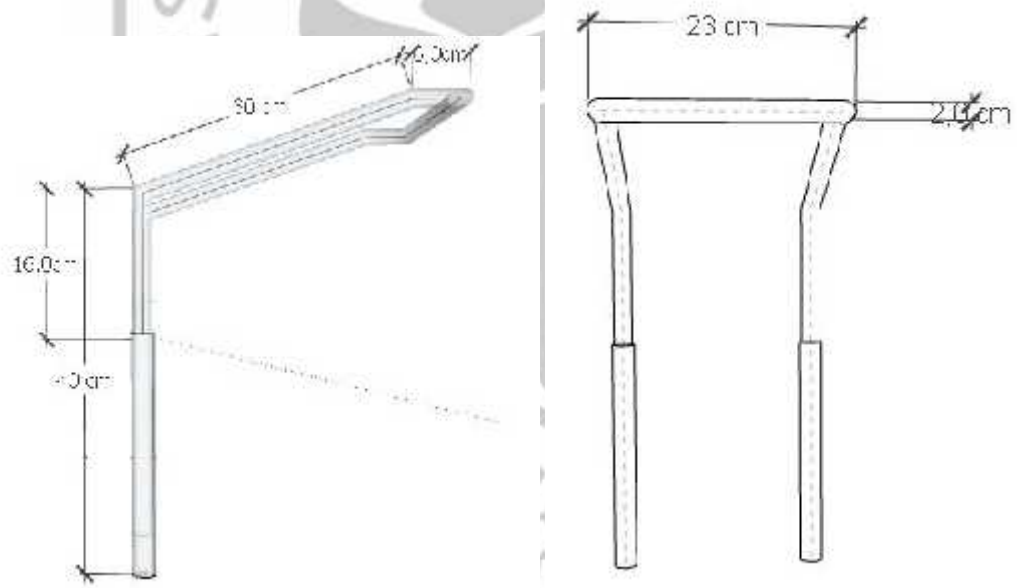
Gambar 4.2 rangka utama



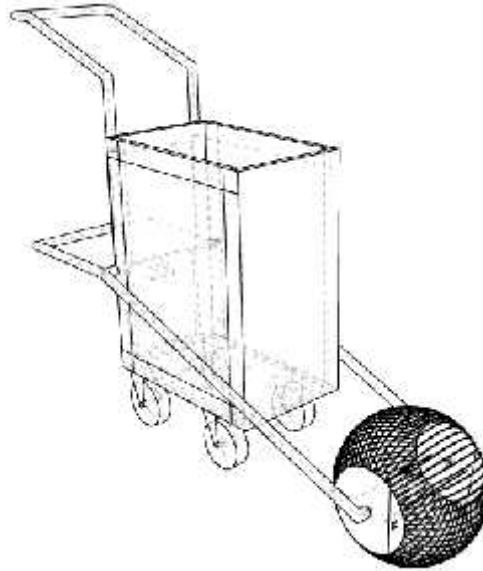
Gambar 4.3 roda



Gambar 4.4 roller



Gambar 4.5 handle

Gambar 4.6 *assembly* alat

4.10. Uji Validasi Konsep Desain

Uji homogenitas pada alat yang didesain dilakukan untuk mengidentifikasi kesesuaian rancangan yang diusulkan dengan *customer needs*. Tingkat signifikansi yang digunakan adalah 95%, hasil uji homogenitas ditunjukkan pada tabel 4.13. didapatkan bahwa nilai signifikansi yang didapatkan pada masing-masing atribut kebutuhan pengguna berkisar antara 0,221 sampai dengan 0,437. Sehingga dapat diambil keputusan bahwa H_0 diterima karena nilai signifikansi $> 0,05$ yaitu tidak ada perbedaan yang signifikan antara desain yang diusulkan dengan kebutuhan pengguna

Tabel 4.13 Uji validasi konsep desain.

Atribut	Nilai Signifikasi (Z values)	Keterangan
Nyaman	0.221	Valid
Mudah digunakan	0.323	Valid
Aman	0.243	Valid
Kuat	0.312	Valid
Harga terjangkau	0.437	Valid

Sumber: data diolah

4.11. Hasil Uji Beda Konsep Desain Usulan

Uji beda dalam penelitian ini menggunakan dua produk alat lama sebagai pembanding dari desain alat usulan. Produk yang dipilih sebagai pembanding dapat dilihat pada tabel 4.10 dengan kode produk A2 dan A3. Pemilihan kedua produk tersebut karena spesifikasi produk A2 dan A3 memiliki mekanisme yang memiliki kemiripan dari alat yang diusulkan. Hasil uji beda desain alat usulan dengan alat 2 (A2) dapat dilihat pada tabel 4.14 dan hasil uji beda desain alat usulan dengan alat 3 (A3) dapat dilihat pada tabel 4.15

Tabel 4.14 Hasil Uji Beda desain alat usulan dengan alat 2

Atribut	Rata-rata skor tingkat kepuasan		Asymp. Sig (1-tailed)
	Desain Usulan	Alat A2	
Nyaman	3,65	1,21	0,043
Mudah digunakan	3,46	2,19	0,000
Aman	4,21	1,91	0,000
Kuat	3,43	2,45	0,000
Harga terjangkau	2,21	2,12	0,021

Sumber: data diolah

Tabel 4.15 Hasil Uji Beda desain alat usulan dengan alat 3

Atribut	Rata-rata skor tingkat kepuasan		Asymp. Sig (1-tailed)
	Desain Usulan	Alat A3	
Nyaman	3,65	2,21	0,000
Mudah digunakan	3,46	3,12	0,011
Aman	4,21	3,29	0,000
Kuat	3,43	3,15	0,000
Harga terjangkau	2,21	1,91	0,000

Sumber: data diolah

Berdasarkan hasil yang didapatkan, diketahui bahwa uji beda desain alat usulan dengan alat 2 (A2) memiliki nilai signifikansi pada seluruh atribut $< 0,05$ yaitu antara 0 – 0,043 sehingga dapat ditarik kesimpulan terima H_0 yang artinya ada perbedaan yang signifikan antara desain alat usulan dengan alat yang sudah ada (A2). Selanjutnya pada uji beda desain alat usulan dengan alat 3 (A3) memiliki nilai signifikansi antara 0 – 0,011, dimana semua atribut kebutuhan pengguna memiliki nilai signifikansi $< 0,05$. Sehingga dapat ditarik kesimpulan terima H_0 pada semua atribut .

4.12. Pengujian usability

Pengujian usability atau usability menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS), dimana pengujian usability terdiri dari *effectiveness*, *efficiency*, dan *satisfaction*. Eksperimen

dilakukan dengan menggunakan sebanyak 1 kg rontok buah kelapa sawit, lalu dilakukan penilaian terhadap kinerja operator.

4.12.1 *Effectiveness*

Komponen *effectiveness* diukur dengan menggunakan data jumlah tugas yang diselesaikan dengan benar oleh pekerja. Pengukuran *effectiveness* menggunakan *success rate*. *Success rate* merupakan hasil presentasi tugas yang diselesaikan pengguna dengan benar (Nielsen, 2001)

Tingkat keberhasilan pengujian usability tersaji di Tabel

Tabel 4.16 hasil uji efektifitas

No	Uji Usabilitas	Jumlah responden	Jumlah error	Presentasi error
1.	Pekerja memahami cara kerja alat	6	0	0%
2.	Pekerja melakukan proses pengambilan rontok buah kelapa sawit	6	1	16.66%
3.	Pekerja menyimpan hasil rontok buah dari alat	6	1	16.66%
4.	Pekerja membersihkan alat	6	0	0%

Pengujian *effectiveness* dari jumlah 6 responden hanya 1 responden yang mengalami error saat melakukan skenario tugas pada proses pengambilan rontok buah kelapa sawit, dengan persentase keberhasilan adalah 83% dan 100% menunjukkan efektifitas pada sangat efektif (tabel 3.4). Penelitian Adifatha et al. (2021) mengatakan bahwa minimal persentase keberhasilan dalam pengujian alat adalah sebesar 70%.

4.12.2 *Efficiency*

Penilaian efisiensi pada penelitian ini dilakukan kepada 6 responden untuk menggunakan alat yang dikembangkan dengan indikator kebutuhan fisik saat melakukan tugas skenario. Hasil efisiensi dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 4.17 Hasil pengukuran tingkat beban fisik

Responden	Alat baru	Alat lama
1	60	40
2	65	35
3	60	25
4	70	35
5	65	30
6	70	40
Rata-rata	65	34

Tabel 4.18 Hasil uji beda beban fisik

Produk	Mean	Asymp sig (2-tailed)
Alat lama	34	0,000
Alat baru	65	

Hipotesis:

H0 : Terdapat perbedaan yang signifikan tingkat kebutuhan fisik saat melakukan skenario tugas antara alat lama dan alat baru.

H1 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan tingkat kebutuhan fisik saat melakukan skenario tugas antara alat lama dan alat baru.

Kriteria uji: *H0* diterima jika nilai Sig. < 0,05 (kriteria penilaian yaitu semakin sedikit tenaga yang dibutuhkan untuk melakukan aktifitas skenario dikatakan semakin efisien).

4.12.3 Satisfaction

Uji kepuasan alat usulan dilakukan menggunakan metode eksperimen dengan 6 sampel pengguna yang menggunakan alat usulan secara langsung untuk melakukan proses pengambilan rontok buah kelapa sawit sesuai skenario tugas. Setelah responden melakukan aktifitas pengambilan rontok buah, selanjutnya responden memberikan penilaian menggunakan kuesioner SUS (lampiran 5). Hasil kuesioner tersebut disajikan pada tabel 4.18 Berikut hasil skor SUS disajikan pada tabel dibawah ini

Tabel 4.19 skor kuesioner SUS

Responden	Skor pernyataan ke-									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
1	4	3	4	4	5	2	4	5	4	3
2	3	3	4	3	4	3	3	4	5	4
3	4	4	4	2	4	2	3	3	4	2
4	4	2	4	2	3	3	5	4	4	2
5	4	3	4	2	4	3	4	2	4	4
6	3	3	4	3	4	4	4	3	4	3

Sumber: data diolah

Proses selanjutnya dilakukan adalah perhitungan *skor system usability of scale* yang dalam penelitian ini mempresentasikan tingkat kepuasan pengguna terhadap alat yang

telah dicoba. Hasil perhitungan tersebut disajikan dalam tabel 4.19

Tabel 4.20 Hasil kalkulasi skor uji kepuasan

Responden	Skor pertanyaan										Total	Total x2.5
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
1	3	2	3	1	4	3	3	0	3	2	24	60
2	2	2	3	2	3	2	2	1	4	1	22	55
3	3	1	3	3	3	3	2	2	3	3	26	65
4	3	3	3	3	2	2	4	1	3	3	27	67.5
5	3	2	3	3	3	2	2	3	3	1	26	65
6	3	2	3	2	3	1	3	2	3	2	24	60
Skor SUS												62.08

Sumber: data diolah

Dari enam responden yang ada, skor kepuasan mengenai desain dari alat adalah sebesar 62.08 yang masuk kedalam kategori *Acceptabel (low)*



BAB V

PEMBAHASAN

5.1. Analisis atribut desain

Hasil penelitian pada tabel 4.2 diperoleh beberapa customer atribut. Atribut-atribut yang valid dan reliable dijadikan sebagai customer attribute pada tahapan *quality function deployment design*. Customer Attribute pada penelitian ini terdiri dari:

1. Nyaman

Nyaman menjadi salah satu customer *attribute* yang menunjukkan bahwa operator menginginkan alat yang memberikan kenyamanan. Hal ini sejalan dengan penelitian Basuki et al (2020) dijelaskan bahwa kenyamanan dapat dicapai dengan memberikan keinginan pelanggan dengan desain dimensi dan bentuk yang sesuai, sehingga dapat memberikan kenyamanan. Dalam mencapai kenyamanan yang dirasakan oleh operator, maka diperlukan adanya penyesuaian dimensi tubuh yang sesuai dari para pelanggan. Ukuran pada medan pekerjaan diperlukan sesuai dengan kebutuhan pengguna (Anjani, et al 2021). Pada mesin pengambil rontok buah kelapa sawit ini dilengkapi dengan furniture yang mendukung untuk menopang kenyamanan pengguna, dengan pemberian handle (pegangan) yang dapat diubah menyesuaikan tinggi pengguna, tinggi pedal, serta panjang tangan yang minimal, sehingga pekerja dapat dengan mudah untuk melakukan operasional. Dalam pemberian ukuran dimensi alat dilakukan dengan menghitung persentil yang telah dilakukan.

2. Mudah pengoperasian

Mudah dalam melakukan proses pengoperasian alat bantu merupakan hal yang penting untuk dicapai, sesuai dengan keperluan customer attribute. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Siska et al (2020) bahwasanya untuk memperoleh hasil yang baik diperlukan adanya pemberian kemudahan operasional alat dengan dimensi dan mekanisme yang membantu mencapai tingkat kemudahan tersebut. Pengoperasian yang mudah dapat tercapai dengan adanya penyempurnaan setiap hubungan elemen yang terintegrasi pada suatu alat. Sehingga dapat memberikan kemudahan dan tidak memakan lebih banyak waktu (Amarudin, et al. 2020). Kemudahan pengoperasian pada alat ini terdapat pada terintegrasinya antara pengumpulan rontok buah kelapa sawit dan penyimpanannya, serta operasional yang lebih kompleks. System roller yang mampu membantu mengumpulkan

rontok buah, lalu system peda yang membantu memasukkan kedalam wadah, atau yang disebut dengan rangka utama.

3. Keamanan

Keamanan alat dibutuhkan dalam suatu desain dan pembuatan suatu alat agar pengguna tidak terkena insiden saat melakukan aktifitas. Keamanan juga terkait dengan pemilihan bahan yang digunakan, menurut Dahlan (2019) bahwasanya dalam merancang alat diperlukan adanya ketelitian dalam pemilihan bahan dan pengukuran alat yang tepat agar alat aman saat digunakan. Keamanan diperlukan sebagai upaya melindungi operator agar aman dalam melakukan aktifitas proses produksi (Sulistiadi, 2021). Keamanan pada alat ini terdapat dengan diberikan adanya lapisan karet, pada saat menumpahkan rontok buah kelapa sawit didalam roller kumparan besi dapat dilakukan dengan tidak menyentuh roller sehingga aman untuk pengguna dan jarak maksimum roller jika tuas diinjakkukup berjarak sehingga tidak mengenai tubuh pengguna.

4. Kekuatan

Kekuatan merupakan atribut customer yang diperlukan untuk menentukan bahan desain alat yang digunakan, agar alat tersebut dapat awet digunakan oleh pengguna. Sesuai penelitian yang telah dilakukan oleh Basuki et al (2020) penggunaan bahan yang sesuai dapat memberikan adanya ketahanan pada alat agar awet dalam penggunaannya. Penggunaan bahan yang kuat dan baik dapat memberikan ketahanan pada rangka untuk menopang keseluruhan beban yang diberikan, seperti penggunaan besi memiliki ketahanan yang kuat untuk menahan produk dan kualitas yang bagus digunakan pada jangka Panjang (Pardiyono, 2020), penggunaan besi diaplikasikan pada rangka batang yang memakai besi siku, pipa besi sebagai pegangan dan tuas pengungkit roller keatas, serta kawat besi galvanis yang kuat yang digunakan untuk kumparan besi roller. Dinding terbuat dari triplek, yang mampu menahan tekanan dari volume hasil pengambilan rontok buah kelapa.

5. Harga terjangkau

Produksi alat membutuhkan adanya biaya yang dapat dijangkau sesuai dengan kebutuhan dan kualitas alat produksi. Sesuai penelitian yang dilakukan oleh Djirong et al (2020) bahwa dalam membangun rancangan konsep alat mampu merepresentasikan keinginan pengguna dengan harga yang terjangkau. Pembuatan dan pengembangan suatu produk dengan harga terjangkau maka akan membantu pengguna dalam melakukan aktifitasnya sehari-hari

(Fitrian et al. 2021). Harga produksi alat ini senilai Rp.1.555.000.

5.2. Analisis spesifikasi desain alat

Perancangan alat pengambil rontok buah kelapa sawit dibutuhkan beberapa atribut yang diinginkan dan dibutuhkan oleh pengguna antara lain nyaman, mudah dioperasikan, aman, kuat, dan harga terjangkau.

Rangka utama (TS1) memiliki peran penting sebagai penopang alat, sehingga diperlukan rangka yang kuat dan harga terjangkau, dengan menggunakan besi siku sama sisi dengan lebar 4cm (TS12), sesuai dengan penelitian desain alat yang dilakukan oleh Setyaningrum (2020) bahwa besi siku memiliki sifat yang kuat, lebih ringan dan baik untuk digunakan. Dinding dan alas rangka utama menggunakan tripleks dengan ketebalan 1.3 cm (TS13), bahan ini cukup kuat untuk menahan dan menopang beban dari rontok buah kelapa sawit, sesuai dengan penelitian Annisa (2020) triplek memiliki ketahanan yang cukup baik dan memiliki permukaan yang rata sehingga layak untuk digunakan sebagai dinding. Rangka utama ini memiliki ukuran tinggi 50cm, lebar 25cm, panjang 40cm yang merupakan bentuk balok (TS2) hal ini dilakukan untuk memberikan kemudahan saat melakukan proses pengambilan rontok buah kelapa sawit, dan pada rangka utama ini menjadi wadah sementara (TS11) yang mampu menopang muatan hingga 20 kg. Dalam penggunaan fungsi sebagai rangka utama juga sebagai wadah, diberikan pintu buka tutup dibagian belakang dengan ukuran tinggi 20 cm, lebar 17cm (TS16) untuk digunakan mengeluarkan dari wadah sementara kedalam wadah yang telah disiapkan, dapat berupa ember, karung, dan lain sebagainya.

Upaya memberikan kemudahan dalam melakukan rotasi dan perpindahan diberikan 4 roda yang terdiri dua roda depan, dan dua roda belakang (TS3). Roda depan memiliki kemampuan berputar 360°, yang dapat memberikan kemudahan dalam melakukan mobilisasi dan proses pengambilan rontok buah kelapa sawit. Roda memiliki ukuran diameter 10 cm, yang hanya dapat digunakan pada permukaan tanah yang rata dan datar.

Rancangan alat pengambil rontok buah kelapa sawit memiliki pegangan alat (*handle*), dengan ukuran berdiameter 2 cm (TS3), yang di peroleh dari perhitungan persentil yang telah dilakukan, yakni persentil 5. Hal ini memungkinkan pengguna dari seluruh range dapat dengan nyaman saat menggunakan alat. Tinggi pegangan dari alas

yang diterapkan adalah mampu hingga ketinggian 108 cm (TS5) yang ketinggiannya dapat disesuaikan oleh pengguna dengan pemberian baut pada besi pipa di sisi kanan dan kiri (TS19) yang sehingga para pekerja dapat mengatur sendiri ketinggian pegangan sesuai keinginannya, ukuran ini diperoleh dari perhitungan persentil tinggi pengguna berdiri dengan menggunakan persentil 95 dan persentil 5, pegangan handle juga diberi lapisan karet agar lebih aman saat digunakan (TS14). Tinggi suatu alat dapat disesuaikan dengan antropometri pengguna agar pengguna menjadi lebih nyaman saat menggunakan (Wijayanto, 2022). Handle memiliki kemiringan 45° (TS6) dinilai baik untuk pergelangan tangan (Istigfarrahman:2017). Pegangan (handle) menggunakan besi pipa jenis galvanis (TS14) yang dinilai kuat dalam penggunaan jangka panjang (Putra, 2022).

Sistem roller dengan jarak 75,5cm dari belakang rangka utama(TS7) digunakan dalam mempermudah proses pengambilan rontok buah kelapa sawit, dengan ukuran roller adalah 22cm, dengan kumparan kawat besi sebanyak 64 buah dengan panjang kawat besi 26 cm (TS20), penghubung kumparan kawat besi yang berdiameter 0,1cm menggunakan besi plat dengan diameter 12 cm (TS15). Agar pengguna tidak menyentuh kumparan kawat roller maka dibuatkan pegangan kan pembuka jatup pada roller dengan jarak buka 10 cm (TS18), dengan pemberian pengunci katup dengan menggunakan baut agar lebih kuat (TS21). Sistem roller ini diproyeksikan untuk membantu proses pengambilan rontok buah kelapa sawit. Dalam penggunaannya sistem ini terpadu dengan pijakan tuas yang berada di rangka utama, agar dapat memindahkan hasil rontok buah kedalam wadah sementara, panjang penghubung memiliki ukuran 102 cm, dengan menggunakan pipa besi diameter 2cm (TS10), hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Putra (2022) bahwa material besi pipa memiliki ketahanan yang tinggi untuk penggunaan jangka panjang sehingga kuat dalam melakukan proses jungkit roller. Dimana tinggi pijakan dari alas adalah setinggi 34cm (TS9) dengan menggunakan persentil 10, sehingga range ukuran dibawah mampu menggunakan alat dengan mudah. Pemilihan persentil rendah digunakan agar operator yang berada dalam persentase tertentu pada populasi merasa nyaman dikarenakan mampu menjangkau medan dengan tinggi lututnya (Uslianti, 2022). Jarak roller dengan belakang rangka utama 75,5 cm memungkinkan pengguna dengan mudah untuk memasukkan hasil pengambilan rontok buah kelapa sawit kedalam wadah sementara, saat roller berada di atas dengan menginjak pedal (pijakan). Panjang jangkauan roller saat

dijungkit untuk proses pengambilan hasil rontok buah kelapa sawit sepanjang 57cm (TS8). Kumparan roller dapat dinaikkan dengan dikaitkan dengan pengait yang berada di rangka utama (TS22) agar saat berpindah lokasi dapat dengan mudah (saat kosong muatan).

Data BPS (2021) mengatakan bahwa rata-rata pendapatan penduduk Indonesia ditahun 2021 yaitu 5,2 juta per bulan. Dengan demikian, harga alat dikembangkan sebesar Rp.1.555.000 (TS17) berada didalam jangkauan pendapatan masyarakat Indonesia, sehingga alat ini terjangkau untuk dibeli oleh masyarakat Indonesia.

5.3. Menentukan tingkat validasi kesesuaian rancangan yang diusulkan dengan pengguna

5.3.1 Uji Validasi alat

Pengujian kesesuaian rancangan menggunakan homogenitas yang terdapat pada tabel 4.13 pada bab IV, sesuai dengan hasil penelitian pada tabel tersebut menunjukkan bahwasanya pada keseluruhan atribut yang terdiri dari nyaman, aman, mudah dioperasikan, kuat, dan harga terjangkau memiliki nilai *Asymp. Sig* lebih besar dari 0.05 dengan tingkat kepercayaan adalah 95%, sesuai dengan penelitian Fauzi dan Sumbodo (2021) bahwasanya dalam melakukan pengujian homogenitas jika nilai sig lebih besar dari 0.05 (derajat kepercayaan 95%) maka data tersebut dikatakan homogen. Hal ini dikarenakan nilai tingkat kepercayaan adalah 95% sehingga memiliki nilai signifikasi atau nilai kebenaran hipotesis adalah 0.05. Hal ini menunjukkan bahwasanya rancangan desain alat telah sesuai dengan keinginan pengguna. dan telah layak untuk dilakukan pembuatan prototype agar dapat dioperasikan langsung oleh pengguna, dan penelitian Rukma (2021) bahwa homogenitas jika nilai sig lebih besar dari 0.05 maka pengujian yang digunakan untuk membuktikan bahwa persyaratan dalam sebuah model regresi sudah dipenuhi. Dari pemaparan tersebut dengan spesifikasi desain, dimensi, material dan harga yang ditetapkan, alat yang dikembangkan dirasa sudah memenuhi kebutuhan pengguna yaitu nyaman, mudah, aman, kuat dan harga terjangkau.

5.3.1 Uji Beda alat

Uji beda desain alat usulan dengan alat yang telah dibuat (Tabel 4.14) memiliki nilai signifikansi pada masing-masing atribut $< 0,05$ yaitu antara 0– 0,031 sehingga dapat ditarik kesimpulan terima H_0 yang artinya ada perbedaan yang signifikan antara desain alat usulan dengan alat yang sudah ada. Dimana desain alat usulan lebih baik daripada alat yang telah ada karena menurut pendapat pengguna alat usulan lebih aman dan awet karena

menggunakan material rangka yang kuat dan kokoh sehingga tidak mudah rusak, dan alat yang dikembangkan telah dilengkapi dengan wadah dan penggunaan alatnya cukup mudah. Disamping itu harga alat cukup terjangkau yaitu Rp.1.555.000 namun spesifikasi alat usulan lebih lengkap yaitu dapat digunakan untuk memudahkan proses pengambilan rontok buah kelapa sawit.

5.4. Analisis daya guna alat (*usability*)

Usability alat dilakukan untuk mengetahui sejauh mana daya guna alat yang dirasakan oleh operator dengan menggunakan tiga aspek penelitian, yakni efektifitas, efisiensi dan kepuasan.

5.4.1 *Effektiveness*

Pengujian efektifitas dilakukan dengan penyelesaian skenario tugas diberikan kepada 6 (enam) responden dengan empat tugas yakni: memahami cara kerja alat, melakukan proses pengambilan rontok buah, penyimpanan hasil pengumpulan kedalam wadah yang terpisah, membersihkan alat. Sesuai pada tabel 4.16 hasil menunjukkan bahwa pada skenario tugas memahami cara kerja alat tidak terjadi kesalahan (*error*) pada operator, lalu pada skenario pada proses pengambilan rontok buah kelapa sawit terdapat dua kesalahan (*error*) oleh pekerja dengan persentase 33%, pada skenario tugas penyimpanan hasil pengambilan rontok buah kelapa sawit terdapat 1 (satu) kesalahan pekerja, lalu pada skenario tugas terakhir adalah dengan membersihkan alat tidak terdapat kesalahan (*error*) yang dilakukan oleh pekerja. Hal ini menunjukkan pekerja lihai dalam memahami tugas-tugas skenario yang diberikan sehingga dapat menyelesaikan tugas skenario yang diberikan. Persentase keberhasilan dari penyelesaian tugas skenario lebih besar daripada nilai persentase *error*, maka dapat dikatakan alat ini telah efektif, hal ini sesuai dengan penelitian Adifatha et al. (2021) bahwa minimal persentase keberhasilan dalam pengujian alat adalah sebesar 70%.

5.4.2 *Efficiency*

Pengujian efisiensi dilakukan dengan menghitung tingkat beban fisik oleh operator dalam melakukan proses tugas skenario (tabel 4.18), menunjukkan bahwa rata-rata nilai penggunaan tenaga alat baru adalah 65 dan alat lama adalah 34. Kemudian setelah dilakukan uji statistik menggunakan Mann Whitney didapatkan hasil nilai signifikansi (Asymp. Sig. 2-tailed) yaitu 0,000. Nilai signifikansi tersebut $< 0,05$ sehingga dapat diambil keputusan terima H_0 . Sehingga dapat diartikan bahwa terdapat perbedaan yang

signifikan dalam penggunaan tenaga untuk menyelesaikan tugas skenario alatbaru dan alat lama, dimana penggunaan tenaga lebih efisien saat melakukan aktifitas pengambilan rontok buah kelapa sawit dengan alat yang baru. Hal ini dikarenakan alat baru telah terintegrasi antara pengambilan dan pengumpulan hasil rontok buah kelapa sawit, sedangkan alat lama hanya menggunakan alat yang sederhana dan cukup melelahkan dalam aktifitasnya.

5.4.3 Satisfaction

Pengujian kepuasan pelanggan (*satisfaction*) dapat dilihat pada tabel 4.19, yang merupakan perhitungan nilai *system usability scale* (SUS) dengan memberikan pertanyaan sebanyak 10 soal kepada responden lalu responden melakukan pengisian dengan memberikan nilai kepada kuesioner sehingga diperoleh nilai SUS sebesar 62.08 yang termasuk dalam kategori *Acceptabel(Low)*, menurut Brooke (1993) skor SUS antara 52 sampai 79 perbaikan yang disarankan tidak bersifat darurat atau tidak perlu untuk segera dilakukan. Hal ini menunjukkan bahwa alat yang digunakan telah sesuai dengan keinginan pengguna, sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Rowansyah (2021) bahwasanya skor SUS pada pengujian usability menunjukkan bahwa sistem yang digunakan telah sesuai dengan keinginan pengguna.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa

1. Desain atribut pengambilan rontok buah kelapa sawit meliputi, nyaman, aman, mudah dioperasikan, kuat dan harga terjangkau
2. Spesifikasi alat sebagai berikut: rangka utama berukuran panjang 40cm , tinggi 50cm dan luas 25 cm. Pegangan tangan (*handle*) dengan ukuran 2 cm, tinggi pegangan memiliki tinggi mampu sampai 108 cm dari permukaan tanah. Pada sistem roller memiliki ukuran diameter 22 cm, dengan jumlah kumparan kawat besi adalah 64 kawat dengan panjang 26 cm, ukuran kawat besi adalah 0,1 cm, sistem roller ini dihubungkan dengan pedal yang memiliki tinggi dari alas adalah 34 cm, dan jangkauan roller saat pemindahan dari kumparan kawat adalah 54 cm. Spesifikasi roda dengan diameter 10 cm, dua roda depan mampu berputar 360° dan dua roda belakang merupakan roda mati. Alat ini juga dilengkapi ruang pemindahan hasil rontok buah kelapa sawit kedalam wadah karung, ember, dan lain sebagainya dengan ukuran tinggi 20 cm lebar 17 cm.
3. Alat telah diusulkan valid untuk dapat memenuhi kebutuhan pengguna pada tingkat nilai signifikan 0.05 pada pengujian homogenitas, dan uji beda lebih efisien, efektif dan memberikan kepuasan pada pengguna
4. Uji usabilitas menunjukkan bahwa alat yang diusulkan efektif, efisien dan memuaskan bagi pengguna dengan nilai SUS adalah 62.08.

6.2 SARAN

Saran dari penulis untuk peneliti selanjutnya:

1. Alat ini masih memerlukan penyempurnaan dengan adanya maintenance setelah menggunakan alat, terutama pada sistem roller.
2. Dapat dilakukan pengembangan dengan penambahan atribut penelitian serta fitur-fitur dalam perancangan alat yang mampu menunjang proses desain menjadi lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adifatha, A. T. B., Fanani, L., & Rokhmawati, R. I. (2021). Perancangan User Experience Aplikasi Mobile MECHANIC (Vehicle Maintenance Report) menggunakan Metode Design Thinking Studi Kasus CV. CNS (Cirebon Niaga Sejahtera). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN, 2548, 964X*.
- Andersen, B & Pettersen, P. (1996). *The Benchmarking Handbook*. London: Chapman & Hall.
- Amarudin, A., Saputra, D.A. and Rubiyah, R., 2020. Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Menggunakan Mikrokontroler. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali Dan Listrik, 1(1)*, pp.7-13.
- Anjani, R.D., Nugraha, A.E., Sari, R.P. and Santoso, D.T., 2021. Perancangan Alat Bantu Kerja dengan Menggunakan Metode Antropometri dan Material Selection Pada Industri Sepatu. *Jurnal Teknologi, 13(1)*, pp.15-24.
- Annisa, L. D., Suprpti, A., & Pandelaki, E. E. (2020). Tipologi Rumah Vernakular Berdasarkan Sistem Fisik di Kampung Bandar Pekanbaru, Riau. *Jurnal Arsitektur ARCADE, 4(3)*, 285-291
- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT Rhineka Cipta
- Awaludin Azali, Abdul Halim Zainal Abidin. 2016. *Conceptual of mobile oil palm fresh fruit bunch catcher*. International Journal of Agriculture Innovations and Research. Volume 4, Issue6. ISSN 2319-1473.
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Statistik kelapa sawit indonesia*. BPS Indonesia. Jakarta
- Basuki, M., Aprilyanti, S., Azhari, A. and Erwin, E., 2020. Perancangan Ulang Alat Perontok Biji Jagung Dengan Metode Quality Function Deployment. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya, 6(1)*, pp.23-30.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2021. *Statistik pendapatan*. Retrieved from Badan Statistik Indonesia: <https://www.bps.go.id/publication/2021/12/07/bb7172d826fb34d397428f5e/statistik-pendapatan-agustus-2021.html>
- Brooke, J. (1996). SUS - A quick and dirty usability scale. 189-194.
- Cohen, Lou. 1995. *Quality function deployment: how to make QFD work of you*. New York. Wesley publishing company
- Dahlan, A.F.N.I., Jamaluddin, J. and Sukainah, A., 2019. Rancang bangun alat pemanggang dange. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian, 5(2)*, pp.76-82.
- Djati Widodo, Imam. 2003. *Perencanaan dan Pengembangan Produk*. UII Pres, Yogyakarta.
- Djirong, A., Aswar, A. and Fauziah, F., Perancangan Desain Alat Jilid Buku Melalui Metode Rekayasa Fungsi. In *International Conference on Science and Advanced Technology (ICSAT)*.
- Dragolea, L & Cotirlea, D. (2009). Benchmarking – A Valid Strategy for Long Term?. *Annales Universitatis Apulensis Series Oeconomica 11 (2) : 813 – 826*.
- Dreyfuss, H. (1967). *Designing for people*. New York: Paragraphic Books.

- Fauzi, A., & Sumbodo, W. (2021). Pengaruh Parameter Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan ST 40 pada Mesin Bubut CNC. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 6(1), 46-57.
- Fitrian, A. and Noor, I., 2021, July. Pengembangan Alat Cuci Tangan Otomatis Berbasis Sensor Gerak Arduino (PIR) di UKM Hanggar Karya Manufaktur. In *SINASIS (Seminar Nasional Sains)* (Vol. 2, No. 1).
- Gaspersz, V. (1998). *Manajemen Produksi Total, Strategi Peningkatan Produktivitas Bisnis Global*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Goetsch, D., & Davis, S. B. (1997). *Introduction to total quality: quality management for production, processing, and services*. New Jersey: Prentice Hall
- Gujarati, D. N. dan Porter, D. C. (2009) *Dasar-dasar Ekonometrika*. Jakarta: Salemba Empat.
- Iryanto, M. U. A. (2019). Evaluasi Usability Aplikasi SIAP TARIK Dengan Menggunakan Metode Usability Testing dan System Usability Scale (SUS) Pada Puskesmas Tarik Sidoarjo. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 3(7): 7093-7101
- ISO 9241-11, 1998. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTS) - Part 11: Guidance on usability.
- ISO 9241-11. (1998). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTS) - Part 11: Guidance on usability
- Istigfarrahman Danov. 2017. Rancang Bangun dan Uji Kinerja Alat Brondolan buah Sawit. [skripsi]. Bogor ID. Institut Pertanian Bogor
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1992). The Balanced Scorecard Measures that Drive Performance. *Harvard Business Review*, 71- 79.
- Khalid.M.R, and Shuib.A.R. 2017. *Performance of oil palm loose fruits separating machine. Journal of Oil Palm Research*. Vol 29, Hal.358-365.
- Khalid.M.R, Abd Rahim, and S Norman K. 2019. *Determination of minimum suction level for collecting oil palm loose fruits*. Konvensyen Kebangsaan Kejuruteraan Pertanian dan Makanan, Wisma Tani, Kementerian Pertanian Malaysia, Putrajaya, 21 March
- Litbang Depdagri RI dan FISIPOL-UGM. 1991. Pengukuran Kemampuan Keuangan Daerah Tingkat II Dalam Rangka Otonomi Daerah Yang Nyata Dan Bertanggung Jawab. Jakarta.
- Margono, S. (2004). *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Madusari Sylvia, Ruginusta Sinuray, Mubarak Ahmad. 2017. Uji model alat garuk piringan dalam mengendalikan kentosan dan berondolan busuk di perkebunan kelapa sawit. *Jurnal Citra Widya Edukasi*. Vol IX. No. 2 Agustus. ISSN. 2086- 0412. 183 – 192
- Mustafa, M.F., Hasan, W.Z.W., Hassan, M.S., Kadir, M.A., Azis, N. and Yusoff, M.Z.M., 2019, September. Structural Design of Cartesian Vacuum System for Loose Fruit Collector (LFC) Machine. In *2019 IEEE International Circuits and Systems Symposium (ICSSyS)*, Hal.1-4.
- Nadzri, M.M. and Ahmad, A., 2016. Roller picker robot (Ropicot 1.0) for loose fruit collection system. *ARPN J. Eng. Appl. Sci*, Vol. 11. No.14, Hal. 8983-8986
- Nazir, M. (2005). *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia

- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Cambridge, MA: Academia Press.
- Nielsen, Jakob; (1994). *Enhancing the Explanatory Power of Usability Heuristics*. Morristown, New Jersey, USA
- Nielsen, J. (2001). *Success Rate: The Simplest Usability Metric*. (<https://www.nngroup.com/articles/success-rate-the-simplest-usabilitymetric/>)
- Nurmianto, Eko, 1998. *Ergonomi :Konsep dasar dan aplikasinya*, Edisi Kedua, PT.Guna Widya, Surabaya, 36-40.
- Nurmianto, E., (2005). *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Jakarta: Guna Wijaya.
- Pahan.2011.*Panduan lengkap kelapa sawit manajemen agribisnis dari hulu hingga hilir*. Depok. Swadaya.
- Pardiyono, R. and Zairda, C.I.E., 2020. Perancangan Alat Bantu Pemindahan Brake Cylinder Di Departemen Sarana Kereta Api Pt. Pindad (PERSERO). *INFOMATEK: Jurnal Informatika, Manajemen dan Teknologi*, 22(1), pp.1-14.
- Putra, R. C. (2022). Analisis Kekuatan Sambungan Las Smaw Pipa Galvanis 2 Inch Pipa Pdam Dengan Metode Uji Tarik. *Motor Bakar: Jurnal Teknik Mesin*, 6(1), 11-16.
- Rowansyah, R. O. (2021). E-Commerce Alat-Alat Konstruksi Pada Pt. Karya Agt Konstruksi Berbasis Website. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 2(4), 421-434.
- Rubin, A and Babbie, E.R. 2008. *Research Methods for Social Work*. Belmont: Thomposon Learning
- Rukma, A., Rasyid, A. R., & Irfan, A. M. Analisis Getaran Mesin Bubut Emco Maximat V13 akibat Variasi Putaran Mesin dan Kedalaman Pemakanan Pada Proses Bubut Rata Baja ST 42. *Teknik Mesin" TEKNOLOGI"*, 22(1).
- Santoso, H.B., & Sharfina, Z. (2017). An Indonesian Adaptation of The System Usability Scale (SUS). *International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACISIS) 2016*. (4): 145-148.
- Setiawan Arif, Sri Gunawan, Umi Kusumastuti. 2016. Pengaruh alat kutip rontok buah terhadap kualitas hasil kelapa sawit. *Jurnal Agromast , Vol.1, No.2*.
- Setyaningrum, R., Ulum, M. and Talitha, T., 2020. Redesain Alat Pemetong Singkong Menggunakan Metode Rasional Guna Meningkatkan Produktivitas. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 22(1), pp.52-62.
- Shrivastava, P. (2016). *House of Quality: An Effective Approach to Achieve Customer Satisfaction & Business Growth in Industries*. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 5(9).
- Shuib A.R, Khalid.M.R, Bakri.M.A.M, Deraman.M.S, and Kamarudin.N. 2018. *Development of oil palm loose fruit collecting machine with elevated discharge Mechanism*. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, Vol. 7 Issue 10.
- Steers, R., (1980). *Terj : Magdalena Jamin, Efektifitas Organisasi*. Jakarta: Airlangga
- Sugiyono. (2007). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kombinasi (Mix Methods)*. Bandung: Alfabeta

- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: PT Alfabet.
- Sutalaksana dkk., (2006). *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Siska, M., 2020, December. Perancangan Alat Pemberi Pupuk Cair Aquascape Otomatis Menggunakan Kansei Engineering dan KANO. In *Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi dan Industri* (p. 511).
- Sulistiadi, S., Aprilliani, F. and Kurniawan, A., 2021. Rancang Desain Alat Pengayak Modified Cassava Flour (Mocaf) Berdasarkan Analisis Kebutuhan, Morfologi Dan Teknik Desain Of Modified Cassava Flour Sieving Equipment (MOCAF) Based On Morphological And Technical Requirements. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung Vol, 10(1)*, pp.73-84.
- Tarwaka., Bakri, S. HA., & Sudiajeng, L. (2004). *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja Dan Produktivitas*. Universitas Islam Batik Surakarta, Surakarta: UNIBA PRESS.
- Tarigan, I.R., Syahputri, K. and Widyastuti, D.E., 2018. Alat pengumpul rontok buah buah untuk meningkatkan pendapatan petani kelapa sawit. *Juitech: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Quality, Vol.1, No.2*.
- Tatterson, J.G. (1996). *Benchmarking Basics: Looking For A Better Way*. Manlow Park, Ca: Christ Publication.
- Tjiptono, F., & Diana, A. (2002). *Total Quality Management*. Yogyakarta : ANDI
- Ulrich, Karl T. & Steven D. Eppinger (2004) *Perancangan & Pengembangan Produk*. Salemba Teknika, Jakarta
- Uslianti, S., Rahmahwati, R., & Wahyudi, T. (2022). Evaluasi Tingkat Risiko Keluhan Muskuloskeletal Berdasarkan Metode Nordic Body Map dan RULA Pada Redesain Alat Pemipil Jagung. *Jurnal Media Teknik dan Sistem Industri, 6(2)*, 68-75.
- Widoyoko, E. P. (2016). *Teknik Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Wignjosoebroto, S. (2008). *Teknik Tata Cara Dan Pengukuran Kerja Edisi Pertama Cetakan Keempat*. Jakarta: Guna Widya.
- Wignjosoebroto, S. (1995). *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya: Prima 126 Printing
- Wijayanto, E., Triono, T., Bhirawa, W. T., & Moektiwibowo, H. (2022). Perancangan Dudukan Mesin Gerinda Tangan Yang Ergonomis Dengan Menggunakan Metode Anthropometri. *Jurnal Teknik Industri, 11(1)*, 42-49.
- Yusoff MZM. A. Zamri. MZA. Abd Kadir, WZ Wan Hassan, N. Azis. 2019. *Loosefruit collector machine in malaysia: A Review. International Journal of Engineering Technology and Sciences (IJETS)*. Vol.6(2)
- Yusoff, M.Z.M., 2019. Loose Fruit Collector Machine in Malaysia: A Review. *International Journal of Engineering Technology and Sciences*, Vol.6, No.2, Hal.65-75.
- Yusoff, MZM,A.Zamri, M. Z. A. Abd Kadir, W. Z. Wan Hassan, N. Azis. 2020. *Development of integrated loose fruit collector machine for oil palm plantations*.*JurnalBulletinofElectricalEngineeringandInformatics*. Vol.9,No.2.

Yusoff, M.Z.M., Zamri, A., Abd Kadir, M.Z.A., Hassan, W.W. and Azis, N., 2020. Structural Performance of the Integrated Oil Palm Loose Fruit Collector machine in Oil Palm Plantations. *International Journal*, Vol.8, No.1.1

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1

Kuesioner Responden Untuk Perancangan Awal Atribute Kebutuhan Pengguna
Alat Pengambil Rontok Buah Kelapa Sawit

Kepada
Yth. Bapak/Ibu/Sdr/i
Responden

Dengan hormat,

Dalam rangka penelitian Tugas Akhir yang berjudul Rancang Bangun Ergonomi Mesin Pengambil Rontok Buah Kelapa Sawit, maka dengan ini saya:

Nama : Restu Aji Nur Kahfi BP

NIM : 19916014

Jurusan : Teknik Industri - Universitas Islam Indonesia

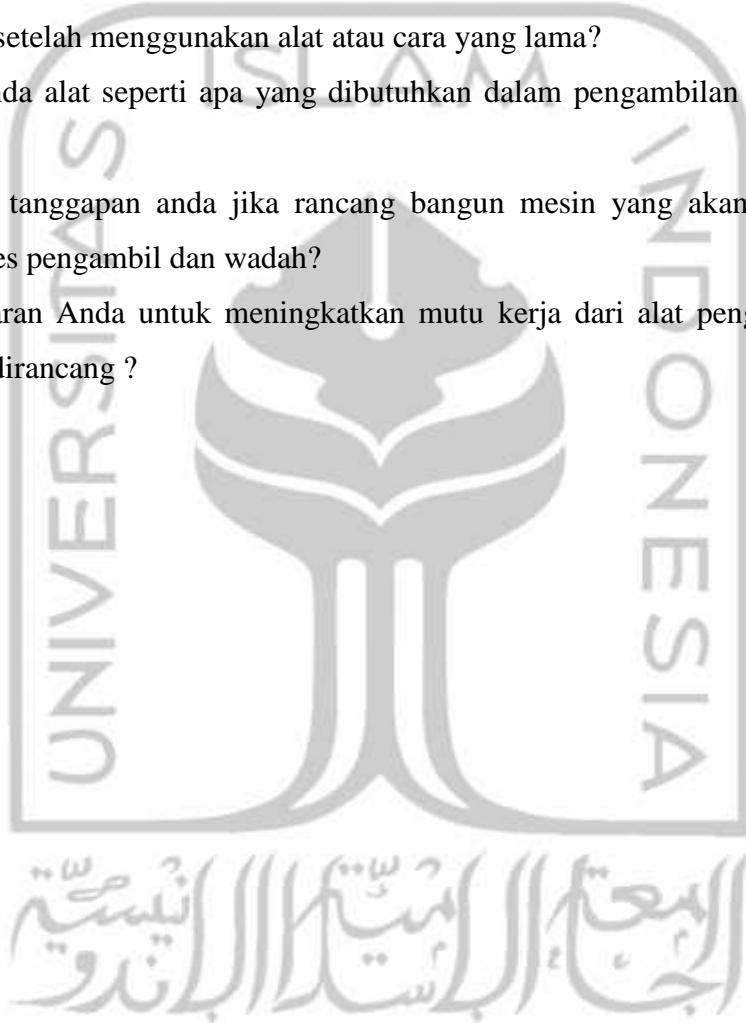
Mengharapkan partisipasi Bapak/Sdra dalam penelitian ini, untuk memberikan tanggapan dari daftar pertanyaan wawancara berikut ini. Harapan kami, wawancara ini diisi dengan jawaban yang objektif dan jujur tanpa ada pengaruh dari pihak manapun. Seluruh hasil jawaban wawancara ini hanya akan digunakan untuk keperluan penelitian dan dijamin kerahasiaannya.

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Bapak/Sdr ini atas kesediaannya menjadi narasumber pada penelitian ini.

Hormat Saya,
Restu Aji Nur Kahfi B.P

Berikut daftar pertanyaan yang perlu Bapak/Sdr jawab untuk keperluan tesis “rancang bangun mesin pengambil rontok buah kelapa sawit”

1. Dari alat yang sudah biasa anda gunakan, apa yang menjadi kekurangan dari alat tersebut?
2. Dari kebiasaan mengambil rontok buah kelapa sawit, apa yang menjadi keluhan Bapak/Sdr setelah menggunakan alat atau cara yang lama?
3. Menurut anda alat seperti apa yang dibutuhkan dalam pengambilan rontok buah kelapa sawit?
4. Bagaimana tanggapan anda jika rancang bangun mesin yang akan dibuat terintegrasi antara proses pengambil dan wadah?
5. Tuliskan saran Anda untuk meningkatkan mutu kerja dari alat pengambil rontok buah yang akan dirancang ?



Lampiran 2

Kuesioner Tingkat Kepentingan

Assalamualaikum wr wb,

Bapak/Ibu yang saya hormati, Saya Restu Aji Nur Kahfi BP, mahasiswa jurusan Magister Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia. Dalam hal ini saya sedang mengadakan penelitian Tesis. Kuesioner ini berhubungan dengan pendapat Bapak/Sdr sebagai pelaku petani sawit sehingga terkait dengan penilaian tingkat kepentingan atribut kebutuhan pengguna dalam pengembangan alat pengambilan rontok buah kelapa sawit.

Hasil ini tidak untuk dipublikasi, melainkan untuk kepentingan penelitian semata. Atas bantuan, kesediaan waktu dan kerjasamanya saya ucapkan terima kasih.

Bagian A.

Identitas Responden

Nama :

Bagian B.

Tingkat Kepentingan Atribut Kebutuhan Pengguna Keterangan Skala Tingkat Kepuasan:

- 1 : Tidak penting
- 2 : Kurang penting
- 3 : Cukup penting
- 4 : Penting
- 5 : Sangat penting

No	Pertanyaan	Skala tingkat kepentingan				
		1	2	3	4	5
1.	Alat yang nyaman					
2.	Alat yang memudahkan pengoperasian					
3.	Alat aman digunakan					
4.	Alat yang kuat					
5.	Alat memiliki Harga Terjangkau					

Lampiran 3

Kuesioner Validasi Desain Alat yang dikembangkan

Assalamualaikum wr wb,

Bapak/Ibu yang saya hormati,

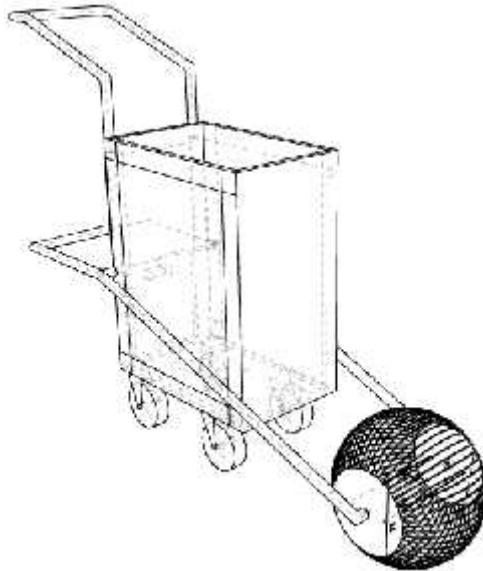
Saya Restu Aji Nur Kahfi BP, mahasiswa jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia. Dalam hal ini saya sedang mengadakan penelitian Thesis. Kuesioner ini berhubungan dengan persepsi atau pendapat Bapak/Sdr sebagai orang yang berkompeten dalam bidang agroteknologi terkait dengan desain alat rontok buah kelapa sawit yang saya buat. Hasil ini tidak untuk dipublikasi, melainkan untuk kepentingan penelitian semata. Atas bantuan, kesediaan waktu dan kerjasamanya saya ucapkan terima kasih.

Bagian A. Identitas Responden

Nama:

Bagian B. Spesifikasi Produk

1. Alat digunakan dengan di dorong
2. Pegangan alat bersifat modular (bongkar pasang)
3. Ketinggian alat *adjustabel* (d disesuaikan ketinggian pengguna)
4. Pijakan kaki (pedal) alat *adjustabel* (d disesuaikan ketinggian pengguna)
5. Kerangka alat terbuat dari besi dan dinding dari tripleks, dilakukan cat semprot agar tawet dan tidak mudah berkarat.
6. Alat dilengkapi dengan empat roda
7. Alat dilengkapi dengan wadah saat pengambilan rontok buah, dan ruang buka tutup pemindahan hasil pengumpulan rontok buah kelapa sawit



Gambar rancangan alat

Bagian C. Kuesioner Tingkat Kepuasan

Keterangan Skala Tingkat Kepuasan:

- 1 : Tidak Puas
- 2 : Kurang Puas
- 3 : Cukup Puas
- 4 : Puas
- 5 : Sangat Puas

No	Pertanyaan	Skala tingkat kepuasan				
		1	2	3	4	5
1.	Alat yang nyaman					
2.	Alat yang memudahkan pengoperasian					
3.	Alat aman digunakan					
4.	Alat yang kuat					
5.	Alat memiliki Harga Terjangkau					

Lampiran 4

Tugas Skenario penggunaan alat

Aktivitas ke-	Aktifitas	Responden ke					
		1	2	3	4	5	6
1.	Pekerja memahami cara kerja alat						
2.	Pekerja melakukan proses pengambilan rontok buah kelapa sawit						
3.	Pekerja menyimpan hasil rontok buah dari alat						
4.	Pekerja membersihkan alat						



Lampiran 5**Lembar pengukuran efisiensi**

Reponden ke :

Penilaian tingkat beban fisik

Skor tingkat kebutuhan fisik (0-100)	
Alat lama	Alat baru



Lampiran 6

Kuesioner *System Usability Scale (SUS)*

Assalamualaikum wr wb,

Bapak/Ibu yang saya hormati,

Saya RESTU AJI NUR KAHFI BP, mahasiswa jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia. Dalam hal ini saya sedang mengadakan penelitian Thesis. Kuesioner ini berhubungan dengan persepsi atau pendapat Bapak/Ibu/Sdr/I terhadap hasil alat yang saya buat. Sebagai orang yang telah menggunakan alat usulan yang saya buat Bapak/Sdr diminta untuk memberikan penilaian melalui kuesioner dibawah ini. Hasil ini tidak untuk dipublikasi, melainkan untuk kepentingan penelitian semata. Atas bantuan, kesediaan waktu dan kerjasamanya saya ucapkan terima kasih.

Responden ke :.....

No	Pernyataan	1	2	3	4	5
		Sangat tidak setuju	Tidak setuju	Cukup setuju	Setuju	Sangat setuju
1.	Saya ingin selalu menggunakan alat ini					
2.	Bagi saya alat ini terlalu rumit					
3.	Saya pikir alat ini mudah digunakan					
4.	Saya membutuhkan bantuan orang lain untuk menjalankan alat ini					
5.	Alat ini berfungsi dengan baik					
6.	Saya fikir terlalu banyak ketidaksesuaian alat ini					
7.	Saya fikir orang dengan cepat mempelajari alat ini					
8.	Saya menemukan alat ini sulit digunakan					
9.	Saya percaya diri menggunakan alat ini					
10.	Saya perlu belajar sebelum menjalankan alat ini					

Lampiran 7

Hasil alat yang dikembangkan

