

**PENGEMBANGAN ALAT PENCABUT SINGKONG
UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIVITAS KERJA
PADA PETANI SINGKONG DI KECAMATAN KOTO
XI TARUSAN**

TUGAS AKHIR

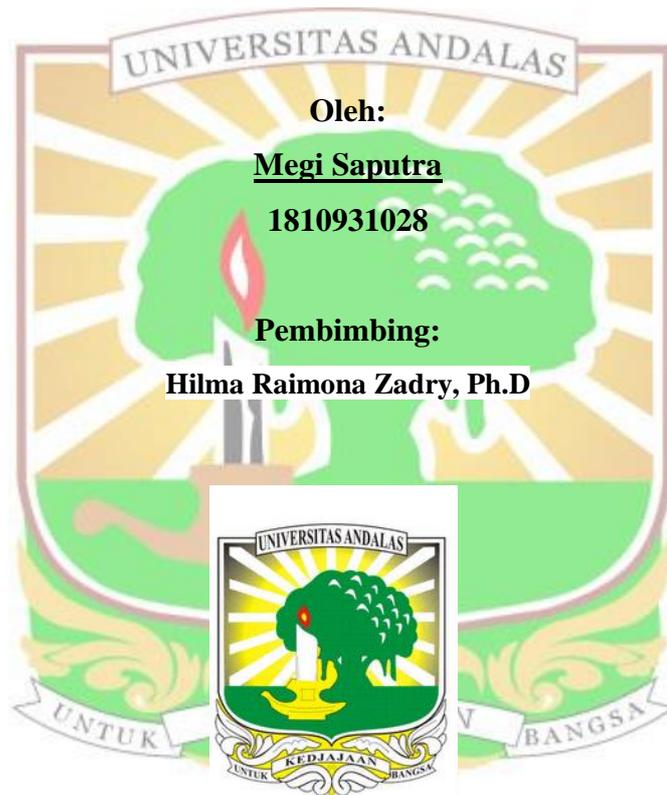


**DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2022**

**PENGEMBANGAN ALAT PENCABUT SINGKONG UNTUK
MENINGKATKAN EFEKTIVITAS KERJA PADA PETANI
SINGKONG DI KECAMATAN KOTO XI TARUSAN**

TUGAS AKHIR

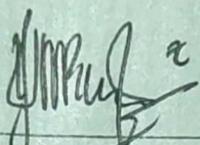
*Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi S1 Jurusan
Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Andalas*



**PROGRAM STUDI S1 JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini berjudul **Pengembangan Alat Pencabut Singkong untuk Meningkatkan Efektivitas Kerja pada Petani Singkong di Kecamatan Koto XI Tarusan** ditulis dan diserahkan oleh **Megi Saputra** sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar **Sarjana Teknik** (Bidang Teknik Industri), telah diperiksa dan oleh karena itu direkomendasikan untuk disahkan dan diterima.

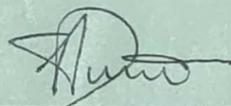

Tanggal: 26/12/2022

Hilma Raimona Zadry, Ph.D
NIP. 198006142006042002
Pembimbing Utama

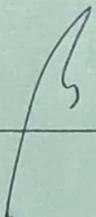
PANEL PENGUJI

Disahkan oleh Panel Penguji pada Ujian Tugas Akhir
22 /12/2022

Tanggal Ujian Tugas Akhir



Dr.Eng. Desto Jumeno
NIP. 197612182001121003
Ketua

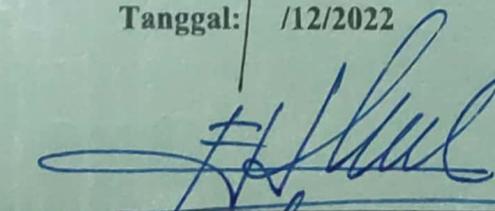


Reinny Patrisina, Ph.D
NIP.197610022002122002
Anggota

Diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar **Sarjana Teknik** (Bidang Teknik Industri)


Tanggal: 21/12/2022

Reinny Patrisina, Ph.D
NIP.197610022002122002
Ketua Program Sarjana Teknik Industri


Tanggal: 26/12/2022

Eri Afrinaldi, Ph.D
NIP.198209202006041002
Ketua Departemen Teknik Industri

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan karunia-Nya dan salawat serta salam disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan bagi umat manusia, sehingga Tugas Akhir yang berjudul “Pengembangan Alat Pencabut Singkong untuk Meningkatkan Efektivitas Kerja pada Petani Singkong Di Kecamatan Koto XI Tarusan” dapat diselesaikan. Penyelesaian Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak terkait baik secara langsung maupun tidak langsung. Izinkan penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan semua hal baik berupa do’a, dukungan, dan semangat.
2. Ibu Hilma Raimona Zadry, Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah mengarahkan dan membimbing dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Bapak Dr.Eng Desto Jumeno, Dr.Eng Dicky Fatrias, dan ibu Reinny Patrisina, Ph.D selaku dosen penguji pada Tugas Akhir.
4. Seluruh dosen Departemen Teknik Industri Universitas Andalas yang telah membantu dalam proses akademik dan semua staff Departemen Teknik Industri yang telah membantu dalam proses administrasi.
5. Petani singkong di Kecamatan Koto XI Tarusan yang telah membantu dalam proses penyelesaian Tugas Akhir.
6. Bapak Edy dan bapak Nanda selaku *expert* yang telah memberikan masukan dan membantu dalam pembuatan alat pencabut singkong.
7. Keluarga besar *Ergocrews* yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam pembuatan Tugas Akhir.
8. Teman-teman Departemen Teknik Industri yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan informasi dalam penyelesaian Tugas Akhir.
9. Semua pihak yang tidak dapat ditulis satu persatu yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan motivasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir.

Akhir kata penulis ucapkan banyak terimakasih dan semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan informasi yang berguna bagi kemajuan keilmuan Teknik Industri. Mudah-mudahan Allah SWT dapat membalas usaha yang kita lakukan dengan kebaikan-kebaikan yang berlimpah, *Aamiin Yaa Rabbal 'Alamin*.

Padang, November 2022



Penulis

ABSTRAK

Kecamatan Koto XI Tarusan daerah penghasil singkong terbesar di Kabupaten Pesisir Selatan. Kecamatan Koto XI Tarusan mampu menghasilkan singkong sebesar 2.372,36 ton pada tahun 2020. Salah satu tahapan pengolahan singkong adalah proses pemanenan. Proses pemanenan singkong yang dilakukan oleh petani singkong di Kecamatan Koto XI Tarusan masih menggunakan cara manual yaitu mencabut singkong menggunakan tangan. Cara ini tentunya akan membutuhkan tenaga yang banyak dan kuat untuk mencabut batang singkong. Waktu proses pencabutan singkong juga akan menjadi lebih lama dan lambat jika mencabut batang singkong yang memiliki dimensi batang yang besar. Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan perancangan alat pencabut singkong untuk meningkatkan efektivitas kerja petani singkong di Kecamatan Koto XI Tarusan. Perancangan alat pencabut singkong dilakukan menggunakan konsep Perancangan dan Pengembangan Produk yang dilakukan oleh Ulrich dan Eppinger pada bukunya yang berjudul Product Design and Development. Evaluasi terhadap rancangan alat dilakukan dengan mengukur waktu proses pencabutan singkong serta menggunakan metode 10 Denyut Nadi (Cardiovascular Load) untuk mengukur beban kerja fisik yang dialami oleh petani/operator saat mengoperasikan alat. Alat panen singkong hasil rancangan memiliki dimensi panjang 139 cm, lebar 30 cm dengan menggunakan material berupa besi pipa hitam diameter 3 cm dan besi plat hitam dengan ketebalan 4 mm. Alat pencabut singkong mampu bekerja dengan kecepatan pencabutan rata-rata sebesar 9,72 detik/batang. Alat pencabut singkong dapat mengurangi beban kerja fisik (% CVL) yang dialami pengguna sebesar 15,24 % pada saat digunakan untuk pekerjaan mencabut singkong. Anggaran biaya yang dikeluarkan untuk membuat satu unit alat pencabut singkong ini sebesar Rp412.000,00.

Kata Kunci: *Alat Pencabut Singkong, efektivitas kerja, Perancangan dan Pengembangan Produk, CVL*

ABSTRACT

Koto XI Tarusan District is the largest cassava producing area in Pesisir Selatan District. Koto XI Tarusan District is capable of producing 2,372.36 tons of cassava in 2020. One of the stages of cassava processing is the harvesting process. The cassava harvesting process carried out by cassava farmers in Koto XI Tarusan District still uses the manual method, namely removing cassava by hand. This method, of course, will require a lot of strength and strength to pull out the saplings. The process of removing cassava will also be longer and slower if you remove cassava stems that have large stem dimensions. Based on the description above, it is necessary to design a cassava extractor tool to increase the work effectiveness of cassava farmers in Koto XI Tarusan District. The design of the cassava extractor was carried out using the concept of Product Design and Development by Ulrich and Eppinger in their book entitled Product Design and Development. Evaluation of the tool design was carried out by measuring the processing time for cassava removal and using the 10 Pulse (Cardiovascular Load) method to measure the physical workload experienced by farmers/operators when operating the tool. The designed cassava harvesting pipe tool has dimensions of 139 cm in length, 30 cm in width, using materials in the form of black iron with a diameter of 3 cm and black iron plate with a thickness of 4 mm. The cassava extractor is capable of working with an average extraction speed of 9.72 seconds/stick. The cassava extractor can reduce the physical workload (% CVL) experienced by users by 15,24% when used for the work of removing cassava. the cost incurred to make one unit of budget for this cassava extractor tool is IDR 412,000.00.

Key Word: Cassava Removal Tool, work effectiveness, Product Design and Development, CVL

DAFTAR ISI

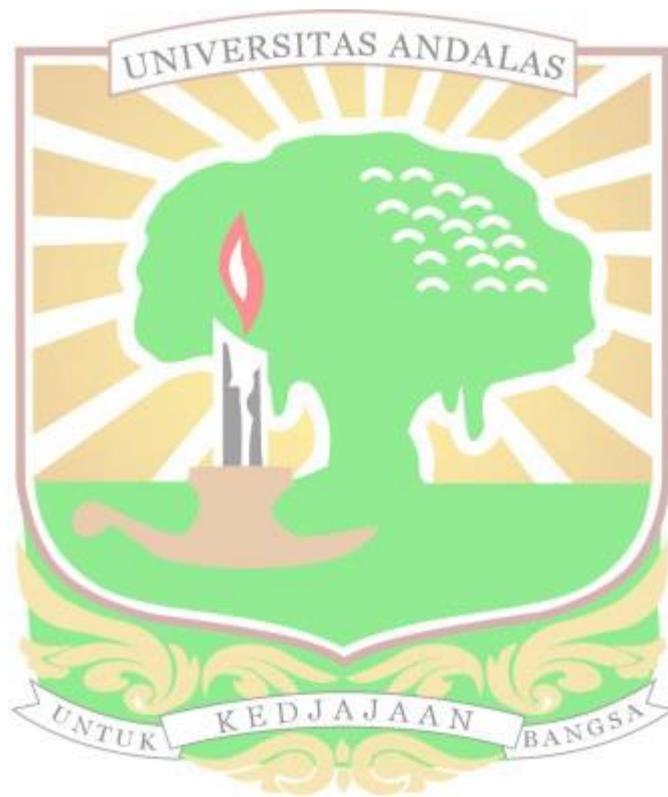
Cover	
KATA PENGANTAR	i
<i>ABSTRAK</i>	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	11
1.3 Tujuan Penelitian	11
1.4 Batasan Masalah	11
1.5 Sistematika Penulisan	12
BAB II LANDASAN TEORI	13
2.1 Definisi Rancangan	13
2.2 Ergonomi	13
2.3.1 Definisi Ergonomi	13
2.3.2 Tujuan Ergonomi	15
2.3 Antropometri	16
2.4.1 Definisi Antropometri	16
2.4.2 Tujuan dan Manfaat Antropometri	16
2.4.3 Jenis Data Antropometri	17
2.4.4 Penggunaan Antropometri untuk Perancangan	17
2.4.5 Teknik Pengolahan Data	18
2.4 Perancangan dan Pengembangan Produk	19
2.5 Metode 10 Denyut Nadi (<i>Cardiovascular Load</i>)	20
2.6 Harga Pokok Produksi	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Studi pendahuluan	23
3.1.1 Studi Literatur	23

3.1.2	Studi Lapangan.....	23
3.2	Metode Penelitian dan Pengolahan data.....	24
3.3	Pengumpulan Data.....	24
3.3.1	Data Waktu Pencabutan Singkong Manual.....	24
3.3.2	Fase Perencanaan.	25
3.4	Pengolahan Data.....	25
3.4.1	Fase Pengembangan Konsep.....	25
3.4.2	Fase Perancangan Tingkat Sistem.....	28
3.4.3	Fase Perancangan Detail	28
3.4.4	Fase Pengujian dan Perbaikan.....	28
3.5	Analisis.....	29
3.6	Penutup.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		34
4.1	Pengumpulan Data.....	34
4.1.1	Waktu Pencabutan Singkong Manual	34
4.1.2	Fase Perencanaan	36
4.2	Pengolahan Data.....	37
4.2.1	Fase Pengembangan Konsep.....	37
4.2.2	Fase Perancangan Tingkat Sistem.....	69
4.2.3	Fase Perancangan Tingkat Detail.....	71
4.2.4	Fase Pengujian dan Perbaikan.....	83
BAB V ANALISIS		91
5.1	Analisis Alat Pencabut Singkong Hasil Pengembangan dan Penelitian Sebelumnya	91
5.2	Analisis Waktu Proses Pencabutan	94
5.3	Beban Kerja Fisik Proses Pencabutan Singkong.....	95
5.4	Anggaran Biaya.....	96
BAB VI PENUTUP		97
6.1.	Kesimpulan.....	97
6.2.	Saran.....	97
DAFTAR PUSTAKA		98
LAMPIRAN.....		100

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Produksi, Luas Panen dan Produktivitas Padi dan Palawija di Indonesia (Pertanian.go.id, 2022).....	1
Tabel 1.3 Hasil Rancangan Alat Pencabut Singkong Berdasarkan Penelitian Sebelumnya.....	6
Tabel 2.1 Faktor pengali dalam perhitungan persentil.....	19
Tabel 2.2 Kategori Beban Kerja.....	21
Tabel 4.1 Waktu, Berat, dan Kerusakan Singkong pada Proses Pencabutan Manual.....	35
Tabel 4.2 Pernyataan Pengguna.....	38
Tabel 4.3 Kebutuhan Pengguna.....	40
Tabel 4.4 Daftar <i>Metric</i>	42
Tabel 4.5 Daftar Spesifikasi Target.....	44
Tabel 4.6 Matriks “ <i>Need-Metric</i> ” Produk Alat Pencabut Singkong.....	46
Tabel 4.7 Kombinasi Konsep.....	59
Tabel 4.8 Matriks Penyaringan Konsep.....	63
Tabel 4.9 <i>Rate the Concept</i>	64
Tabel 4.10 Matriks Penilaian Konsep.....	65
Tabel 4.11 Validasi Konsep.....	67
Tabel 4.12 Spesifikasi Final Produk.....	69
Tabel 4.13 Spesifikasi Fungsional Subsystem.....	70
Tabel 4.14 Data Antropometri Indonesia.....	72
Tabel 4.15 Matriks Penyaringan Material Kerangka Tumpuan.....	76
Tabel 4.16 Matriks Penyaringan Material Pengait.....	77
Tabel 4.17 Matriks Penyaringan Material Lengan Tuas.....	78
Tabel 4.18 <i>Bill Of Materials</i>	79
Tabel 4.19 Rancangan Anggaran Biaya Pembuatan Alat Pencabut Singkong	82
Tabel 4.20 Waktu Proses Pencabutan Menggunakan Alat.....	85
Tabel 5.1 Perbandingan Alat Sebelumnya Dengan Alat Hasil Pengembangan.....	92

Tabel 5.2 Perbandingan Percabutan Tanpa Alat dengan Menggunakan Alat..... 95



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Alur Kerja Pemanenan Singkong	3
Gambar 1.2 Postur Kerja Petani	4
Gambar 1.3 Alat Pencabut Singkong Mekanis (Asmal, 2020).....	5
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian.....	31
Gambar 4.1 Produk Perbandingan (a) Rancangan Asmal (2020), (b) Manual <i>Cassava Levers</i>	43
Gambar 4.2 Kerangka Tumpuan Alat Sebelumnya.....	47
Gambar 4.3 Rancangan Kerangka Tumpuan.....	49
Gambar 4.4 Lengan Tuas Alat Sebelumnya.....	50
Gambar 4.5 Rancangan Lengan Tuas.....	52
Gambar 4.6 Pengait Alat Sebelumnya.....	52
Gambar 4.7 Variasi Rancangan Pengait.....	55
Gambar 4.8 <i>Handgrip</i> Alat Sebelumnya.....	56
Gambar 4.9 Variasi Rancangan <i>Handgrip</i>	57
Gambar 4.10 Variasi Rancangan Fitur Tambahan.....	58
Gambar 4.11 Kombinasi Variasi Konsep.....	61
Gambar 4.12 Rancangan Alat Keseluruhan.....	66
Gambar 4.13 Bentuk Geometris Produk.....	68
Gambar 4.14 Alternatif Material Rangka Tumpuan.....	76
Gambar 4.15 <i>Assembly Chart</i>	81
Gambar 4.16 Proses Pembuatan Prototipe.....	84
Gambar 4.17 Alat Pencabut Singkong.....	84
Gambar 5.1 Kurva Waktu Pencabutan Menggunakan Alat Hasil Pengembangan.....	94

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki kekayaan sumber daya alam melimpah. Hal tersebut menjadikan sektor pertanian dan perkebunan sebagai salah satu pilar perekonomian Indonesia. Sektor pertanian mempunyai peranan penting dalam membangun perekonomian Indonesia. Sektor pertanian berkontribusi sekitar 13,28% terhadap ekonomi nasional pada tahun 2021 (Kusnandar, 2022). Fakta tersebut menguatkan pertanian menjadi sektor yang sangat berpengaruh bagi pertumbuhan perekonomian di Indonesia.

Berdasarkan data yang didapatkan dari Kementerian Pertanian Indonesia (2022) menampilkan beberapa komoditi hasil pertanian Indonesia dapat dilihat pada **Tabel 1.1**.

Tabel 1.1 Produksi, Luas Panen dan Produktivitas Padi dan Palawija di Indonesia (Pertanian.go.id, 2022)

No	Komoditi	Tahun		
		2017	2018	Pertumbuhan %
1	Padi			
	Produksi (000 ton)	81.149	83.037	2,33
	Luas Panen (000 ha)	15.712	15.995	1,80
	Produktivitas (ku/ha)	51,65	51,92	0,52
2	Padi Sawah			
	Produksi (000 ton)	77.366	78.819	1,88
	Luas Panen (000 ha)	14.556	14.721	1,13
	Produktivitas (ku/ha)	53,15	53,54	0,73

Tabel 1.1 Produksi, Luas Panen dan Produktivitas Padi dan Palawija di Indonesia (Lanjutan)

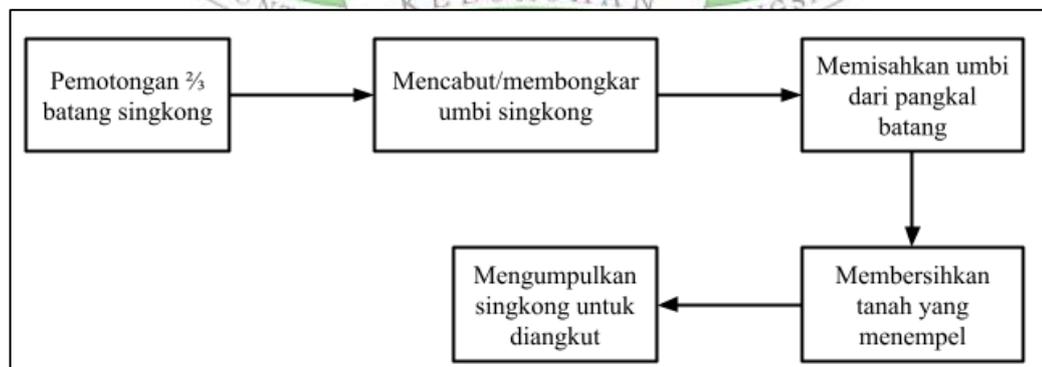
No	Komoditi	Tahun		
		2017	2018	Pertumbuhan
3	Padi Ladang			
	Produksi (000 ton)	3.783	4.179	10,47
	Luas Panen (000 ha)	1.156	1.274	10,17
	Produktivitas (ku/ha)	32,72	32,81	0,28
4	Jagung			
	Produksi (000 ton)	28.924	30.056	3,91
	Luas Panen (000 ha)	5.533	5.734	3,64
	Produktivitas (ku/ha)	52,27	52,41	0,27
5	Kedelai			
	Produksi (000 ton)	539	983	82,39
	Luas Panen (000 ha)	356	680	91,22
	Produktivitas (ku/ha)	15,14	14,44	-4,62
6	Kacang Tanah			
	Produksi (000 ton)	495	512	3,38
	Luas Panen (000 ha)	374	373	-0,42
	Produktivitas (ku/ha)	13,23	13,73	3,78
7	Kacang Hijau			
	Produksi (000 ton)	241	235	-2,74
	Luas Panen (000 ha)	206	198	-4,34
	Produktivitas (ku/ha)	11,69	11,88	1,63
8	Ubi Kayu			
	Produksi (000 ton)	19.054	19.341	1,51
	Luas Panen (000 ha)	773	793	2,58
	Produktivitas (ku/ha)	246,50	243,91	-1,05
8	Ubi Jalar			
	Produksi (000 ton)	1.914	2.029	6,01
	Luas Panen (000 ha)	106	111	4,04
	Produktivitas (ku/ha)	180,21	183,63	1,90

Data pada **Tabel 1.1** memperlihatkan berbagai jenis komoditi hasil pertanian Indonesia. Salah satu komoditi pertanian yang menjadi unggulan dan berpotensi dalam pertumbuhan ekonomi Indonesia adalah singkong (Pramessti, 2017). **Tabel 1.1** memperlihatkan jumlah produksi singkong di Indonesia sebesar 19.341.000 ton pada tahun 2018. Provinsi Sumatera Barat merupakan salah satu

provinsi di Indonesia yang memproduksi singkong dalam jumlah cukup besar sebanyak 153.412,02 Ton pada tahun 2021 (BPS Sumatera Barat, 2022).

Salah satu sentral lahan pertanian singkong di Sumatera Barat berada di Kecamatan Koto XI Tarusan, Kabupaten Pesisir Selatan. Pada tahun 2020 Kecamatan Koto XI Tarusan memproduksi singkong sebesar 2.372,36 ton (BPS Kabupaten Pesisir Selatan, 2022). Kecamatan Koto XI Tarusan menjadi daerah penghasil singkong terbanyak di Kabupaten Pesisir Selatan. Dengan produksi singkong yang banyak maka diperlukan pengolahan singkong yang optimal bagi masyarakat dalam meningkatkan produksi singkong.

Pengolahan singkong yang dilakukan oleh masyarakat di Kecamatan Koto XI Tarusan saat ini masih diolah secara tradisional dan sepenuhnya menggunakan tenaga manusia. Salah satu tahapan pengolahan singkong yaitu proses pemanenan. Proses pemanenan yang dilakukan petani singkong saat ini masih menggunakan cara manual yaitu mencabut singkong dengan tangan, sehingga petani perlu mengeluarkan tenaga lebih saat proses pencabutan. Cara pencabutan singkong secara manual, dengan memotong $\frac{2}{3}$ batang singkong, kemudian mencabut/membongkar singkong dari dalam tanah, memisahkan umbi dari pangkal batang, membersihkan dari tanah yang melekat, dan mengumpulkan untuk diangkut.



Gambar 1.1 Alur Kerja Pemanenan Singkong

Belum adanya alat yang digunakan saat proses pemanenan singkong menyebabkan petani singkong mengeluarkan banyak tenaga saat mencabut singkong. Apabila mencabut batang singkong yang memiliki dimensi batang yang besar, maka diperlukan waktu pencabutan yang cukup lama untuk mencabut singkong. Kondisi pencabutan singkong dengan cara ini berpotensi menyebabkan keluhan sakit pada anggota badan petani. Oleh karena itu, diperlukan penggunaan alat yang dapat membantu proses pencabutan singkong bagi petani singkong agar dapat meningkatkan efektivitas kerja yang dilakukan petani singkong.



Gambar 1.2 Postur Kerja Petani

Perancangan alat pencabut singkong sebelumnya sudah dilakukan pada beberapa penelitian terdahulu, salah satunya adalah penelitian Asmal (2020). Penelitian ini merancang alat pencabut singkong mekanis menggunakan prinsip kerja momen gaya, sehingga dengan usaha yang kecil mampu menghasilkan gaya angkat yang besar. Bahan yang digunakan terbuat dari baja ringan, dengan tujuan mudah pada saat dipindahkan. Hasil penelitian yang sudah dilakukan, alat mampu merubah gaya tekan dari operator sebesar 334,49 N menjadi gaya tarik/angkat sebesar 2000 N. Rancangan alat yang dibuat hanya mampu mengakomodir dari sisi kegunaannya (*utility*) yaitu untuk mencabut singkong.

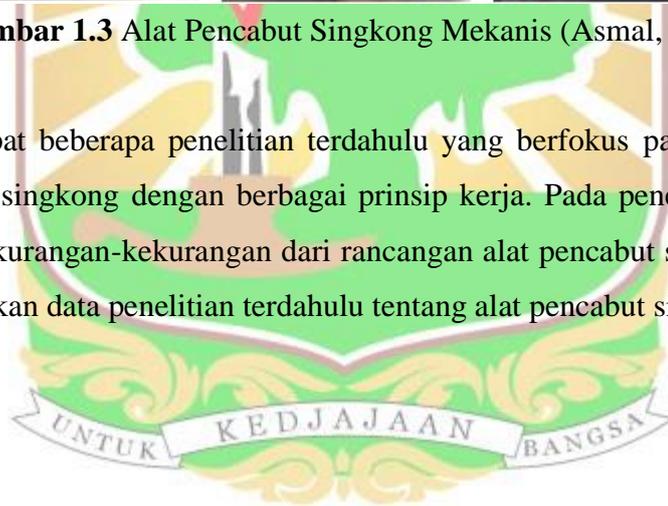
Sayangnya, rancangan alat yang sudah dibuat belum mempertimbangkan prinsip ergonomi sepenuhnya. Hal ini dapat terlihat pada bagian tuas yang tidak menyediakan pegangan tangan khusus akibatnya tuas mudah terlepas dari

genggaman tangan. Tidak adanya pengait/pencekram batang ubi pada bagian ujung tuas, sehingga batang ubi harus diikat terlebih dahulu pada ujung tuas. Berdasarkan kondisi ini, maka diperlukan waktu untuk mengikat batang singkong dengan alat dan berakibat waktu pencabutan singkong semakin lama. Penelitian lainnya terkait perancangan alat pencabut singkong ditampilkan pada **Tabel 1.3**.



Gambar 1.3 Alat Pencabut Singkong Mekanis (Asmal, 2020)

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang berfokus pada perancangan alat pencabut singkong dengan berbagai prinsip kerja. Pada penelitian terdahulu ditemukan kekurangan-kekurangan dari rancangan alat pencabut singkong. **Tabel 1.3** menampilkan data penelitian terdahulu tentang alat pencabut singkong.



Tabel 1.2 Hasil Rancangan Alat Pencabut Singkong Berdasarkan Penelitian Sebelumnya

No	Penulis	Judul	Metode	Hasil Penelitian	Kekurangan Hasil Rancangan	Gambar
1	Alfyanda (2021)	Pengembangan Alat Pencabut Singkong (<i>Manihot Esculenta Crantz</i>) Dengan Sistem Pneumatik	Eksperimen	Dimensi alat pencabut singkong dengan sistem pneumatik 1000 x 600 x 950 satuan millimeter. Kapasitas kerja alat 1238,059 kg/jam dan 17,571 jam/ha. Persentase kerusakan singkong hasil pencabutan sebesar 0%. Biaya pokok yang dikeluarkan yaitu 34,248 Rp/kg.	Alat pencabut singkong dilengkapi kompresor, sehingga massa alat semakin berat. Tidak mempertimbangkan material yang digunakan baik dari segi berat maupun kekuatannya. Dimensi alat yang besar sehingga pada saat pencabutan memerlukan ruang kerja (<i>clearance</i>) yang besar. Perlu ketelitian dalam penempatan pengait pada batang singkong agar pencabutan berjalan maksimal. Pengait bersifat kaku (tidak bergerak).	

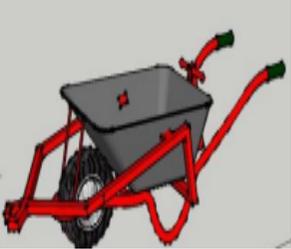
Tabel 1.3 Hasil Rancangan Alat Pencabut Singkong Berdasarkan Penelitian Sebelumnya (Lanjutan 1)

No	Penulis	Judul	Metode	Hasil Penelitian	Kekurangan Hasil Rancangan	Gambar
2	Nugraha (2021)	Rancang Bangun Alat Pencabut Singkong (<i>Manihot Esculenta</i>) Semi Mekanis	Eksperimental	Dimensi alat 100 x 70 x 100 cm serta memiliki bagian penting seperti katrol, wire rope, pengait (mata pisau), pedal pemijak dan roda. Prinsip kerja yaitu sistem katrol dengan kapasistas efektif alat 74,994 jam/ha.	Alat pencabut singkong dilengkapi pedal pemijak sehingga beban pencabutan berada pada bagian kaki. Roda yang digunakan berukuran kecil, sehingga berpotensi menimbulkan roda tidak bekerja maksimal karena terkontak langsung dengan tanah. Dimensi alat tergolong besar, sehingga membutuhkan ruang kerja (<i>clearance</i>) yang besar saat digunakan. Alat pencabut singkong tidak mempertimbangkan spesifikasi material yang digunakan. Pengait bersifat kaku (tidak bergerak).	

Tabel 1.3 Hasil Rancangan Alat Pencabut Singkong Berdasarkan Penelitian Sebelumnya (Lanjutan 2)

No	Penulis	Judul	Metode	Hasil	Kekurangan Hasil Rancangan	Gambar
3	Sitanggang (2021)	Uji Performa Alat Pencabut Singkong (<i>Manihot Utilisima</i>) Semi Mekanis	Perancangan percobaan rancangan acak lengkap (RAL) non faktorial dengan satu faktor yaitu penempatan pengait terhadap pencabutan batang singkong yang digunakan pada alat pencabut singkong semi mekanis.	Alat pencabut singkong semi mekanis memiliki kapasitas efektif tertinggi sebesar 95,67 batang/jam dengan menggunakan penempatan pengait pada ketinggian 5 cm terhadap batang. Efisiensi alat sebesar 63,23% dengan menggunakan penempatan jarak pengait pada ketinggian 15 cm terhadap batang. Daya pencabutan sebesar 350,59 watt dengan menggunakan penempatan jarak pengait pada ketinggian 5 cm terhadap batang.	Alat tidak dilengkapi pengait/pencengram. Dimensi alat terlalu besar dan membutuhkan ruang kerja (<i>clearance</i>) yang besar saat proses pencabutan. Membutuhkan waktu untuk mengikat rantai dengan batang singkong sebelum dicabut. Tidak mempertimbangkan spesifikasi material yang digunakan.	

Tabel 1.3 Hasil Rancangan Alat Pencabut Singkong Berdasarkan Penelitian Sebelumnya (Lanjutan 3)

No	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil	Kekurangan Hasil Rancangan	Gambar
4	Siregar (2019)	Inovasi Perancangan Alat PTS (Pencabut Tanaman Singkong) Sebagai Upaya Mengurangi Kelelahan Petani Singkong Serta Meningkatkan Produktivitas Pasca Pencabut di Kabupaten Deli Serdang Sumatera	Quality Function Deployment (QFD)	Alat pencabut singkong memiliki dimensi panjang 100 cm, tinggi 50 cm, lebar 50 cm. Alat pencabut singkong dapat mengurangi kelelahan dan rasa sakit pada petani singkong. Alat pencabut singkong juga dilengkapi dengan wadah pengangkut singkong.	Membutuhkan tenaga besar untuk mencabut karena jarak titik tumpu beban dekat dengan tuas pengungkit beban. Pegangan tangan tuas pengungkit terlalu kecil. Pengait/pencengram bersifat kaku (tidak bergerak). Dimensi alat besar dan membutuhkan ruang kerja (<i>clearance</i>) yang besar saat proses pencabutan.	

Tabel 1.3 Hasil Rancangan Alat Pencabut Singkong Berdasarkan Penelitian Sebelumnya (Lanjutan 4)

No	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil	Kekurangan Hasil Rancangan	Gambar
5.	Asmal (2020)	Perancangan Sistem Mekanis Alat Pencabut Singkong untuk Optimalisasi Sistem Pencabut Bagi Petani Singkong di Kelurahan Borong Loe Kecamatan Bontomarannu Kabupaten Gowa	Eksperimental	Gaya angkat alat sebesar 2000 N dengan menggunakan prinsip kerja momen gaya. Alat terbuat dari baja ringan.	Alat tidak dilengkapi pegangan tangan dan pengait/pencengram batang ubi. Membutuhkan waktu untuk mencabut, karena batang ubi harus di ikatkan terlebih dahulu dengan alat.	



Berdasarkan semua permasalahan maka dapat disimpulkan kekurangan utama dari alat pencabut singkong adalah desain alat belum mempertimbangkan aspek ergonomi sehingga penggunaan alat belum maksimal dalam meningkatkan efektivitas kerja pengguna. Untuk itu, diperlukan sebuah alat yang dapat membantu petani singkong dalam proses pencabutan singkong dari dalam tanah. Melalui penelitian ini, maka dirancang sebuah teknologi tepat guna berbentuk alat pencabut singkong ergonomis untuk mempermudah petani singkong di Kecamatan Koto XI Tarusan pada saat proses pencabutan singkong.

1.2 Perumusan Masalah

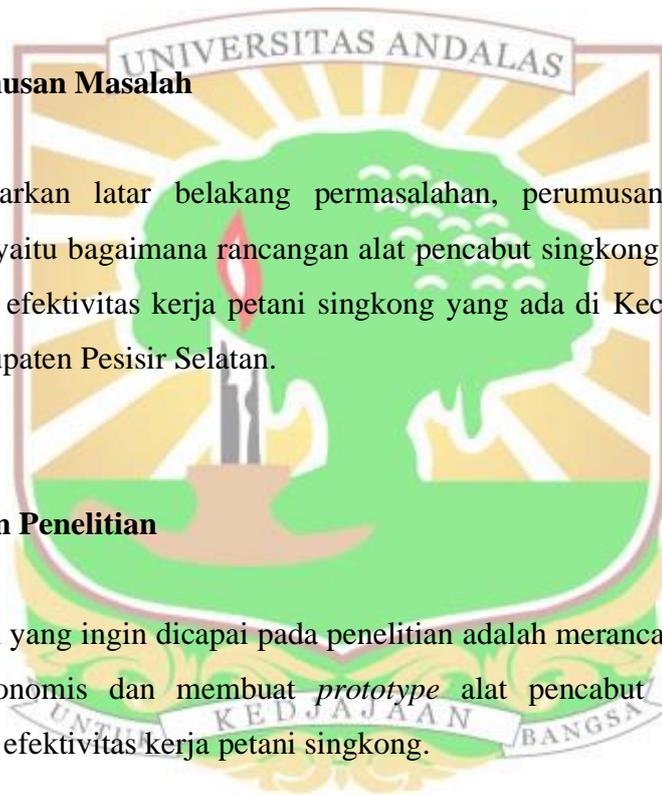
Berdasarkan latar belakang permasalahan, perumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana rancangan alat pencabut singkong yang ergonomis meningkatkan efektivitas kerja petani singkong yang ada di Kecamatan Koto XI Tarusan, Kabupaten Pesisir Selatan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian adalah merancang alat pencabut singkong ergonomis dan membuat *prototype* alat pencabut singkong untuk meningkatkan efektivitas kerja petani singkong.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah alat pencabut singkong dirancang hanya dapat mencabut satu batang singkong saat digunakan.



1.5 Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini terdiri dari enam bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang pembuatan tugas akhir, rumusan permasalahan, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan penelitian tugas akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan teori-teori yang berhubungan dengan pelaksanaan pembuatan tugas akhir dan didapatkan dari berbagai sumber rujukan misalnya, buku, jurnal, data statistik, artikel, dan lain sebagainya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai urutan langkah-langkah pelaksanaan penelitian tugas akhir secara sistematis.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini menjelaskan tentang penyelesaian dan pengolahan data dari hasil pengumpulan, wawancara, observasi, dan uji coba alat pencabut singkong.

BAB V ANALISIS

Bab ini berisi mengenai analisis dari alat pencabut singkong hasil pengembangan dengan rancangan alat oleh Asmal (2020), analisis pengaruh penggunaan alat terhadap waktu pencabutan dan keluhan *musculoskeletal disorder* pada pengguna.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisikan mengenai kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta saran yang diberikan untuk penelitian sejenis untuk ke depannya.

BAB II

LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan tentang teori-teori yang berkaitan dengan perancangan alat pencabut singkong dalam penelitian ini.

2.1 Definisi Rancangan

Rancangan (desain) merupakan bentuk sebuah rencana yang dapat berupa proposal gambar, model, atau bahkan berupa deskripsi dengan tujuan agar dapat menghasilkan sebuah objek, sistem, komponen (struktur rancangan) (Halim, 2014 dikutip oleh Rahmayanti, 2018). Desain dikenal sebagai suatu kegiatan yang erat kaitannya dengan merancang, merencana, membangun, atau merekayasa. Desain atau rancangan juga digunakan sebagai aktivitas dan kreativitas dalam membuat produk yang mampu memenuhi kebutuhan orang lain.

2.2 Ergonomi

2.3.1 Definisi Ergonomi

Ergonomi adalah disiplin ilmu yang membahas tentang keterbatasan, kelebihan, serta karakteristik manusia, dengan memanfaatkan informasi tersebut untuk perancangan produk, mesin, fasilitas, lingkungan, dan sistem kerja, tujuan utamanya adalah tercapai kualitas kerja yang terbaik tanpa mengabaikan aspek kesehatan, keselamatan, serta kenyamanan manusia dalam menggunakannya. Beberapa defenisi ergonomi bisa dilihat pada bagian-bagian berikut ini (Iridiastadi, 2014).

- “Ergonomi merupakan kajian interaksi antar manusia dan mesin, serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan” (Iridiastadi, 2014).

- B. W. Jastrzebowski, ilmuwan Polandia, di tahun 1857 memelopori penggunaan kata *ergonomic*, di dalam bahasa Yunani *ergos* berarti “kerja”, sedangkan *nomos* adalah “kajian (atas)” atau “hukum-hukum” (Karwowski, 2006; Konz dan Johnson, 2008). Diakhir tahun 1949, K.F.H. Murrell memperkenalkan kata *ergonomics*, yang kemudian menjadi populer sebagai suatu disiplin.
- “Ergonomi merupakan suatu ilmu antardisiplin, yang mengkaji interaksi antar manusia dan objek yang mereka gunakan” (Pulat, 1997).
- “Ergonomi merupakan aplikasi prinsip-prinsip ilmiah, metode, dan data yang diperoleh dari beragam disiplin yang ditujukan dalam pembangunan suatu sistem rekayasa, dimana manusia memiliki peranan yang sangat signifikan” (Kroemer *et al.*, 2004).
- “Ergonomi merupakan suatu aktivitas multidisiplin yang diarahkan untuk mengumpulkan informasi tentang kapasitas dan kemampuan manusia, dan memanfaatkannya dalam merancang pekerjaan, produk, tempat kerja, dan peralatan kerja” (Chengalur *et al.*, 2004).
- “*Ergonomic (or human factors) is the scientific discipline concerned with the understanding of interaction among human and other elements of a system, and the profession that applies theory, other principles, data, and methods to design in order to optimize human well-being and overall system performance*” (International Ergonomics Association).

Dapat disimpulkan bahwa ergonomi adalah ilmu yang mempelajari berbagai macam aspek dan karakteristik manusia (kemampuan, kelebihan, dan keterbatasan, dan lain-lain) yang relevan dalam konteks kerja, dengan memanfaatkan informasi itu untuk merancang produk, mesin, peralatan, lingkungan, dan sistem kerja terbaik (Iridiastadi, 2014). Dalam perkembangan yang terjadi, kata “kerja” dapat terjemahkan sebagai semua tempat dimana manusia melakukan segala bentuk aktivitas dalam mencapai tujuannya. Dalam konteks ergonomi, perbaikan kerja dilakukan dengan cara memperbaiki interaksi yang terjadi, merancang pekerjaan agar sesuai dengan karakteristik pengguna,

memperbaiki lingkungan kerja fisik, dan juga merancang lingkungan organisasi sesuai dengan kebutuhan psikologis dan sosiologis manusia.

2.3.2 Tujuan Ergonomi

Ergonomi memiliki tujuan utama yaitu terciptanya sistem kerja yang produktif dan kualitas kerja terbaik, dilengkapi kemudahan, kenyamanan, dan efisiensi kerja, tanpa mengabaikan aspek kesehatan serta keselamatan kerja (Iridiastadi, 2014). Kroemer *et al* (2004) menyebutkan tujuan penerapan ergonomi dibuat dalam bentuk hierarki, tujuan paling rendah adalah sistem kerja yang bisa diterima (*tolerable*) pada batasaan tertentu dengan alasan sistem tidak menimbulkan potensi bahaya atas kesehatan dan nyawa pekerja. Sedangkan tujuan tertinggi adalah keadaan dimana pekerja bisa menerima kondisi kerja yang sudah ada (*acceptable*), dengan mempertimbangkan keterbatasan yang sifatnya teknis serta organisatoris. Tujuan yang tertinggi ergonomi adalah terciptanya kondisi kerja yang optimal, yaitu beban dan karakteristik pekerjaan sesuai dengan kemampuan serta keterbatasan yang dimiliki individu sebagai pengguna sistem kerja (Iridiastadi, 2014).

Hutabarat (2017) menyebutkan bahwa secara umum penerapan ergonomi meliputi: peningkatan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, beban kerja fisik dan mental diturunkan, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja secara tepat, dalam rangka jaminan sosial dapat meningkat baik untuk waktu produktif maupun dalam kondisi tidak produktif; keseimbangan rasional diciptakan dari aspek teknis, ekonomis, bahkan antropologis setiap kerja agar kualitas kerja dan kualitas hidup yang lebih baik dapat diciptakan.

2.3 Antropometri

2.4.1 Definisi Antropometri

Antropometri berasal dari kata *antropos*, yang berarti manusia, dan *metrikos*, yang berarti pengukuran. Antropometri merupakan ilmu yang berhubungan dengan aspek ukuran fisik manusia (Iridiastadi, 2014). Reobuck (1995) dalam Iridiastadi (2014) mendefenisikan antropometri sebagai “*the science of measurement and the art of application that establishes the physical geometry, mass properties, and strength capabilities of the human body*”. Antropometri dibagi menjadi dua, yaitu antropometri struktural (statis) dan antropometri fungsional (dinamis).

Antropometri statis merupakan pengukuran keadaan dan ciri-ciri fisik manusia dalam posisi diam pada dimensi-dimensi dasar fisik, meliputi panjang segmen atau bagian tubuh, lingkaran bagian tubuh, massa bagian tubuh, dan sebagainya. Sedangkan antropometri dinamis adalah pengukuran ciri-ciri fisik manusia saat terjadi gerakan dalam bekerja, erat kaitannya dengan dimensi fungsional, seperti tinggi duduk, panjang jangkauan, dan lain-lain (Iridiastadi, 2014).

2.4.2 Tujuan dan Manfaat Antropometri

Antropometri bertujuan untuk mendapatkan rancangan peralatan, produk, atau tempat kerja yang ergonomis dengan mempertimbangkan dimensi tubuh dari pengguna (Iridiastadi, 2014). Hutabarat (2017) menyebutkan bahwa data dimensi tubuh manusia berguna dalam melakukan perancangan produk dengan tujuan untuk mencari keserasian produk dengan manusia yang menggunakannya.

2.4.3 Jenis Data Antropometri

Data antropometri dibagi menjadi dua bagian antara lain dimensi struktural dan dimensi fungsional (Susanti, 2015).

a. Dimensi Struktural

Data antropometri yang tergolong kepada dimensi struktural adalah berat badan, tinggi badan, tinggi duduk, panjang kepala, tinggi lutut duduk, tinggi popliteal duduk, tinggi siku duduk, lebar duduk, lebar siku, tebal paha, tinggi mata duduk, jangkauan tangan ke depan, panjang tangan, dan panjang kaki (Pulat, 1992 dikutip oleh Susanti, 2015).

b. Dimensi Fungsional

Data antropometri yang termasuk dalam dimensi fungsional antara lain tinggi dan panjang tiarap, tinggi jongkong, tinggi dan panjang merangkak (Susanti, 2015).

2.4.4 Penggunaan Antropometri untuk Perancangan

Ada tiga jenis pendekatan yang digunakan dalam perancangan, antara lain.

a. Perancangan Berdasarkan Individu Besar/Kecil (Konsep Persentil Besar/Kecil)

Dalam pendekatan ini, *user* yang memiliki tubuh besar atau kecil dijadikan sebagai pembatas populasi pengguna yang diakomodasikan dalam suatu rancangan. Sebagai acuan dalam rancangan, maka digunakan persentil besar (P_{95}) atau persentil kecil (P_5).

b. Perancangan yang Dapat Disesuaikan

Pendekatan ini digunakan dalam rancangan produk atau alat yang dapat disesuaikan dan diatur panjang, lebar, lingkaran, dan lain-lain sesuai dengan kebutuhan dari pengguna. Rancangan produk dengan konsep ini merupakan suatu konsep yang ideal, namun perlu mempertimbangkan dukungan teknis dan biaya yang tergolong mahal.

c. Perancangan Berdasarkan Individu Rata-rata

Individu rata-rata (*average individual*) adalah suatu istilah yang menyatakan bahwa kesalahan dalam perancangan tempat kerja atau produk yang didasarkan pada dimensi yang hipotesis yaitu menganggap bahwa semua dimensi adalah merupakan rata-rata (Susanti, 2015). Pendekatan ini digunakan apabila rancangan dengan individu ekstrim dan rancangan yang dapat disesuaikan tidak relevan bahkan tidak mungkin untuk dilaksanakan.

2.4.5 Teknik Pengolahan Data

a. Teknik Persentil

Persentil menunjukkan jumlah bagian per seratus orang dari suatu populasi yang memiliki ukuran tubuh tertentu (lebih kecil atau lebih besar). Suatu persentil menggambarkan persentase atau rangking data yang terurut, dalam bahasa teknis diartikan sebagai data ke-I dari kelompok data yang sudah diurutkan dari terkecil hingga yang terbesar. Persentil juga digunakan dalam melakukan evaluasi produk untuk menguji suatu rancangan apakah dapat digunakan oleh populasi yang menjadi target. Terdapat tiga jenis nilai persentil yang biasa digunakan dalam sebuah rancangan, diantaranya persentil kecil, persentil besar, dan persentil tengah.

$$P_i = \bar{x} + k_i \cdot s \quad \dots(1)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad \dots(2)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i - \bar{x}}{n-1}} \quad \dots(3)$$

Dimana,

P = Nilai persentil yang dihitung

\bar{x} = nilai rata-rata

k = faktor pengali untuk persentil yang digunakan.

s = Simpangan baku

Tabel 2.1 Faktor pengali dalam perhitungan persentil

Persentil	P1	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95
K	-2,326	-1,645	-1,282	-0,674	0,000	0,674	1,282	1,645

2.4 Perancangan dan Pengembangan Produk

Perancangan atau merancang merupakan suatu usaha untuk menyusun, mendapatkan, dan menciptakan hal-hal baru yang bermanfaat bagi kehidupan (Irawan, 2017). Pengembangan produk merupakan serangkaian aktivitas yang mulai dari analisis presepsi dan peluang pasar, kemudian diakhiri dengan tahapan produksi penjualan dan pengiriman produk ke konsumen. Produk manufaktur yang dihasilkan berupa produk jadi, setengah jadi, komponen, assembling, subassembling atau bahan baku produk (Irawan, 2017). Irawan (2017) menyebutkan proses pengembangan produk antara lain.

a. Perencanaan

Perencanaan produk merupakan proses menciptakan ide produk sampai dengan memperkenalkan ke pasar. Perencanaan produk juga diartikan sebagai suatu proses secara periodik yang mempertimbangkan portofolio dari proyek pengembangan produk dijalankan.

b. Pengembangan Konsep

Konsep produk merupakan gambaran atau perkiraan mengenai teknologi, prinsip kerja, dan bentuk produk. Pada proses pengembangan konsep, identifikasi target pasar, susun dan evaluasi konsep, pilih salah satu atau lebih konsep terbaik untuk dikembangkan lebih lanjut.

c. Perancangan Tingkat Sistem

Proses perancangan tingkat sistem mencakup arsitektur dan uraian produk dalam bentuk komponen.

d. Perancangan Detail

Proses perancangan detail meliputi spesifikasi lengkap mulai dari bentuk, material, dan toleransi seluruh komponen produk dan identifikasi seluruh komponen standar produk yang ada.

- e. **Pengujian dan Perbaikan**
Proses pengujian dan perbaikan melibatkan konstruksi serta evaluasi dari berbagai versi produksi awal produk.
- f. **Produksi Awal**
Proses produksi awal merupakan bentuk dasar produk, memiliki ukuran dan bahan yang sama seperti jenis produk yang akan dibuat.
- g. **Peluncuran Produk**
Proses peluncuran produk merupakan tahapan peluncuran produk ke pasar yang mana dalam proses produksinya sudah dilakukan dalam jumlah besar (*mass production*).

2.5 Metode 10 Denyut Nadi (*Cardiovascular Load*)

Metode 10 denyut nadi merupakan metode yang membandingkan beban kerja fisik dengan denyut nadi maksimal kerja (Zikrullah, 2022). Pengukuran denyut nadi kerja adalah salah satu cara yang digunakan untuk mengetahui beban kerja (Rahayu, 2020). Menentukan beban kerja dalam metode ini dapat dilakukan dengan cara merasakan denyut nadi yang ada pada arteri radial di pergelangan tangan. Tahapan dalam menghitung beban kerja fisik menggunakan metode 10 denyut nadi dapat dilakukan dengan cara berikut.

- a. Mengukur denyut nadi untuk mendeteksi arteri radialis yang ada dipergelangan tangan kiri. Pengukuran denyut nadi dapat dilakukan dengan menggunakan *stopwatch* pada penerapan 10 denyut nadi. Terdapat rumus perhitungan denyut nadi sebelum dan setelah bekerja sebagai berikut.

$$\text{Denyut nadi (denyut/menit)} = \frac{10 \text{ denyut}}{\text{Waktu Perhitungan}} \times 60 \quad \dots(4)$$

- b. Menentukan denyut nadi maksimum, denyut nadi maksimal dipengaruhi oleh jenis kelamin dan umur. Antara laki-laki dan wanita terdapat

perbedaan cara perhitungan denyut nadi maksimum. Cara perhitungan denyut nadi maksimum antara laki-laki dan wanita dapat dilakukan dengan cara berikut ini.

$$\text{Laki-laki} = 220 - \text{Umur} \quad \dots(5)$$

$$\text{Perempuan} = 200 - \text{Umur} \quad \dots(6)$$

- c. Menghitung beban kerja menggunakan metode 10 denyut nadi (*cardiovascular load*). Dapat digunakan rumus berikut untuk menghitung beban kerja menggunakan metode 10 denyut nadi.

$$\%CVL = \frac{(\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat})}{(\text{Denyut Nadi Kerja Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat})} \times 100 \quad \dots(7)$$

Setelah didapatkan nilai CVL, maka dapat dikategorikan beban kerja sesuai dengan ketentuan yang sudah ada yang ditampilkan pada **Tabel**.

Tabel 2.2 Kategori Beban Kerja

%CVL	Klasifikasi %CVL
<30%	Tidak mengalami kelelahan
30%-60%	Diperlukan perbaikan
60%-80%	Kerja dalam waktu singkat
80%-100%	Diperlukan tindakan segera
>100%	Tidak diperbolehkan beraktivitas

2.6 Harga Pokok Produksi

Harga pokok produksi merupakan biaya barang yang dibeli untuk kemudian diproses hingga selesai baik sebelum ataupun selama periode jalannya akuntansi (Horngren, 2008 dikutip oleh Putri, 2020). Harga pokok produksi merupakan biaya yang dikeluarkan untuk membeli barang yang diproses sampai selesai. Biaya ini juga disebut sebagai biaya persediaan, yakni semua biaya produk

yang dianggap aktiva di dalam neraca dan berikutnya akan menjadi harga pokok penjualan ketika produk tersebut dijual. Seluruh biaya produksi yang dikeluarkan untuk membuat produk tersebut terjual dinamakan sebagai harga pokok penjualan (Putri, 2020). Dewi *et al* (2014) di dalam Putri (2020) menyebutkan beberapa penggolongan biaya produksi sebagai berikut.

1. Biaya bahan baku adalah biaya yang dikeluarkan untuk mendapatkan bahan yang akan digunakan dalam proses pembuatan produk dan dinilai secara ekonomis.
2. Biaya tenaga kerja langsung atau upah langsung adalah biaya yang dikeluarkan untuk pembayaran tenaga kerja yang terlibat dalam proses pembuatan produk secara langsung.
3. Biaya *overhead* pabrik atau biaya produksi tidak langsung adalah seluruh biaya manufaktur yang berkaitan dengan objek biaya namun tidak dapat ditelusuri ke dalam objek biaya dengan cara ekonomis.

Rumus umum yang digunakan dalam menghitung harga pokok produksi adalah sebagai berikut.

$$\text{Harga Pokok Produksi} = \text{Biaya BB} + \text{Biaya TK Langsung} + \text{Biaya Overhead} \dots (10)$$

Keterangan:

Biaya BB merupakan biaya bahan baku

Biaya TK Langsung merupakan biaya tenaga kerja langsung

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian mendeskripsikan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian dimulai dari awal dilakukannya penelitian sampai dengan ditemukan hasil dari penelitian.

3.1 Studi pendahuluan

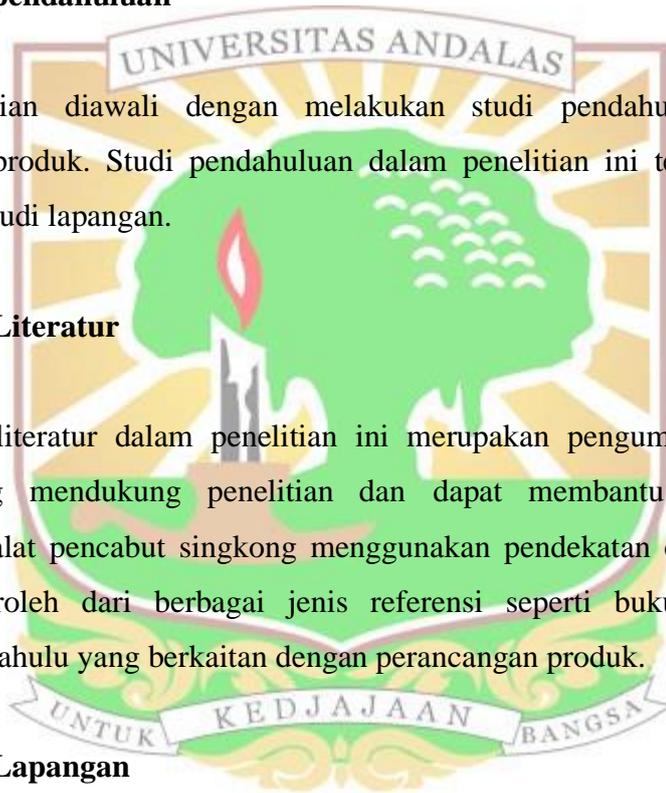
Penelitian diawali dengan melakukan studi pendahuluan mengenai perancangan produk. Studi pendahuluan dalam penelitian ini terdiri atas studi literatur dan studi lapangan.

3.1.1 Studi Literatur

Studi literatur dalam penelitian ini merupakan pengumpulan beberapa literatur yang mendukung penelitian dan dapat membantu dalam proses perancangan alat pencabut singkong menggunakan pendekatan ergonomi. Studi literatur diperoleh dari berbagai jenis referensi seperti buku, jurnal, serta penelitian terdahulu yang berkaitan dengan perancangan produk.

3.1.2 Studi Lapangan

Studi lapangan yang dilakukan pada penelitian ini berupa peninjauan lokasi penelitian yaitu lahan pertanian singkong. Selanjutnya dilakukan diskusi atau wawancara dengan petani singkong terkait perancangan alat pencabut singkong ergonomis dalam rangka perancangan alat pencabut singkong untuk meningkatkan efektivitas kerja bagi petani singkong. Dilakukan peninjauan secara langsung proses pencabutan singkong yang dilakukan oleh petani singkong di Kecamatan Koto XI Tarusan.



3.2 Metode Penelitian dan Pengolahan data

Penelitian ini merancang alat pencabut singkong dengan menggunakan metode perancangan dan pengembangan produk dengan literatur utama yang digunakan adalah buku *Product Design and Development* karangan Karl T. Ulrich dan Steven D. Eppinger. Penggunaan metode perancangan dan pengembangan produk ini dikarenakan alur proses pengembangan dan urutan tahapan pengembangan yang dilakukan sangat detail dan sistematis. Pendefinisian *voice of customer* yang sangat jelas dan diharapkan hasil rancangan dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Dalam penelitian ini juga digunakan metode 10 denyut nadi dalam melakukan evaluasi penggunaan alat hasil rancangan untuk mengetahui beban kerja dalam menggunakan alat pencabut singkong. Penggunaan metode ini dikarenakan untuk menghitung beban kerja fisik bagi pengguna/operator lebih mudah dan murah serta tidak membutuhkan peralatan khusus.

3.3 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan sekunder. Data primer merupakan data yang didapatkan secara langsung di lapangan. Sedangkan data sekunder merupakan data yang telah tersedia sebelumnya.

3.3.1 Data Waktu Pencabutan Singkong Manual

Data waktu proses pencabutan singkong secara manual dilakukan secara langsung di lokasi pertanian singkong. Perhitungan waktu proses pencabutan menggunakan *stopwatch* dengan beberapa kali percobaan pencabutan singkong secara manual (tanpa alat). Perhitungan waktu pencabutan singkong dilakukan mulai dari proses menarik singkong sampai singkong berhasil dicabut/dikeluarkan dari dalam tanah. apabila singkong sudah dikeluarkan dan berhasil dicabut maka *stopwatch* dimatikan, dan waktu pencabutan dituliskan dalam *form* yang telah

disediakan. Dalam kegiatan ini juga diukur denyut nadi operator dalam melakukan pencabutan singkong tanpa menggunakan alat pencabut singkong. denyut nadi diukur pada waktu istirahat dan waktu bekerja. Perhitungan denyut nadi menggunakan jumlah denyut nadi dan mengukur waktu denyutan menggunakan *stopwatch*.

3.3.2 Fase Perencanaan.

Pada fase ini dilakukan kegiatan perencanaan disebut juga sebagai *zerofase* yaitu kegiatan pendahuluan yang meliputi persetujuan proyek dan proses peluncuran pengembangan produk aktual. Dalam fase perencanaan ini dilakukan pengumpulan data primer. Pada tahapan ini dilakukan identifikasi peluang pengembangan produk. Identifikasi dilakukan menggunakan metode wawancara (*interview*) dengan petani singkong dan memberikan beberapa pertanyaan yang berkaitan dengan perancangan alat pencabut singkong. Pada fase perencanaan juga dilakukan pengumpulan alternatif peluang, dan pemilihan satu atau lebih kandidat peluang.

3.4 Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi tahapan fase pengembangan konsep, fase perancangan tingkat sistem, fase perancangan detail, dan fase pengujian dan perbaikan.

3.4.1 Fase Pengembangan Konsep

Fase pengembangan konsep dilakukan identifikasi kebutuhan target pasar, pembangkitan alternatif-alternatif konsep produk serta dilakukan pemilihan satu atau lebih konsep untuk dikembangkan. Teknik identifikasi kebutuhan target pasar

dilakukan dengan wawancara (*interview*) bersama petani singkong. Tahapan-tahapan dalam pengembangan konsep sebagai berikut.

3.4.1.1 Identifikasi Kebutuhan Pengguna

Identifikasi kebutuhan pengguna dilakukan dengan menggunakan metode wawancara dengan petani singkong terkait alat pencabut singkong. Wawancara yang dilakukan pada petani singkong untuk mendapatkan jawaban keinginan dan kebutuhan pengguna terkait alat pencabut singkong. Terdapat empat jenis pertanyaan yang diajukan kepada petani singkong yang sifatnya general dan diadopsi dari buku *Product Design and Development* karangan Karl T. Ulrich dan Steven D.Eppinger (2016) berkaitan dengan penggunaan, kelebihan, kekurangan, dan perubahan apa yang diinginkan.

3.4.1.2 Penentuan Spesifikasi Target

Spesifikasi target disusun berdasarkan informasi kebutuhan pengguna pada tahapan sebelumnya. Spesifikasi target ditetapkan sebelum mengetahui kendala apa yang akan dialami oleh produk terhadap apa yang dapat dicapai. Dalam menentukan spesifikasi target tahapan yang dilakukan terdiri dari penentuan daftar *metric*, mengumpulkan informasi mengenai produk yang telah ada, dan melakukan perumusan daftar spesifikasi target dari alat pencabut singkong.

3.4.1.3 Pembuatan Konsep

Tahap pembuatan konsep dilakukan dengan pencarian secara internal dan eksternal. Secara internal dilakukan dengan mempertimbangkan pengetahuan individu dalam menyusun konsep pada tahapan pengembangan produk. Sedangkan pencarian eksternal melibatkan beberapa orang *expert* dibidangnya. *Expert* yang dilibatkan adalah bapak Edy dan bapak Nanda. Bapak Edy berpengalaman selama ± 10 tahun pada bidang pengelasan dan teknik berlokasi di Kenagarian Duku, Kecamatan Koto XI Tarusan. Bapak Nanda berpengalaman

pada bidang bengkel dan las selama ± 5 tahun di Kenagarian Jinang Kampung Pansur, Kecamatan Koto XI Tarusan.

3.4.1.4 Pemilihan Konsep

1. Penyaringan Konsep

Penyaringan konsep dilakukan dengan menggunakan matriks penyaringan. Kemudian dilanjutkan dengan pemberian rating konsep dengan skala (-,0,+) atau (1-5). Dilakukan perangkingan setiap konsep berdasarkan jumlah “-“, “0“, “+”. Selanjutnya dilakukan perbaikan konsep dan pilih satu konsep atau lebih.

2. Penilaian Konsep

Penilaian konsep dilakukan dengan menggunakan matriks penilaian dalam tahapan penilaian konsep oleh Ulrich (2016) pada bukunya yang berjudul *Product Design and Development*. Selanjutnya dilakukan pemberian nilai rating konsep dilanjutkan dengan penentuan rangking konsep serta dilakukan penggabungan atau perbaikan konsep. Langkah terakhir menentukan/memilih satu atau lebih konsep terbaik.

3.4.1.5 Pengujian Konsep

Pada tahapan ini dilakukan dengan menggunakan metode *validation test* dimana tujuannya untuk mengetahui dan mengevaluasi apakah konsep yang dibuat dapat berfungsi seperti yang diharapkan. Validasi pada tahapan ini dilakukan oleh *expert* yaitu bapak Edy yang memiliki pengalaman yang sangat lama di bidang pengelasan dan teknik.

3.4.1.6 Spesifikasi Akhir

Tahapan ini dilakuakn untuk menentukan spesifikasi akhir dari alat pencabut singkong. Penetapan spesifikasi akhir produk ini bertujuan untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan keinginan dan kebutuhan dari penggunaan alat.

3.4.2 Fase Perancangan Tingkat Sistem

Perancangan tingkat sistem mendefinisikan produk dan uraian produk menjadi subsistem serta komponen-komponen. Fase ini menjelaskan tentang spesifikasi fungsional dari masing-masing subsistem pada alat pencabut singkong.

3.4.3 Fase Perancangan Detail

Fase perancangan detail akan menghasilkan rancangan sesuai dengan spesifikasi produk lengkap berupa bentuk produk dan ukuran produk yang didapatkan dari data antropometri. Terdapat beberapa proses dalam perancangan sebagai berikut.

1. Penentuan Data Antropometri
Data antropometri yang digunakan dalam rancangan alat pencabut singkong ini berfungsi agar dimensi alat dapat memenuhi ukuran tubuh manusia. Data antropometri digunakan untuk menentukan ukuran spesifikasi dari alat pencabut singkong.
2. Pemilihan Material atau Komponen yang Digunakan
Pemilihan komponen atau material produk dalam rancangan alat pencabut singkong sesuai dengan kebutuhan dalam pembuatan produk.
3. Rencana Proses Perakitan
Pada tahapan proses ini dihasilkan *assembly chart diagram* yang dapat mempermudah dalam proses perakitan produk.
4. Rencana Anggaran Biaya
Pada tahapan perancangan detail juga dilakukan perhitungan biaya pembuatan alat pencabut singkong.

3.4.4 Fase Pengujian dan Perbaikan

Pada fase ini terdiri atas dua kegiatan yang dilakukan antara lain pembuatan prototipe dan pengujian prototipe.

1. Pembuatan Prototipe

Sebelum dilakukan tahapan pengujian, terlebih dahulu dibuat prototipe alat pencabut singkong yang sebelumnya telah dirancang. Prototipe produk diartikan sebagai bentuk fisik pertama dari satu objek yang direncanakan dibuat dalam suatu proses produksi, mewakili bentuk dan dimensi dari objek yang diwakilinya serta digunakan untuk objek penelitian dan pengembangan lebih lanjut, sehingga menghasilkan produk nyata yang bisa digunakan dan dijual di pasaran (Irawan, 2017). Pada fase pembuatan prototipe akan diketahui apakah produk telah memenuhi kebutuhan konsumen atau belum.

2. Pengujian dan Perbaikan

Tahapan pengujian alat pencabut singkong hasil rancangan bertujuan untuk mengetahui apakah produk bekerja sesuai dengan rancangan dan memenuhi kebutuhan pengguna. Pada tahapan pengujian ini dilakukan pengujian penggunaan alat untuk mencabut batang singkong. Pada tahapan ini dilakukan perhitungan waktu pencabutan singkong menggunakan alat dengan bantuan *stopwatch*. Tahapan pengujian ini juga menghitung beban kerja fisik yang dialami oleh operator dalam melakukan pekerjaan menggunakan alat dengan metode 10 denyut nadi. Perbaikan dilakukan dengan cara melakukan evaluasi dan memberikan saran perbaikan alat pencabut singkong yang sudah dirancang.

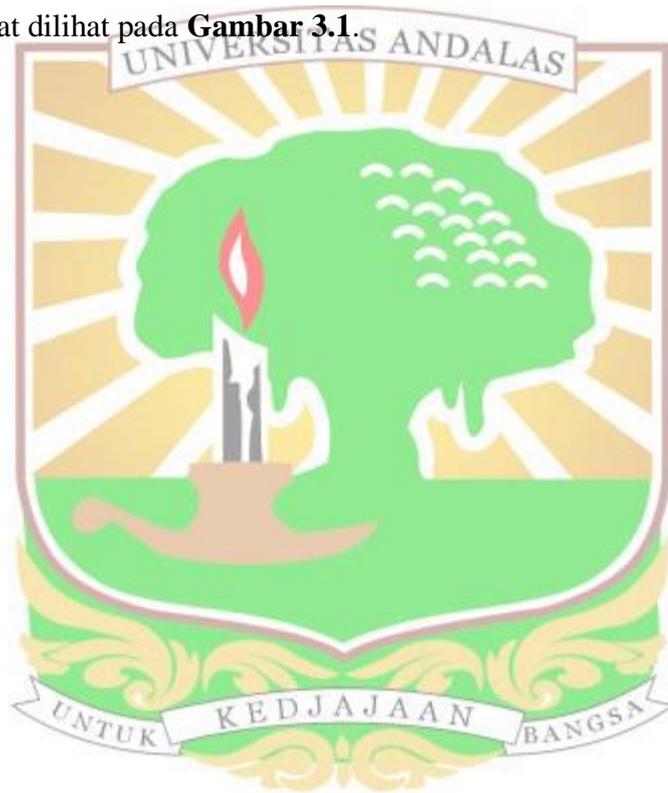
3.5 Analisis

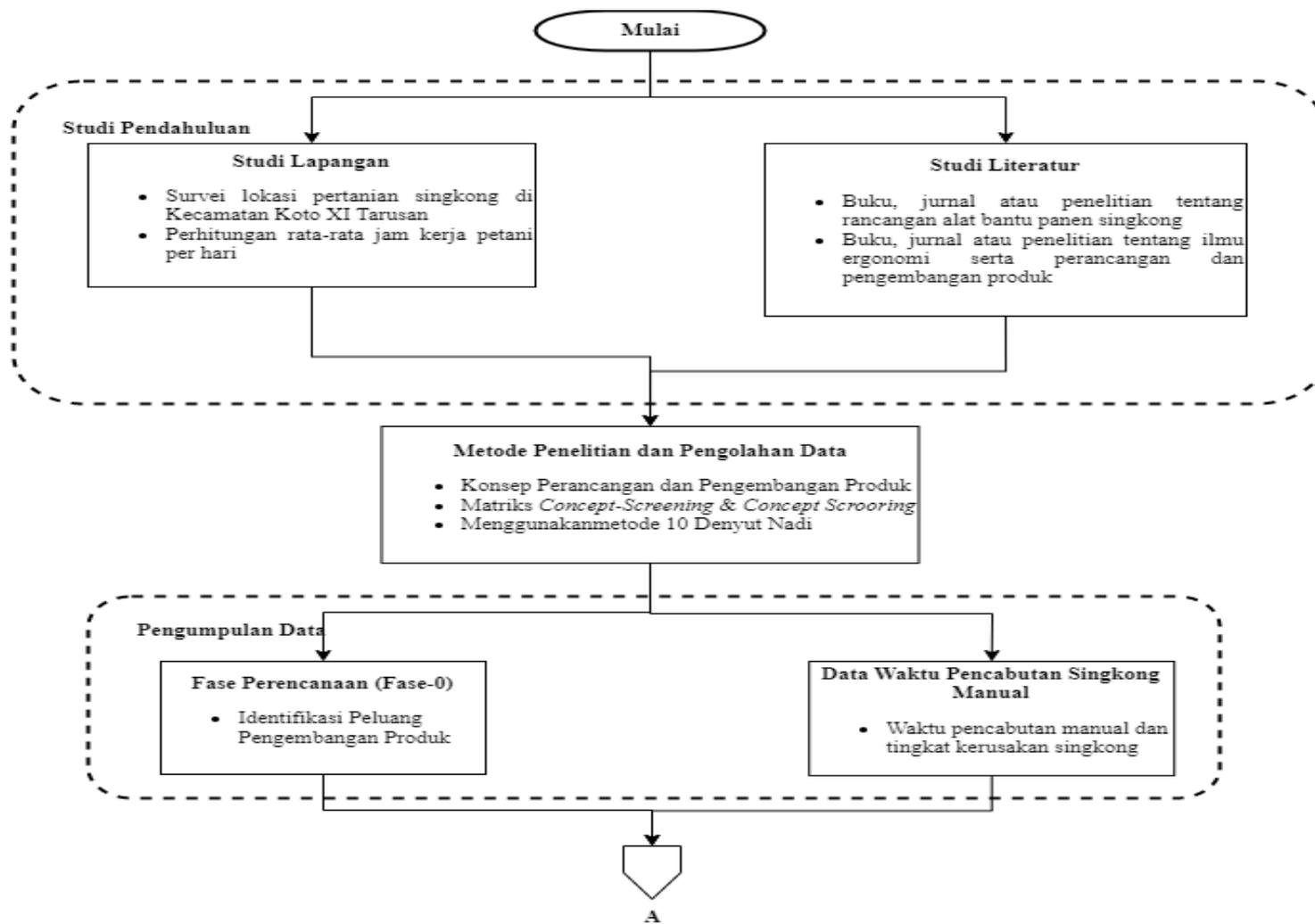
Analisis dilakukan setelah tahapan pengumpulan dan pengolahan data selesai dilakukan. Analisis yang dilakukan yaitu analisis dari alat pencabut singkong hasil pengembangan dengan rancangan alat oleh Asmal (2020), analisis pengaruh penggunaan alat terhadap waktu pencabutan, beban kerja fisik yang

dialami pada saat mencabut singkong, dan anggaran biaya pembuatan alat pencabut singkong.

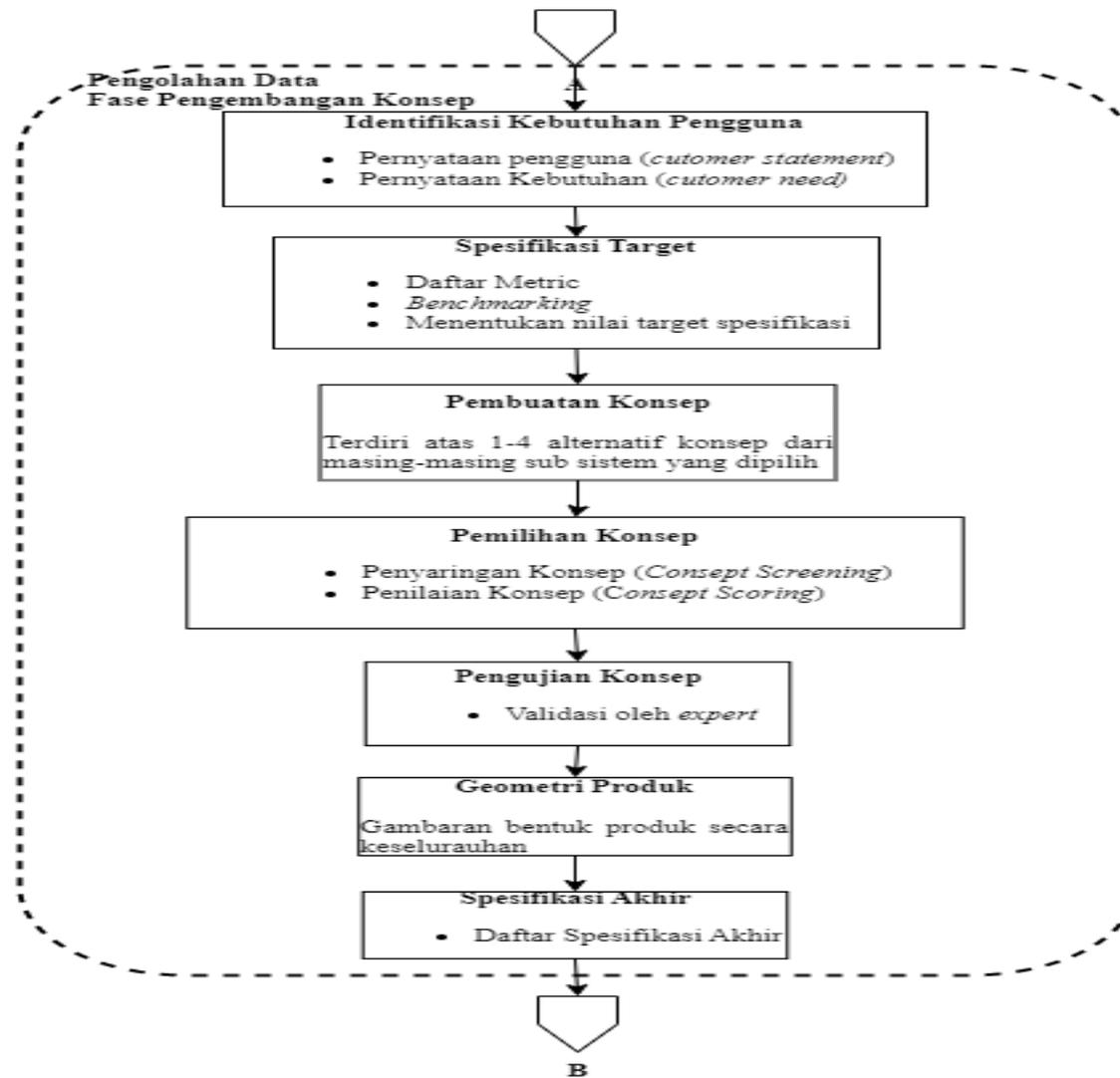
3.6 Penutup

Penutup berisikan kesimpulan dan saran. Kesimpulan berisikan tentang hasil dari penelitian yang telah dilakukan serta saran berupa masukan-masukan untuk kegiatan penelitian selanjutnya. Berikut ini *Flowchart* dari metodologi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.

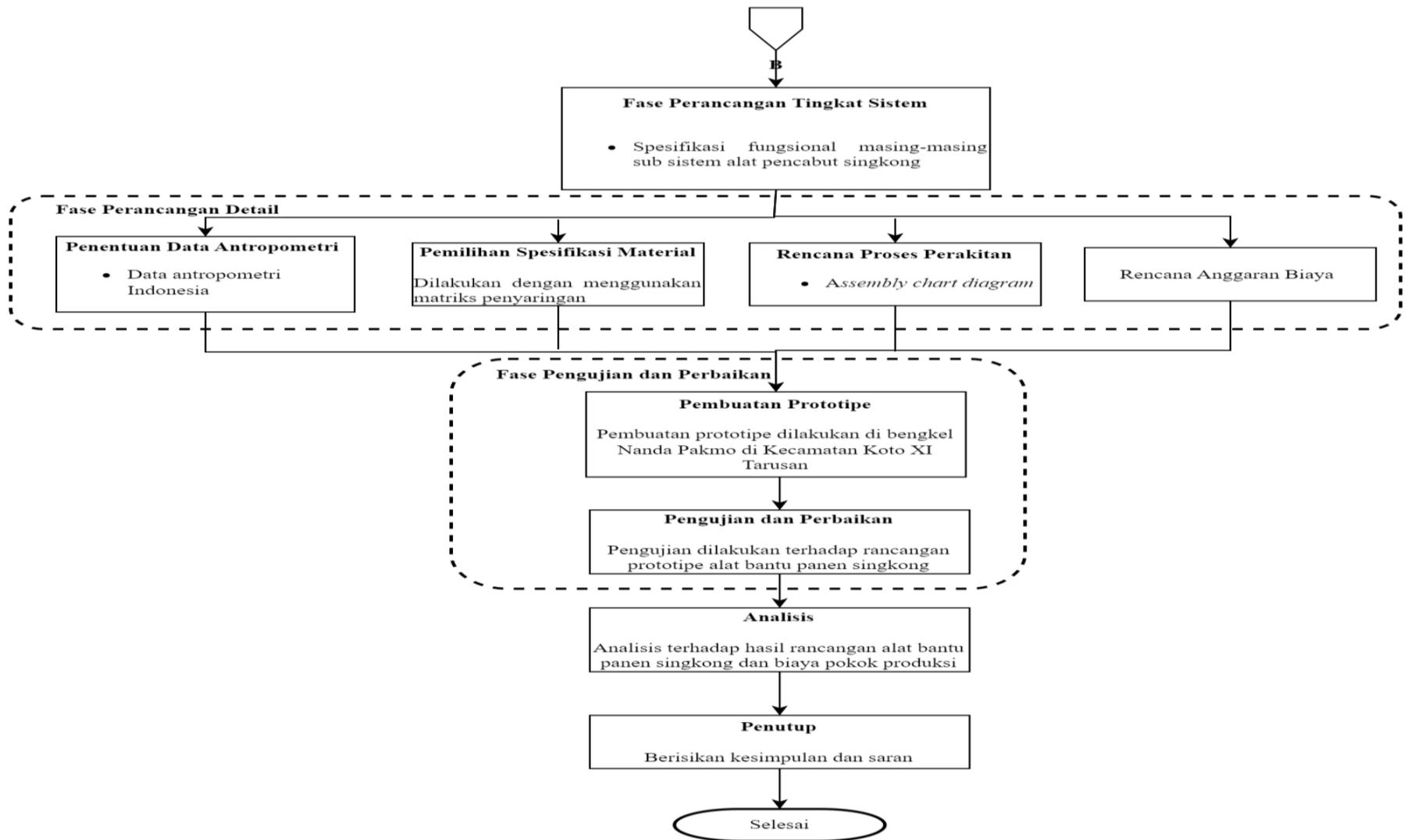




Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian (Lanjutan 1)



Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian (Lanjutan 2)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang pengumpulan data dan pengolahan data dalam proses perancangan alat panen singkong. Untuk penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada uraian dibawah ini.

4.1 Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data terdiri dari waktu pencabutan singkong manual tanpa alat dan fase perencanaan yang disebut sebagai fase 0 dalam suatu perancangan. Tahapan dalam fase perencanaan meliputi identifikasi peluang pengembangan produk.

4.1.1 Waktu Pencabutan Singkong Manual

Waktu pencabutan singkong secara manual dihitung mulai dari aspek pemotongan batang singkong sampai singkong siap untuk dikumpulkan menggunakan *stopwatch*. Pada kegiatan ini dilakukan pengukuran tingkat kerusakan singkong menggunakan timbangan dengan cara mengukur bobot berat singkong yang rusak secara langsung. Berdasarkan pengujian 20 kali pencabutan singkong tanpa menggunakan alat, didapatkan rata-rata waktu proses pencabutan singkong sebesar $12,24 \approx 13$ detik/batang. Dengan cara pencabutan manual didapatkan data kerusakan atau singkong yang tertinggal di dalam tanah setelah pencabutan rata-rata per batang sebesar 144,23 gram per batang. **Tabel 4.1** menampilkan data waktu proses pencabutan singkong, bobot berat umbi singkong, dan kerusakan singkong.

Tabel 4.1 Waktu, Berat, dan Kerusakan Singkong pada Proses Pencabutan Manual

No	Waktu (s)	Berat Berhasil Dicabut (gr)	Kerusakan (gr)
1	10,43	400	100
2	12,51	4800	100
3	13,25	4500	300
4	14,49	300	1600
5	10,95	800	200
6	13,4	400	100
7	14,36	1200	400
8	12,15	1800	0
9	9,43	700	0
10	10,11	2200	0
11	14,36	1600	0
12	13,47	1500	0
13	11,35	800	500
14	9,36	600	200
15	13,42	900	0
16	11,37	1100	0
17	13,03	1300	100
18	12,12	700	0
19	11,44	900	0
20	13,67	700	0
21	12,87	1300	0
22	12,98	900	0
23	10,46	900	150
24	11,76	1200	0
25	13,23	1200	0
26	12,36	1400	0
Total	318,33	34100	3750
Rata-rata	12,24	1311,54	144,23

Berat rata-rata umbi singkong yang berhasil dicabut tanpa menggunakan alat adalah 1311,54 gram atau 1,31 kg. Berdasarkan penjumlahan data rata-rata berat umbi singkong tercabut ditambah dengan kerusakan singkong, maka dapat dihitung rata-rata berat total umbi singkong per batang adalah sebesar 1455,77 gram atau 1,46 kg.

4.1.2 Fase Perencanaan

Berdasarkan penelitian sebelumnya, alat pencabut singkong yang dibuat memiliki banyak kekurangan dan memiliki potensi untuk dikembangkan. Dipilih satu produk rancangan dari penelitian terdahulu untuk dikembangkan yaitu alat pencabut singkong pada penelitian yang dilakukan Asmal (2020). Pemilihan rancangan alat ini didasarkan bahwa dilihat dari dimensi alat yang tidak terlalu besar dibandingkan penelitian yang lain. Berdasarkan efektifitas alat pencabut singkong rancangan Asmal (2020) lebih baik dibandingkan alat pada penelitian yang lain. Namun masih terdapat beberapa kekurangan dari rancangan Asmal (2020). Setelah dianalisa lebih lanjut, ditemukan kekurangan yang perlu dilakukan perbaikan terhadap alat pencabut singkong. Pertama, waktu yang diperlukan untuk mencabut batang singkong dinilai lebih lama dan lambat. Hal ini dapat diketahui dari sistem pengait batang singkong yang menggunakan sistem ikat. Dimana batang singkong diikatkan terlebih dahulu ke ujung lengan tuas sebelum tuas ditekan ke bawah. Dengan kondisi ini waktu yang digunakan untuk mencabut singkong menjadi lebih lama.

Kedua, pemilihan material yang digunakan juga belum memperlihatkan spesifikasi kebutuhan dari pengguna. Dimana penggunaan dimensi/diameter pipa menyebabkan pengguna harus memegang dengan kedua tangan. Alat terbuat dari pipa berukuran besar, sehingga alat pencabut singkong ini memiliki berat yang cukup besar dan cukup sulit untuk dipindahkan dari satu posisi ke posisi lainnya. Dimensi alat adalah lebar depan 40 cm, lebar samping 40 cm, tinggi 70 cm, dan panjang lengan tuas 200 cm. Alat pencabut singkong tidak dilengkapi oleh pegangan khusus untuk mengangkat dan memindahkan alat menjadikan operator mengalami kesulitan dan memindahkan alat.

Ketiga, alat pencabut singkong hasil rancangan tidak mempertimbangkan aspek biaya dalam pembuatannya. Perhitungan biaya pembuatan alat tidak dilakukan pada penelitian ini, sehingga besaran biaya yang dikeluarkan untuk menghasilkan satu unit alat pencabut singkong tidak tergambarkan. Penggunaan

material besi pipa secara keseluruhan pada alat pencabut singkong berdampak pada biaya pembelian material yang besar. Selain itu, biaya pembuatan/pengelasan alat juga akan semakin besar. Maka dari itu, perlunya pertimbangan penggunaan material dalam pembuatan alat pencabut singkong.

Berdasarkan kekurangan yang ada pada penelitian sebelumnya, maka dipilih beberapa subsistem untuk dikembangkan seperti, kerangka tumpuan, lengan tuas, dan pengait. Selain melakukan pengembangan dari subsistem tersebut, dilakukan penambahan beberapa subsistem yang dianggap penting dan dapat mempermudah dalam penggunaan alat dengan tetap mempertimbangkan aspek ergonomi suatu rancangan. Subsistem yang ditambahkan pada rancangan ini terdiri dari, penambahan *handgrip* dan lain sebagainya.

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan pada tahapan pengembangan produk mulai dari fase pengembangan konsep, fase perancangan tingkat sistem, fase perancangan detail, dan fase pengujian dan perbaikan.

4.2.1 Fase Pengembangan Konsep

Fase pengembangan konsep menghasilkan beberapa konsep rancangan dari subsistem ataupun komponen dari alat panen singkong yang akan dikembangkan. Dalam tahapan ini terdapat beberapa aktivitas penting diantaranya identifikasi kebutuhan pengguna, penentuan spesifikasi produk, pembuatan konsep, dan pemilihan konsep. Berikut ini dijelaskan secara rinci terkait dengan aktivitas yang dilakukan dalam fase pengembangan konsep. Kegiatan identifikasi kebutuhan pengguna dapat dilihat pada **Lampiran B**.

4.2.1.1 Identifikasi Kebutuhan Pengguna

Data kebutuhan pelanggan didapatkan melalui teknik wawancara langsung dengan petani singkong. Berdasarkan data kebutuhan pelanggan yang didapatkan, selanjutnya dilakukan identifikasi alat seperti apa yang dibutuhkan oleh pengguna (*user*). Dalam identifikasi kebutuhan pengguna terdapat tiga tahapan antara lain pernyataan pengguna, kebutuhan pengguna, dan Hirarki *need statement*.

a. Pernyataan Pengguna

Pernyataan pengguna merupakan suatu pernyataan dari pengguna (*user*) yaitu petani singkong di Kecamatan Koto XI Tarusan sebanyak 12 orang. Pernyataan pengguna digunakan sebagai acuan dalam menentukan kebutuhan pengguna terhadap alat pencabut singkong. Diajukan empat jenis pertanyaan kepada pengguna/petani berkaitan dengan alat pencabut singkong. Diadopsi dari buku *Product Design and Development* karangan Ulrich (2016). Berdasarkan hasil wawancara dengan petani singkong, maka didapatkan beberapa pernyataan pengguna. **Tabel 4.2** menampilkan data pernyataan pengguna terhadap alat pencabut singkong.

Tabel 4.2 Pernyataan Pengguna

Responden: Petani Singkong		Pewawancara : Megi Saputra
Alamat : Kenagarian Jinang Kp. Pansur		Tanggal : 5 Agustus 2022
Pertanyaan	Pernyataan Pengguna	Interpretasi Kebutuhan Pengguna
Alat pencabut singkong seperti apa yang anda inginkan saat digunakan?	Alat lebih efisien.	Alat dapat bekerja dengan cepat.
	Tidak membutuhkan banyak tenaga saat digunakan.	Gaya angkat alat besar dengan sedikit usaha yang diberikan.
	Alat harus sedikit berat dan kuat sehingga bisa ditusukan ke dalam tanah.	Alat terbuat dari bahan yang keras dan kuat
	Tidak rumit/mudah saat digunakan.	Alat mudah dioperasikan.
	Mudah dibawa.	Alat berukuran kecil dan menggunakan material yang ringan.
	Ringan saat dibawa/digunakan.	Alat terbuat dari material yang ringan.

Tabel 4.2 Pernyataan Pengguna (Lanjutan 1)

Responden: Petani Singkong		Pewawancara : Megi Saputra
Alamat : Kenagarian Jinang Kp. Pansur		Tanggal : 5 Agustus 2022
Pertanyaan	Pernyataan Pengguna	Interpretasi Kebutuhan Pengguna
	Bisa mencabut lebih dari satu batang ubi.	Alat mempunyai pengait batang ubi lebih dari satu pengait.
	Nyaman digunakan pada saat mencabut singkong.	Tuas alat pencabut singkong nyaman saat digenggam.
Apa kelebihan desain alat pencabut singkong yang ada saat ini?	Mudah bergerak.	Engsel bergerak dengan baik.
	Dimensi tidak terlalu besar.	Dimensi alat kecil.
	Tidak membutuhkan banyak energi.	Daya angkat alat besar.
	Lebih cepat kerjaan.	Alat dapat mencabut singkong dengan cepat.
	Bisa mengurangi jumlah tenaga kerja.	Alat dapat mengurangi penggunaan tenaga kerja yang banyak.
	Alat terbuat dari besi yang kuat.	Alat terbuat dari material yang kuat.
	Lebih mudah saat mencabut ubi/singkong.	Alat dapat bekerja dengan baik.
Apa kekurangan desain alat pencabut singkong yang ada saat ini?	Pengait tidak bisa masuk ke dalam tanah.	Pengait memiliki sisi yang tipis dan kuat.
	Tidak memiliki timbangan.	Menambahkan timbangan ubi pada alat.
	Posisi berdiri kurang stabil.	Memperbaiki desain kaki alat.
	Terlalu tinggi dimensi alat.	Ketinggian alat disesuaikan dengan data antropometri.
	Tuas terlalu panjang sehingga sulit digunakan.	Memperpendek panjang tuas.
	Engsel diperendah lagi posisinya.	Ketinggian letak engsel alat disesuaikan dengan data antropometri.
	Pengait batang singkong kurang bagus.	Pengait dapat bergerak dan menjepit.
	Dimensi besi terlalu besar sehingga susah digenggam.	Menggunakan besi dengan ukuran yang tidak besar.
	Kaki belakang pendek.	Memperpanjang kaki belakang alat.
	Alat berat.	Alat terbuat dari material yang ringan.
	Dimensi alat besar secara keseluruhan.	Menyesuaikan dimensi alat dengan data antropometri.
	Waktu pencabutan singkong lama karena harus mengikat batang singkong ke alat terlebih dahulu.	Pengait alat dapat menjepit batang ubi.

Tabel 4.2 Pernyataan Pengguna (Lanjutan 2)

Responden: Petani Singkong		Pewawancara : Megi Saputra
Alamat : Kenagarian Jinang Kp. Pansur		Tanggal : 5 Agustus 2022
Pertanyaan	Pernyataan Pengguna	Interpretasi Kebutuhan Pengguna
	Ketinggian alat tidak bisa diatur.	Alat lebih <i>adjustable</i> .
	Tangkai tuas alat kepanjangan serta tidak bisa diatur.	Alat lebih <i>adjustable</i> .
Perubahan apa yang anda inginkan dari alat pencabut singkong saat ini?	Mempunyai alat pengangkut	Alat dilengkapi dengan wadah pengangkut singkong.
	Memiliki timbangan	Alat dilengkapi dengan timbangan.
	Kaki belakang diperpanjang	Memperpanjang ukuran kaki belakang alat.
	Rancangan engsel diperendah	Ketinggian engsel disesuaikan dengan data antropometri.
	Pengait diperbaiki agar tidak memakan waktu saat mencabut singkong	Pengait dapat mengait batang singkong dengan cepat.
	Dimensi alat kurang bagus	Dimensi alat disesuaikan dengan data antropometri.
	Diameter bahan yang digunakan terlalu besar.	Diameter material lebih kecil.
Panjang tuas dapat disesuaikan.	Alat lebih <i>adjustable</i> .	

b. Kebutuhan Pengguna

Hasil dari pernyataan pengguna kemudian diterjemahkan menjadi kebutuhan pengguna. Tujuannya adalah agar kebutuhan pengguna dapat dimengerti dan dipahami oleh rancangan alat pencabut singkong yang baru. **Tabel 4.3** menampilkan data kebutuhan pengguna terhadap alat pencabut singkong.

Tabel 4.3 Kebutuhan Pengguna

No	Kebutuhan Pengguna
1	Alat dapat bekerja dengan cepat
2	Gaya angkat alat besar dengan sedikit usaha yang diberikan
3	Alat terbuat dari bahan yang keras dan kuat
4	Alat mudah dioperasikan

Tabel 4.3 Kebutuhan Pengguna (Lanjutan)

No	Kebutuhan Pengguna
5	Alat berukuran kecil
6	Alat terbuat dari material yang ringan dan kuat
7	Alat mempunyai pengait batang ubi lebih dari satu pengait
8	Bekerja dengan posisi tidak membungkuk
9	Engsel bergerak dengan baik
10	Daya angkat alat besar
11	Alat dapat mengurangi penggunaan tenaga kerja yang banyak
12	Alat dapat bekerja dengan baik
13	Pengait memiliki sisi yang tipis dan kuat
14	Ketinggian alat disesuaikan dengan data antropometri
15	Memperpendek panjang tuas
16	Ketinggian letak engsel alat disesuaikan dengan data antropometri
17	Pengait dapat bergerak dan menjepit
18	Alat lebih <i>adjustable</i>
19	Menggunakan besi dengan ukuran yang tidak besar
20	Memperpanjang kaki belakang alat
21	Menyesuaikan dimensi alat dengan data antropometri

Berdasarkan **Tabel 4.3**, diketahui terdapat 21 jenis kebutuhan pengguna untuk alat pencabut singkong. Jenis kebutuhan ini didapatkan dari hasil pendefinisian pernyataan pengguna menjadi kebutuhan pengguna.

4.2.1.2 Spesifikasi Target

Spesifikasi target ditentukan dari tahapan menetapkan daftar *metric* dan mengumpulkan informasi *benchmarking* terhadap produk pembanding. Dalam menetapkan daftar *metric*, maka satu *metric* memenuhi lebih dari satu kebutuhan (*need*). Sebelum menyusun daftar *metric* dilakukan pengumpulan informasi *benchmarking* dari alat pencabut singkong yang sudah ada sebelumnya.

a. Menyiapkan daftar *metric*

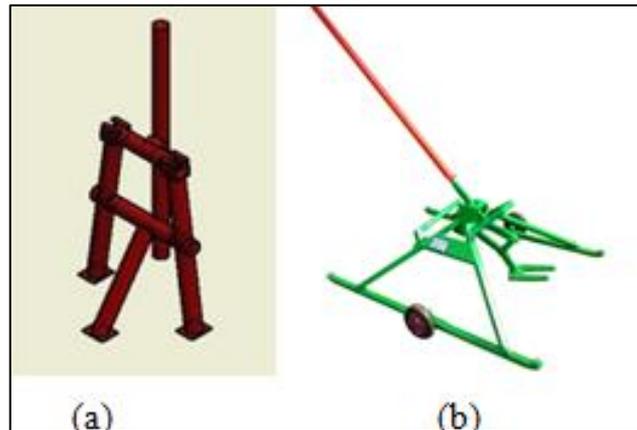
Suatu *metric* diasumsikan menerjemahkan kebutuhan pelanggan ke sekumpulan spesifikasi yang tepat dan terukur yang mengarah pada pemenuhan kebutuhan pelanggan. Daftar *metric* menunjukkan ukuran-ukuran yang dijadikan sebagai standar untuk perancangan produk. Ukuran-ukuran yang ada ditentukan untuk memenuhi masing-masing kebutuhan pengguna pada tahapan sebelumnya. Daftar *metric* alat pencabut singkong dapat dilihat pada **Tabel 4.4**.

Tabel 4.4 Daftar *Metric*

No. <i>Metric</i>	Nomor Kebutuhan	<i>Metric</i>	Satuan
1	1, 4	Waktu mencabut singkong.	detik
2	3,6,13,19	Alat terbuat dari material baja.	kilogram
3	7	Jumlah pengait singkong	unit
4	20	Ketinggian kaki rangka/tumpuan	centimeter
5	9,12	Engsel mudah bergerak	Mudah/tidak
6	2, 10	Gaya angkat alat	Newton
7	18	Alat lebih <i>adjustable</i>	Ya/Tidak
8	5,14,15,21	Ketinggian alat	centimeter
9	17	Pengait bersifat dinamis	Ya/tidak
10	11	Tenaga kerja/Operator	orang
11	8	Bekerja dengan nyaman	Ya/Tidak
12	16	Ketinggian engsel	cm

b. Mengumpulkan informasi tentang produk yang sudah ada (*benchmarking*)

Setelah tahapan penyusunan daftar *metric*, selanjutnya dilakukan pengumpulan informasi mengenai produk yang sudah ada dipasaran (*benchmarking*) dari alat pencabut singkong. Produk yang dijadikan pembanding pada *benchmarking* ini dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4.1 Produk Pembanding (a) Rancangan Asmal (2020), (b) Manual

Cassava Levers

Produk (a) merupakan rancangan alat pencabut singkong hasil penelitian Asmal (2020) dan dijadikan sebagai produk yang akan dikembangkan. Produk (b) dipilih sebagai produk pembanding dikarenakan memiliki prinsip kerja dan bentuk yang hampir sama dengan produk (a). Produk (b) merupakan produk yang sudah diperjual belikan dan tersedia di pasaran. Produk (b) diperoleh melalui pencarian dari *marketplace* (<https://m.indotrading.com/>).

c. Menentukan nilai target spesifikasi

Nilai-nilai standar ukuran didapatkan berdasarkan spesifikasi dari masing-masing produk. Berdasarkan tahapan *benchmarking* yang dilakukan kemudian didapatkan nilai ideal dan nilai marginal untuk masing-masing *metric*. Nilai ideal menunjukkan nilai standar harapan dari produk yang akan dikembangkan. Sedangkan nilai marginal menunjukkan nilai batasan maksimum ataupun minimum dari masing-masing *metric*. Spesifikasi target dari alat pencabut singkong dapat dilihat pada **Tabel 4.5**.

Tabel 4.5 Daftar Spesifikasi Target

No. Metric	Nomor Kebutuhan	Metric	Satuan	Benchmarking		Nilai Ideal	Nilai Marginal
				Produk A	Produk B		
1	1, 4	Waktu mencabut singkong.	detik	>120	<60	<60	<120
2	3,6,13,19	Alat terbuat dari material baja.	kilogram	>4	<3	<4	4
3	7	Jumlah pengait singkong	unit	1	1	1	1
4	20	Ketinggian kaki rangka/tumpuan	centimeter	70	<50	>50	<70
5	9,12	Engsel mudah bergerak	Mudah/sulit	Mudah	Mudah	Mudah	Mudah
6	2, 10	Gaya angkat alat	Newton	2000	<2000	<2000	2000
7	18	Alat lebih <i>adjustable</i>	Ya/Tidak	Tidak	Ya	Ya	Ya
8	5,14,15,21	Ketinggian alat	centimeter	200	180	<180	180
9	17	Pengait bersifat dinamis	Ya/tidak	Tidak	Tidak	Ya	Ya
10	11	Tenaga kerja/Operator	orang	1	1	1	1
11	8	Bekerja dengan nyaman	Ya/Tidak	Tidak	Ya	Ya	Ya
12	16	Ketinggian engsel	cm	70	<50	>50	<70

Berikut ini rincian standar ukuran kualitatif yang terdapat pada daftar spesifikasi target.

- a. Engsel mudah bergerak, yaitu kemampuan engsel seberapa mampu untuk bergerak pada saat digunakan untuk mencabut batang singkong. Dalam

menentukan tingkat kemudahan gerakan engsel digunakan kriteria kriteria berikut.

- Mudah bergerak (engsel dapat bergerak dengan baik dengan tenaga yang dikeluarkan normal)
 - Sulit bergerak (engsel tidak dapat bergerak maksimal dengan menggunakan tenaga normal)
- b. Alat lebih *adjustable*, yaitu seberapa besar kemampuan alat dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Dalam menentukan tingkat *adjustable* alat pencabut singkong apabila kriteria berikut terpenuhi.
- Ya (alat pencabut singkong dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna)
 - Tidak (alat pencabut singkong tidak/kurang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna)
- c. Pengait bersifat dinamis, yaitu pengait yang berfungsi menjepit batang singkong dapat digerakkan sesuai dengan kebutuhan untuk menjepit batang singkong. terdapat kriteria penilaian yang digunakan dalam menentukan sifat pengait sebagai berikut.
- Ya (pengait bersifat bisa digerakkan membuka dan menutup pada saat mencabut batang singkong)
 - Tidak (pengait tidak dapat digerakkan membuka dan menutup pada saat mencabut batang singkong)
- d. Bekerja dengan nyaman, yaitu dalam menggunakan alat pencabut singkong operator tidak mudah mengalami kelelahan, penggunaan tenaga yang sedikit dan hasil yang maksimal dan terhindar dari resiko cedera pada bagian tubuh. Adapun kriteria penilaian yang digunakan dalam menentukan tingkat kenyamanan sebagai berikut.
- Ya (alat digunakan dengan nyaman dan aman)
 - Tidak (mengalami keluhan kelelahan dalam penggunaan alat)

Kemudian dari daftar *metric* tersebut dilanjutkan dengan membuat matriks “*need-metric*” yang memperlihatkan bagaimana hubungan antara *metric* yang telah ditetapkan dengan pernyataan kebutuhan dari produk alat pencabut singkong. **Tabel 4.6** menampilkan matriks *need-metric* dari alat pencabut

singkong. Berdasarkan **Tabel 4.6** dapat diketahui bahwa setiap masing-masing kebutuhan dapat dipenuhi oleh satu *metric* yang dijadikan standar ukuran dalam perancangan.

Tabel 4.6 Matriks “Need-Metric” Produk Alat Pencabut Singkong

Need	Metric											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Waktu mencabut singkong	Alat terbuat dari material baja	Jumlah pengait singkong	Ketinggian kaki tumpuan	Engsel bergerak dengan baik	Gaya angkat alat	Alat lebih <i>adjustable</i>	Ketinggian alat	Pengait bersifat dinamis	Tenaga kerja/Ha	Bekerja dengan nyaman	Ketinggian engsel
1	Alat dapat bekerja dengan cepat	●										
2	Gaya angkat alat besar dengan sedikit usaha yang diberikan					●						
3	Alat terbuat dari bahan yang keras dan kuat		●									
4	Alat mudah dioperasikan	●										
5	Alat berukuran kecil							●				
6	Alat terbuat dari material yang ringan dan kuat		●									
7	Alat mempunyai pengait batang ubi lebih dari satu pengait			●								
8	Bekerja dengan posisi tidak membungkuk										●	
9	Engsel bergerak dengan baik				●							
10	Daya angkat alat besar					●						
11	Alat dapat mengurangi penggunaan tenaga kerja yang banyak									●		
12	Alat dapat bekerja dengan baik				●							
13	Pengait memiliki sisi yang tipis dan kuat		●									
14	Ketinggian alat disesuaikan dengan data antropometri							●				
15	Memperpendek panjang tuas							●				
16	Ketinggian letak engsel alat disesuaikan dengan data antropometri											●
17	Pengait dapat bergerak dan menjepit								●			
18	Alat lebih <i>adjustable</i>						●					
19	Menggunakan besi dengan ukuran yang tidak besar		●									
20	Memperpanjang kaki belakang alat			●								
21	Menyesuaikan dimensi alat dengan data antropometri							●				

4.2.1.3 Pembuatan Konsep (*Concept Generation*)

Konsep produk merupakan deskripsi tentang perkiraan teknologi, prinsip kerja, dan bentuk produk (Ulrich, 2016). Dalam tahapan pembuatan konsep hal yang menjadi perhatian khusus terletak pada fungsi utama dari alat pencabut singkong yaitu kemampuan dan efektivitas alat dalam proses pencabutan singkong. Alat pencabut singkong pada produk yang akan dikembangkan terdiri dari bagian utama antara lain kerangka tumpuan, pengait, dan lengan tuas. Pemilihan sub-sistem ini didasarkan pada kebutuhan pengguna terhadap alat pencabut singkong yang baik dari segi waktu penggunaan, biaya yang dikeluarkan, kemudahan saat menggunakan alat, dan kekuatan alat untuk dapat menahan beban yang besar saat digunakan. Berikut ini dijelaskan beberapa variasi konsep produk untuk masing-masing subsistem alat pencabut singkong.

1. Kerangka Tumpuan

Kerangka tumpuan pada alat sebelumnya memiliki bentuk kerangka tiga kaki dengan menggunakan material besi pipa berongga dengan dimensi yang besar. Kerangka tumpuan pada alat sebelumnya tidak digunakan dikarenakan jika dilihat dari material yang digunakan dan biaya pembelian material tergolong besar. Diperlukan perancangan ulang sub-sistem kerangka tumpuan berguna untuk memenuhi kebutuhan pengguna antara lain, alat berukuran kecil, mudah digunakan, ringan dan kuat, serta menggunakan material besi yang tidak besar.



Gambar 4.2 Kerangka Tumpuan Alat Sebelumnya

Variasi konsep yang akan dibuat pada sub-sistem kerangka tumpuan ini terdiri dari 3 variasi konsep, yaitu kerangka tumpuan plat lengkung, kerangka tumpuan satu kaki, dan kerangka tumpuan tiga kaki. Dari ketiga variasi konsep ini ditentukan kekurangan dan kelebihan masing-masingnya. Kelebihan dan kekurangan ditentukan sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan oleh pengguna. Berikut ini perbandingan rancangan beberapa variasi konsep dari kerangka tumpuan alat pecabut singkong yang dapat dipertimbangkan.

a. Kerangka Plat Lengkung

Kelebihan:

- 1) Material yang digunakan berbentuk plat, sehingga lebih menghemat biaya pengelasan.
- 2) Kekuatan tumpuan besar, karena luas penampang besar yang akan menahan beban.
- 3) Lebih mudah dibentuk atau diolah menjadi kerangka tumpuan.
- 4) Menghemat dalam waktu proses pembuatan.
- 5) Sub-sistem lebih mudah dan cepat diposisikan saat mencabut singkong.
- 6) Memiliki sisi tajam pada bagian ujung kerangka dan dapat masuk ke dalam tanah.

Kekurangan:

- 1) Ketinggian kerangka tumpuan saat digunakan tidak menggunakan dimensi antropometri yaitu kurang dari 63,9 cm.

b. Kerangka Satu Kaki

Kelebihan:

- 1) Material besi yang digunakan tidak terlalu banyak.
- 2) Hemat biaya pengadaan besi dan biaya pengelasan kerangka.

Kekurangan:

- 1) Stabilitas dalam posisi berdiri alat kurang baik, karena hanya menggunakan satu kaki kerangka.
- 2) Memerlukan akurasi yang baik untuk memosisikan kaki kerangka di tanah.

3) Memiliki potensi kaki kerangka mudah terbenam ke dalam tanah saat proses pencabutan singkong.

c. Kerangka Tiga Kaki

Kelebihan:

- 1) Stabilitas/keseimbangan alat saat proses pencabutan singkong lebih baik, karena ditopang oleh tiga kaki kerangka.
- 2) Kerangka bersifat kokoh dan kuat saat digunakan mencabut singkong.
- 3) Mengurangi tenaga dalam proses pencabutan alat.

Kekurangan:

- 1) Memerlukan besi yang banyak dalam membuat kerangka.
- 2) Kurang ekonomis, memakan biaya dalam pengadaan besi dan biaya pengelasan kerangka.
- 3) Membutuhkan ketepatan dalam memposisikan kerangka di atas tanah agar posisi kerangka tidak miring.
- 4) Membutuhkan waktu lama dalam proses pengelasan material menjadi kerangka.

Berikut ini merupakan contoh variasi rancangan dari kerangka tumpuan alat pencabut singkong terlihat pada **Gambar 4.3**.



Gambar 4.3 Rancangan Kerangka Tumpuan

2. Lengan Tuas

Sub-sistem lengan tuas pada alat sebelumnya berbentuk lurus dengan menggunakan besi pipa berongga dengan dimensi yang besar. Material yang digunakan cukup besar sehingga kemampuan operator untuk menggenggam lengan tuas tidak maksimal. Lengan tuas pada alat sebelumnya juga tidak dilengkapi dengan pegangan khusus yang dapat membantu operator saat menggunakan alat. Maka dengan kondisi ini akan menimbulkan kondisi tidak nyaman saat menggenggam lengan tuas dalam menggunakannya. Maka, untuk memenuhi kebutuhan pengguna yang berkaitan dengan tingkat kenyamanan saat menggunakan alat dan penggunaan material yang tidak terlalu besar diperlukan perbaikan rancangan lengan tuas sesuai dengan kebutuhan pengguna. **Gambar 4.4** menampilkan bentuk asli lengan tuas pada alat sebelumnya.



Gambar 4.4 Lengan Tuas Alat Sebelumnya

Lengan Tuas pada alat pencabut singkong dirancang tidak mudah patah ataupun bengkok saat digunakan. Lengan tuas memiliki panjang yang sesuai dengan kebutuhan pengguna, sehingga alat digunakan dapat mengurangi posisi membungkuk yang lama saat bekerja. Lengan tuas memiliki berat yang ringan sehingga tidak membutuhkan tenaga saat mengangkat alat. Terdapat tiga variasi konsep yang dibuat dengan tujuan dapat memenuhi kebutuhan pengguna, antara lain lengan tuas lurus besi bulat, lengan tuas T besi segiempat, dan lengan tuas Y

besi bulat. Berikut ini beberapa alternatif rancangan lengan tuas pada alat pencabut singkong.

a. Lengan Tuas Lurus Besi Bulat

Kelebihan:

- 1) Waktu pembuatan lebih cepat.
- 2) Biaya pembuatan lebih sedikit.
- 3) Rancangan lebih sederhana dan mudah saat digunakan.
- 4) Nyaman saat digenggam, karena menggunakan besi bulat.
- 5) Diameter besi yang digunakan harus disesuaikan dengan data genggam tangan manusia dewasa.

Kekurangan:

- 1) Menggunakan material yang panjang.

b. Lengan Tuas T Besi Segiempat

Kelebihan:

- 1) Memiliki pegangan tangan khusus pada bagian ujung lengan tuas.

Kekurangan:

- 1) Besi yang digunakan tidak nyaman digenggam saat digunakan.
- 2) Waktu pembuatan lengan lebih lama dibandingkan dengan lengan lurus.

c. Lengan Tuas Y Besi Bulat

Kelebihan:

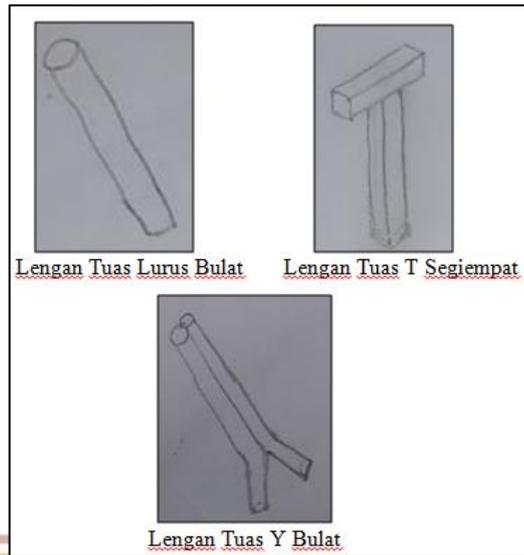
- 1) Memiliki pegangan tangan khusus pada kedua lengan tuas.
- 2) Lebih nyaman digenggam dibanding lengan tuas besi segiempat.

Kekurangan:

- 1) Kurang nyaman digunakan, karena menggunakan dua lengan yang dapat bergerak.
- 2) Biaya pembuatan lebih besar karena menggunakan banyak material.
- 3) Waktu pembuatan lebih lama dibandingkan lengan tuas lurus besi bulat.

Variasi konsep dari sub-sistem yang dipilih antara lain terlihat pada

Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Rancangan Lengan Tuas

3. Pengait

Pemilihan sub-sistem pengait untuk dikembangkan dikarenakan pada alat pencabut singkong sebelumnya, pengait tidak dapat mencengkram batang singkong. Pengait pada alat pencabut singkong sebelumnya memiliki prinsip kerja dimana batang singkong diikatkan menggunakan tali atau rantai ke bagian ujung lengan tuas, sehingga kondisi ini menyulitkan operator untuk mencabut singkong dan membutuhkan waktu untuk mengikatkan batang singkong dengan tuas. Untuk dapat memenuhi kebutuhan pengguna, yaitu pengait dapat bergerak dan menjepit maka dilakukan perancangan ulang sistem pengait pada alat pencabut singkong sebelumnya. **Gambar 4.6** menampilkan bentuk pengait pada alat pencabut singkong sebelumnya.



Gambar 4.6 Pengait Alat Sebelumnya

Pengait harus memiliki spesifikasi yang baik untuk dirancang sehingga dapat mencabut singkong dengan maksimal. Pengait memiliki kemampuan yang baik saat digunakan, yaitu tidak membutuhkan waktu yang lama dalam menjepit batang singkong. Pengait dirancang dengan menggunakan material yang kuat dan tidak mudah patah. Terdapat empat variasi konsep pengait yang dibuat antara lain pengait statis menghadap dalam, pengait statis menghadap luar, pengait dinamis dua lengan, dan pengait dinamis satu lengan.

a. Pengait Statis Menghadap Dalam

Kelebihan:

- 1) Pengait lebih simpel dan sederhana, sehingga material yang digunakan lebih sedikit.
- 2) Ekonomis, biaya pengelasan lebih hemat.
- 3) Cara kerja lebih sederhana dalam mengait/menjepit batang singkong.
- 4) Hemat waktu dalam pembuatan pengait.

Kekurangan:

- 1) Pengait hanya memiliki satu sisi mata untuk menahan batang singkong saat dicabut.

b. Pengait Statis Menghadap Luar

Kelebihan:

- 1) Cara kerja pengait lebih sederhana dalam menjepit batang singkong dan waktu proses penjepitan lebih cepat.
- 2) Material yang digunakan lebih sedikit, sehingga biaya pengadaan besi lebih sedikit.
- 3) Biaya pengelasan lebih sedikit.
- 4) Hemat waktu proses pembuatan pengait.

Kekurangan:

- 1) Hanya memiliki satu sisi mata pengait untuk menahan singkong.

c. Pengait Dinamis Dua Lengan

Kelebihan:

- 1) Dapat menjepit batang singkong dalam ukuran kecil dan besar.

2) Meminimalis kerusakan batang singkong saat dijepit.

Kekurangan:

- 1) Membutuhkan material yang banyak dibanding pengait statis menghadap dalam dan luar.
- 2) Biaya pembuatan pengait lebih besar.
- 3) Waktu pengerjaan alat lebih lama.

d. Pengait Dinamis Satu Lengan

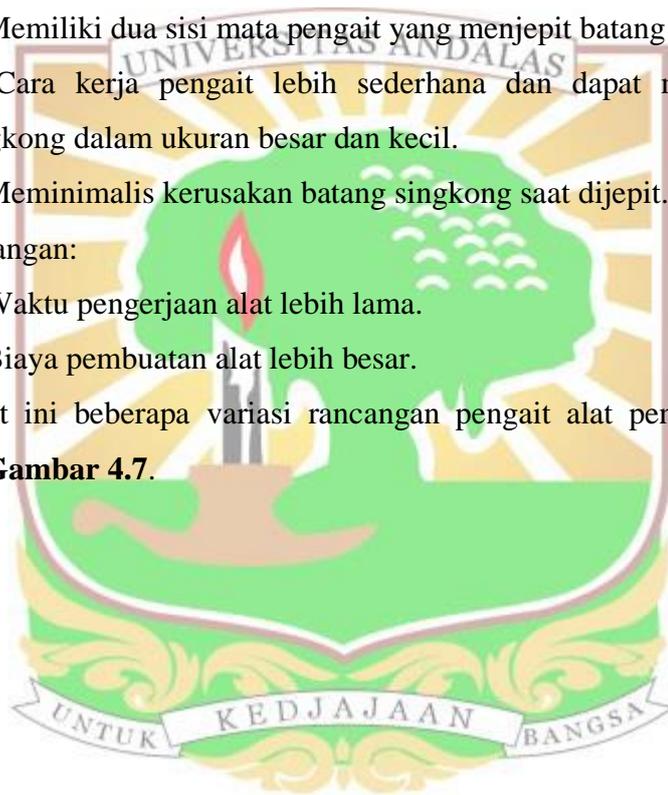
Kelebihan:

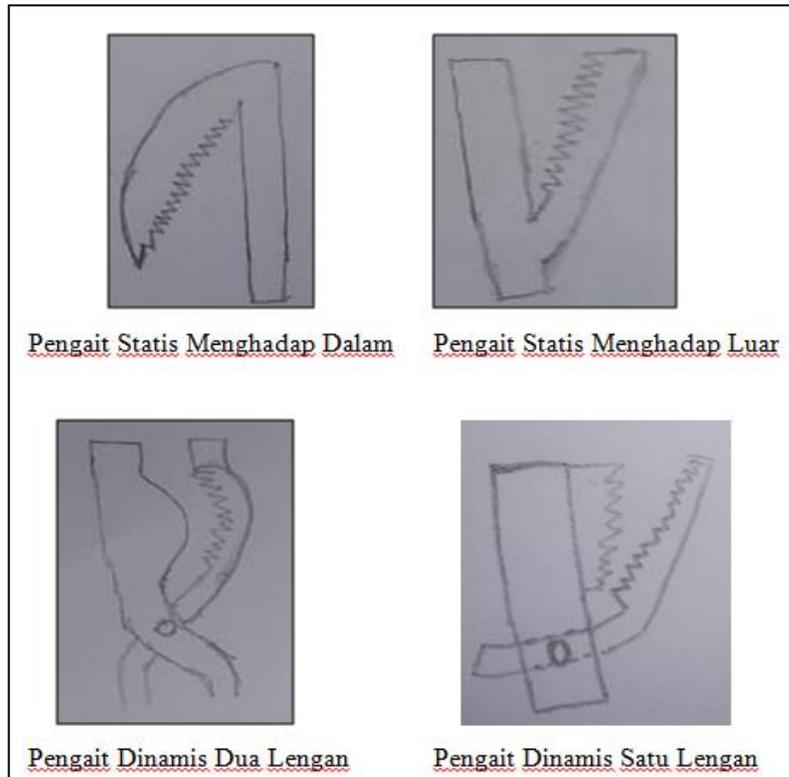
- 1) Memiliki dua sisi mata pengait yang menjepit batang singkong.
- 2) Cara kerja pengait lebih sederhana dan dapat menjepit batang singkong dalam ukuran besar dan kecil.
- 3) Meminimalis kerusakan batang singkong saat dijepit.

Kekurangan:

- 1) Waktu pengerjaan alat lebih lama.
- 2) Biaya pembuatan alat lebih besar.

Berikut ini beberapa variasi rancangan pengait alat pencabut singkong terlihat pada **Gambar 4.7**.





Gambar 4.7 Variasi Rancangan Pengait

4. *Handgrip* Tuas

Pemilihan sub-sistem *handgrip* untuk dikembangkan dikarenakan pada alat pencabut singkong sebelumnya tidak dilengkapi dengan *handgrip* khusus sebagai pegangan tangan saat mencabut singkong. Dalam prosesnya ujung lengan tuas dijadikan sebagai pegangan tangan saat mencabut singkong. Dalam hal ini, tangan operator langsung berinteraksi dengan besi pipa sehingga kondisi ini akan menimbulkan rasa tidak nyaman saat menggenggam dalam waktu yang cukup lama dalam mencabut singkong. Oleh karena itu, dilakukan perancangan *handgrip* pada alat pencabut singkong sesuai dengan kebutuhan pengguna agar dapat meningkatkan kenyamanan pengguna saat bekerja. **Gambar 4.8** menampilkan bentuk *handgrip* yang terdapat pada alat pencabut singkong sebelumnya.



Gambar 4.8 *Handgrip* Alat Sebelumnya

Spesifikasi *handgrip* yang digunakan dalam pembuatan alat pencabut singkong yang sesuai dengan kebutuhan adalah nyaman saat digenggam dan dioperasikan. Tidak mudah rusak dan lecet, serta tidak licin saat digunakan. Pada alat pencabut singkong sebelumnya tidak menggunakan *handgrip* tuas. Selain tidak nyaman saat digunakan, ukuran besi yang digunakan juga terlalu besar sehingga operator kesulitan untuk menggenggam tuas pengungkit alat pencabut singkong. Untuk menyelesaikan masalah tersebut, maka dapat menggunakan beberapa alternatif *handgrip* yang dapat memberikan kenyamanan tuas saat digenggam.

a. *Handgrip* Kulit Polos

Kelebihan:

- 1) Nyaman saat digenggam pada saat digunakan.
- 2) Bahan lebih kuat dibandingkan material busa.

Kekurangan:

- 1) Mudah licin saat terkena air dan lumpur.
- 2) Material kurang ekonomis dibandingkan bahan karet dan busa.

b. *Handgrip* Karet

Kelebihan:

- 1) Nyaman saat digenggam pada saat digunakan.
- 2) Bahan lebih empuk dibandingkan material karet dan kulit.
- 3) Harga lebih terjangkau.

4) Tidak cepat aus saat digunakan.

Kekurangan:

1) Harga lebih mahal dibandingkan dengan *handgrip* busa.

c. *Handgrip* Busa Motif

Kelebihan:

1) Lebih empuk dan nyaman dibanding material kulit dan karet.

2) Lebih ekonomis dibanding material yang lain.

3) Material kuat dan tahan air.

Kekurangan:

1) Material mudah aus jika digunakan dalam waktu yang terlalu lama.

Berikut ini merupakan beberapa variasi rancangan dari sub-sistem yang dipilih dapat dilihat pada **Gambar 4.9**.



Gambar 4.9 Variasi Rancangan *Handgrip*

5. Fitur Tambahan Alat Pencabut Singkong

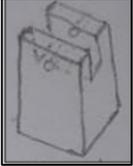
Fitur tambahan pada alat pencabut singkong dengan sistem dinamis (dapat bergerak) pada pengait, diperlukan beberapa fitur tambahan seperti dengan memberikan *handle* penggerak pengait, kawat/tali penggerak, dan pegas. Fitur tambahan yang akan digunakan pada alat pencabut singkong dengan sistem engsel dinamis ini didapatkan melalui cara pembelian (*bought*) komponen. Berikut ini contoh konsep rancangan fitur tambahan alat pencabut singkong dapat dilihat pada **Gambar 4.10**.



Gambar 4.10 Variasi Rancangan Fitur Tambahan

Setelah diidentifikasi kelebihan dan kekurangan dari variasi konsep rancangan untuk masing-masing subsistem, selanjutnya dilakukan kombinasi masing-masing variasi untuk melihat apakah variasi rancangan dapat terhubung satu sama lainnya. Kombinasi dari beberapa variasi konsep yang ada dapat dilihat pada **Tabel 4.7** berikut ini.

Tabel 4.7 Kombinasi Konsep

Subsistem	Variasi Konsep			
	1	2	3	4
Kerangka Tumpuan	Plat Lengkung 	Satu Kaki 	Tiga Kaki 	
Lengan Tuas	Lurus Bulat 	T segiempat 	Y bulat 	
Pengait	Statis Dalam 	Statis Luar 	Dinamis 2 Lengan 	Dinamis 1 Lengan 
Handgrip	Kulit Polos 	Karet 	Busa Motif 	
Fitur Tambahan	Handle Penggerak 			
	Tali Penggerak 			
	Pegas 			

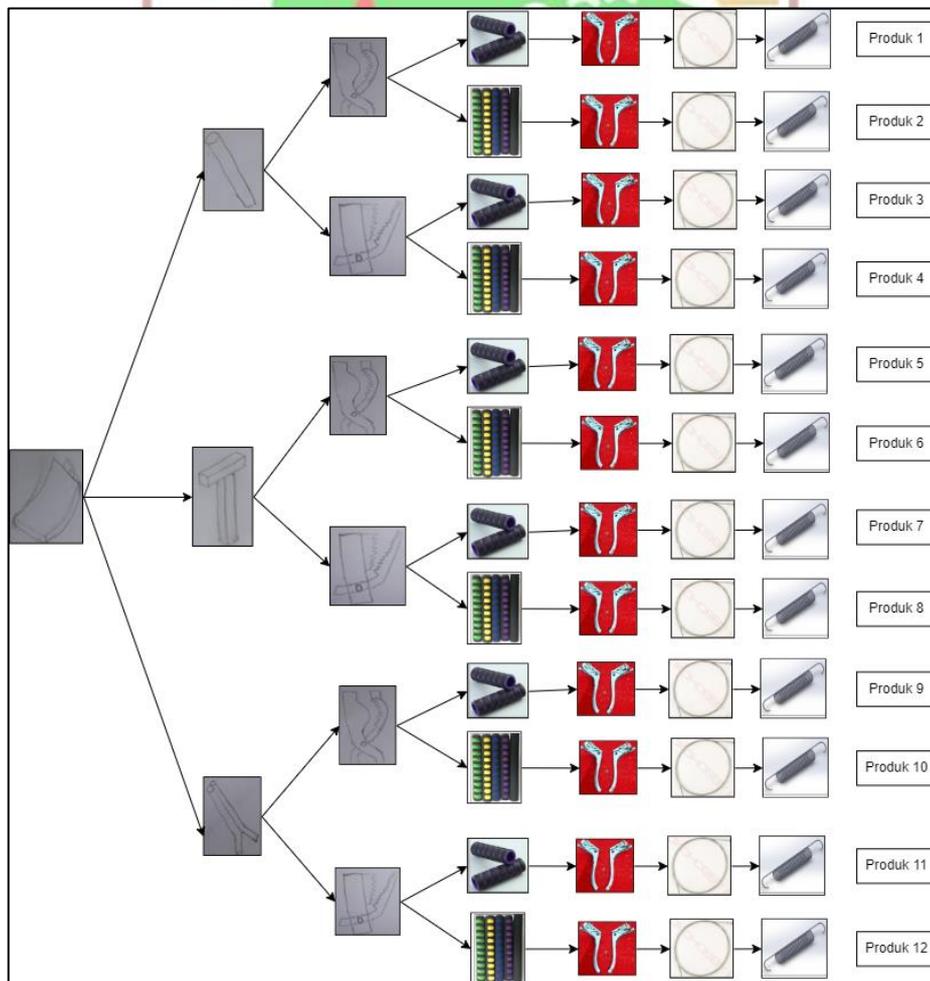
Berdasarkan variasi konsep produk, dan didapatkan total kombinasi konsep alat pencabut singkong yang dihasilkan adalah sebanyak $3 \times 3 \times 4 \times 3 = 108$ konsep. Tetapi tidak semua konsep yang dihasilkan akan digunakan sehingga perlu dieliminasi beberapa konsep dengan pertimbangan apakah masing-masing konsep dapat dikombinasikan atau tidak. Aspek lain yang menjadi pertimbangan dalam mengeliminasi konsep yang ada adalah terletak pada kebutuhan pengguna terhadap produk alat pencabut singkong yang mudah digunakan, ringan dan kuat, serta memiliki sistem dinamis pada pengait yang dapat mengait batang singkong. Eliminasi konsep dilakukan terhadap konsep kerangka tumpuan 1 kaki, kerangka tumpuan 3 kaki, pengait statis menghadap dalam, pengait statis menghadap luar, *handgrip* kulit polos.

Variasi konsep kerangka tumpuan satu kaki tidak digunakan dikarenakan tidak dapat dikombinasikan dengan sistem pengait dua lengan. Pengait dinamis dua lengan ini bekerja secara membuka dan menutup. Pada kerangka tumpuan satu kaki lengan tuas tidak dapat bekerja membuka dan menutup, karena sistem lengan tuas yang dapat bekerja pada lengan ini adalah naik turun dengan sudut kerja 180^0 . Sedangkan pada variasi konsep kerangka tumpuan tiga kaki juga tidak digunakan dikarenakan sistem kerja lengan tuas dan pengait pada kerangka ini hanya dapat naik turun dan tidak dapat membuka dan menutup ke arah kiri dan kanan. Dilihat dari segi penggunaan material kerangka tumpuan 3 kaki tergolong banyak, sehingga berpotensi menyebabkan alat semakin berat serta tidak dapat memenuhi kebutuhan pengguna terhadap produk yang ringan dan kuat.

Variasi konsep pengait statis menghadap dalam dan pengait statis menghadap luar tidak digunakan karena tidak memenuhi kebutuhan pengguna yaitu pengait bersifat dinamis (bergerak dan menjepit). Pengait statis menghadap luar dan pengait statis menghadap dalam memiliki sifat yang kaku atau tidak dapat bergerak sehingga akan menyulitkan untuk menjepit batang singkong. Pengait dinamis yang diharapkan ada pada alat pencabut singkong setidaknya memiliki kemampuan membuka/bergerak dengan sudut 90^0 dan memiliki kecepatan mengait paling tidak <10 detik.

Variasi konsep *handgrip* kulit polos juga tidak digunakan pada alat pencabut singkong dikarenakan sifatnya dan karakteristik yang mudah sangat mudah aus pada suhu tinggi. Melihat lahan pertanian singkong yang terpapar matahari langsung sehingga memiliki temperatur yang tinggi, dengan kondisi ini nantinya *handgrip* kulit polos ini mudah longgar dan cepat rusak pada saat digunakan untuk mencabut singkong. Sifat lain dari *handgrip* kulit adalah mudah menyerap panas dan akan menyebabkan tangan menjadi sedikit panas saat menggenggam *handgrip* dalam kondisi cuaca panas dan terik.

Setelah beberapa variasi konsep dieliminasi sehingga didapatkan kombinasi variasi konsep yang baru sebanyak $1 \times 3 \times 2 \times 2 \times 1 \times 1 \times 1 = 12$ konsep. Kombinasi 12 konsep dapat dilihat dari **Gambar 4.11** berikut ini.



Gambar 4.11 Kombinasi Variasi Konsep

4.2.1.4 Pemilihan Konsep (*Concept Selection*)

Setelah didapatkan 12 konsep alat pencabut singkong, selanjutnya dilakukan pemilihan konsep. Dalam melakukan pemilihan konsep digunakan *tools* matriks penyaringan konsep (*concept screening*) dan matriks penilaian konsep (*concept scoring*). Tahapan penyaringan dan penilaian konsep dapat dilihat pada bagian berikut ini.

1. Penyaringan Konsep

Tahapan penyaringan konsep dilakukan dengan mempertimbangkan “+”, “-“, dan “0” dari konsep yang di usulkan dibandingkan dengan produk referensi/pembanding sebagaimana telah di sebutkan sebelumnya. Penggunaan simbol-simbol tersebut menunjukkan apakah produk rancangan lebih baik, kurang, atau sama dengan produk pembanding/acuan. Produk alat pencabut singkong yang dijadikan acuan memiliki karakteristik sebagai berikut sebagaimana penilaian yang dilakukan.

Waktu pencabutan: >120 detik

Berat alat secara keseluruhan: >4 kg

Tingkat kenyamanan saat digunakan: kurang

Pengait bersifat dinamis: tidak

Material yang digunakan: besi *hollow*

Tools yang digunakan pada tahapan ini adalah matriks penyaringan konsep (*concept-screening matrix*). Dilakukan pembandingan beberapa kriteria dari 12 konsep alat pencabut singkong. Dalam penyaringan konsep ini hanya mempertimbangkan jumlah “+”, “-“, dan “0” dari masing-masing konsep. Matriks penyaringan konsep pengait dapat dilihat pada **Tabel 8**.

Tabel 4.8 Matriks Penyaringan Konsep

<i>Selection Criteria</i>	<i>Concept Variants</i>												<i>Reff</i>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Biaya pengelasan /pembuatan	-	-	0	0	-	-	+	+	0	0	0	0	0
Kecepatan mengait	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Berat alat	+	+	+	+	0	0	+	+	0	0	+	+	0
Nyaman digunakan	0	+	+	+	0	+	0	0	0	+	+	+	0
Pengait bersifat dinamis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Mudah digunakan	0	0	+	+	0	0	+	+	0	0	+	+	0
Kemungkinan tingkat kerusakan singkong	0	0	+	+	0	0	+	+	0	0	+	+	0
Mudah dipindahkan	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0
<i>Pluses</i>	4	5	7	7	3	4	7	7	3	4	6	6	
<i>Sames</i>	3	2	1	1	4	3	1	1	5	4	2	2	
<i>Minues</i>	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Net</i>	3	4	7	7	2	3	7	7	3	4	6	6	
<i>Rank</i>	9	8	4	3	12	10	2	1	11	7	5	6	
<i>Continue?</i>	No	No	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	No	No	No	No	

Matriks penyaringan konsep ini mempertimbangkan 8 jenis kriteria yang digunakan untuk menyaring masing-masing konsep produk. Tanda “+” menunjukkan bahwa konsep produk lebih baik jika dibandingkan dengan produk acuan dalam memenuhi kebutuhan pengguna. Sementara itu, tanda “-“ menunjukkan bahwa konsep produk lebih buruk jika dibandingkan dengan produk acuan untuk memenuhi kebutuhan pengguna. Dan tanda “0” menunjukkan bahwa konsep produk sama baiknya dengan produk acuan dalam memenuhi kebutuhan pengguna. Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah dengan menghitung *net score* dari masing-masing konsep. Perhitungan *net score* dilakukan dengan cara menjumlahkan tanda “+” dan “-“ dimana masing-masing bernilai +1 dan -1. Selanjutnya dipilih dan diurutkan *rank* dari hasil *net score* yang terbesar sampai yang terkecil. Dipilih beberapa konsep yang memiliki *net score* terbesar dan memiliki potensial untuk dapat memenuhi kebutuhan pengguna secara keseluruhan. Berdasarkan matriks penyaringan konsep tersebut, didapatkan 4 konsep dipilih untuk dilanjutkan pada tahapan berikutnya.

Konsep yang terpilih pada tahapan penyaringan dilanjutkan ke tahap penilaian konsep. Pada tahap penilaian konsep kegiatan dikategorikan menjadi 2

bagian yaitu merevisi konsep yang dilanjutkan dan tanpa melakukan penggabungan konsep. Konsep yang dilakukan revisi adalah konsep 8 yaitu dengan merubah material penyusun menjadi berbentuk pipa bulat berongga. Sementara itu, untuk konsep 3,4, dan 7 tidak dilakukan revisi serta tidak dilakukan penggabungan konsep. Tahapan selanjutnya adalah melakukan penilaian konsep menggunakan *tools* matriks penilaian konsep. Alternatif konsep hasil penyaringan dapat dilihat pada **Lampiran A**.

2. Penilaian Konsep

Setelah dilakukan penyaringan konsep, tahapan selanjutnya adalah dilakukan penilaian konsep dari 4 konsep yaitu konsep 3,4,7, dan 8 (revisi). Dalam melakukan tahapan penilaian konsep perlu mempertimbangkan tingkat kedekatan konsep. Dilakukan pemberian *rating* untuk masing-masing kriteria penilaian pada konsep yang dilanjutkan. Tingkat kedekatan konsep dapat dilihat pada **Tabel 4.9**.

Tabel 4.9 *Rate the Concept*

<i>Relative Performance</i>	<i>Rating</i>
Sangat buruk dari refensi	1
Buruk dari referensi	2
Sama dengan referensi	3
Lebih baik dari referensi	4
Sangat baik dari referensi	5

Penilaian konsep dilakukan menggunakan matriks *concept-scoring*. Dalam melakukan penilaian konsep menggunakan matriks ini harus mempertimbangkan persentase bobot untuk masing-masing kriteria seleksi. Persentase bobot yang digunakan untuk keseluruhan kriteria berjumlah 100% dengan alokasi tertentu untuk masing-masing kriteria. Untuk proses lebih jelas dapat dilihat pada **Tabel 4.10**.

Tabel 4.10 Matriks Penilaian Konsep

Selection Criteria	Weight	Concept									
		Referensi		3		4		7		8 (Revisi)	
		Rating	Weighted Score	Rating	Weighted Score	Rating	Weighted Score	Rating	Weighted Score	Rating	Weighted Score
Kenyamanan saat digunakan	20%	3	0,6	4	0,8	4	0,8	4	0,8	4	0,8
Jumlah material	5%	3	0,15	2	0,1	2	0,1	2	0,1	2	0,1
Mudah digunakan	20%	3	0,6	4	0,8	4	0,8	4	0,8	4	0,8
Biaya pengelasan	10%	3	0,3	3	0,3	3	0,3	3	0,3	3	0,3
Mudah dibawa	20%	3	0,6	3	0,6	4	0,8	4	0,8	4	0,8
Kekuatan material	15%	3	0,45	3	0,45	3	0,45	3	0,45	3	0,45
Waktu pembuatan	10%	3	0,3	2	0,2	2	0,2	2	0,2	3	0,3
Total Score		3,00		3,25		3,45		3,45		3,55	
Rank		5		4		3		2		1	
Continue?		No		No		No		No		Develop	

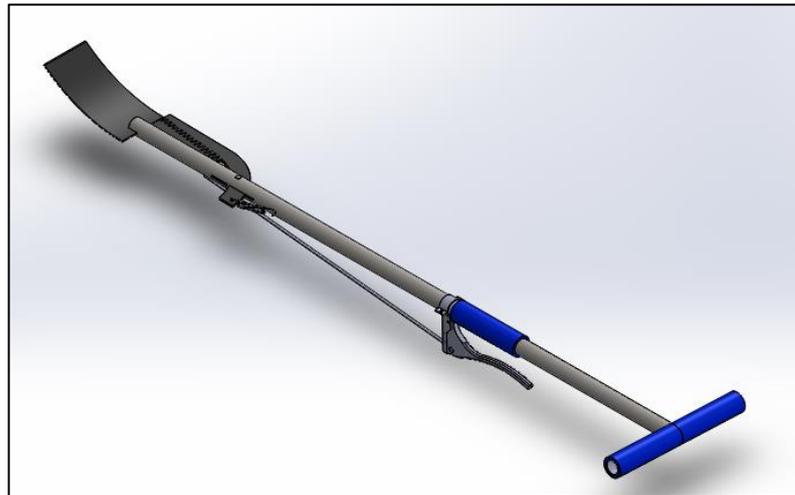
Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bobot dari masing-masing kriteria dalam penilaian konsep yang disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Pada matriks *concept-scoring*, kriteria yang memiliki bobot tertinggi antara lain kenyamanan saat digenggam, mudah digunakan, dan mudah dibawa (*portability*) dengan nilai bobot sebesar 20% dikarenakan merupakan kriteria yang menonjolkan subsistem produk yang dipilih dijadikan sebagai peluang inovasi untuk dikembangkan. Selanjutnya dilakukan perhitungan bobot nilai dari masing-masing kriteria untuk setiap konsep dengan cara mengalikan bobot dengan *rating*. Setelah itu, dilanjutkan dengan menghitung jumlah nilai dari masing-masing konsep. Perhitungan jumlah nilai dari masing-masing konsep dapat dilihat cara berikut.

$$\begin{aligned} \text{Total Skor Konsep 3} &= (20\% * 4) + (5\% * 2) + (20\% * 4) + (10\% * 3) + (20\% * 3) \\ &\quad + (15\% * 3) + (10\% * 2) \end{aligned}$$

$$\text{Total Skor Konsep 3} = 3,25$$

Berdasarkan hasil penilaian konsep, didapatkan total nilai tertinggi pada konsep 8 (revisi) yaitu sebesar 3,55. Dengan hasil ini, maka dipilih konsep 8

(revisi) dilanjutkan untuk dikembangkan serta juga digunakan dalam tahapan pengujian atau validasi konsep. Bentuk rancangan alat secara keseluruhan sebelum pengujian/validasi dapat dilihat pada **Gambar 4.12**.



Gambar 4.12 Rancangan Alat Keseluruhan

4.2.1.5 Pengujian Konsep

Tahap pengujian konsep dilakukan dengan meminta tanggapan dari ahli (*expert*) terhadap hasil rancangan alat pencabut singkong. Dalam melakukan validasi, *expert* mengamati dan memberikan masukan terhadap rancangan yang dibuat, kemudian dilakukan perbaikan terhadap rancangan hasil validasi. Terdapat dua komponen yang perlu dilakukan perbaikan konsep, yaitu komponen kerangka tumpuan dan pengait. Pengujian konsep dapat dilihat pada **Tabel 4.11**.

Tabel 4.11 Validasi Konsep

No	Komponen/ Subsistem	Perlu Perbaikan Rancangan?		Komentar Terhadap Alat
		Ya	Tidak	
1	Kerangka Tumpuan	X		Gunakan besi dengan ketebalan 4-7 mm dan plat tidak dibuat melengkung
2	Pengait	X		Dibuat melengkung pada bagian tengah mata pengait agar tidak terlalu menggenggang pada bagian ujung saat menjepit batang singkong dan dapat menahan batang singkong dengan baik.
3	Lengan Tuas		X	Lengan tuas sudah sesuai serta nyaman digunakan karena material yang digunakan bulat/lengkung.
4	<i>Handgrip</i>		X	<i>Handgrip</i> yang digunakan pada lengan tuas sudah baik, dan material yang digunakan lebih nyaman digenggam saat digunakan.
5	<i>Handle</i> Penggerak		X	Gunakan <i>handle</i> penggerak /rem sepeda dengan material besi.
6	Kawat Kabel <i>Handle</i> Penggerak		X	Gunakan tali kopling motor agar kawat lebih kuat saat menarik mata pengait.
7	Pegas		X	Gunakan pegas dengan kekuatan regangan yang baik.

Konsep rancangan alat pencabut singkong setelah dilakukan validasi, mengalami beberapa perubahan pada sub-sistem berdasarkan hasil penilaian dan pengamatan dari *expert* melalui gambar visual.

4.2.1.6 Geometris Produk

Berdasarkan hasil validasi rancangan alat yang dilakukan perbaikan sehingga didapatkan bentuk geometris akhir produk. Setelah dilakukan validasi oleh *expert* didapatkan bentuk akhir geometri produk secara keseluruhan seperti **Gambar 4.13**.



Gambar 4.13 Bentuk Geometris Produk

Setelah dilakukan penyaringan dan penilaian untuk komponen, selanjutnya dilakukan penggabungan masing-masing komponen menjadi satu kesatuan produk dengan las. Gambar teknik dari masing-masing komponen pada alat pencabut singkong secara lengkap dapat dilihat pada **Lampiran D**.

4.2.1.7 Penentuan Spesifikasi Final

Spesifikasi akhir dari alat pencabut singkong hasil pengembangan ditampilkan pada **Tabel 4.12**. Penetapan spesifikasi akhir produk ini bertujuan untuk menghasilkan produk yang memiliki kualitas baik yang sesuai dengan keinginan dan kebutuhan dari penggunaan alat. Adapun spesifikasi akhir dari alat pencabut singkong yang dirancang sebagai berikut.

Tabel 4.12 Spesifikasi Final Produk

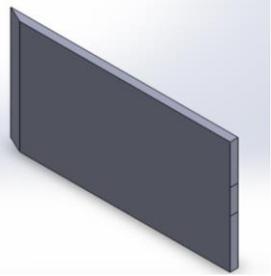
Nomor Metric	Metric	Satuan	Nilai
1	Waktu mencabut singkong.	detik	Maksimal 60
2	Alat terbuat dari material baja.	kilogram	<4
3	Jumlah pengait singkong	unit	1
4	Ketinggian kaki rangka/tumpuan	centimeter	20
5	Gaya angkat alat	newton	> 600
6	Alat lebih <i>adjustable</i>	ya/tidak	ya
7	Ketinggian alat	centimeter	139
8	Pengait bersifat dinamis	derajat	Maksimal 90
9	Tenaga kerja/operator	orang	1
10	Bekerja dengan nyaman	ya/tidak	Ya

Tabel 4.12 menampilkan data daftar *metric*, terdapat sebanyak 10 *metric* yang digunakan dalam menentukan spesifikasi akhir dari alat pencabut singkong. Spesifikasi akhir ini menggambarkan kemampuan alat pencabut singkong dalam memenuhi kebutuhan dari pengguna.

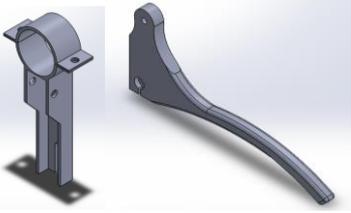
4.2.2 Fase Perancangan Tingkat Sistem

Fase perancangan tingkat sistem memiliki *output* berupa spesifikasi fungsional dari masing-masing subsistem pada alat pencabut singkong yang sudah dirancang. Subsistem yang ada pada alat pencabut singkong ini terdiri atas enam subsistem diantaranya kerangka tumpuan, pengait, lengan tuas, *handgrip*, *handle* rem, dan per. Masing-masing subsistem ini memiliki fungsional yang berbeda-beda, dapat dilihat pada **Tabel 4.13** spesifikasi fungsional subsistem.

Tabel 4.13 Spesifikasi Fungsional Subsistem

No	Subsistem	Fungsi	Gambar
1	Kerangka tumpuan	Menahan beban dan menopang subsistem lainnya. Fungsi lain dari kerangka untuk memisahkan singkong dari batang.	
2	Pengait	Mengait/menjepit batang singkong untuk dicabut dari dalam tanah.	
3	Lengan tuas	Mempermudah dalam melakukan pencabutan singkong. Mengurangi penggunaan tenaga yang berlebihan saat pencabutan.	
4	Handgrip	Melindungi tangan dari cedera dan resiko kecelakaan kerja. Memberikan kenyamanan saat memegang dan menggunakan alat.	

Tabel 4.13 Spesifikasi Fungsional Subsistem (Lanjutan)

No	Subsistem	Fungsi	Gambar
5	Handle penggerak	Berfungsi sebagai pegangan dan tuas untuk mempermudah dalam menggerakkan mata pengait. Memberikan kenyamanan.	
6	Kawat kabel handle penggerak	Sebagai kawat penggerak yang menghubungkan antara pengait dengan handle.	
7	Pegas	Untuk memberikan gaya tarik/cengraman pada pengait.	

4.2.3 Fase Perancangan Tingkat Detail

Fase perancangan tingkat detail menjelaskan tentang data antropometri yang digunakan dalam rancangan yang berguna untuk menentukan dimensi alat, pemilihan spesifikasi material, rencana proses perakitan, dan perhitungan anggaran pembuatan alat.

4.2.3.1 Data Antropometri dalam Rancangan

Data sekunder dalam penelitian ini merupakan data yang diperoleh dari data antropometri orang Indonesia yang diambil dari www.antropometriindonesia.org. Data sekunder lain yang diperlukan berupa daftar harga material yang akan digunakan dalam perancangan alat pencabut singkong serta fungsi-fungsi dari material yang digunakan. **Tabel 4.14**

menampilkan data antropometri yang digunakan dalam perancangan alat pencabut singkong.

Tabel 4.14 Data Antropometri Indonesia

No.	Data antropometri	P5 (cm)	P50 (cm)	P95 (cm)
1	Diameter genggam tangan	4,5	4,8	5,1
2	Tinggi genggam tangan ke atas posisi berdiri	138,32	185,76	233,2
3	Tinggi siku berdiri	73,13	95,65	118,17
4	Lebar tangan	3,69	9,43	15,17
5	Lebar sisi bahu	26.35	38.75	51.16

Data antropometri pada **Tabel 4.14** yang digunakan ditandai dengan tulisan yang dicetak tebal. Spesifikasi dimensi alat pencabut singkong dan kaitannya dengan antropometri manusia dapat dilihat pada uraian berikut ini.

1. Panjang alat keseluruhan

Dalam menentukan panjang alat secara keseluruhan digunakan data antropometri tinggi genggam tangan ke atas dalam posisi berdiri yaitu 138,32 dibulatkan menjadi 139 cm (P5). Untuk menentukan sudut kemiringan kerja alat dapat dicari menggunakan persamaan Trigonometri dengan mempertimbangkan data antropometri tinggi siku berdiri yaitu 73,13 dibulatkan menjadi 74 cm (P5).

Perhitungan sudut kemiringan kerja alat:

Sisi miring = panjang alat keseluruhan = 139 cm

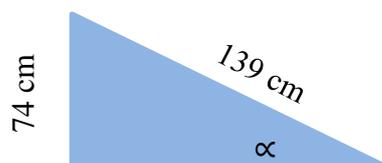
Sisi depan = tinggi siku berdiri = 74 cm

Maka dapat dihitung derajat kemiringan kerja alat sebagai berikut.

$$\sin \alpha = \frac{\text{Sisi Depan}}{\text{Sisi Miring}}$$

$$\sin \alpha = \frac{74 \text{ cm}}{139 \text{ cm}}$$

$$\sin \alpha = 0.53$$



$$\alpha = 32^\circ$$

Penentuan jarak titik beban ke ujung kerangka tumpuan yang menyentuh tanah dalam posisi kemiringan 32° dilakukan dengan cara yang sama yaitu menggunakan persamaan Trigonometri. Sebelum menentukan jarak titik beban ke tanah, maka terlebih dahulu menentukan ketinggian posisi beban/pengait dari atas tanah. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Sitanggang (2021) yang meneliti tentang pengujian performance alat pencabut singkong semi mekanis dengan melakukan penentuan jarak pengait ke tanah. Diantara ukuran jarak yang dipertimbangkan dalam hal ini adalah jarak 5 cm, 10 cm, dan 15 cm. Ketinggian pengait dari tanah yang memiliki efisiensi paling besar adalah 15 cm. Dari Angka ini kemudian digunakan sebagai acuan dalam menentukan jarak posisi titik beban terhadap kerangka tumpuan yang menyentuh tanah. Untuk perhitungan jarak titik beban ke ujung tumpuan dapat dilihat pada langkah di bawah ini.

Sudut kemiringan = 32°

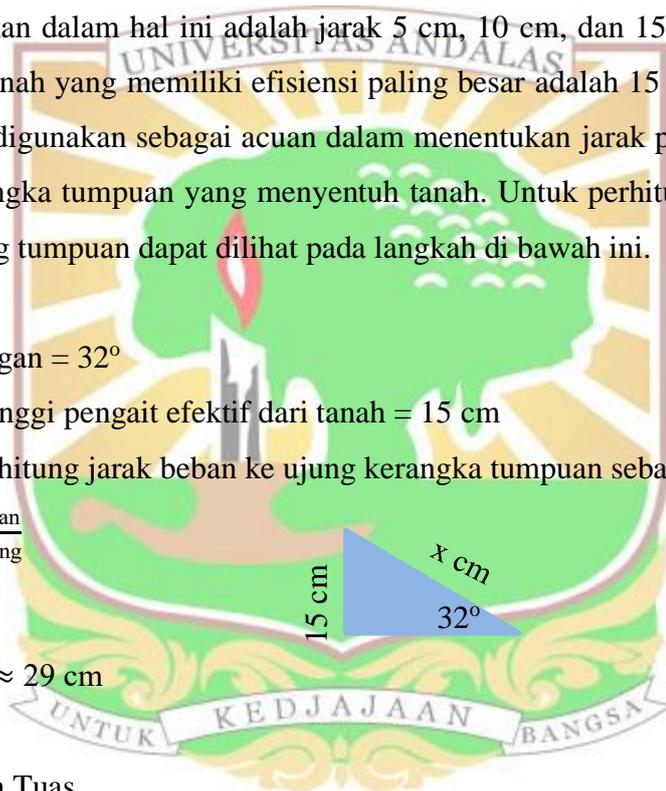
Sisi depan = tinggi pengait efektif dari tanah = 15 cm

Maka dapat dihitung jarak beban ke ujung kerangka tumpuan sebagai berikut.

$$\sin \alpha = \frac{\text{Sisi Depan}}{\text{Sisi Miring}}$$

$$\sin 32 = \frac{15 \text{ cm}}{x}$$

$$x = 28,36 \text{ cm} \approx 29 \text{ cm}$$



2. Lengan Tuas

Lengan Tuas memiliki diameter 3 cm, hal ini mengacu pada data genggam tangan adalah 4,5 cm. Persentil yang digunakan pada rancangan ini adalah persentil 5. Dengan persentil 5 (P5) artinya 5% manusia yang memiliki diameter tersebut atau berada dibawahnya masih dapat menggunakan ukuran tersebut dengan baik.

3. *Handgrip*

Handgrip yang digunakan pada alat pencabut singkong memiliki diameter sebesar 4 cm. Data antropometri yang digunakan dalam menentukan diameter *handgrip* adalah diameter genggam tangan manusia. Ukuran dimensi diameter genggam tangan yang digunakan adalah 4 cm dengan persentil yang digunakan 5%. Alasan penggunaan persentil ini adalah agar 5% operator yang memiliki dimensi diameter tangan pada ukuran tersebut atau dibawahnya dapat menggenggam dengan baik.

4. Pengait

Pengait yang digunakan pada alat pencabut singkong ini memiliki dimensi panjang 20 cm dilengkapi dengan mata pengait dengan bentuk zig-zag. Lebar pengait dalam keadaan menutup/rapat adalah sebesar 5 cm, dengan lebar pengait utama 3 cm dan pengait kecil sebesar 2 cm. Pada bagian tengah pengait utama dirancang sedikit melengkung sebagai area penempatan batang singkong saat dicabut. Lengkungan memiliki panjang tali busur sebesar 5 cm dengan pertimbangan rata-rata diameter batang singkong berkisar 2-5 cm.

5. *Handle* Penggerak

Handle penggerak pengait memiliki dimensi 10 cm dengan pertimbangan data antropometri lebar yang digunakan adalah sebesar 9,43 cm (dibulatkan menjadi 10 cm) dan persentil yang digunakan sebesar 50%. Penggunaan data ini agar 50% pengguna dengan ukuran lebar tangan dengan ukuran tersebut atau dibawahnya dapat menggunakan *handle* dengan nyaman dan baik.

6. Kerangka Tumpuan

Kerangka tumpuan memiliki dimensi sebesar 20 cm x 10 cm dengan ketebalan sebesar 4 mm. Penggunaan dimensi ini mengacu pada jenis tanah yang menjadi pertimbangan ukuran. Tanah pertanian singkong termasuk jenis tanah yang cukup keras. Terlebih pada saat musim kemarau, tanah pertanian singkong menjadi kering dan sangat keras sehingga berpotensi sulit untuk dicabut dan resiko kerusakan singkong menjadi tinggi. Untuk mengambil singkong yang

tertinggal di dalam tanah dengan kondisi keras, maka diperlukan dimensi alat yang kecil sehingga mempermudah masuk menembus tanah. Pada bagian ujung kerangka tumpuan dibuat tajam, agar dapat dengan mudah masuk ke dalam tanah serta dapat memisahkan singkong dari batangnya.

4.2.3.2 Pemilihan Spesifikasi Material Produk

a. Kerangka Tumpuan

Kerangka tumpuan yang dibuat menggunakan material dengan spesifikasi sesuai dengan kebutuhan pengguna. Material memiliki kekuatan yang besar dan kuat saat digunakan. Material yang digunakan dalam membuat kerangka tumpuan alat pencabut singkong antara lain.

1. Besi Plat Bordes

Kelebihan:

- 1) Kuat dan tahan karat dibandingkan dengan besi hollow.
- 2) Daktilitas besi lebih tinggi.
- 3) Ekonomis, harga besi plat bordes

Kelemahan

- 1) Massa besi lebih berat dibanding besi hollow.

2. Besi Plat Galvanis

Kelebihan:

- 1) Sulit untuk terkena korosi.
- 2) Material lebih ringan.

Kelamahan:

- 1) Tidak kuat menahan beban yang terlalu berat.
- 2) Struktur material kurang solid

3. Besi Plat Hitam

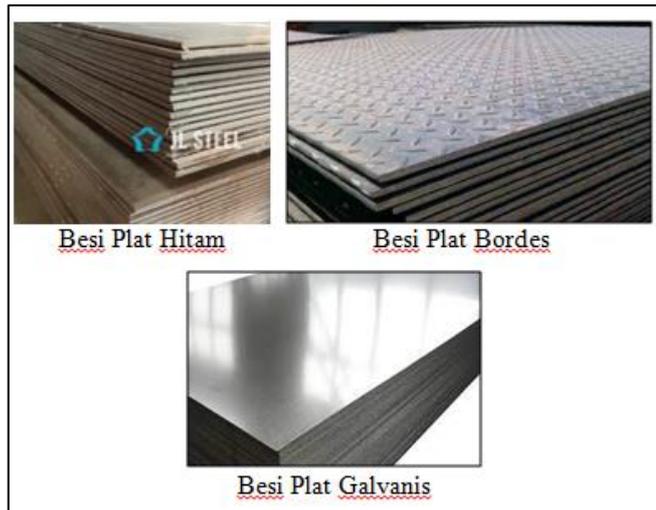
Kelebihan:

- 1) Tahan terhadap karatan atau korosi.
- 2) Material kuat.

Kelemahan:

- 1) Lebih berat dibanding besi plat galvanis.





Gambar 4.14 Alternatif Material Rangka Tumpuan

Tabel 4.15 Matriks Penyaringan Material Kerangka Tumpuan

<i>SELECTION CRITERIA</i>	<i>CONCEPT VARIANTS</i>			
	Besi Plat Hitam	Besi plat bordes	Besi plat galvanis	<i>REF</i>
Kekuatan	+	+	-	0
Ketahanan Karat	+	0	0	0
Berat Material	-	-	+	0
<i>PLUSES</i>	2	1	1	
<i>SAMES</i>	0	1	1	
<i>MINUES</i>	1	1	1	
<i>NET</i>	1	0	0	
<i>RANK</i>	1	3	2	
<i>CONTINUE?</i>	<i>Yes</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	

b. Pengait

Material yang digunakan dalam pembuatan pengait pada alat pencabut singkong adalah sebagai berikut.

1. Besi Plat Galvanis

Kelebihan:

- 1) Material tahan terhadap karat.
- 2) Harga lebih terjangkau.
- 3) Material lebih ringan.

Kekurangan:

- 1) Kurang mampu menahan beban yang terlalu besar.

2. Besi Plat Bordes

Kelebihan:

- 1) Material bersifat kuat dan tahan karat.
- 2) Hemat biaya perbaikan atau perawatan.

Kekurangan:

- 1) Hanya tersedia satu jenis ukuran plat, serta harus diproses lebih lanjut sesuai dengan kebutuhan.

3. Besi Plat Strip

Kelebihan:

- 1) Tahan terhadap karatan.
- 2) Material kuat dan ulet.
- 3) Lebih ekonomis dibandingkan plat bordes dan plat hitam

Kekurangan:

- 1) Variasi ukuran material terbatas.

Tabel 4.16 Matriks Penyaringan Material Pengait

<i>SELECTION CRITERIA</i>	<i>CONCEPT VARIANTS</i>			
	<i>Besi Plat strip</i>	<i>Besi plat bordes</i>	<i>Besi plat galvanis</i>	<i>REFF</i>
Kekuatan	+	+	-	0
Ketahanan Karat	0	0	+	0
Harga Material	+	-	+	0
<i>PLUSES</i>	2	1	2	
<i>SAMES</i>	1	1	0	
<i>MINUES</i>	0	1	1	
<i>NET</i>	2	0	1	
<i>RANK</i>	1	3	2	
<i>CONTINUE?</i>	<i>Yes</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	

c. Lengan Tuas

Lengan tuas pada alat pencabut singkong terbuat dari material yang dapat menahan beban sebesar 1000 N serta tidak mudah patah ataupun bengkok. Material yang digunakan dalam pembuatan lengan tuas alat pencabut singkong antara lain.

a. Pipa Besi Galvanis

Kelebihan:

- 1) Harga lebih ekonomis, harga permeter dengan diameter 1 inch sebesar Rp 70.833,33.
- 2) Material sulit terkena korosi/karat.

Kelemahan:

- 1) Material tidak mampu menahan beban yang terlalu besar.

b. Pipa Stainless

Kelebihan:

- 1) Tahan terhadap karatan karena permukaan memiliki lapisan pelindung.
- 2) Mudah dibersihkan dari kotoran yang menempel.
- 3) Lebih kuat dan keras.
- 4) Material lebih ringan dibandingkan pipa hitam.

Kelemahan:

- 1) Kurang ekonomis, harga stainless steel lebih mahal.

c. Pipa Besi Hitam

Kelebihan:

- 1) Lebih ekonomis, harga pipa per meter Rp 35.000,00
- 2) Material kuat dan tahan karat.

Kelemahan:

- 1) Material lebih berat dari pipa stainless.

Tabel 4.17 Matriks Penyaringan Material Lengan Tuas

<i>SELECTION CRITERIA</i>	<i>CONCEPT VARIANTS</i>			<i>REF</i>
	Pipa Besi Galvanis	Pipa Stainless	Pipa Besi Hitam	
Tahan Karat	+	+	+	0
Harga Material	+	-	+	0
Kekuatan	-	+	+	0
<i>PLUSES</i>	2	2	3	
<i>SAMES</i>	0	0	0	
<i>MINUES</i>	1	1	0	
<i>NET</i>	1	1	3	
<i>RANK</i>	3	2	1	
<i>CONTINUE?</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>Yes</i>	

4.2.3.3 Rencana Proses Perakitan

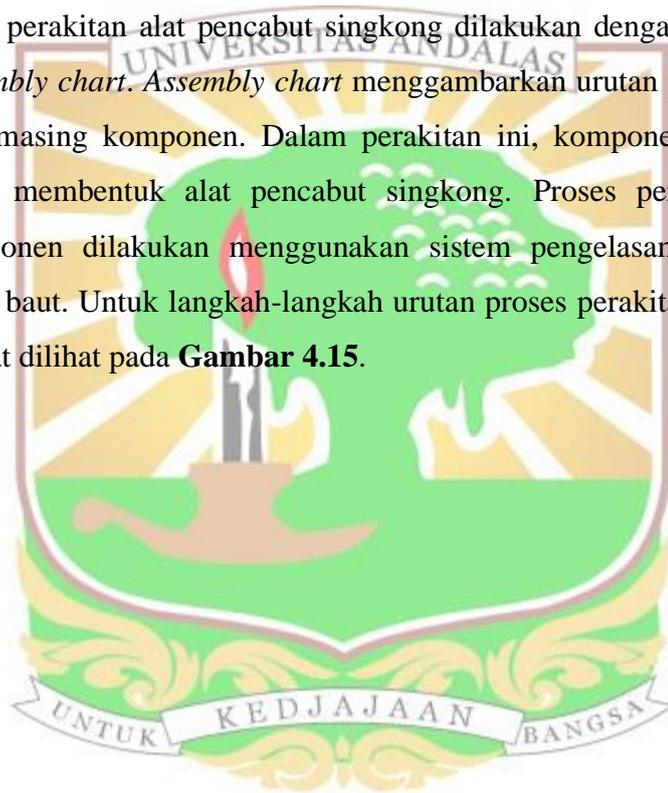
Sebelum merencanakan proses perakitan produk, maka terlebih dahulu dilakukan perumusan BOM dari alat pencabut singkong. Tujuannya untuk menjelaskan kuantitas, dimensi, dan keputusan yang dilakukan pada masing-masing komponen dari alat pencabut singkong yang dirancang. Untuk hasil lebih jelas dapat dilihat pada **Tabel 4.18** di bawah ini.

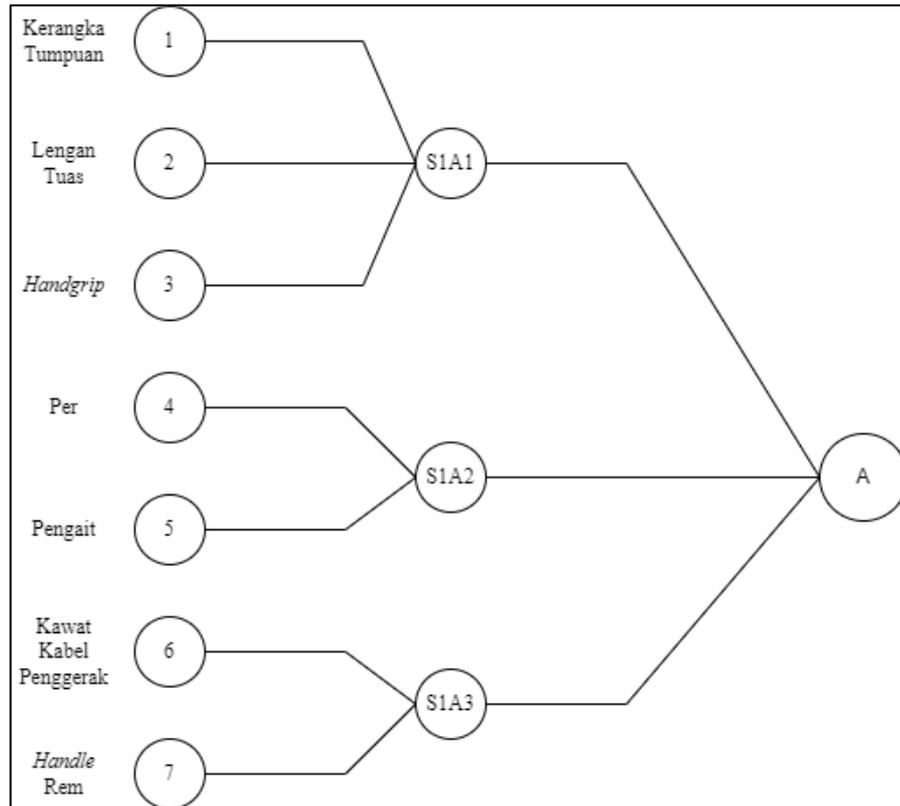
Tabel 4.18 *Bill Of Materials*

No.	Komponen	Qty	Spesifikasi/ dimensi	Keputusan
1	Kerangka Tumpuan	1	Ketebalan 4 mm, lebar 10 cm, dan diameter lengkungan 60 cm.	<i>Process</i>
2	Pengait	1	<ul style="list-style-type: none"> • Pengait kecil Panjang 18 cm, lebar 4 cm, gigi (1cm, 0,2 cm, 1,08 cm) • Pengait utama Panjang 18 cm, lebar 4 cm, gigi (1cm, 0,2 cm, 1,08 cm) 	<i>Process</i>
3	Lengan Tuas	1	Panjang 119 cm, ketebalan 2 mm, diameter 3 cm	<i>Process</i>
4	<i>Handgrip</i>	2	Panjang 15 cm, diameter dalam 3 cm, ketebalan 1 cm, bahan busa	<i>Bought</i>
5	<i>Handle</i> penggerak pengait	1	Panjang 10 cm	<i>Bought</i>
6	Kawat/tali penggerak pengait	1	Panjang 100 cm	<i>Bought</i>
7	Pegas pengait	1	Panjang 10 cm	<i>Bought</i>

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa masing-masing komponen memiliki kuantitas 1-2 unit. Sedangkan keputusan pengadaan masing-masing komponen dilakukan melalui dua cara, yaitu melalui mekanisme pembelian siap (*bought*) dan melalui proses manufaktur (*process*). Dari 7 jenis komponen yang digunakan, terdapat 4 komponen yang diputuskan untuk dibeli antara lain *handgrip*, *Handle* penggerak, kawat penggerak, dan pegas. Sedangkan untuk kerangka tumpuan, lengan tuas, pengait diputuskan untuk melalui proses manufaktur untuk menghasilkan bentuk yang sesuai dengan rancangan.

Proses perakitan alat pencabut singkong dilakukan dengan menggunakan diagram *assembly chart*. *Assembly chart* menggambarkan urutan proses perakitan pada masing-masing komponen. Dalam perakitan ini, komponen terdiri atas 7 bagian untuk membentuk alat pencabut singkong. Proses perakitan masing-masing komponen dilakukan menggunakan sistem pengelasan dan perakitan menggunakan baut. Untuk langkah-langkah urutan proses perakitan alat pencabut singkong dapat dilihat pada **Gambar 4.15**.





Gambar 4.15 Assembly Chart

Assembly chart menunjukkan urutan proses perakitan komponen alat pencabut singkong. Tahapan perakitan alat pencabut singkong ini dimulai dari penggabungan kerangka tumpuan, *handgrip*, dan lengan tuas. Gabungan untuk kedua komponen ini diberikan nama S1A1. Perakitan selanjutnya dilakukan dengan menggabungkan komponen per dengan pengait yang kemudian diberi nama S1A2. Perakitan komponen tali penggerak dengan *handle* rem yang diberi nama S1A3. Dari ketiga sub *assembly* ini kemudian digabungkan sehingga membentuk sebuah alat pencabut singkong.

4.2.3.4 Rencana Anggaran Biaya Pembuatan Alat

Setelah didapatkan rancangan final dari alat pencabut singkong, kemudian dihitung biaya pembuatan alat. Harga material diperoleh dari hasil survei melalui *market place* dan menanyakan langsung kepada penjual. Selanjutnya dihitung anggaran pembuatan alat pencabut singkong yang dapat dilihat pada **Tabel 4.19**.

Tabel 4.19 Rancangan Anggaran Biaya Pembuatan Alat Pencabut Singkong

No	Bahan	Ukuran	Kebutuhan	Satuan	Harga/satuan	Harga total
Biaya Bahan/Material						
1	Plat besi hitam	Tebal 5 mm, 30x10 cm	300	cm ²	Rp 77,00	Rp 23.100,00
		Tebal 4 mm, 10x20 cm	200	cm ²	Rp 77,00	Rp 15.400,00
2	Besi pipa hitam	Diameter 3 cm, panjang 2 m	1.5	m	Rp 35.000,00	Rp 52.500,00
3	<i>Handgrip</i> busa	Panjang 25 cm, diameter 4 cm	2	unit	Rp 23.000,00	Rp 46.000,00
4	<i>Handle</i> penggerak pengait	Panjang 11 cm	1	unit	Rp 35.000,00	Rp 35.000,00
5	Kawat kabel <i>handle</i> penggerak	Panjang 150 cm	1	unit	Rp 10.000,00	Rp 10.000,00
6	Pegas	Panjang 10 cm	1	unit	Rp 10.000,00	Rp 10.000,00

Tabel 4.19 Rancangan Anggaran Biaya Pembuatan Alat Pencabut Singkong (Lanjutan)

No	Bahan	Ukuran	Kebutuhan	Satuan	Harga/Satuan	Harga Total
Total						Rp 192.000.00
Biaya Tenaga Kerja						
8	Upah Las		1	unit	Rp 200.000.00	Rp 200.000.00
9	Upah <i>Drill</i>		4	titik	Rp 5.000.00	Rp 20.000.00
Total						Rp 220.000.00
Total Biaya Keseluruhan						Rp 412.000.00

Anggaran biaya pembuatan alat pencabut singkong dihitung mulai dari harga pembelian bahan/material sampai biaya tenaga kerja. Biaya material yang digunakan dalam pembuatan alat pencabut singkong sebesar Rp 192.000,00 dan biaya tenaga kerja sebesar Rp 220.000,00. Total biaya pengeluaran dalam pembuatan alat pencabut singkong adalah sebesar Rp 412.000,00.

Contoh perhitungan biaya:

Biaya material/bahan: Rp 192.000,00

Biaya tenaga kerja: Rp220.000,00

Maka,

Total biaya pembuatan alat = Biaya material + Biaya tenaga kerja

Total biaya pembuatan alat = Rp 192.000,00 + Rp 220.000,00= Rp 412.000,00

4.2.4 Fase Pengujian dan Perbaikan

Fase pengujian dan perbaikan dimulai dengan tahapan pembuatan prototipe, pengujian, dan perbaikan/evaluasi terhadap hasil rancangan alat. Berikut ini dijelaskan lebih detail tahapan pada fase pengujian dan perbaikan.

4.2.4.1 Pembuatan Prototipe

Setelah rancangan final dan perhitungan anggaran biaya pembuatan alat, langkah selanjutnya melakukan pembuatan prototipe alat pencabut singkong. Sebelum masuk tahapan pembuatan terlebih dahulu dilakuakn pembelian material/bahan yang digunakan dalam pembuatan alat meliputi besi pipa, besi plat, hangrip busa, *Handle* penggerak, baut dan mur, pegas, dan kawat/tali penggerak. Pembuatan prototipe dilakukan di bengkel las bapak Nanda, Kecamatan Koto XI Tarusan, Kabupaten Pesisir Selatan. Pembuatan alat dilakukan dengan perakitan menggunakan las untuk menyambungkan komponen, serta terdapat beberapa komponen yang dapat dirakit menggunakan baut. Adapun peralatan yang digunakan dalam pembuatan alat pencabut singkong terdiri dari mesin gerinda, mesin *drill*, mesin las, meteran, palu, dan alat pelindung wajah. Untuk kegiatan pembuatan prototipe dapat dilihat pada **Gambar 4.16**.



Gambar 4.16 Proses Pembuatan Prototipe

Setelah proses pembuatan selesai dilakukan, kemudian dilanjutkan dengan kegiatan pengujian alat untuk mengetahui apakah alat yang dibuat dapat memenuhi kebutuhan dari pengguna. Prototipe alat pencabut singkong yang dirancang dapat dilihat pada **Gambar 4.17** berikut.



Gambar 4.17 Alat Pencabut Singkong

4.2.4.2 Pengujian dan Evaluasi

Tahapan pengujian prototipe dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh alat dapat memenuhi tingkat kebutuhan dari pengguna. Pengujian dilakukan berkaitan dengan prinsip kerja alat, waktu proses pencabutan, persentase kerusakan singkong, dan pengaruh penggunaan alat terhadap otot skeletal dari pengguna. Pengujian alat dapat dilihat pada **Lampiran E** yang menunjukkan peroses pencabutan singkong menggunakan alat hasil pengembangan.

a. Prinsip Kerja Alat

Alat pencabut singkong yang dikembangkan menggunakan prinsip kerja dengan cara mengaitkan batang singkong pada pengait dinamis. Pengait dapat membuka apabila pada bagian *handle* penggerak yang terletak pada bagian lengan tuas ditekan/ditarik. Posisikan kerangka tumpuan berada di atas tanah yang dapat menahan beban dengan baik. Setelah batang singkong masuk dan berada pada posisi yang sesuai, maka *handle* penggerak dapat dilepaskan, yang artinya pengait akan menutup dan menahan batang singkong. Setelah itu, untuk mengeluarkan singkong dari dalam tanah dapat dilakukan dengan mengangkat atau menarik ujung lengan tuas mengarah vertikal atau horizontal. Setelah umbi singkong keluar dari dalam tanah, maka untuk memisahkan umbi dengan batang singkong dapat menggunakan ujung kerangka tumpuan yang tajam. Kerangka tumpuan memiliki fungsi tambahan yaitu dapat memisahkan umbi dengan batang singkong, serta dapat menggali singkong yang tertinggal di dalam tanah.

b. Waktu Proses Pencabutan Singkong Menggunakan Alat

Berdasarkan waktu proses pencabutan sebanyak 26 kali percobaan, maka dapat diketahui waktu rata-rata proses pencabutan singkong per batang. Waktu rata-rata yang didapatkan pada pencabutan singkong sebesar $9,72 \approx 10$ detik. Data waktu pencabutan singkong menggunakan alat dapat dilihat pada **Tabel 4.20** berikut.

Tabel 4.20 Waktu Proses Pencabutan Menggunakan Alat

No	Waktu (s)	Berat Berhasil Dicabut (gr)	Kerusakan (gr)
1	11,32	3000	800
2	9,37	5300	400
3	8,4	2700	0
4	9,5	2400	200
5	8,09	1100	0
6	10,37	6000	0
7	9,64	900	400
8	9,25	800	0
9	10,72	1400	200
10	10,31	1500	0
11	7,67	700	200
12	10,6	1200	0
13	9,12	2300	0
14	9,79	1900	0
15	10,3	1300	0
16	11,66	1400	0
17	10,48	600	0
18	9,27	1600	0

Tabel 4.20 Waktu Proses Pencabutan Menggunakan Alat (Lanjutan)

No	Waktu (s)	Berat Berhasil Dicabut (gr)	Kerusakan (gr)
19	7,13	400	400
20	12,15	2300	0
21	9,65	900	0
22	11,12	900	100
23	8,67	1200	0
24	8,45	1000	0
25	9,25	800	0
26	10,49	1100	0
Total	252,77	44700	2700
Rata-rata	9,72	1719,23	103,85

Waktu ini dihitung hanya fokus pada lamanya proses pencabutan singkong, yaitu waktu saat singkong masih di dalam tanah sampai singkong siap untuk diangkat untuk dikumpulkan. Selanjutnya juga dihitung berat singkong yang berhasil dicabut menggunakan alat. Perhitungan berat singkong dilakukan dengan menggunakan timbangan barang. Dari hasil pengukuran berat singkong

yang berhasil dicabut didapatkan rata-rata berat singkong yang berhasil dicabut perbatang adalah sebesar 1719,23 gram atau sekitar 1,72 kg. Setelah didapatkan hasil waktu pengukuran waktu proses pencabutan, maka dilanjutkan dengan melakukan perhitungan kecukupan data.

3. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data opencabutan singkong dilakukan pada kegiatan pencabutan manual/tanpa menggunakan alat dan pencabutan dengan menggunakan alat. Uji kecukupan data dapat dilihat pada penjelasan berikut ini.

a. Pencabutan Manual (Tanpa Alat)

Uji kecukupan data pada pencabutan singkong tanpa alat menggunakan tingkat keyakinan 95% dan tingkat ketelitian sebesar 5%. Dengan demikian, maka dapat diuji kecukupan data waktu pencabutan singkong menggunakan alat seperti langkah-langkah berikut ini.

$$\text{Tingkat Keyakinan (k)} = 95\% = 2$$

$$\text{Tingkat Ketelitian (s)} = 5\% = 0,05$$

$$\text{Jumlah waktu (xi)} = 318,33$$

$$\text{Banyak data (N)} = 26$$

$$\text{Jumlah waktu (x^2)} = [x1^2x2^2x3^2 + x4^2 + \dots + x26^2]$$

$$\text{Jumlah waktu (x^2)} = [10,43^2 + 12,51^2 + 13,25^2 + 14,49^2 + \dots + 12,36^2] \\ = 3952,74$$

Maka,

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{26(3952,74) - (318,33)^2}}{318,33} \right]^2 = \left[\frac{40 \sqrt{102.771,24 - 101.333,99}}{318,33} \right]^2 = \left[\frac{40 \times 37,91}{318,33} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{1.516,4}{318,33} \right]^2 = [4,76]^2 = 22,66$$

$N > N' \rightarrow$ Data cukup

b. Pencabutan Menggunakan Alat

Digunakan tingkat keyakinan 95% dengan ketelitian sebesar 5% maka dapat dihitung dan uji kecukupan data waktu pencabutan singkong sebagai berikut.

$$\text{Tingkat Keyakinan (k)} = 95\% = 2$$

$$\text{Tingkat Ketelitian (s)} = 5\% = 0,05$$

$$\text{Jumlah waktu (xi)} = 252,77$$

$$\text{Banyak data (N)} = 26$$

$$\text{Jumlah waktu (x^2)} = [x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + \dots + x_{26}^2]$$

$$\text{Jumlah waktu (x^2)} = [11,32^2 + 9,37^2 + 8,4^2 + 9,5^2 + \dots + 10,49^2] = 2494,87$$

Maka,

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{26(2494,87) - (252,77)^2}}{252,77} \right]^2 = \left[\frac{40 \sqrt{64866,62 - 63892,67}}{252,77} \right]^2 = \left[\frac{40 \times 31,2}{252,77} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{1248}{252,77} \right]^2 = [4,94]^2 = 24,4$$

$N > N' \rightarrow$ Data cukup

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, didapatkan jumlah data pengamatan (N) lebih besar dari jumlah data secara teori (N'), sehingga data waktu pencabutan singkong menggunakan alat hasil pengembangan dinyatakan sudah cukup.

c. Kerusakan Singkong Menggunakan Alat

Pengujian alat pencabut singkong juga fokus pada perhitungan tingkat kerusakan singkong. Kerusakan singkong yang dihitung adalah banyaknya singkong yang tertinggal di dalam tanah saat pencabutan, kemudian dilakukan penimbangan masa singkong menggunakan timbangan barang. Dari hasil pengujian alat pencabut singkong, didapatkan rata-rata kerusakan singkong perbatang dari hasil pencabutan menggunakan alat adalah sebesar 103,85 gram. Hasil ini menunjukkan kerusakan singkong menggunakan alat pencabut singkong

ini memberikan hasil yang baik yaitu dari 144,23 gram tanpa alat menjadi 103,85 gram dengan menggunakan alat. Persentase penurunan kerusakan singkong dapat dihitung dengan cara berikut ini.

d. Beban Kerja Fisik (%CVL) Pencabut Singkong

1. %CVL Pencabutan Singkong Manual (Tanpa Alat)

Beban kerja fisik yang dialami oleh satu orang operator pada kegiatan mencabut singkong tanpa menggunakan alat dapat dihitung menggunakan metode 10 denyut nadi. Proses pencabutan singkong dengan cara manual dihitung sebanyak 26 kali proses pencabutan singkong. Pertama dilakukan pengukuran denyut nadi operator sebanyak 10 kali denyutan nadi istirahat operator yaitu sebesar 10,3 detik. Setelah melakukan pekerjaan mencabut batang singkong, maka dilakukan lagi perhitungan denyut nadi kerja operator yaitu sebesar 5,2 detik. Contoh perhitungan %CVL operator dapat dilihat pada langkah berikut.

- Jenis kelamin operator = Laki-laki
- Umur operator = 23 tahun
- Denyut nadi istirahat (DNI) = 10,3 detik

$$\text{DNI (menit)} = \frac{10}{10,3} \times 60 = 58,25$$
- Denyut nadi kerja (DNK) = 5,2 detik

$$\text{DNK (menit)} = \frac{10}{5,2} \times 60 = 115,38$$
- Perhitungan denyut nadi kerja maksimal (DNK maksimum)

$$\text{DNK maksimum (laki-laki)} = 220 - \text{umur} = 220 - 23 = 197$$
- Menghitung %CVL

$$\% \text{CVL} = \frac{(\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat})}{\text{Denyut Nadi Kerja Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat}} \times 100$$

$$\% \text{CVL} = \frac{115,38 - 55,05}{197 - 55,05} \times 100 = 42,5\%$$

Berdasarkan ketetapan dalam kategori beban kerja, maka %CVL kerja tanpa menggunakan alat masuk dalam rentang 30%-60%. Artinya klasifikasi beban kerja mencabut singkong dengan cara manual perlu dilakukan perbaikan.

2. %CVL Pencabutan Singkong Menggunakan Alat

Pengujian dilakukan untuk menghitung beban kerja fisik yang dialami oleh operator saat menggunakan alat. Perhitungan beban kerja yang dialami petani menggunakan metode 10 denyut nadi. Tahapan pertama yang dilakukan adalah menghitung denyut nadi tangan sebelah kiri operator sebanyak 10 kali denyutan dan mencatat waktunya menggunakan *stopwatch*. Operator yang diukur disini adalah Aa Rafid Raihan jenis kelamin laki-laki dan berumur 23 tahun. Pengukuran denyut nadi dilakukan yaitu dalam kondisi istirahat dan baru selesai kerja. Denyut nadi istirahat (DNI) didapatkan sebesar 10,9 detik. Setelah melakukan pekerjaan mencabut singkong sebanyak 26 kali pencabutan kemudian diukur denyut nadi pekerja dan didapatkan denyut nadi kerja (DNK) sebesar 6,4 detik.

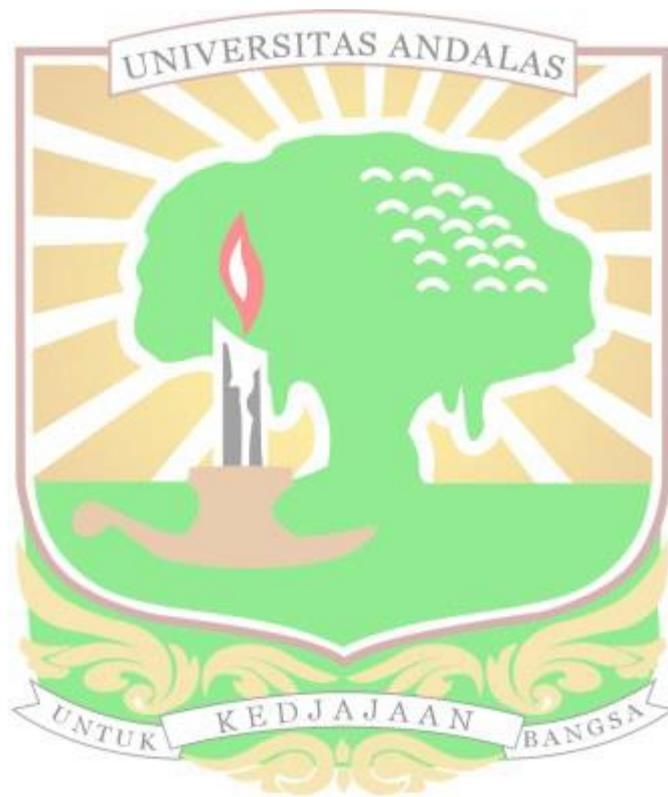
Setelah didapatkan data denyut nadi operator, maka dilanjutkan dengan tahapan perhitungan %CVL. Dari hasil perhitungan %CVL, maka didapatkan %CVL sebesar 27,26%. Berdasarkan kategori beban kerja sesuai dengan ketentuan, maka %CVL yang didapatkan menunjukkan hasil <30%. Untuk kategori <30% klasifikasinya adalah tidak terjadi kelelahan. Contoh perhitungan beban kerja fisik operator dapat dilihat pada langkah-langkah berikut ini.

- Jenis kelamin operator = Laki-laki
- Umur operator = 23 tahun
- Denyut nadi istirahat (DNI) = 10,9 detik
$$\text{DNI (menit)} = \frac{10}{10,9} \times 60 = 55,05$$
- Denyut nadi kerja (DNK) = 6,4 detik
$$\text{DNK (menit)} = \frac{10}{6,4} \times 60 = 93,75$$
- Perhitungan denyut nadi kerja maksimal (DNK maksimum)
$$\text{DNK maksimum (laki-laki)} = 220 - \text{umur} = 220 - 23 = 197$$
- Menghitung %CVL

$$\% \text{CVL} = \frac{(\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat})}{\text{Denyut Nadi Kerja Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat}} \times 100$$

$$\% \text{CVL} = \frac{93,75 - 55,05}{197 - 55,05} \times 100 = 27,26$$

Berdasarkan ketetapan kategori beban kerja, menunjukkan $27,26\% < 30\%$. Sehingga klasifikasi beban kerja pada pencabutan singkong menggunakan alat adalah tidak mengalami kelelahan.



BAB V ANALISIS

Bab ini menjelaskan tentang analisis dari alat pencabut singkong hasil pengembangan, Waktu proses pencabutan singkong, *Nordic Body Map* (NBM), dan anggaran biaya.

5.1 Analisis Alat Pencabut Singkong Hasil Pengembangan dan Penelitian Sebelumnya

Alat pencabut singkong ini sebagai alat dalam melakukan pencabutan singkong oleh petani. Pengembangan alat pencabut singkong ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh yang diberikan alat terhadap hasil pekerjaan mencabut singkong. Alat pencabut singkong ini terdiri dari komponen utama adalah rangka tumpuan dengan ukuran 20cm x 10 cm dengan material yang digunakan besi plat dengan ketebalan bahan 6 mm. Penggunaan dimensi ini mempertimbangkan kerangka tumpuan memiliki fungsi tambahan sebagai pemotong dan penggali ubi yang tertinggal dalam tanah. Tanah pertanian singkong yang relatif keras sehingga dimensi kerangka kecil akan lebih mudah untuk menembus ke dalam tanah. Komponen memiliki ketebalan 6 mm mempertimbangkan bahwa agar tidak mudah membengkok saat menahan beban besar pada proses pencabutan singkong dari dalam tanah, sehingga memerlukan ketebalan yang tidak terlalu besar. Apabila ketebalan alat kurang atau lebih kecil dari yang digunakan, maka kerangka tumpuan memiliki potensi untuk mudah bengkok saat digunakan mencabut singkong. Namun kelebihanannya adalah material akan lebih ringan jika menggunakan ketebalan dibawah yang digunakan. Sedangkan, jika ketebalan material yang digunakan lebih besar dari 6 mm, maka akan menambah berat alat menjadi lebih besar. Selain itu, kerangka akan lebih sulit untuk menembus tanah pada saat menggali ubi yang tertinggal akibat pencabutan dikarenakan luas permukaan kerangka besar sehingga sulit untuk masuk menembus tanah.

Lengan tuas merupakan bagian terpenting pada alat pencabut singkong. Material yang digunakan pada lengan tuas ini adalah pipa besi air dengan dimensi panjang sebesar 138 cm dengan diameter luar adalah 3 cm, dengan ketebalan bahan adalah 2mm. pada bagian lengan tuas ini ditambahkan dengan *handgrip* untuk meningkatkan kenyamanan alat saat digenggam. Diameter *handgrip* yang digunakan adalah 3 cm bagian dalam dan 4 cm bagian luar. Penggunaan dimensi ini mempertimbangkan bahwa besi pipa yang digunakan adalah 3 cm, sementara itu 4 cm bagian luar mempertimbangkan dari data antropometri yaitu genggam tangan maksimal orang sebesar 4 cm (P5). Alasan menggunakan persentil 5 adalah agar 5 persen orang pada ukuran tersebut atau dibawah ukuran tersebut masih dapat menggunakan alat.

Alat pencabut singkong hasil pengembangan dan penelitian sebelumnya dilakukan perbandingan untuk melihat tingkat keefektifan alat secara keseluruhan. Perbandingan dilakukan pada masing-masing komponen alat pencabut singkong. **Tabel 5.1** menampilkan perbandingan alat hasil pengembangan dan alat pada penelitian sebelumnya.

Tabel 5.1 Perbandingan Alat Sebelumnya Dengan Alat Hasil Pengembangan

No.	Fitur	Produk Sebelumnya	Produk Hasil Pengembangan
1	Kerangka Tumpuan	Memiliki jumlah kaki tumpuan sebanyak 3 yang berada pada bagian depan 2 dan 1 bagian belakang. Fungsi alat hanya menumpu beban.	Berbentuk datar dan terbuat dari plat baja. Tidak hanya sebagai tumpuan beban, kerangka ini juga memiliki fungsi lain untuk menggali singkong yang tertinggal di dalam tanah dan memisahkan singkong dari batangnya.
2	Lengan Tuas	Bentuk lengan tuas panjang dan lurus, terbuat dari besi pipa.	Terbuat dari besi pipa dengan diameter 3 cm. Bentuk alat seperti huruf T. dan memiliki pengangan khusus pada bagian ujung lengan.

Tabel 5.1 Perbandingan Alat Sebelumnya Dengan Alat Hasil Pengembangan
(Lanjutan 1)

No.	Fitur	Produk Sebelumnya	Produk Hasil Pengembangan
3	Pengait/penjepit	Tidak dilengkapi pengait/penjepit batang singkong. Untuk mencabut singkong, maka batang singkong di ikatkan pada ujung lengan tuas. Sehingga memerlukan waktu <i>setup</i> alat sebelum digunakan	Pengait memiliki dua sisi yang saling berhadapan dan berbentuk zigzag. Pengait dapat membuka tutup untuk mengait/menjeprit batang singkong pada saat dicabut. Pengait memiliki desain sedikit melengkung pada bagian tengah mata pengait dengan tujuan agar batang singkong tidak mudah terlepas dari jepitan saat dicabut.
4	Handgrip	Tidak dilengkapi <i>handgrip</i> .	<i>Handgrip</i> terbuat dari busa dan memiliki diameter dalam sebesar 3 cm dan diameter luar sebesar 4 cm. <i>Handgrip</i> berfungsi agar tangan lebih nyaman menggenggam lengan tuas dan menghindari cedera saat mencabut singkong.
5	<i>Handle</i> penggerak pengait	Tidak menggunakan <i>handle</i> penggerak	<i>Handle</i> penggerak memiliki panjang 10 cm dan terbuat dari bahan plastik. Memiliki fungsi untuk menggerakkan pengait agar dapat membuka dan menutup saat digunakan mencabut singkong.
6	Tali/kawat penggerak	Tidak menggunakan tali/kawat penggerak	Kawat penggerak terbuat dari material kawat dan memiliki fungsi untuk menghubungkan <i>handle</i> dengan pengait.
7	Pegas	Tidak menggunakan pegas	Pegas yang digunakan memiliki panjang 10 cm dan pada kedua bagian ujung pegas melengkung .

5.2 Analisis Waktu Proses Pencabutan

Waktu proses pencabutan merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mengeluarkan umbi singkong dari dalam tanah. Pada proses pencabutan singkong, dilakukan perhitungan waktu proses pencabutan singkong menggunakan alat hasil pengembangan. Berdasarkan penggunaan alat pencabut singkong didapatkan rentang waktu pencabutan singkong berkisar mulai dari 7,13 detik sampai dengan 12,15 detik dengan rata-rata waktu pencabutan per batang sebesar 9,72 detik. Dapat diartikan bahwa, dalam waktu 1 menit dapat mencabut singkong $\pm 6,2$ batang atau ≈ 7 batang singkong. Persentase penurunan waktu pencabutan tanpa menggunakan alat dan saat menggunakan alat adalah sebesar 11,48%. Perhitungan persentase penurunan waktu pencabutan dapat dilihat pada tahapan berikut ini.

Waktu pencabutan tanpa alat: 12,24 detik/batang

Waktu pencabutan dengan alat: 9,72 detik/batang

Penurunan waktu pencabutan = $12,24 - 9,72 = 2,52$ detik/batang

Sehingga, % Penurunan waktu pencabutan = $\frac{2,52}{21,96} \times 100\% = 11,48\%$



Gambar 5.1 Kurva Waktu Pencabutan Menggunakan Alat Hasil Pengembangan

Kurva waktu pencabutan tidak terlihat stabil atau sedikit datar. Hal ini disebabkan banyak faktor saat melakukan pencabutan singkong dilapangan sehingga waktu pencabutan mengalami ketidakstabilan. Pertama adalah waktu menjadi lama disebabkan dimensi atau ukuran batang singkong yang dicabut berbeda. Kedua adalah bobot umbi singkong yang panjang dan besar, sehingga kekuatan umbi singkong untuk menahan dari gaya tarik semakin besar. Terakhir adalah terdapat beberapa titik pencabutan yang memiliki tekstur tanah yang agak keras, sehingga penetrasi tanah juga sedikit lebih besar. Perbandingan waktu pencabutan singkong secara manual dan menggunakan alat hasil pengembangan ditampilkan pada **Tabel 5.2**.

Tabel 5.2 Perbandingan Pencabutan Tanpa Alat dengan Menggunakan Alat

No.	Aspek	Tanpa Menggunakan Alat	Menggunakan Alat Hasil Pengembangan
1	Rata-rata waktu pencabutan	12,24 detik/batang	9,72 detik/batang
2	Rata-rata kerusakan singkong	144,23 gram/batang	103,85 gram/batang
3	Rata-rata bobot singkong berhasil dicabut	1311,54 gram/batang atau 1,3 kg/batang	1719,23 gram/batang atau 1,7 kg/batang

5.3 Beban Kerja Fisik Proses Pencabutan Singkong

Analisis terhadap beban kerja fisik dilakukan dengan cara membandingkan perhitungan %CVL proses pencabutan singkong tanpa menggunakan alat dengan %CVL pencabutan singkong menggunakan alat hasil pengembangan. Berdasarkan hasil pengukuran beban kerja fisik menggunakan metode 10 denyut nadi pada proses pencabutan singkong tanpa menggunakan alat didapatkan sebesar 42,5%. Persentase ini menunjukkan bahwa pekerjaan pencabutan singkong dengan cara manual memiliki resiko yang besar masuk dalam kategori perlu dilakukan perbaikan pada proses pencabutan singkong. Sedangkan, proses pencabutan singkong dengan menggunakan alat pencabut singkong hasil rancangan didapatkan %CVL sebesar 27,26%. Angka ini menunjukkan bahwa proses

pencabutan singkong menggunakan alat termasuk dalam kategori tidak terjadi kelelahan saat proses pencabutan singkong. Terjadi penurunan beban kerja fisik berdasarkan %CVL sebesar 15,24%.

5.4 Anggaran Biaya

Harga material yang digunakan dalam penentuan anggaran biaya diperoleh dari pembelian material secara langsung ke toko dan melalui toko online. Material yang dibeli secara langsung sehingga harga material diperoleh dari harga toko. Sementara itu, untuk material yang dibeli secara online, maka harga material berdasarkan ketetapan yang ada pada toko online. Harga material dapat dilihat pada **Tabel 4.20**.

Setelah kebutuhan bahan baku yang digunakan untuk membuat alat pencabut singkong diperoleh, maka dihitung anggaran biaya yang digunakan untuk membuat alat. Berdasarkan harga bahan baku dan kebutuhan material, maka didapatkan anggaran biaya untuk menghasilkan satu unit alat adalah sebesar Rp 412.000,00. Dikarenakan pada penelitian sebelumnya tidak melakukan perhitungan biaya pembuatan alat, maka perkiraan biaya yang dikeluarkan untuk alat sejenis sebesar Rp3.500.000,00 untuk satu unit produk (https://www.indotrading.com/bahagiajayasejahtera/alat_pengungkit_ubi_p383765.aspx). Dapat disimpulkan bahwa anggaran biaya pembuatan alat hasil pengembangan lebih murah dan ekonomis dibandingkan dengan alat yang sudah ada.

BAB VI PENUTUP

Pada bagian ini berisikan mengenai kesimpulan dari penelitian yang dilakukan serta saran untuk penelitian sejenis ke depannya.

6.1. Kesimpulan

Pada penelitian ini dihasilkan alat pencabut singkong yang mempertimbangkan aspek ergonomi pengguna untuk mempermudah proses pencabutan singkong. Alat pencabut singkong hasil rancangan memiliki komponen utama antara lain kerangka tumpuan, lengan tuas, pengait, *handgrip*, *handle* penggerak pengait, kawat *handle* penggerak, dan pegas, serta memiliki fungsi tambahan yaitu dapat memisahkan umbi singkong dengan batang singkong dan dapat menggali singkong yang tertinggal di dalam tanah. Hasil evaluasi rancangan menunjukkan bahwa terjadi penurunan waktu pencabutan singkong sebesar 11,48% dengan menggunakan alat pencabut singkong hasil pengembangan. Selain itu, beban kerja fisik (%CVL) yang dialami pengguna menurun sebesar 15,24.% setelah menggunakan alat ini. Anggaran biaya pembuatan alat pencabut singkong hasil rancangan adalah sebesar Rp412.000,00.

6.2. Saran

Adapaun saran yang dapat penulis berikan untuk penelitian ke depannya adalah sebagai berikut.

1. Alat pencabut singkong dapat di-*adjustable* pada bagian lengan tuas agar lebih nyaman saat digunakan oleh pengguna.
2. Alat dapat mencabut lebih dari satu batang singkong dalam satu kali pencabutan.

DAFTAR PUSTAKA

Alfyanda, M. 2021. *Pengembangan Alat Pencabut Singkong (Manihot Esculenta Crantz) dengan Sistem Pneumatik*. Skripsi. Keteknikan Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan.

Asmal, S., Bahri, S., Rusman, M., Hanafi, M., Saiful, Mardin, F., Nilda, dan Ikasari, N. 2020. Perancangan Sistem Mekanis Alat Pencabut Singkong untuk Optimasi Sistem Pencabut Bagi Petani Singkong di Kelurahan Borong Loe Kecamatan Bontomarannu Kabupaten Gowa. *Jurnal Teknologi Terapan untuk Pengabdian Masyarakat*. 3(1), 81-86.

Dewi, N. F. 2020. Identifikasi Resiko Ergonomi dengan Metode Nordic Body Map Terhadap Perawat Poli RS X. *Jurnal Sosial Humaniora Terapan*. 2(2), 125-134.

Hanafi, M. 2010. *Perancangan Ulang Fasilitas Kerja Alat Pembuat Gerabah dengan Mempertimbangkan Aspek Ergonomi*. Skripsi. Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Hutabarat, Y. 2017. *Dasar-Dasar Pengetahuan Ergonomi*. Malang: Media Nusa Creative.

Irawan, A.P. 2017. *Perancangan & Pengembangan Produk Manufaktur*. Yogyakarta: Andi Offset.

Iridiastadi, H. dan Yassierli. 2017. *Ergonomi Suatu Pengantar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Irvan, M. 2011. Fase Pengembangan Konsep Produk dalam Kegiatan Perancangan dan Pengembangan Produk. *Jurnal Ilmiah Faktor Exacta*. (4)3, 261-274.

Kusnandar, V.B. 2022. Ini Kontribusi Sektor Pertanian terhadap Ekonomi RI Tahun 2022. Diakses pada 21 Juli 2022 dari <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/02/15/ini-kontribusi-sektor-pertanian-terhadap-ekonomi-ri-tahun-2021>.

Nugraha, R. 2021. *Rancang Bangun Alat Pencabut Singkong (Manihot Esculenta Crantz) Semi Mekanis*. Skripsi. Keteknikan Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan.

Pertanian.go.id. 2022. *Produksi, Luas Panen dan Produktivitas Padi dan Palawija di Indonesia*. Diakses pada 25 November 2022, dari <https://www.pertanian.go.id/home/?show=page&act=view&id=60>.

Pesselkab.bps.go.id. *Produksi Ubi Kayu (Ton), 2018-2020*. Diakses pada 25 November 2022, dari <https://pesselkab.bps.go.id/indicator/53/109/1/produksi-ubi-kayu.html>.

Putri, N.T. dan Putera, A.N. 2020. *Studi Kelayakan Bisnis Praktis : Konsep dan Aplikasi*. Padang: Andalas University Press.

Rahayu, M. 2020. Analisis Beban Kerja Fisiologis Mahasiswa saat Melakukan Praktikum Analisa Perancangan Kerja dengan Menggunakan Metode 10 Denyut. *Jurnal Pendidikan dan Aplikasi Industri*. 7(1), 16-20.

Rahmayanti, D., Meilani, D., Zadry, H.R., dan Saputra, D.A. 2018. *Perancangan Produk & Aplikasinya*. Padang: Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas.

Siregar, A.Y., Hasibuan, R.R., dan Tambuan, R.A. 2019. *Inovasi Perancangan Alat PTS (Pencabut Tanaman Singkong) Sebagai Upaya Mengurangi Kelelahan Petani Singkong Serta Meningkatkan Produktivitas Pasca Pencabut di Kabupaten Deli Serdang Sumatera*. EE Conference Series. Vol 2 No 3. Hal 625-630.

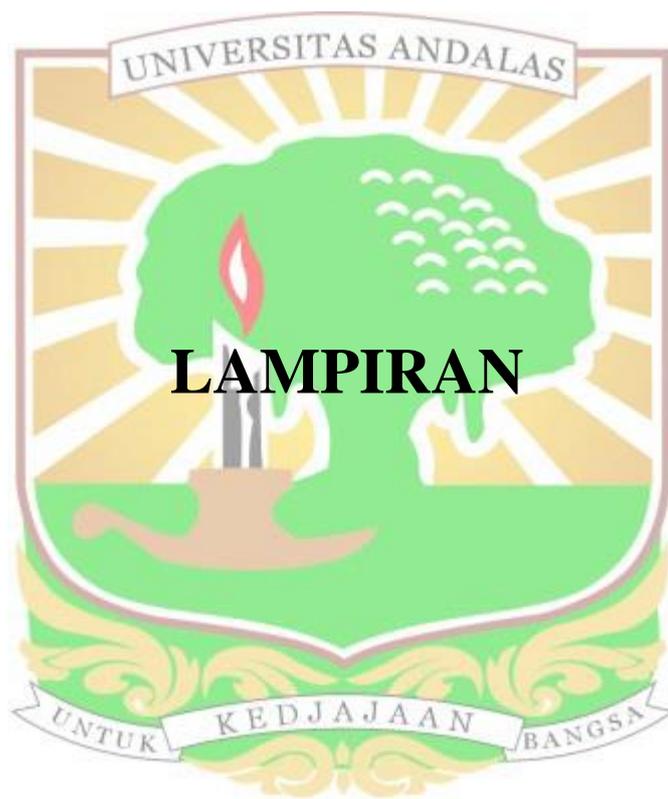
Sitanggang, J. 2021. *Uji Performa Alat Pencabut Singkong (Manihot Utilisima) Semi Mekanis*. Skripsi. Keteknikan Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan.

Sumbar.bps.go.id. 2022. *Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Ubi Kayu 2019-2021*. Diakses pada 25 November 2022, dari <https://sumbar.bps.go.id/indicator/53/62/1/luas-panen-produksi-dan-produktivitas-ubi-kayu.html>.

Susanti, L., Zadry, H.R., dan Yuliandra, B. 2015. *Pengantar Ergonomi Industri*. Padang: Andalas University Press.

Ulrich, K.T. dan Eppinger, S.D. 2016. *Product Design and Development*. Edisi 6. New York: McGraw-Hill Education

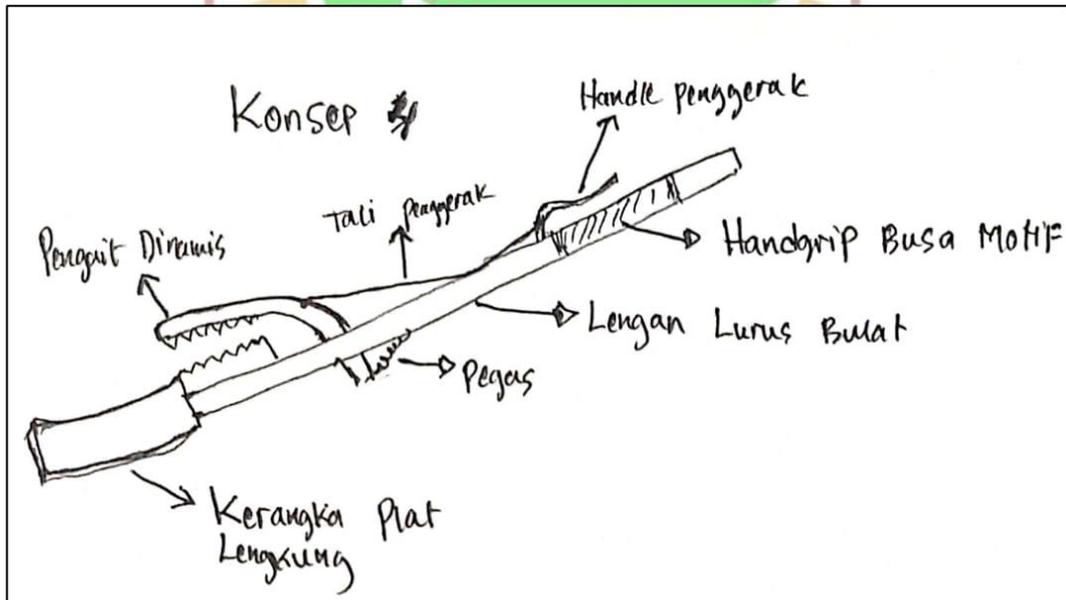
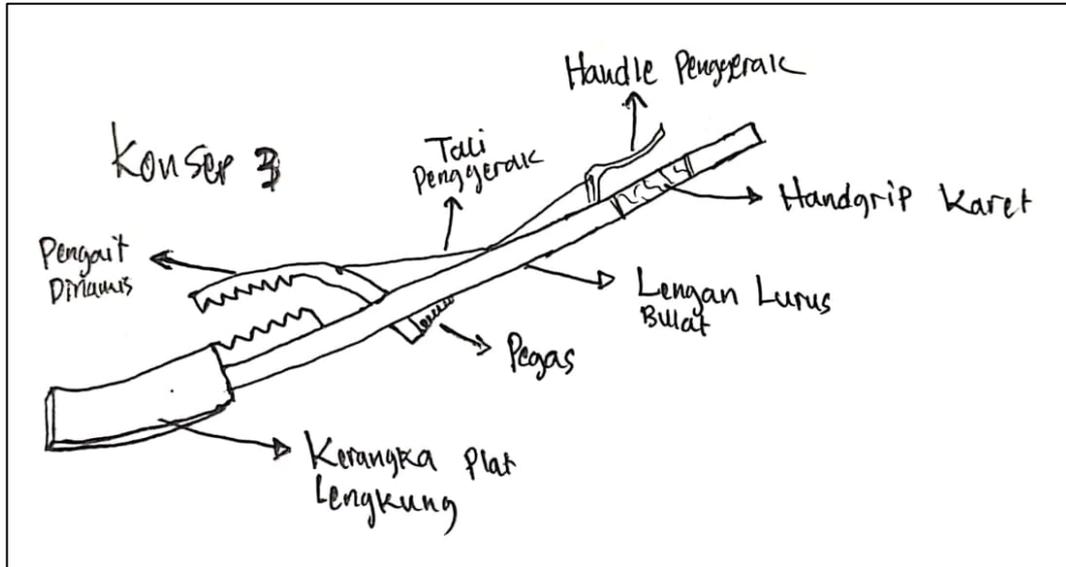
Zikrullah, J. dan Putra, G. 2022. Pengukuran Beban Kerja Operator Menggunakan 10 Denyut Nadi di PT. Wirataco Mitra Mulia. *Jurnal Serambi Engineering*. 7(2), 2976-2982.

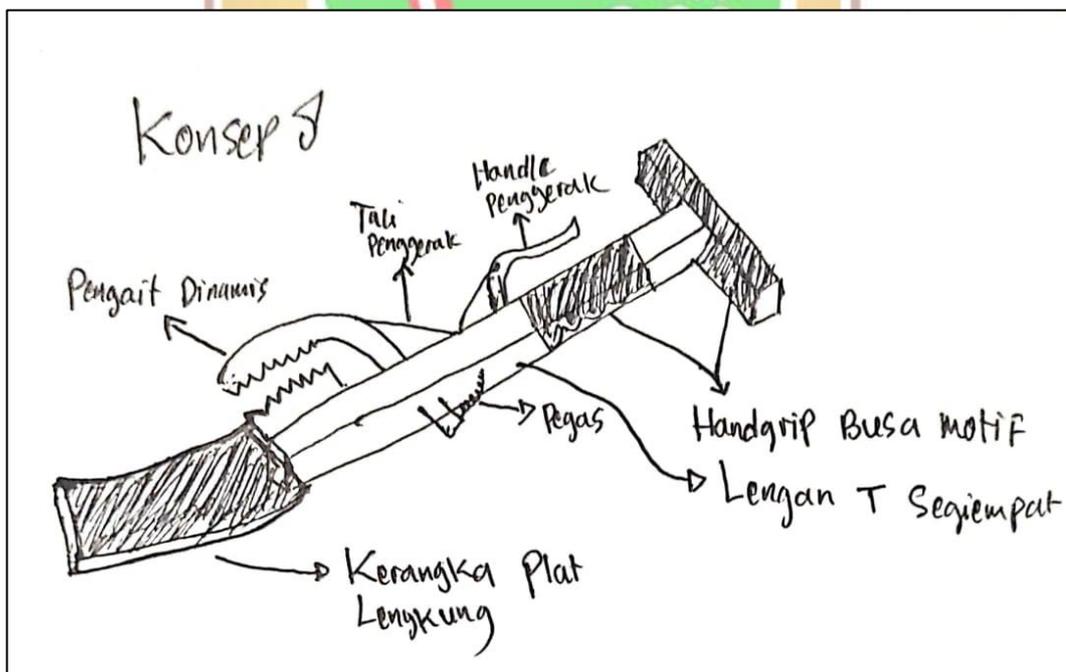
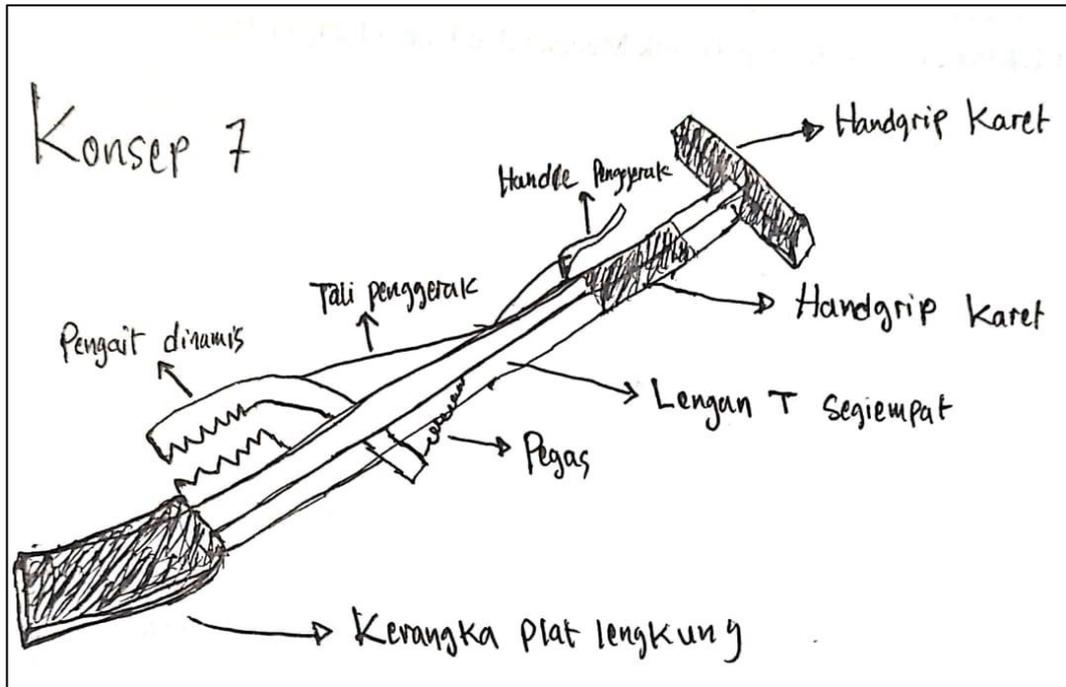


LAMPIRAN

LAMPIRAN A

(Alternatif Konsep Produk)





LAMPIRAN B

(Identifikasi Kebutuhan Pengguna)

B.1 Dokumentasi Kegiatan



B.2 Hasil Wawancara

Wawancara dengan petani singkong

Nama responden : Aa Ra'id Raihan
Umur : 23 Tahun
Jenis Kelamin : Laki-laki
Hari/Tanggal : Jumat / 5 Agustus 2022

1. Apakah anda menggunakan alat khusus yang dapat memudahkan proses pencabutan singkong/ubi kayu? Ya Tidak

2. Alat pencabut singkong seperti apa yang anda inginkan saat digunakan?

- Jawab: a. Mempunyai roda
b. Memiliki wadah pengangkut
c. Efisien
d. ~~Harga Murah~~

3. Apa kelebihan desain alat pencabut singkong yang ada saat ini?

- Jawab: a. Mudah bergerak
b. Dimensi tidak terlalu besar
c.
d.

4. Apa kekurangan desain alat pencabut singkong yang ada saat ini?

- Jawab: a. Pengait tidak bisa masuk ke dalam tanah
b. Tidak memiliki timbangan
c.
d.

5. Perubahan apa yang anda inginkan dari alat pencabut singkong saat ini?

Jawab: Mempunyai alat pengangkut, mempunyai timbangan

Wawancara dengan petani singkong

Nama responden : Yuliadi
Umur : 50
Jenis Kelamin : laki-laki
Hari/Tanggal : Jumat / 5 Agustus 2022

1. Apakah anda menggunakan alat khusus yang dapat memudahkan proses pencabutan singkong/ubi kayu? Ya Tidak

2. Alat pencabut singkong seperti apa yang anda inginkan saat digunakan?

Jawab: a. Tidak membutuhkan banyak tenaga saat digunakan
b.
c.
d.

3. Apa kelebihan desain alat pencabut singkong yang ada saat ini?

Jawab: a. Tidak membutuhkan banyak energi
b. lebih cepat kerja
c. bisa mengurangi tenaga kerja
d.

4. Apa kekurangan desain alat pencabut singkong yang ada saat ini?

Jawab: a. Posisi berdiri kurang stabil
b.
c.
d.

5. Perubahan apa yang anda inginkan dari alat pencabut singkong saat ini?

Jawab: Kaki tengah diperpanjang

Wawancara dengan petani singkong

Nama responden : M. Rais
Umur : 36
Jenis Kelamin : laki laki
Hari/Tanggal : Jumat / 5 Agustus 2022

1. Apakah anda menggunakan alat khusus yang dapat memudahkan proses pencabutan singkong/ubi kayu? Ya Tidak

2. Alat pencabut singkong seperti apa yang anda inginkan saat digunakan?

- Jawab: a. Berat, Kuat sehingga bisa ditusukan ke dalam tanah
b. Tidak rumit Saat digunakan
c.
d.

3. Apa kelebihan desain alat pencabut singkong yang ada saat ini?

- Jawab: a. Tenaga yang dikeluarkan lebih sedikit
b.
c.
d.

4. Apa kekurangan desain alat pencabut singkong yang ada saat ini?

- Jawab: a. Terlalu tinggi ukuran alat
b. Tuas terlalu panjang sehingga sulit digunakan
c. Engsel diprendah posisinya
d.

5. Perubahan apa yang anda inginkan dari alat pencabut singkong saat ini?

Jawab: Rangkaian engsel diprendah

Wawancara dengan petani singkong

Nama responden : Muhammad Rasyd
Umur : 48 Tahun
Jenis Kelamin : Laki-laki
Hari/Tanggal : 5 Agustus 2022 / Jumat

1. Apakah anda menggunakan alat khusus yang dapat memudahkan proses pencabutan singkong/ubi kayu? Ya Tidak

2. Alat pencabut singkong seperti apa yang anda inginkan saat digunakan?

- Jawab: a. Tidak rumit saat dioperasikan
b. Mudah dibawa
c. Ringan
d.

3. Apa kelebihan desain alat pencabut singkong yang ada saat ini?

- Jawab: a. Tenaga lebih sedikit keluar
b. Lebih mudah saat mencabut ubi
c.
d.

4. Apa kekurangan desain alat pencabut singkong yang ada saat ini?

- Jawab: a. Rengit kurang bagus
b. Dimensi besi besar susah digenggam
c. kaki belakang pendek
d.

5. Perubahan apa yang anda inginkan dari alat pencabut singkong saat ini?

Jawab: Rengit diperbaiki, Dimensi alat kurang bagus

Wawancara dengan petani singkong

Nama responden : Afijon
Umur : 60 tahun
Jenis Kelamin : laki-laki
Hari/Tanggal : Jum'at / 5 Agustus 2022

1. Apakah anda menggunakan alat khusus yang dapat memudahkan proses pencabutan singkong/ubi kayu? Ya Tidak

2. Alat pencabut singkong seperti apa yang anda inginkan saat digunakan?

- Jawab: a. Mudah saat digunakan
b. Bisa mencabut lebih dari satu batang
c. Enteng saat dibawa/digunakan
d.

3. Apa kelebihan desain alat pencabut singkong yang ada saat ini?

- Jawab: a. Tenaga saat mencabut ringan / sedikit
b.
c.
d.

4. Apa kekurangan desain alat pencabut singkong yang ada saat ini?

- Jawab: a. Alat berat
b. Dimensi alat besar secara keseluruhan
c. Susah dibawa saat digunakan
d. Waktu pemanenan lama karena harus mengikat batang singkong ke alat terlebih dahulu.

5. Perubahan apa yang anda inginkan dari alat pencabut singkong saat ini?

- Jawab: Bisa mencabut lebih dari 1 batang ubi sekaligus,
Ukuran alat diperkecil

Wawancara dengan petani singkong

Nama responden : Tawrin
Umur : 56 Tahun
Jenis Kelamin : Laki-laki
Hari/Tanggal : Jumat / 5 Agustus 2022

1. Apakah anda menggunakan alat khusus yang dapat memudahkan proses pencabutan singkong/ubi kayu? Ya Tidak

2. Alat pencabut singkong seperti apa yang anda inginkan saat digunakan?

- Jawab: a. Mudah saat digunakan untuk mencabut singkong
b. Tidak mengeluarkan banyak tenaga saat diangkat
c. Nyaman digunakan pada saat mencabut singkong
d.

3. Apa kelebihan desain alat pencabut singkong yang ada saat ini?

- Jawab: a. Alat terbuat dari besi yang kuat.
b. Tenaga yang dikeluarkan saat mencabut singkong kecil.
c.
d.

4. Apa kekurangan desain alat pencabut singkong yang ada saat ini?

- Jawab: a. Pengait batang singkong tidak bagus
b. Ketinggian alat tidak bisa diatur
c. Tangkai tuas alat kesanjungan dan tidak bisa diatur
d.

5. Perubahan apa yang anda inginkan dari alat pencabut singkong saat ini?

- Jawab: Diameter bahan yang digunakan terlalu besar, panjang tuas dapat disesuaikan.

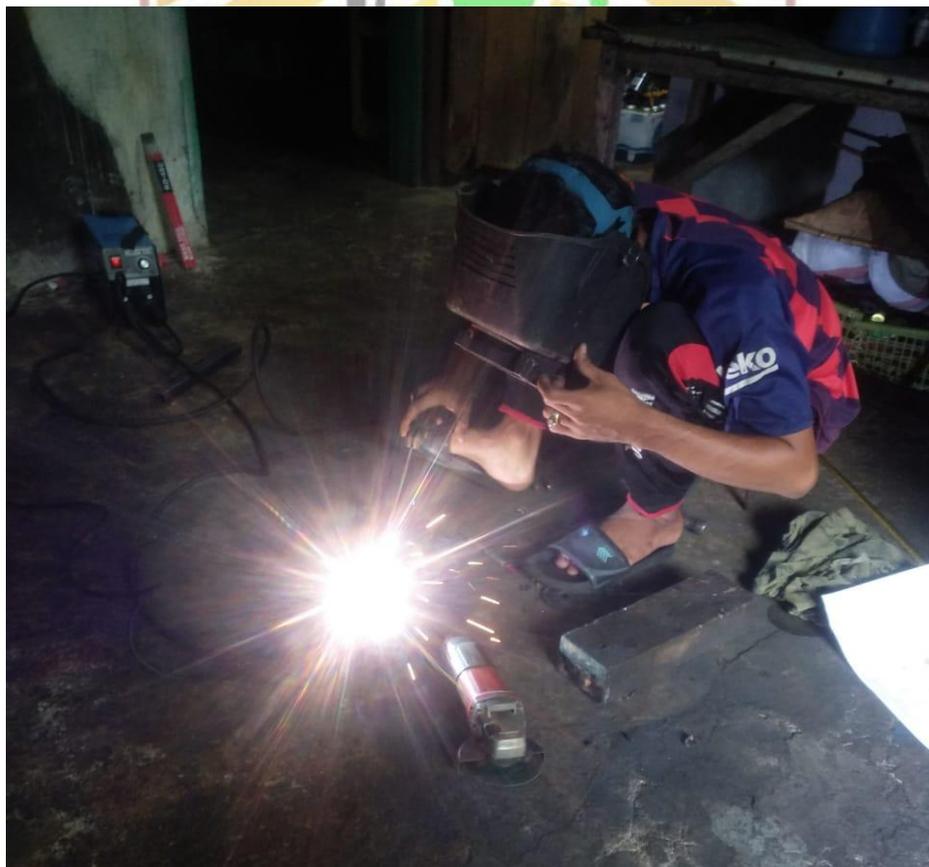
LAMPIRAN C

(Validasi Rancangan dan Proses Pembuatan Prototipe)

C.1 Validasi Rancangan



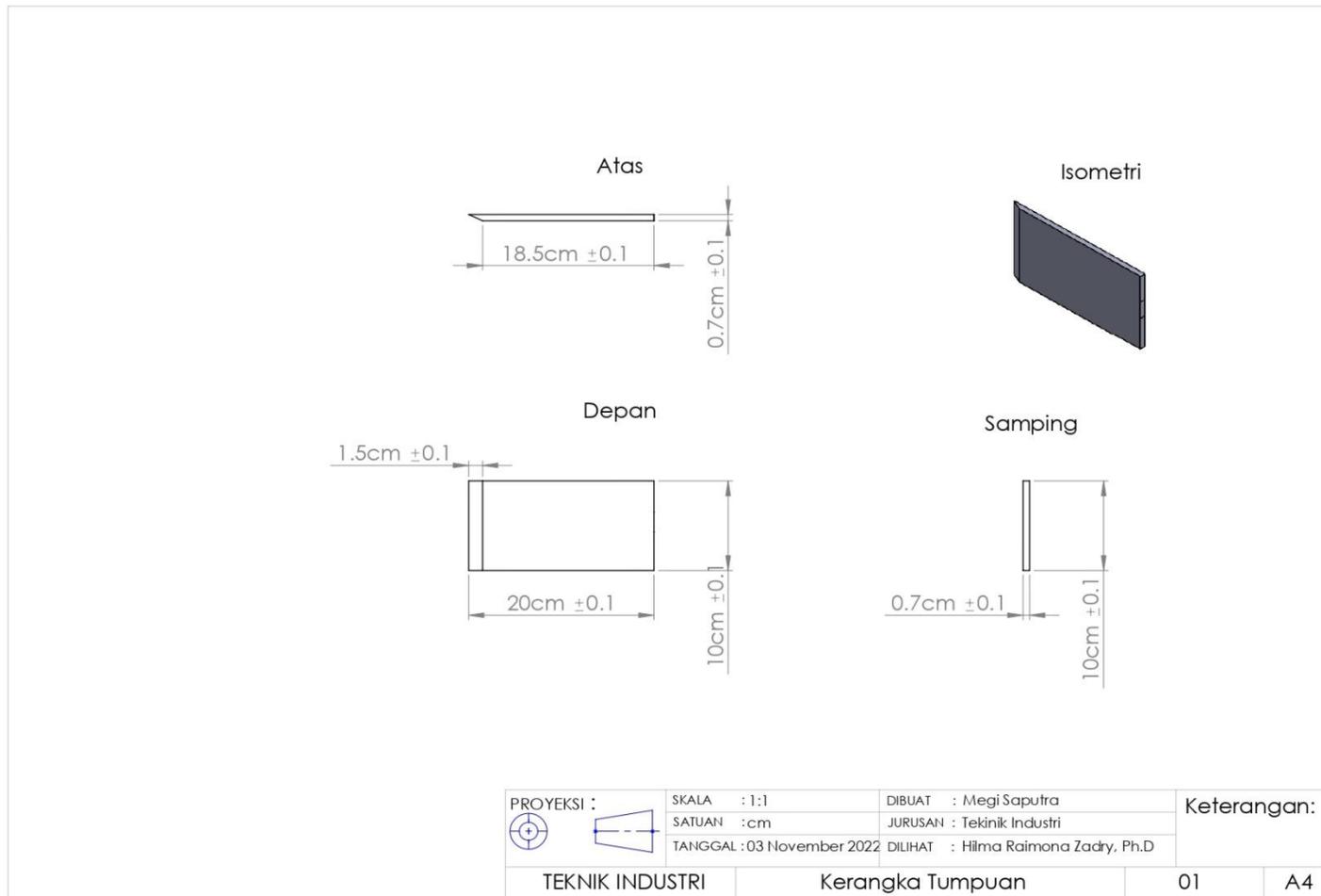
C.2 Pembuatan Alat

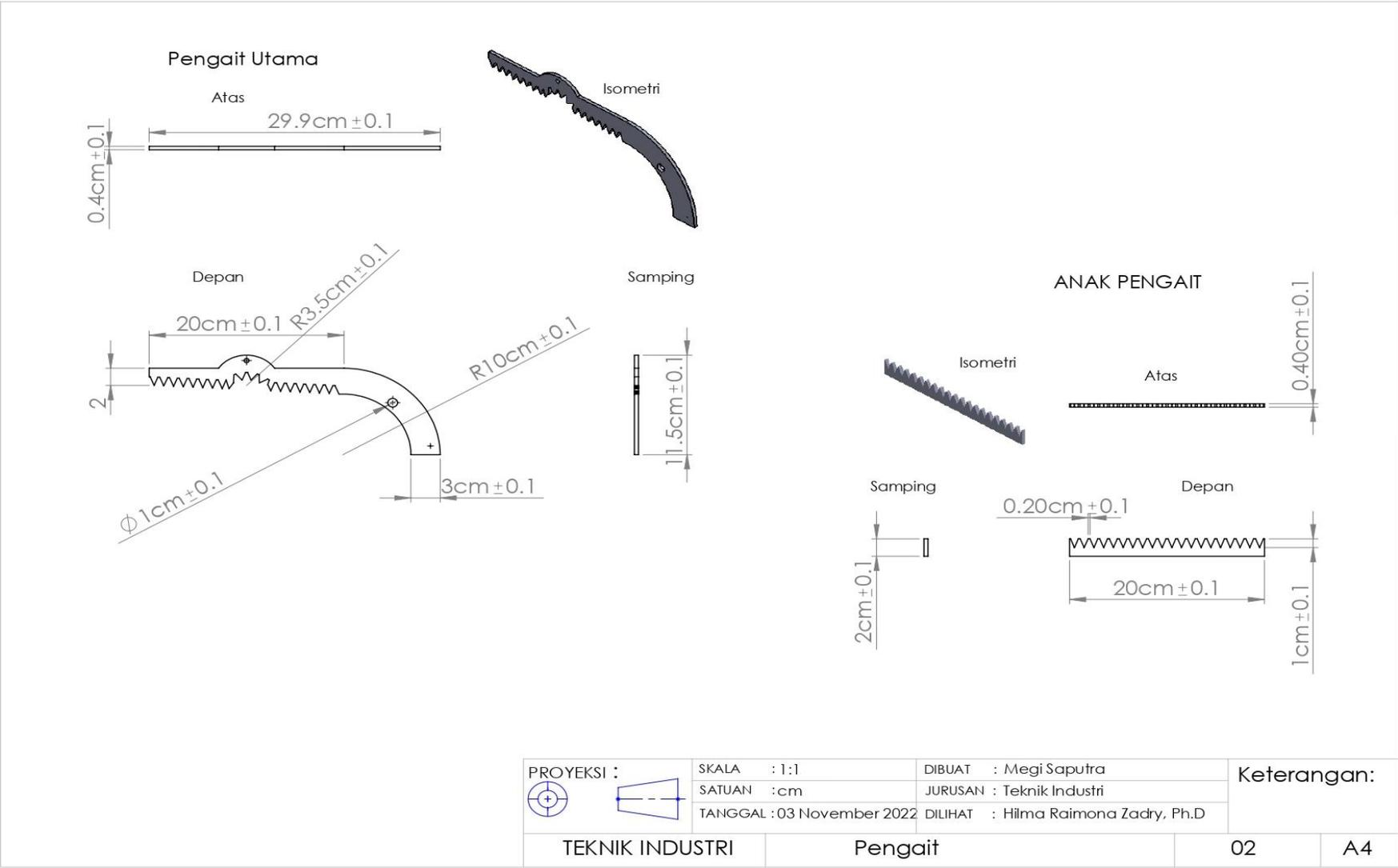


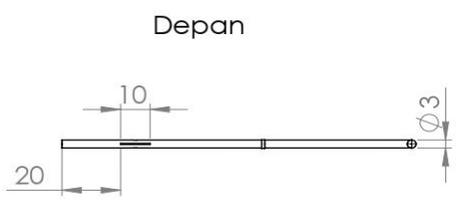
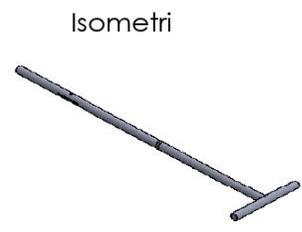
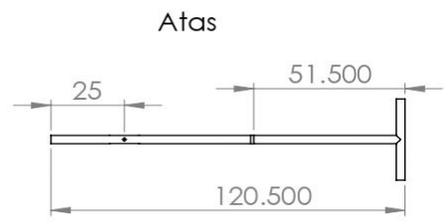




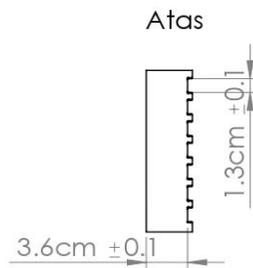
LAMPIRAN D
(Gambar Teknik Alat)







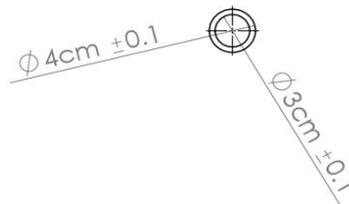
PROYEKSI : 	SKALA : 1:1	DIBUAT : Megi Saputra	Keterangan:
	SATUAN : cm	JURUSAN : Teknik Industri	
	TANGGAL : 03-11-2022	DILIHAT : Hilma Raimona Zadry, Ph.D	
TEKNIK INDUSTRI	Lengan Tuas	03	A4



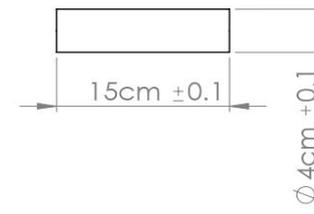
Isometri



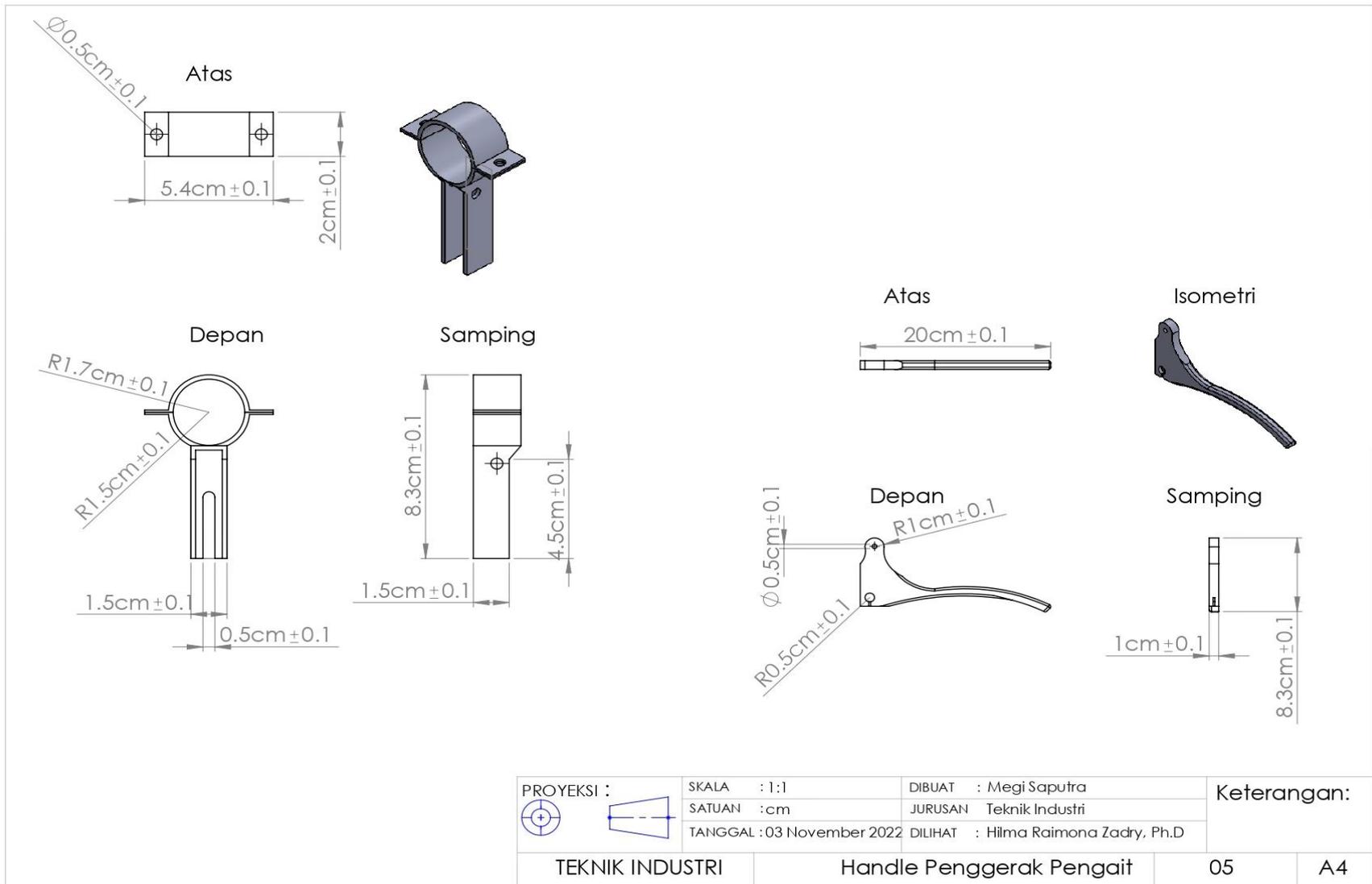
Depan



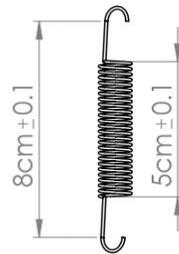
Samping



PROYEKSI : 	SKALA : 1:1	DIBUAT : Megi Saputra	Keterangan:
	SATUAN : cm	JURUSAN : Teknik Industri	
	TANGGAL : 03 November 2022	DILIHAT : Hilma Raimona Zadry, Ph.D	
TEKNIK INDUSTRI	Handgrip	04	A4



Atas



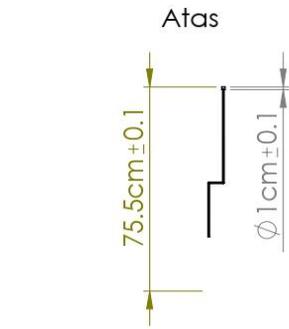
Isometri



Depan



PROYEKSI : 	SKALA : 1:1	DIBUAT : Megi Saputra	Keterangan:
	SATUAN : cm	JURUSAN : Teknik Industri	
	TANGGAL : 03 November 2022	DILIHAT : Hilma Raimona Zadry, Ph.D	
TEKNIK INDUSTRI	Pegas	06	A4



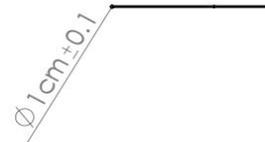
Isometri



Depan



Samping



PROYEKSI :	SKALA : 1:1	DIBUAT : Megi Saputra	Keterangan:
	SATUAN : cm	JURUSAN : Teknik Industri	
	TANGGAL : 03 November 2022	DILIHAT : Hilma Raimona Zadry, Ph.D	
TEKNIK INDUSTRI	Kawat Penggerak Pengait	07	A4

LAMPIRAN E

(Proses Pencabutan Singkong Oleh Operator)

E.1 Dokumentasi Pencabutan



Lampiran E.1.1 Pencabutan Dengan Teknik Mengangkat Ujung Lengan Tuas



Lampiran E.1.2 Pencabutan dengan Teknik Menarik Ujung Lengan Tuas





Lampiran E.1.3 Pencabutan dengan Teknik Menarik Ujung Lengan Tuas
(Lanjutan)



E.2 Waktu Pencabutan

a. Waktu Pencabutan Tanpa Alat

Waktu Proses Pencabutan Singkong Tanpa Alat

Nama : Aa Rafid Raihan

Umur : 23 Tahun

Jenis Kelamin : Laki-laki

Hari/Tanggal : Minggu, 13 November 2022 dan Senin, 5 Desember 2022

No	Waktu (s)	Berat Berhasil Dicabut (gr)	Kerusakan (gr)
1	10,43	400	100
2	12,51	4800	100
3	13,25	4500	300
4	14,49	300	1600
5	10,95	300	200
6	13,19	400	100
7	14,36	1200	400
8	12,15	1800	0
9	9,48	700	0
10	10,11	2200	0
11	14,36	1000	0
12	13,47	2500	0
13	11,35	300	500
14	9,36	600	200
15	13,42	900	0
16	11,37	1100	0
17	13,03	1300	100
18	12,12	700	0
19	11,44	900	0
20	13,67	700	0
21	12,87	1300	0
22	12,19	900	0
23	10,46	900	150
24	11,76	1200	0
25	13,23	1200	0
26	12,36	1400	0
Total	319,33	31100	3765
Rata-rata	12,24	1311,54	144,23

b. Waktu Proses Pencabutan Menggunakan Alat Hasil Rancangan

Waktu Proses Pencabutan Singkong Menggunakan Alat

Nama : Aa Rafid Raihan

Umur : 23 Tahun

Jenis Kelamin : Laki-laki

Hari/Tanggal : Minggu, 13 November 2022 dan Senin, 5 Desember 2022

No	Waktu (s)	Berat Berhasil Dicabut (gr)	Kerusakan (gr)
1	11,37	3000	800
2	9,37	5300	400
3	8,4	2700	0
4	9,5	2400	200
5	8,07	1100	0
6	10,37	6000	0
7	9,64	900	400
8	9,25	800	0
9	10,72	1400	200
10	10,31	1500	0
11	7,67	700	200
12	10,6	1200	0
13	9,12	2300	0
14	9,79	1900	0
15	10,3	1300	0
16	11,66	1400	0
17	10,48	600	0
18	9,27	1600	0
19	7,13	400	400
20	12,15	2700	0
21	9,65	900	0
22	11,12	900	100
23	8,67	1200	0
24	8,45	1000	0
25	9,25	800	0
26	10,49	11000	0
Total	205,77	3000 4170	2700
Rata-rata	9,70	1719,23	103,85

E.3 Bobot Singkong

a. Pencabutan Tanpa Alat

Bobot Umbi Singkong Berhasil dicabut	Bobot Kerusakan Umbi Singkong
	
	

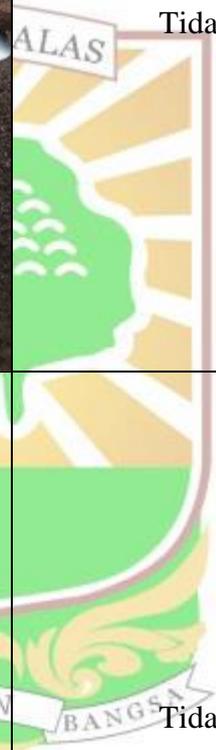
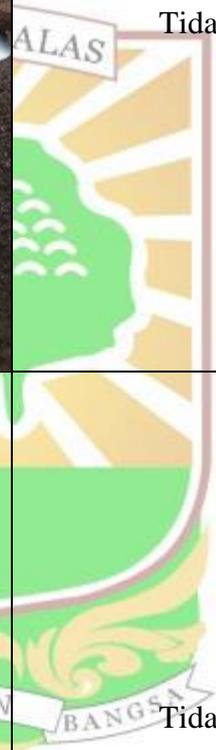
**Bobot Umbi Singkong
Berhasil dicabut**



**Bobot Kerusakan
Umbi Singkong**



b. Proses Belajar Menggunakan Alat Hasil Rancangan

No. Pencabutan	Bobot Umbi Singkong Berhasil dicabut	Bobot Kerusakan Umbi Singkong
1		<p>Tidak ada</p> 
2		<p>Tidak ada</p> 

No. Pencabutan	Bobot Umbi Singkong Berhasil dicabut	Bobot Kerusakan Umbi Singkong
3		
4		 <p data-bbox="1102 1223 1235 1256">Tidak ada</p>

No. Pencabutan	Bobot Umbi Singkong Berhasil dicabut	Bobot Kerusakan Umbi Singkong
5		Tidak ada



c. Proses Pencabutan Menggunakan Alat Hasil Rancangan

Bobot Umbi Singkong Berhasil dicabut	Bobot Kerusakan Umbi Singkong
	
	

**Bobot Umbi Singkong
Berhasil dicabut**



**Bobot Kerusakan
Umbi Singkong**





RUANG BACA DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ANDALAS

SURAT KETERANGAN

Nomor : ~~1380~~/UN16.09.5.3/PP/2022

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan :

Nama : Megi Saputra
NIM : 1810931028
Departemen : Teknik Industri
Semester : 9

telah diperiksa *similarity/originality* dari Tugas Akhir mahasiswa tersebut di atas yang menggunakan software turnitin dengan hasil sebesar :

1. Abstrak : 0%
2. Bab I : 21%
3. Bab II : 14%
4. Bab III : 7%
5. Bab IV : 2%
6. Bab V : 0%
7. Bab VI : 0%

Surat keterangan ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendaftar Sidang Tugas Akhir.

Demikianlah surat ini di buat untuk dipergunakan semestinya.

Padang, 13 Desember 2022

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknk Industri

Feri Afrinaldi, Ph. D
NIP. 198209202006041002

Petugas Ruang Baca

Fratama Seprianto, S.Hum