

**REDESAIN MESIN PENCACAH RUMPUT DENGAN METODE
*TEORIYA RESHENIYA IZOBRETATELSKIH ZADATCH (TRIZ)***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**



Nama : Muhammad Rayhan Al Furqan Ainul
No. Mahasiswa : 20522304

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan hasil karya orisinal saya sendiri, kecuali pada bagian kutipan dan ringkasan yang telah saya cantumkan sumbernya dengan jelas. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar dan melanggar peraturan yang berlaku, saya siap menerima konsekuensinya, termasuk penarikan ijazah yang telah diberikan oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 28 September 2024



A handwritten signature in black ink, appearing to read "MR Af".

(Muhammad Rayhan Al Furqan Ainul)
NIM. 20522304

SURAT BUKTI PENELITIAN

SURAT KETERANGAN

Dengan ini peternakan kambing Samson *Farm* yang terletak di Dusun Randu Pogog, Kelurahan Bimomartani, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman memberikan pernyataan sebagai berikut:

Nama : Muhammad Rayhan Al Furqan Ainul

NIM : 20522304

Perguruan Tinggi : Universitas Islam Indonesia

Fakultas : Teknologi Industri

Program Studi : Teknik Industri

Judul Tugas Akhir : Redesain Mesin Pencacah Rumput Dengan Metode *Teoriya Resheniya Izobretatelskih Zadatch* (TRIZ).

Telah selesai melaksanakan penelitian Tugas Akhir di Peternakan Kambing Samson *Farm*.
Demikian surat ini dibuat untuk dipergunakan semestinya.

Sleman, 17 September 2024

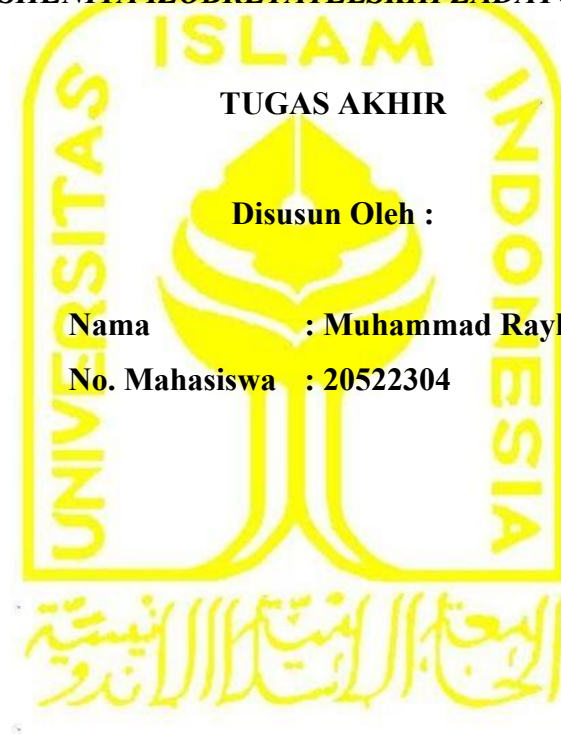
Samson *Farm*



(Suratman)

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**REDESAIN MESIN PENCACAH RUMPUT DENGAN METODE *TEORIYA*
RESHENIYA IZOBRETATELSKIH ZADATCH (TRIZ)**



TUGAS AKHIR

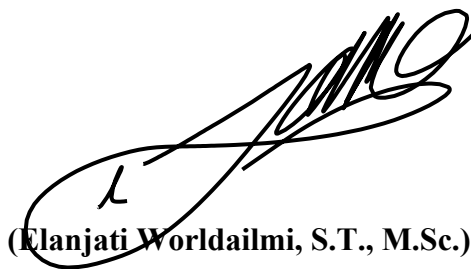
Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Rayhan Al Furqan Ainul

No. Mahasiswa : 20522304

Yogyakarta, 29 Oktober 2024

Dosen Pembimbing



(Elanjati Worldailmi, S.T., M.Sc.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**REDESAIN MESIN PENCACAH RUMPUT DENGAN METODE *TEORIYA
RESHENIYA IZOBRETATELSKIH ZADATCH (TRIZ)*****TUGAS AKHIR**

Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Rayhan Al Furqan Ainul

No. Mahasiswa : 20522304

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 29 Oktober 2024

Tim Penguji

Elanjati Worldailmi, S.T., M.Sc.

Ketua

Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M.

Anggota I

Danang Setiawan, S.T., M.T.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM

NIK. 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Laporan Tugas Akhir ini saya dedikasikan kepada kedua orang tua saya, yang telah memberikan pengorbanan besar serta dukungan moril dan finansial selama saya berada di Yogyakarta, sehingga saya dapat menyelesaikan studi di Universitas Islam Indonesia.

Saya juga mengucapkan terima kasih kepada Ibu Elanjati Worldailmi, S.T., M.Sc., dan Ibu Putri Dwi Annisa, S.T., M.Sc., atas arahan dan bimbingan yang sangat berarti, sehingga saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Terima kasih teruntuk teman-teman seperjuangan dan seperjalanan Teknik Industri (Iqbal, Hari, Zuhdi, Melly, Sekar, Sofi, Indah, Adhit, Parrel, Sekar, dan Raihan) yang selalu memotivasi saya untuk tetap berkembang dan selalu menemani penulis dalam suka dan duka selama menempuh pendidikan di Universitas Islam Indonesia.

Terima kasih yang tak terhingga saya ucapkan kepada saudara-saudara saya: Adib, Bayu, Destri, Isti, Apung, Feby, dr. Galuh, dan Antony yang tidak hanya menjadi pelengkap dalam hidup penulis, tetapi juga menjadi sumber tawa, canda, dan semangat yang tak pernah padam. Kehadiran kalian di setiap langkah perjalanan, baik dalam momen-momen penuh kebahagiaan maupun tantangan, memberikan energi yang tak ternilai. Setiap dukungan, nasihat, dan candaan kalian membantu meringankan beban dan memberi penulis kekuatan untuk terus maju dan menyelesaikan tugas ini dengan penuh rasa syukur. Terima kasih sudah menjadi keluarga yang luar biasa.

Dan yang terakhir terima kasih kepada laki-laki sederhana namun terkadang sangat sulit dimengerti isi kepalanya, sang penulis sebuah karya tulis ini, diri saya sendiri, Muhammad Rayhan Al Furqan Ainul. Seorang laki-laki yang berumur 22 tahun saat menciptakan karya tulis ini namun terkadang sifatnya seperti anak kecil pada umumnya. Terima kasih telah hadir di dunia walaupun mungkin tidak banyak yang ikut serta dalam merayakan hadirmu di dunia namun selalu bersyukur karena tidak sedikit pula manusia yang dengan bahagia merayakan kehadiranmu di dunia. Terima kasih sudah bertahan sejauh ini melewati banyaknya rintangan hidup yang tidak tertebak adanya. Terima kasih untuk malam-malam panjang penuh kerja keras dan momen-momen dimana hampir menyerah. Skripsi ini adalah penghargaan atas segala keteguhan dan keyakinan bahwa saya bisa. Terima kasih untuk diriku sendiri, karena tak pernah berhenti berjuang. Terima kasih tetap memilih hidup dan merayakan dirimu sendiri sampai di titik ini, walaupun seringkali merasa putus asa atas apa yang diusahakan tidak tercapai sesuai harapannya. Terima kasih tetap menjadi manusia yang selalu mau berusaha dan tidak lelah mencoba. Berbahagialah selalu dimanapun berada. Rayakan selalu kehadiranmu di dunia semua hal yang membuatmu hidup. Pastikan jiwamu selalu menjadi bagian dari hal-hal baik di alam semesta, semoga engkau lahir berkali-kali.

MOTTO

"Ibuku membahayakan nyawanya untuk melahirkanku ke dunia, Ayahku membanting tulangnya dan memeras keringatnya untuk membesarkanku, jadi tidak mungkin aku menyerah begitu saja."

"Hatiku tenang karena mengetahui bahwa apa yang melewatkanmu tidak akan pernah menjadi takdirku, dan apa yang ditakdirkan untukku tidak akan pernah melewatkanmu."
(Umar bin Khattab)

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Segala puji dan syukur senantiasa peneliti panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas rahmat dan nikmat-Nya yang melimpah, sehingga peneliti dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir berjudul "Redesain Mesin Pencacah Rumput Dengan Metode *Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch* (TRIZ)" dengan baik dan tepat waktu. Sholawat serta salam senantiasa terlimpahkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wa Sallam, keluarga, sahabat, dan seluruh pengikutnya hingga akhir zaman, yang telah membimbing kita dari masa kegelapan menuju jalan yang terang demi mendapatkan ridho Allah Subhanahu Wa Ta'ala.

Pelaksanaan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia. Dengan selesainya Tugas Akhir ini, diharapkan mahasiswa dapat mengaplikasikan teori yang telah dipelajari di perkuliahan serta memperoleh pengalaman praktis di dunia industri. Dalam proses penyusunan laporan Tugas Akhir ini, penulis menerima banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Dengan penuh rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, MT. IPU. ASEAN. Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak, Ir. M. Ridwan Andi Purnomo, ST., M.Sc., Ph.D., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Elanjati Worldailmi, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan banyak bimbingan dan ilmu yang berharga kepada penulis.
4. Kedua orang tua, Bapak Ainul Rauf dan Ibu Fatimah Djumurdin yang telah banyak memberikan kasih sayang dan cintanya kepada penulis.
5. Untuk keluarga, saudara, dan sahabat seperjuangan yang telah memberikan dukungan dan doa dalam perjalanan ini, saya sangat berterima kasih..
6. Terima kasih juga kepada teman-teman Teknik Industri Angkatan 2020 atas kebersamaan selama 4 tahun menjalani perkuliahan.
7. Kepada teman-teman terdekat yang telah memberikan semangat dan dorongan tak kenal lelah, saya sangat menghargai setiap dukungan yang kalian berikan.

Saya menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu saya memohon maaf dan dengan terbuka menerima kritik serta saran dari para pembaca demi penyempurnaan di masa mendatang. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalamu 'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

ABSTRAK

Kabupaten Sleman, yang terletak di Provinsi Jawa Tengah dan berbatasan langsung dengan Kota Yogyakarta. Peternak di kabupaten sleman tiap hari membutuhkan pakan ternak berupa rumput dalam jumlah yang cukup banyak untuk dicacah sebagai bahan pakan ternak untuk memastikan pertumbuhan dan produktivitas ternak. Para peternak membutuhkan rumput dalam jumlah besar untuk pakan ternak yang harus dicacah dua kali sehari. Pencacahan ini penting untuk membantu proses pencernaan ternak, mencegah kembung, serta memungkinkan fermentasi rumput selama musim kemarau guna penyimpanan yang lebih efisien. mesin pencacah rumput yang digunakan oleh peternak di Kabupaten Sleman saat ini memiliki beberapa kelemahan yang signifikan terkait dengan desain dan fungsinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui atribut rancangan mesin pencacah rumput berdasarkan kebutuhan para peternak dan menentukan desain parameter dalam perancangan mesin pencacah rumput untuk memenuhi kebutuhan para peternak berdasarkan prinsip TRIZ. Pendekatan TRIZ digunakan dalam proses perancangan agar setiap fungsi mesin dapat diterapkan tanpa mengurangi fungsi lainnya. Diagram *Root Conflict Analysis* berperan sebagai alat tambahan untuk memetakan konflik yang ada, sehingga solusi kreatif dapat ditemukan melalui prinsip-prinsip TRIZ. Survei dilakukan untuk mengidentifikasi atribut yang diinginkan pengguna. Hasil perancangan menunjukkan mesin pencacah memiliki atribut yang aman digunakan, ukuran potongan yang dapat disesuaikan, mudah dirawat, memiliki kekuatan potong yang baik, ringkas, mudah dipindahkan, dan material pisau yang tahan lama.

Kata Kunci: Peternak, Mesin pencacah rumput, *Root Conflict Analysis*, TRIZ

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Batasan Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kajian Literatur.....	7
2.2 Landasan Teori	15
2.2.1 Pakan ternak.....	15
2.2.2 Mesin pencacah rumput	16
2.2.3 Pengertian redesain	16
2.2.4 <i>Root conflict analysis (RCA)</i>	16
2.2.5 <i>TRIZ (Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch)</i>	17
2.2.6 Validitas	33
2.2.7 Reliabilitas	34
2.2.8 <i>Marginal homogeneity</i>	36
BAB III METODE PENELITIAN.....	37
3.1 Objek Penelitian	37
3.2 Instrumen Penelitian	37
3.3 Metode Pengumpulan Data	37
3.3.1 Sumber data	37
3.3.2 Teknik pengumpulan data.....	38
3.4 Populasi dan Sampel.....	39
3.5 Metode Pengolahan Data.....	40
3.6 Metode Analisis	41
3.6.1 Analisis kualitatif	41
3.6.2 Uji Validitas	41
3.6.3 Uji reabilitas.....	42
3.6.4 Uji <i>marginal homogeneity</i>	43
3.7 Alur Penelitian.....	45
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	49
4.1 Pengumpulan Data.....	49

4.1.1	Profil responden	49
4.1.2	Keinginan pengguna	49
4.1.3	Identifikasi tingkat kepentingan keinginan pengguna	50
4.2	Uji Validitas dan Reliabilitas.....	51
4.3	Aplikasi TRIZ.....	53
4.3.1	<i>Customer</i> atribut desain mesin pencacah runmput	53
4.3.2	Proses aplikasi TRIZ.....	53
4.3.3	<i>Root conflict analysis</i> (RCA)	56
4.3.4	<i>Model of problem</i>	57
4.3.5	Analisis kontradiksi	58
4.3.6	<i>Improving features</i>	60
4.3.7	<i>Worsening features</i>	61
4.3.8	Analisis Matriks Kontradiksi	62
4.3.9	<i>Inventive principles</i>	64
4.4	Desain Virtual.....	70
4.5	Dimensi Produk	72
4.6	Spesifikasi Produk	73
4.7	Prinsip Kerja Mesin Pencacah.....	74
4.8	Uji Kesesuaian Desain.....	75
BAB V PEMBAHASAN		77
5.1	Analisis Keinginan Pengguna.....	77
5.2	Analisis Diagram RCA.....	78
5.3	Analisis <i>Inventive Principles</i>	80
5.3.1	Atribut aman digunakan.....	81
5.3.2	Atribut ukuran potongan dapat diatur sesuai kebutuhan.....	82
5.3.3	Atribut mudah dalam perawatan mesin	83
5.3.4	Atribut kekuatan potongan mesin pencacah	84
5.3.5	Atribut ringkas dan mudah untuk dipindahkan.....	85
5.3.6	Atribut daya tahan material pisau	87
BAB VI PENUTUP		82
6.1	Kesimpulan.....	82
6.2	Saran	82
DAFTAR PUSTAKA		83
LAMPIRAN.....		A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Spesifikasi Mesin Pencacah Rumput Yang Digunakan	3
Tabel 2. 1 State of Art	13
Tabel 2. 2 TRIZ 39 Parameter.....	19
Tabel 2. 3 TRIZ 40 Inventive Principles.....	25
Tabel 2. 4 Kriteria Nilai Cronbach Alpha	35
Tabel 4. 1 Karakteristik Responden	49
Tabel 4. 2 Atribut Kebutuhan Pengguna.....	49
Tabel 4. 3 Tingkat Kepentingan Atribut Pengguna.....	50
Tabel 4. 4 Hasil Uji Validitas.....	51
Tabel 4. 5 Hasil Uji Reliabilitas	52
Tabel 4. 6 Atribut Perancangan.....	53
Tabel 4. 7 Product System.....	53
Tabel 4. 8 System Components.....	54
Tabel 4. 9 Supersystem	54
Tabel 4. 10 Model of Problem	57
Tabel 4. 11 Analisis Kontradiksi.....	58
Tabel 4. 12 Improving Features	60
Tabel 4. 13 Worsening Features.....	61
Tabel 4. 14 Analisis Matriks Kontradiksi	62
Tabel 4. 15 Solusi Inventive Principles.....	64
Tabel 4. 16 Dimensi Produk.....	72
Tabel 4. 17 Spesifikasi Perancangan Mesin Pencacah Rumput.....	73
Tabel 4. 18 Uji Marginal Homogeneity	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Mesin Pencacah Rumput Yang Digunakan.....	2
Gambar 1. 2 Mesin Pencacah Rumput Yang Digunakan.....	3
Gambar 2. 1 Struktur Diagram RCA.....	17
Gambar 2. 2 TRIZ Problem Solving.....	18
Gambar 2. 3 Matriks Kontradiksi.....	25
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	45
Gambar 4. 1 Root Conflict Analysis.....	56
Gambar 4. 2 Desain Virtual Mesin Pencacah Rumput Tampak Isometrik.....	70
Gambar 4. 3 Virtual Desain Mesin Pencacah Rumput Tampak Samping.....	71
Gambar 4. 4 Virtual Desain Mesin Pencacah Rumput Tampak Depan.....	71
Gambar 4. 5 Virtual Desain Bagian Dalam Mesin Pencacah Rumput.....	72
Gambar 5. 1 Komponen Roll Penarik.....	81
Gambar 5. 2 Komponen Tatakan Potongan.....	83
Gambar 5. 3 Komponen Cover Body Mesin.....	84
Gambar 5. 4 Komponen Pulley Mesin Pencacah Rumput.....	85
Gambar 5. 5 Komponen Roda.....	86
Gambar 5. 6 Komponen Pisau Pencacah.....	88

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris yang sebagian besar masyarakat Indonesia bekerja di sektor pertanian. Sektor pertanian tersebut mencakup usaha di subsektor tanaman pangan, perikanan, hortikultura, kehutanan, perkebunan, dan peternakan. Usaha pada subsektor peternakan merupakan salah satu usaha yang berperan penting dalam perekonomian masyarakat khususnya yang tinggal di pedesaan. Salah satu tujuan pemerintah dalam mengembangkan usaha pada bidang peternakan yaitu untuk meningkatkan pendapatan para peternak yang dengan harapan dapat menjadi tulang punggung dalam penyediaan protein hewani (Ambarsari & Bawono, 2021).

Kabupaten Sleman merupakan salah satu kabupaten yang terletak di provinsi Jawa Tengah. Kabupaten Sleman merupakan kabupaten yang memiliki letak strategis karena berbatasan langsung dengan Kota Yogyakarta. Terdapat wilayah aglomerasi dampak perkembangan dari perkotaan Yogyakarta di beberapa kecamatan yaitu Kecamatan Depok, Gamping, Kecamatan Ngaglik, dan Kecamatan Mlati. Peternak di Kabupaten Sleman setiap hari membutuhkan pakan ternak berupa rumput dalam jumlah yang cukup banyak untuk dicacah sebagai bahan pakan ternak untuk memastikan pertumbuhan dan produktivitas ternak. Pemberian pakan ternak dilakukan dua kali dalam sehari dengan memberikan rumput yang telah dicacah terlebih dahulu. Proses pencacahan ini dilakukan dengan beberapa tujuan yaitu agar membantu hewan ternak dalam proses pencernaan dan mencegah kembung pada hewan ternak. Selain itu, ketika memasuki musim kemarau jumlah persediaan rumput akan berkurang sehingga untuk mengatasi hal tersebut para peternak akan melakukan fermentasi rumput agar lebih awet dan dapat disimpan dalam jangka waktu yang lebih lama. Namun proses fermentasi rumput tersebut hanya dapat dilakukan jika rumput telah dicacah terlebih dahulu. Ukuran pakan yang telah dicacah dapat digunakan dengan lebih efisien dan memungkinkan pencampuran dengan penambahan dari bahan pakan yang lain serta dapat membantu proses penguapan untuk menurunkan kadar air pada pakan sehingga mempercepat proses fermentasi pada rumput dan mencegah pertumbuhan jamur dan bakteri yang dapat merusak pakan (Mahardika et al., 2022).

Beberapa peternak di Kabupaten Sleman masih belum menggunakan mesin pencacah rumput secara sering dalam kegiatan sehari-hari mereka. Sebagian besar peternak tersebut lebih

memilih metode manual untuk mencacah rumput dibandingkan memanfaatkan mesin. Alasan di balik preferensi ini bervariasi mulai dari kemampuan mesin, keterbatasan pengetahuan tentang penggunaan mesin, biaya operasional yang dianggap tinggi, hingga kekhawatiran terhadap perawatan dan kerumitan teknis mesin. Selain itu, beberapa peternak merasa metode manual lebih sederhana dan terjangkau, meskipun secara efisiensi dan waktu, penggunaan mesin menawarkan banyak keuntungan. Hal tersebut dapat berakibat pada penurunan produktivitas para pekerja dan jumlah pakan yang dihasilkan menjadi tidak maksimal. Oleh karena itu, peternak membutuhkan alat bantu berupa mesin pencacah rumput agar dalam proses pencacahan atau merajang rumput para peternak dapat menghemat waktu dan tenaga yang dikeluarkan.

Berdasarkan hasil observasi diketahui bahwa mesin pencacah rumput yang digunakan oleh peternak di Kabupaten Sleman saat ini memiliki beberapa kelemahan yang signifikan terkait dengan desain dan fungsinya seperti ketidakmampuan mesin untuk dipindahkan membuat sulit digunakan di berbagai tempat terutama di tempat yang sempit atau sulit dijangkau. Mesin yang tidak memiliki fitur keselamatan dapat meningkatkan risiko cedera bagi penggunanya. Selain itu, kekuatan potongan yang lemah serta material pisau pada mesin pencacah yang mudah berkarat membuat mesin tidak dapat diandalkan untuk mencacah berbagai jenis material dengan baik. Kekurangan-kekurangan tersebut menunjukkan bahwa masih diperlukan inovasi dan perbaikan dalam pembuatan mesin pencacah rumput yang lebih efisien, serbaguna, dan ramah pengguna. Berikut merupakan mesin pencacah rumput yang digunakan oleh peternak di kabupaten Sleman.



Gambar 1. 1 Mesin Pencacah Rumput Yang Digunakan



Gambar 1. 2 Mesin Pencacah Rumput Yang Digunakan

Tabel 1. 1 Spesifikasi Mesin Pencacah Rumput Yang Digunakan

Spesifikasi Mesin		
Mesin Penggerak	Jenis	: Motor Listrik/Dinamo
	Daya	: 2 HP (<i>Horse Power</i>) / (sekitar 1492 Watt)
	Kecepatan	: 1400 RPM
	Kapasitas	: 30-40 Kg/jam

Spesifikasi Mesin		
Sistem Pencacah	Jumlah Pisau	: 4 Pisau
	Ketebalan Pisau	: 3 mm
	Material Pisau	: Besi
Dimensi Mesin	Panjang	: 50 cm
	Lebar	: 30 cm
	Tinggi	: 100 cm

Penelitian sebelumnya mengenai mesin pencacah rumput sebagian besar berfokus hanya pada kapasitas mesin, seperti seberapa banyak rumput yang dapat diolah dalam satu jam operasi. Penelitian ini biasanya mengevaluasi performa mesin dengan melihat aspek kecepatan pencacahan dengan mempertimbangkan volume *input* dan *output*. Namun, penelitian masih sangat terbatas yang memperhatikan elemen lain, terutama dari sudut pandang teknik industri. Tidak banyak penelitian dilakukan yang membahas tentang hal-hal seperti aspek ergonomi, pemeliharaan, optimalisasi proses kerja, integrasi teknologi otomatisasi dalam pengoperasian mesin pencacah rumput. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Panjaitan (2020) yang dimana penelitian ini hanya melakukan perancangan mesin pencacah rumput dengan mempertimbangkan perhitungan poros dan pasak serta kapasitas dari mesin. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Hariyadi & Budi (2015) hanya berfokus pada perancangan mesin pencacah rumput yang menghasilkan kapasitas produksi 800 kg/jam. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mencakup pendekatan yang lebih holistik dari sudut pandang teknik industri, hal tersebut dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap efisiensi dan efektivitas mesin pencacah rumput.

Berdasarkan masalah tersebut, maka diperlukan adanya perbaikan dan inovasi terkait dengan alat pencacah rumput yang telah ada di pasaran untuk memudahkan para peternak dalam menyediakan pakan rumput bagi hewan ternak. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam melakukan perancangan ulang terhadap suatu alat atau mesin. Pertama adalah metode *House of Quality* (HOQ), yaitu cara untuk menerjemahkan keinginan dan kebutuhan konsumen ke dalam rancangan produk yang memiliki persyaratan teknik dan karakteristik kualitas tertentu. Kebutuhan dan keinginan konsumen didapatkan dengan menyebarkan data kuisioner untuk mengetahui atribut yang diinginkan dan dibutuhkan konsumen dari produk tersebut (Rahmanulia et al., 2023). Kedua adalah metode *Reverse Engineering*, digunakan untuk mengevaluasi produk yang sudah ada sebelumnya kemudian menggunakan evaluasi

tersebut sebagai dasar untuk merancang dan membuat produk baru dengan meningkatkan keunggulan dan memperkecil kelemahan (Delfieco et al., 2023). Ketiga yaitu metode TRIZ, adalah metode pemecahan masalah yang mempercepat kemampuan dalam menyelesaikan masalah secara kreatif. Metode ini bergantung pada data dan logika daripada intuisi, dan membantu dalam pembuatan produk baru. Metode ini didasarkan pada analisis prinsip penemuan dan kontradiksi yang ditemukan dari penelitian jutaan paten (Tiafani et al., 2014).

Pada penelitian metode TRIZ dipilih karena metode TRIZ memiliki beberapa keunggulan dalam perancangan produk dibandingkan metode HOQ dan *Reverse Engineering* terutama dalam hal kontradiksi dan inovasi, pendekatan sistematis dan terstruktur, kemampuan untuk mengatasi masalah kompleks, dan kemampuan untuk mengembangkan produk yang lebih baik. Dalam TRIZ masalah yang ada diselesaikan secara simultan. Masalah simultan ini disebut sebagai kontradiksi dalam metode TRIZ. Kontradiksi adalah masalah jika salah satu bagian atau elemen dari suatu sistem atau mesin yang diperbaiki akan mengurangi performa bagian yang lainnya. Solusi inovatif dapat digunakan untuk menyelesaikan kontradiksi (Ekmekci & Koksal, 2015). Metode TRIZ memungkinkan perancang untuk mempertimbangkan ide mereka dan membuat desain yang sesuai ide mereka, sehingga desain tidak hanya berdasarkan keinginan pengguna. TRIZ terdiri dari gabungan beberapa ilmu pengetahuan seperti ilmu alam, ilmu yang mempelajari kehidupan masyarakat dan kebiasaan manusia (psikologi dan sosiologi), dan ilmu yang mempelajari benda buatan manusia yaitu desain dan rekayasa (Jakti & Faritsy, 2024). Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan desain mesin pencacah rumput yang lebih inovatif dan efisien sehingga dapat meningkatkan produktivitas para peternak.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut ini merupakan rumusan masalah berdasarkan latar belakang yang ada dalam penelitian ini:

1. Bagaimana atribut rancangan mesin pencacah rumput berdasarkan kebutuhan para peternak?
2. Bagaimana desain parameter dalam perancangan mesin pencacah rumput untuk memenuhi kebutuhan para peternak berdasarkan prinsip TRIZ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut merupakan tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini:

1. Menentukan atribut rancangan mesin pencacah rumput berdasarkan kebutuhan para peternak
2. Menentukan desain parameter dalam perancangan mesin pencacah rumput untuk memenuhi kebutuhan para peternak berdasarkan prinsip TRIZ

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Bagi Penulis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dan pemahaman penulis mengenai metode TRIZ dan penerapannya dalam perancangan suatu mesin atau produk.

2. Manfaat Bagi Pihak Peternak

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan desain mesin pencacah rumput yang lebih inovatif dan efisien sehingga dapat bermanfaat untuk meningkatkan produktivitas para peternak.

3. Manfaat Bagi Penelitian Selanjutnya

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya khususnya penelitian mengenai perancangan ulang suatu alat ataupun penerapan metode TRIZ dalam bidang lain.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan masalah berfungsi untuk membatasi apa saja yang akan menjadi fokus pada penelitian ini. Berikut merupakan batasan masalah dalam penelitian ini:

1. Penelitian dilakukan di beberapa kelompok ternak yang berlokasi di Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Perancangan ulang mesin pencacah rumput ini dilakukan dengan menggunakan metode TRIZ (*Theory of Inventive Problem Solving*) sebagai pendekatan utama untuk inovasi desain.
3. Hasil akhir penelitian berupa desain konseptual dan model 3D, tanpa pembuatan prototipe dan pengujian fungsi mesin.
4. Model penyelesaian masalah pada penelitian ini menggunakan model *engineering contradiction*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Kajian literatur berisi jurnal ilmiah mengenai penelitian sejenis yang telah dilakukan sebelumnya yang berkaitan dengan topik penelitian yang akan dibahas, khususnya penelitian yang membahas mengenai perancangan produk atau metode TRIZ. Dengan demikian, penulis mendapatkan gambaran mengenai penelitian yang akan dilakukan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Yang et al. (2019) mengenai metode penerapan fungsi kualitas hibrid untuk desain produk baru yang inovatif berdasarkan teori pemecahan masalah inventif dan evaluasi Kansei. Tujuan dalam penelitian ini adalah mengevaluasi dan merancang ulang produk berupa kursi mobil yang sesuai dengan prinsip-prinsip inventif. Studi ini memanfaatkan teori pemecahan masalah inventif dan evaluasi Kansei saat menerapkan fungsi kualitas dengan pendekatan *hybrid*. Metode *hybrid* ini akan memudahkan desain dan evaluasi produk inovatif pada tahap awal desain. Model *hybrid* dan metode melakukan empat langkah. Pertama, kepuasan pengguna ditentukan melalui kuesioner skala penilaian. Analisis faktor, hierarki analitik, dan numerik linier, dan statistik koefisien *alfa Cronbach* memastikan kelengkapan dan keandalan identifikasi ini. Kedua, matriks korelasi digunakan untuk mengidentifikasi zona desain yang cukup signifikan, dan matriks yang berkaitan dengan penerapan fungsi kualitas dipelajari untuk menentukan titik inovasi yang signifikan. Ketiga, masalah inovasi penting ini diselesaikan dengan menggunakan alat utama teori pemecahan masalah inventif. Oleh karena itu, berbagai solusi kreatif dibuat dengan menggabungkan prinsip-prinsip inventif yang sesuai.

Penelitian yang dilakukan oleh Nugraha & Haryono (2022) bertujuan untuk meningkatkan kreativitas dan inovasi pada bidang bisnis dan manajemen melalui aplikasi berbasis mobile. Prinsip ini dapat menjadi alat bantu yang mudah digunakan jika diterapkan pada aplikasi berbasis ponsel. Aplikasi dirancang menggunakan *Usecase Diagram* dan Rancangan antarmuka. Hasil dari desain tersebut diimplementasikan ke dalam bentuk aplikasi dan akan diuji terlebih dahulu. Pengujian dengan UAT digunakan untuk menguji aplikasi dengan melakukan wawancara kepada praktisi TRIZ yang sudah tersertifikasi. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa aplikasi diimplementasikan dengan baik, sehingga dapat digunakan sesuai kebutuhan.

Penelitian yang dilakukan oleh Li et al. (2021) bertujuan untuk mengidentifikasi strategi investasi energi surya yang efektif digunakan oleh pengguna komersial maupun non-komersial. Untuk mencapai tujuan tersebut, pendekatan metode TRIZ digunakan untuk mengidentifikasi delapan strategi kreatif. Kemudian, digunakan metode interval type-2 fuzzy DEMATEL (IT2 FDEMATEL) untuk memilih yang paling relevan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggantian sistem mekanis didapatkan sebagai strategi investasi berbasis TRIZ yang paling efektif untuk proyek energi surya terkait dengan pelanggan komersial dan non-komersial. Dalam kerangka kerja ini, memiliki pusat distribusi yang dekat dengan pelanggan dan mempekerjakan perwakilan pelanggan yang mengetahui dengan baik budaya di wilayah tersebut dapat sangat membantu. Selain itu, *cushion in advance* ditemukan sebagai strategi inovatif berbasis TRIZ yang tepat untuk pelanggan komersial. Oleh karena itu, akan sangat tepat untuk memastikan keamanan dalam panel surya. Dalam konteks ini, langkah-langkah yang diperlukan harus diambil untuk masalah seperti sengatan listrik, kerusakan material, pencurian, dan risiko merusak data di komputer

Penelitian yang dilakukan oleh Liskiewicz et al. (2020) bertujuan untuk meningkatkan masa pakai kontak listrik dengan mendesain permukaan yang mengontrol antarmuka logam sambil memastikan resistansi kontak yang rendah. Tekstur permukaan diidentifikasi dengan menggunakan metode TRIZ untuk meningkatkan daya tahan konektor listrik otomotif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur permukaan yang diterapkan dapat mengontrol masa pakai kontak listrik dalam kondisi korosi. Kemudian hasilnya menunjukkan bahwa permukaan dengan tekstur yang diterapkan memiliki hambatan listrik yang lebih rendah daripada permukaan yang relatif halus dan dipoles. Dengan amplitudo perpindahan 10 μm , sampel bertekstur (13 μm Ra) memiliki jumlah siklus kegagalan yang lebih yaitu sebanyak 20 kali lipat dibandingkan dengan sampel datar (permukaan 0,09 dan 0,75 μm Ra). Peningkatan amplitudo dari 10 μm menjadi 20 μm dan 30 μm dapat mempercepat amplitudo perpindahan yang lebih besar terkait dengan jumlah partikel keausan yang lebih tinggi pada permukaan kontak, yang menyebabkan lapisan oksida isolasi terakumulasi di antara permukaan dengan lebih cepat.

Penelitian yang dilakukan oleh Donnici et al. (2021) bertujuan untuk menunjukkan bagaimana dua metode, yaitu metode QFD dan TRIZ, dapat diintegrasikan dalam jalur pengembangan produk sarana transportasi perkotaan yang baru dan inovatif. Hasil dari penelitian ini menunjukkan metode QFD dan TRIZ dapat diintegrasikan dengan baik selama proses pembuatan kendaraan transportasi perkotaan modern seperti *hoverboard*. Meskipun metodologi QFD dapat menunjukkan karakteristik

teknis yang diperlukan untuk *hoverboard* yang inventif, metodologi TRIZ dapat menemukan solusi proyek yang kreatif. Dengan demikian didapatkan solusi inovatif untuk *hoverboard* yang memenuhi permintaan dan keinginan pelanggan sambil tetap menjadi bagian dari jalur konsolidasi *hoverboard* modern. Untuk menghasilkan alat transportasi inovatif yang didasarkan pada kebutuhan dan harapan pelanggan, digunakan metode analisis QFD. Kemudian, metode TRIZ digunakan untuk menghasilkan saran dan prinsip-prinsip solutif yang inovatif.

Penelitian yang dilakukan oleh Chou (2021) bertujuan untuk mengatasi pergeseran fokus penelitian dan praktik *Smart PSS* ke arah desain dan pengembangan produk (PDD) sehingga dapat membantu perancang dan perekayasa membuat produk siber-fisik (CPP) yang inovatif untuk digunakan para pengguna. Pendekatan desain produk-layanan menggunakan metode TRIZ digunakan dalam penelitian ini. Sebuah penelitian empiris tentang desain masker wajah baru dilakukan selama pandemi COVID-19 dengan tujuan untuk memverifikasi penerapan dan validitas pendekatan desain yang diusulkan. Hasil penelitian ini menawarkan perspektif baru tentang desain produk *cyber-fisik* (CPP) di luar desain *Smart PSS* yang sedang berkembang. Paradigma desain baru dirancang berdasarkan empat pilar yaitu fungsionalitas, kemudahan servis, kegunaan, dan keberlanjutan. Dengan kata lain, penelitian ini menyarankan langkah baru bagi perancang dan insinyur untuk membuat CPP yang inovatif dengan tujuan mencapai kinerja total produk dan layanan serta mengurangi dampak lingkungan. TRIZ merupakan alat yang efektif untuk memecahkan masalah produk dan layanan, namun untuk mengubah solusi TRIZ menjadi konsep desain yang konkret diperlukan kapasitas tingkat tinggi untuk melakukan penalaran analogis.

Penelitian yang dilakukan oleh Wu et al. (2020) bertujuan mengetahui penerapan dari metode TRIZ, AD, Fuzzy, dan *Grey relation analysis* dengan merancang peralatan penghilangan kulit ikan dan merancang perangkat filtrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa manfaat utama dari metode ini adalah penerapan metode TRIZ dalam berbagai kerangka kerja. Sebagai contoh, alat peramalan seperti tren evolusi dan IFR digunakan untuk mendefinisikan tujuan desain dan memandu penguraian persyaratan fungsi. Hal tersebut memiliki kemampuan untuk memberikan arah yang mungkin untuk pengembangan produk baru dalam struktur dan aplikasi. Dengan bantuan tren evolusi, pemetaan antara FR dan DP dapat dilakukan dengan sukses. Selain itu, ide kreatif dapat diperoleh dengan menggunakan alat bantu solusi, seperti analisis kontradiksi, SFA, dan analisis pengetahuan dan sumber daya kemudian alat bantu ini akan menentukan parameter desain dan memisahkan matriks desain yang digabungkan. Salah

satu keuntungan lain dari metode ini adalah bahwa itu membantu menemukan dan menghilangkan semua kemungkinan konflik dengan memeriksa keseragaman hirarki. Selain itu, adopsi kerangka kerja pendekatan GFIA meningkatkan kemungkinan penyelesaian masalah yang terkait dengan evaluasi konsep.

Penelitian yang dilakukan oleh Jiang et al. (2021) bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas layanan produk dengan menerapkan prinsip TRIZ. Hasil dari penelitian ini menyarankan desain inovasi PSS yang didasarkan pada IFR dari TRIZ dan strategi insentif fungsi. Dalam inovasi ini tiga rute evolusi PSS dapat diusulkan. Cetak biru fungsi PSS dan diagram fungsi sistem membentuk sebuah model fungsi PSS. Untuk mencapai solusi desain konseptual tersebut berbagai strategi insentif fungsi digunakan. Basis pengetahuan dan algoritma pencarian saat ini digunakan untuk menghasilkan solusi PSS yang terbaik. Hubungan antara barang dan jasa dikaji dan dijelaskan selama fase desain konseptual. Metode ini dapat mengurangi aliran material, kuantitas produk, dan meningkatkan lingkungan. Sebagai contoh, untuk menguji metode ini proses desain PSS mesin pertanian yang didasarkan pada CAIP 3.0.

Penelitian yang dilakukan oleh Li et al. (2020) bertujuan untuk merancang sistem alarm yang lebih efisien dengan fitur yang dapat mendeteksi gangguan secara otomatis, memprioritaskan alarm berdasarkan tingkat kritis, serta memberi informasi yang relevan kepada operator untuk pengambilan tindakan yang tepat. Penelitian ini menggunakan metode QFD dan TRIZ untuk menerjemahkan kebutuhan pengguna secara sistematis, menyelesaikan masalah desain yang rumit, dan menemukan solusi kreatif untuk mengatasi ketidaksesuaian dalam sistem alarm. Hasil dari penelitian ini adalah perancangan alarm untuk memecahkan masalah dan meningkatkan kesadaran situasional operator dan mengurangi kelelahan alarm dapat dilakukan dengan metode QFD dan TRIZ. Dibandingkan dengan metode desain sistem alarm konvensional, pendapat pengguna dipertimbangkan secara menyeluruh. Metode ini membantu peneliti menciptakan dasar untuk melakukan evaluasi solusi. TRIZ menghilangkan kontradiksi yang ada dan menggunakan prinsip-prinsip dengan karakteristik kualitas perangkat lunak untuk memberikan inspirasi untuk desain sistem. Penggabungan metode TRIZ, QFD, dan karakteristik kualitas perangkat lunak pendekatan baru untuk merancang system alarm yang baru. Hasil dari penelitian ini telah membuka perspektif bagi desain sistem alarm berdasarkan UR yang VAS yang ada saat ini.

Penelitian yang dilakukan oleh Donnici et al. (2022) bertujuan untuk mengembangkan produk dan layanan baru untuk mendorong para perokok untuk mengurangi pencemaran lingkungan dan

kebiasaan buruk mereka untuk mengumpulkan puntung rokok mereka di alat pengumpul yang baru. Metode desain produk yang tepat, seperti TRIZ dan QFD yang didorong oleh keputusan DFSS, digunakan untuk mengembangkan penelitian ini. Metode desain *Six Sigma* DMADV yang dikombinasikan dengan TRIZ telah menghasilkan desain produk dengan tingkat inovasi yang tinggi dan memuaskan. Produk ini dapat menjadi insentif yang sangat baik bagi pengguna untuk menghentikan pencemaran. Perokok dapat menggunakan sarana ini untuk mengubah kebiasaan buruk mereka dan bertindak dengan cara yang sadar lingkungan, membuang puntungnya ke dalam alat pengumpul daripada meninggalkannya di tanah, dan menikmati keuntungan moral dan finansial.

Penelitian yang dilakukan oleh Kang et al. (2022) bertujuan untuk merancang secara konseptual mesin pemotong rumput pintar untuk padang rumput yang tidak rata. Meskipun nyaman digunakan, mesin pemotong rumput pintar saat ini memiliki beberapa kekurangan. Beberapa di antaranya adalah frekuensi pengisian daya yang tinggi, penetrasi pasar lokal yang rendah, dan kemampuan untuk bergerak di padang rumput pertanian yang tidak rata.. Analisis rantai sebab-akibat, kontradiksi teknis, kontradiksi fisik, dan pemodelan bidang substansi adalah beberapa komponen dari pendekatan metode TRIZ yang digunakan. Prinsip-prinsip inventif, strategi pemisahan, dan solusi inventif konvensional membantu mengatasi masalah yang timbul saat membangun ide desain. Hasil dari penelitian ini menemukan bahwa kendala utama mesin pemotong rumput pintar dapat diatasi dengan meningkatkan tenaga atau torsi motor, meningkatkan diameter roda, dan menggabungkannya dengan poros tengah. Kendala utama pertama diatasi dengan menggunakan sistem pengisian tenaga surya dan menjaga berat mesin serendah mungkin. Kendala utama kedua diatasi dengan mengurangi biaya pengembangan dan pemegang.

Penelitian yang dilakukan oleh Lu et al. (2022) bertujuan untuk mengembangkan desain evolusi bentuk dari alat pijat kepala dengan mengintegrasikan matriks kontradiksi TRIZ. Matriks ini digunakan untuk mengeliminasi perbedaan antara persyaratan rekayasa produk dan ekspektasi psikologis pengguna, sehingga proses evolusi bentuk produk dapat menjadi lebih sederhana. Analisis perilaku pengguna dilakukan untuk memperoleh kebutuhan psikologis pengguna selama proses penggunaan produk tersebut. Kemudian dilakukan simulasi ergonomis produk untuk mendapatkan sifat rekayasa produk. Metode TRIZ digunakan untuk menyusun matriks kontradiksi dan menyelesaikan kontradiksi tersebut. Hasil penelitian ini menunjukkan pengembangan desain alat pijat kepala yang dioptimalkan dapat memenuhi

kebutuhan fisik dan mental pengguna, meningkatkan pengalaman pengguna, meningkatkan efisiensi produk, serta memverifikasi mode desain yang layak.

Penelitian yang dilakukan oleh Purwandari et al. (2022) bertujuan untuk mengembangkan inovasi mesin untuk mengolah sampah plastik untuk membuat produk dalam bentuk filamen yang dapat digunakan sebagai material dari mesin 3D printer yang lebih hemat biaya serta ramah terhadap lingkungan. Metode TRIZ digunakan dalam pengembangan produk untuk menentukan spesifikasi produk dengan menghilangkan perbedaan dan menggunakan prinsip inovatif untuk menghasilkan solusi kreatif. Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) digunakan dalam proses pemilihan alternatif konsep. Hasil dari metode TRIZ adalah parameter penting yang harus diperhatikan saat merancang *filament extruder*. Parameter ini antara lain yaitu kehandalan produk, penggunaan energi dari pemindahtan objek, dan kekuatan produk.

Penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo et al. (2021) bertujuan untuk merancang alat bantu aktivitas mandi dan toilet tunadaksa untuk menunjang para tunadaksa agar dapat melakukan aktivitas tersebut tanpa bantuan orang lain. Produk penelitian dirancang menggunakan proses *front-end* untuk memperoleh spesifikasi dan desain produk kemudian untuk mengatasi ketidaksesuaian antara spesifikasi dan target serta ketidaksesuaian saat memilih konsep produk digunakan metode TRIZ. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat bantu untuk tunadaksa dapat dirancang berdasarkan kebutuhan pengguna. Kebutuhan ini kemudian diterjemahkan menjadi spesifikasi dan target produk sebagai input perancangan. Model tiga dimensi dibuat dengan mempertimbangkan hasil analisis metode TRIZ terhadap berbagai spesifikasi dan target yang saling berkontradiksi.

Penelitian yang dilakukan oleh Wijaya et al. (2019) bertujuan untuk merancang alat pemotong kerupuk agar pihak UMKM dapat meningkatkan jumlah produksi dan menghasilkan kualitas potongan kerupuk dengan ukuran kerupuk yang sama besar. Dalam perancangan ulang alat pemotong kerupuk digunakan metode TRIZ menghasilkan rancangan alat yang lebih inovatif, efisien, serta responsif terhadap kebutuhan pengguna. Hasil penelitian ini menemukan bahwa desain pisau pemotong kerupuk yang dirancang berdasarkan metode TRIZ menghasilkan pemotongan yang lebih produktif karena dapat memotong tiga adonan sekaligus. Pemasangan pisau pemotong di dalam dan tertutup memastikan bahwa pisau lebih aman dan stabil. Baja JIS SKD 11 juga membuat pisau awet dan tahan lama.

Berdasarkan kajian literatur yang didapatkan, beberapa penelitian terdahulu telah menerapkan metode TRIZ untuk berbagai tujuan, seperti perancangan produk, peningkatan

efisiensi dan efektivitas layanan produk, dan penentuan strategi investasi. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu terletak pada fokusnya, yaitu Mendesain ulang mesin pencacah rumput bagi para peternak yang didasarkan kebutuhan peternak.

Tabel 2. 1 *State of Art*

No	Penulis dan Tahun	Metode			Fokus Penelitian
		TRIZ	QFD	Lainnya	
1	Yang et al. (2019)	√		√ (Kansei)	Mengevaluasi dan merancang ulang produk produk berupa kursi mobil.
2	Nugraha & Haryono (2022)	√			Meningkatkan kreativitas dan inovasi pada bidang bisnis dan manajemen melalui aplikasi berbasis mobile.
3	Li et al. (2021)	√		√ (fuzzy DEMATEL)	Mengidentifikasi strategi investasi energi surya yang efektif digunakan oleh pengguna komersial maupun non-komersial.
4	Liskiewicz et al. (2020)	√			Menganalisis cara memperpanjang umur layanan kontak listrik melalui pendekatan desain permukaan yang mengendalikan antarmuka logam dan memastikan resistansi kontak rendah.
5	Donnici et al. (2021)	√	√		Pengembangan produk sarana transportasi perkotaan yang baru dan inovatif dengan ,embuatan kendaraan transportasi perkotaan modern seperti <i>hoverboard</i> .
6	Chou (2021)	√			Membahas pendekatan desain berbasis TRIZ untuk mengembangkan produk inovatif yang menggabungkan aspek produk dan layanan.

No	Penulis dan Tahun	Metode			Fokus Penelitian
		TRIZ	QFD	Lainnya	
7	Wu et al. (2020)	√		√ (<i>Axiomatic Design (AD), dan Grey Relational Analysis</i>)	Merancang peralatan penghilangan kulit ikan dan merancang perangkat filtrasi.
8	Jiang et al. (2021)	√			Meningkatkan efisiensi dan efektivitas layanan produk dengan menerapkan prinsip TRIZ.
9	Li et al. (2020)	√	√		Merancang sistem alarm yang lebih efisien dengan fitur yang dapat mendeteksi gangguan secara otomatis, memprioritaskan alarm berdasarkan tingkat kritis, serta memberi informasi yang relevan kepada operator untuk pengambilan tindakan yang tepat.
10	Donnici et al. (2022)	√	√	√ (<i>Design For Sig Sixma</i>)	Mendesain produk layanan “Buttalo” untuk mengurangi dampak limbah puntung rokok terhadap lingkungan.
11	(Kang et al. (2022)	√			Merancang secara konseptual mesin pemotong rumput pintar untuk padang rumput yang tidak rata.
12	Lu et al. (2022)	√			Mengembangkan desain evolusi bentuk dari alat pijat kepala.
13	Purwandari et al. (2022)	√		√ (<i>Analytical Hierarchy Process</i>)	Mengembangkan inovasi mesin untuk mengolah sampah plastik untuk membuat produk dalam bentuk

No	Penulis dan Tahun	Metode			Fokus Penelitian
		TRIZ	QFD	Lainnya	
14	Prasetyo et al. (2021)	√			filamen yang dapat digunakan sebagai material dari mesin 3D printer Merancang alat bantu aktivitas mandi dan toilet tunadaksa untuk menunjang para tunadaksa agar dapat melakukan aktivitas tersebut tanpa bantuan orang lain.
15	Wijaya et al. (2019)	√			Merancang alat pemotong kerupuk agar pihak UMKM dapat meningkatkan jumlah produksi dan menghasilkan kualitas potongan kerupuk dengan ukuran kerupuk yang sama besar.
16	Penelitian ini	√			Merancang ulang mesin pencacah rumput bagi para peternak yang didasarkan kebutuhan peternak

2.2 Landasan Teori .

2.2.1 Pakan ternak

Segala sesuatu yang dapat dikonsumsi oleh hewan ternak baik yang berasal dari bahan organik maupun bahan anorganik dan dapat dicerna oleh hewan ternak tanpa mengganggu kesehatan dan pertumbuhan hewan ternak disebut pakan (Djarajah, 1996). Selain faktor genetik pakan menjadi salah satu faktor penting yang dapat meningkatkan produktivitas peternakan. Produktivitas ternak dapat ditingkatkan apabila pakan yang diberikan kepada hewan ternak memenuhi kebutuhan gizi ternak secara optimal. Jenis pakan yang diberikan harus memiliki kualitas yang baik dan jumlah yang cukup karena pakan berkualitas tinggi tidak hanya mengandung energi, protein, vitamin, dan mineral yang diperlukan oleh hewan ternak untuk pertumbuhan dan perkembangan. Pemberian pakan yang berkualitas juga mendukung kesehatan sistem pencernaan dan imunitas hewan ternak. Pemberian pakan yang tepat juga

membantu mencegah berbagai penyakit dan kondisi kesehatan yang buruk, yang dapat menghambat produktivitas ternak (Budiari & Suyasa, 2019).

2.2.2 *Mesin pencacah rumput*

Menurut Assauri (2008), mesin adalah alat yang digerakkan oleh suatu kekuatan atau tenaga untuk membantu manusia dalam membuat produk atau bagian tertentu dari suatu produk. Mesin pencacah rumput atau yang disebut *chopper* merupakan alat yang dirancang untuk memotong dan mencacah rumput untuk pakan ternak atau kompos (Marketing, 2020). Mesin pencacah rumput biasanya terdiri dari komponen utama seperti motor yang berfungsi sebagai penggerak mata pisau, sistem transmisi untuk mengatur kecepatan pemotongan, *casing* sebagai pelindung mesin, poros rangka, dan pisau perajang sebagai pemotong (Pasdah & Amirullah, 2020). Peternak dapat menghemat waktu dan tenaga, menjadi lebih efisien, lebih produktif, dan meningkatkan kualitas pakan ternak dengan memanfaatkan penggunaan mesin pencacah rumput.

2.2.3 *Pengertian redesain*

Redesain berasal dari dua kata bahasa Inggris, yaitu "*re*" dan "*design*". Kata "*re*" dapat diartikan sebagai ulang atau pengulangan sedangkan kata "*design*" dapat diartikan sebagai desain. Oleh karena itu redesain dapat diartikan sebagai desain ulang. Hanks (2009) menyebutkan bahwa "*Redesign is to change the design of (something)*", yang berarti mengubah desain dari sesuatu. Redesain adalah proses merancang kembali sesuatu atau objek yang sudah ada sehingga memiliki perubahan serta penampilan baru (Wijaya & Carina, 2020). Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa redesain merupakan proses merancang kembali sesuatu atau objek yang sudah ada dengan tujuan untuk mengubah desain dan memberikan tampilan serta fitur yang baru. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mengubah fungsi, estetika, keberlanjutan, serta kebutuhan. Tujuan dari redesain ini adalah untuk meningkatkan kepuasan pengguna, daya saing, efektivitas, nilai tambah, dan meningkatkan kepuasan pengguna.

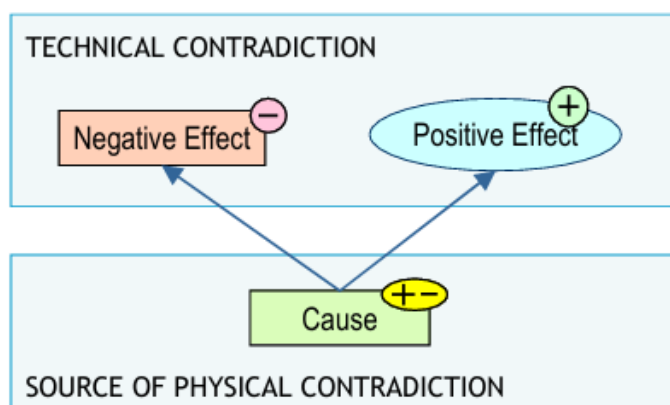
2.2.4 *Root conflict analysis (RCA)*

Souchkov (2011) menjelaskan bahwa RCA merupakan alat yang tidak hanya berfokus pada identifikasi penyebab masalah, tetapi juga mengidentifikasi konflik yang mungkin timbul ketika satu penyebab menghasilkan efek positif dan negatif secara bersamaan. Metode ini

dirancang untuk menangani masalah yang kompleks serta membantu menemukan solusi inovatif dengan memahami interaksi antar faktor yang terlibat.

Pemodelan RCA melibatkan tiga tugas utama:

1. Memecahkan masalah spesifik yang berkaitan dengan produk, layanan, atau proses tertentu
2. Mengatasi masalah yang lebih luas yang mempengaruhi seluruh kelas produk, proses, atau layanan.
3. Memprediksi serta mencegah kemungkinan kegagalan dalam sistem dan proses.



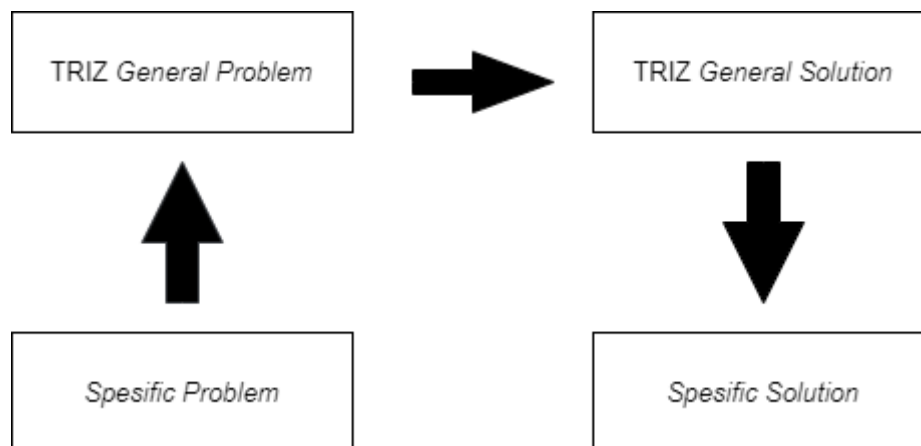
Gambar 2. 1 Struktur Diagram RCA

Prinsip utama metode ini adalah memetakan seluruh rantai sebab-akibat dari masalah yang ada, di mana semua penyebab dan akibat negatif dari masalah tersebut digambarkan secara menyeluruh. Selanjutnya, RCA mengidentifikasi konflik yang muncul, yang kemudian dapat dipecahkan dengan menggunakan pendekatan TRIZ. Dalam membangun diagram RCA, pendekatan ini menekankan pada identifikasi "apa yang menyebabkan efek ini terjadi" untuk mengungkap semua faktor yang berkontribusi terhadap munculnya efek negatif tersebut.

2.2.5 TRIZ (*Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch*)

Dalam bahasa Rusia TRIZ merupakan singkatan dari *Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch* yang kemudian diterjemahkan ke dalam bahasa Inggris menjadi *Theory of Inventive Problem Solving*. TRIZ merupakan filosofi, proses, dan rangkaian *tool* untuk memecahkan suatu masalah terutama pemecahan masalah yang kontradiksi (San et al., 2009). Metode TRIZ (*Theory of Inventive Problem Solving*) merupakan pendekatan sistematis untuk menemukan solusi inovatif bagi masalah teknis maupun non-teknis. Dikembangkan oleh Genrich Altshuller pada tahun 1946, TRIZ menyediakan berbagai alat dan prinsip yang berguna untuk mengenali

dan menyelesaikan kontradiksi dalam proses desain dan pengembangan produk (Terninko et al., 1998a). Pendekatan TRIZ menggunakan prinsip-prinsip desain untuk menemukan solusi, dengan fokus pada penghapusan konflik (Rainey, 2008).



Gambar 2. 2 TRIZ Problem Solving

Berdasarkan model pemecahan masalah menggunakan pendekatan TRIZ pada gambar 2.2, TRIZ merangkum sebuah permasalahan spesifik menjadi permasalahan umum atau general problem sebagai dasar model masalah. Berdasarkan permasalahan umum tersebut kemudian TRIZ mengusulkan *tool* untuk menyelesaikan permasalahan tersebut hingga memperoleh solusi nyata (San et al., 2009). *Innovation situation questionnaire, diagram situation model, direction for innovation*, dan *inventive principles* merupakan tahapan penelitian menggunakan beberapa teori yang berkaitan dengan TRIZ.

Boris Zlotin dan Alla Zusman menggunakan pendekatan TRIZ dari *The American Company Ideation and Students of Altshuller* mengembangkan *Innovation Situation Questionnaire* (ISQ). ISQ adalah langkah awal dalam memecahkan masalah, dengan pertanyaan yang membantu melihat situasi dan keadaan saat masalah terjadi dari berbagai sudut pandang. *Resource requirements, primary useful function, harmful effects, operating environment, dan ideal result* merupakan lima komponen dasar kuesioner ISQ. Diagram fungsional dan *fishbone diagram* adalah contoh *model situation*. Diagram fungsional terdiri dari dua komponen Utama yaitu garis hubung dan fungsi. Penyediaan, eliminasi, penyebab, dan penghalang adalah empat kategori garis hubung pada situasi model. Kebutuhan komponen dan hasil kuesioner ISQ menentukan fungsi situasi model. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menjelaskan fungsi mana yang berdampak pada produk. Semua fungsi dapat memiliki efek positif atau negatif. Biasanya, setiap efek, baik positif maupun negatif, dapat mempengaruhi fungsi lainnya. *Direction for*

Innovation mengacu pada hasil dari *model situation diagram*. *Model situation diagram* memungkinkan adanya fungsi yang memiliki karakteristik yang positif tetapi juga menghalangi fungsi lainnya. Dalam pendekatan TRIZ, *tradeoff* menghasilkan efek negatif yang umum. Masalah *tradeoff* biasanya diubah menjadi kontradiksi inheren karena semakin kompleks kontradiksi semakin baik solusi karena kontradiksi dapat menghilangkan masalah sekaligus memberikan banyak manfaat tambahan (Terninko et al., 1998)

2.2.5.1 TRIZ 39 parameter

Dalam metode TRIZ, terdapat 39 standar parameter yang bersifat teknis. Hal ini bertujuan untuk memudahkan penentuan faktor-faktor yang dapat menyebabkan kontradiksi yang menyebabkan *improving feature* dan *worsening feature*. Tabel 2.2 merupakan 39 fitur-fitur standar yang telah ditetapkan oleh (Domb et al., 2007):

Tabel 2. 2 TRIZ 39 Parameter

No	Parameter	Penjelasan
	<i>Moving Object</i>	Objek yang dapat dengan mudah dirubah posisinya didalam sebuah ruangan baik dengan bantuan maupun tidak dengan bantuan untuk digerakan. Objek didesain untuk mudah digerakan/dipindahkan.
	<i>Stationary Object</i>	Objek yang tidak dapat berubah posisinya baik dengan bantuan maupun tidak dengan bantuan untuk menggerakannya. Hal ini tergantung pada kondisi objek yang sedang digunakan.
No	Parameter	Penjelasan
1	<i>Weight of moving object</i>	Berat dari objek di ruangan dengan gravitasi normal. Tenaga yang digunakan untuk mensupport atau menekan objek tersebut.
2	<i>Weight of Stationary object</i>	Massa dari suatu objek yang hanya terpengaruh dengan gaya gravitasi normal (9,8m/s).
3	<i>Length of moving object</i>	Merupakan dimensi ukuran panjang dari suatu objek yang bergerak dalam sistem.

No	Parameter	Penjelasan
4	<i>Length of stationary object</i>	Dimensi ukuran panjang dari suatu objek yang diam.
5	<i>Area of moving object</i>	Karakteristik geometris yang dijelaskan oleh bagian-bagian dari objek tersebut. Mengacu pada ukuran atau area permukaan dari suatu objek yang mengalami pergerakan atau perubahan arah pada suatu sistem.
6	<i>Area of stationary object</i>	Mengacu pada area permukaan dari suatu objek diam atau tidak mengalami pergerakan serta perubahan arah dalam sebuah sistem.
7	<i>Volume of moving object</i>	Suatu ukuran meter cubic yang dimiliki oleh suatu objek. Ukuran tersebut diperoleh dari rumus seperti panjang \times lebar \times tinggi, dsb..
8	<i>Volume of stationary object</i>	Sama dengan <i>volume of moving object</i> .
9	<i>Speed</i>	Kecepatan dari objek, rating dari proses atau gerakan dalam suatu waktu.
10	<i>Force</i>	Jumlah gaya yang diterapkan atau diperlukan dalam sistem untuk menggerakkan atau mempengaruhi objek. Di dalam fisika Newtonian, gaya = massa \times percepatan. Di TRIZ, gaya adalah beberapa interaksi yang digunakan untuk mengganti kondisi dari objek.
11	<i>Stress of pressure</i>	Tingkat tekanan atau tegangan yang diterima oleh objek dalam sistem.
12	<i>Shape</i>	Bentuk atau konfigurasi dari bagian atau komponen dalam sistem.
13	<i>Stability of the object's composition</i>	Keutuhan serta integrasi objek dalam sistem; hubungan antar komponen penyusun sistem. Stabilitas sistem atas gaya yang terjadi.
14	<i>Strength</i>	Tingkatan sebuah objek untuk menahan perubahan gaya. Daya tahan untuk tidak hancur

No	Parameter	Penjelasan
15	<i>Durability of moving object</i>	Ketahanan atau keandalan suatu objek bergerak terhadap keausan, kerusakan, atau degradasi selama operasinya..
16	<i>Durability of non moving object</i>	Sama dengan <i>durability of moving object</i> .
17	<i>Temperature</i>	Tingkat suhu yang terlibat dalam operasi sistem atau objek. Melonggarkan termasuk didalamnya parameter termal lainnya seperti kapasitas suhu yang menyebabkan tingkat perubahan temperatur.
18	<i>Illumination intensity</i>	Tingkat cahaya atau pencahayaan yang diterima atau dihasilkan oleh sistem. Satuan <i>fluks</i> cahaya dalam satuan luas. Karakteristik pencahayaan, kecerahan atau kualitas cahaya.
19	<i>Use of energy by moving object</i>	Jumlah energi yang digunakan oleh bagian sistem yang bergerak. Di mekanika klasik, energi adalah bentuk dari gaya, waktu dan jarak. Hal ini termasuk pemakaian energi yang disediakan oleh super-system (seperti energi listrik atau energi panas). Energi membutuhkan perlakuan khusus.
20	<i>Use of energy by stationary object</i>	Jumlah energi yang digunakan oleh bagian sistem yang tidak bergerak.
21	<i>Power</i>	Suatu ukuran dari suatu pekerjaan selesai dilakukan. Daya atau kekuatan tenaga yang digunakan dalam sistem.
22	<i>Loss of energy</i>	Menggunakan energi yang tidak memberikan kontribusi untuk menyelesaikan pekerjaan. Untuk mengurangi energi yang terbuang sia-sia membutuhkan teknik yang berbeda dari improvisasi penggunaan energi oleh karena itu mengapa bagian ini dipisahkan.
23	<i>Loss of substance</i>	Jumlah material yang hilang atau terbuang selama proses atau operasi sistem.

No	Parameter	Penjelasan
24	<i>Loss of Information</i>	Jumlah informasi yang hilang atau tidak dipertahankan selama operasi sistem.
25	<i>Loss of Time</i>	Hilang atau berkurangnya waktu dari penyelesaian suatu pekerjaan. Meningkatnya waktu yang terbuang dapat berarti mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan.
26	<i>Quantity of substance</i>	Jumlah dari keseluruhan bahan, zat, bagian atau subsistem suatu sistem yang dapat berubah sebagian atau penuh, permanen atau sementara (Jumlah material yang digunakan atau diproses dalam sistem).
27	<i>Reliability</i>	Kemampuan suatu sistem untuk menjalankan fungsi yang diharapkan menggunakan cara dan kondisi yang dapat diperkirakan.
28	<i>Measurement accuracy</i>	Tingkat akurasi atau ketepatan dalam pengukuran yang dilakukan dalam sistem. Mengurangi kesalahan dalam suatu pengukuran akan meningkatkan keakuratan pengukuran.
29	<i>Manufacturing precision</i>	Sejauh mana karakteristik sebenarnya dari suatu subsistem atau sistem dengan karakteristik yang telah ditetapkan atau dibutuhkan (Tingkat ketepatan dalam proses pembuatan atau produksi sistem atau komponen).
30	<i>External harm affects the object</i>	Dampak dari faktor eksternal yang dapat merusak atau mempengaruhi kinerja objek.
31	<i>Object-generated harmful factors</i>	Efek samping atau dampak negatif yang dihasilkan oleh objek selama operasinya. Efek yang mengurangi efisiensi, kualitas dari fungsi suatu objek atau sistem.
32	<i>Ease of manufacture</i>	Kemudahan pembuatan. Tingkat fitur atau fasilitas. Kenyamanan atau kemudahan dalam pembuatan atau fabrikasi objek, subsistem atau sistem.

No	Parameter	Penjelasan
33	<i>Ease of operation</i>	Kemudahan pengoperasian. Kesederhanaan. Proses yang sulit jika memerlukan jumlah orang yang banyak, jumlah langkah dalam pengoperasiannya, keperluan terkait alat khusus. Proses yang tidak mudah mempunyai hasil yang rendah dan proses yang mudah mempunyai tingkat hasil yang tinggi. Mudah untuk dilakukan dengan benar.
34	<i>Ease of repair</i>	Kemudahan perbaikan. Karakteristik kemudahan, kenyamanan, kesederhanaan dan waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki kerusakan, kesalahan, kegagalan atau cacat pada suatu sistem.
35	<i>Adaptability or versatility</i>	Kemampuan adaptasi dan keserbagunaan. Sejauh mana suatu objek atau sistem merespons secara positif terhadap perubahan suprasystem atau eksternal. Sistem dapat dipergunakan dalam berbagai cara atau metode untuk kebutuhan berbagai keadaan.
36	<i>Device complexity</i>	Kompleksitas perangkat. Jumlah dan keragaman komponen atau elemen serta keterkaitan setiap elemen dengan system.
37	<i>Difficulty of detecting and measuring</i>	Kesulitan dalam mendeteksi atau mengukur parameter atau variabel dalam sistem. Mempunyai hubungan kompleks atau komponen atau komponen yang saling mengganggu untuk menunjukkan kesalahan atau ukuran. Meningkatkan biaya pengukuran hingga tingkat kesalahan yang besar merupakan tanda meningkatnya kesulitan dalam pengukuran.
38	<i>Extent of automation</i>	Sejauh mana suatu sistem atau objek menjalankan fungsinya tanpa adanya peran operator. Tingkat otomatisasi yang rendah mempunyai tingkat penggunaan alat yang dioperasikan secara manual. Untuk tingkat otomatisasi

No	Parameter	Penjelasan
39	<i>Productivity</i>	<p>menengah, manusia memprogram sistem tersebut, mengamati pengoperasiannya, dan menginterupsi proses kerja sesuai dengan kebutuhan. Pada tingkat tinggi, sistem memprogram dirinya sendiri, mengoperasikannya sendiri dan memantau operasinya sendiri.</p> <p>Efisiensi sistem dalam menghasilkan output atau melakukan tugas dalam periode waktu tertentu. Waktu untuk unit berfungsi atau beroperasi. <i>Output</i> tiap satuan waktu atau biaya tiap <i>output</i> yang dihasilkan.</p>

2.2.5.2 Matriks kontradiksi

Matriks kontradiksi digunakan untuk menemukan konflik atau kontradiksi dalam suatu sistem. Kontradiksi adalah ketika dua parameter dalam sistem saling bertentangan atau membatasi satu sama lain. Dalam usaha meningkatkan salah satu parameter tanpa mengorbankan parameter yang lain akan menyebabkan permasalahan ketika terdapat dua parameter yang saling bertentangan (Brzaković & Brzaković, 2020).

Matriks kontradiksi Altshuller, juga dikenal sebagai matriks TRIZ kontradiksi, terdiri dari tabel yang terdiri dari 39 elemen horisontal (*improving feature / improved attribute*), 39 elemen vertikal (*worsening feature / deteriorated attribute*), dan 40 *inventive principles*. Setelah mengidentifikasi *improving parameters* dan *worsening parameters*, maka matriks kontradiksi dapat digunakan untuk menyelesaikan kontradiksi desain antara dua parameter kinerja yang akan menghasilkan solusi potensial untuk *inventive principles*.

IMPROVED ATTRIBUTE WORSENING ATTRIBUTE		1	2	3	4	5	22	30	39
		Weight of moving object	Weight of stationary object	Length or angle of moving object	Length or angle of stationary object	Area of moving object	Loss of energy	Object affected harmful factors	Productivity
1	Weight of moving object			15, 8, 29, 34		29, 17, 38, 34	6, 12, 34, 19	22, 21, 18, 27	35, 3, 24, 37
2	Weight of stationary object				10, 1, 29, 35		18, 19, 28, 15	2, 19, 22, 37	1, 26, 15, 35
3	Length or angle of moving object	8, 15, 29, 34				15, 17, 4	7, 2, 35, 39	1, 15, 17, 24	14, 4, 28, 29
4	Length or angle of stationary object		35, 28, 40, 29				6, 28	1, 18	30, 14, 7, 26
5	Area of moving object	2, 17, 29, 4			14, 15, 18, 4		15, 17, 30, 26	22, 33, 28, 1	10, 26, 34, 2
33	Ease of operation	25, 2, 15, 13	6, 13, 1, 25	1, 17, 13, 12		1, 17, 13, 16	2, 19, 13	2, 25, 28, 39	15, 1, 26
39	Productivity	35, 26, 24, 37	26, 27, 15, 3	18, 4, 28, 38	30, 7, 14, 26	10, 26, 34, 31	28, 10, 29, 35	22, 35, 13, 24	

Gambar 2. 3 Matriks Kontradiksi

2.2.5.3 Triz 40 inventive principles

Inventive principle merupakan bagian dari metode TRIZ yang terdiri dari 40 prinsip yang bertujuan untuk menawarkan solusi dalam mengatasi ketidaksesuaian yang terjadi antara karakteristik. 40 prinsip inventif dapat digunakan sebagai pertimbangan atau sebagai solusi umum untuk mengatasi kontradiksi atau ketidaksesuaian teknis yang terjadi antara parameter dan fungsi (Chai et al., 2005).

Tabel 2. 3 TRIZ 40 *Inventive Principles*

40 <i>Inventive Principles</i>		
No	Prinsip	Penjelasan
1.	<i>Segmentation</i>	a. Membagi suatu objek atau sistem menjadi bagian-bagian tersendiri. b. Membuat suatu objek atau sistem mudah untuk membongkar.
2.	<i>Taking Out</i>	Memisahkan bagian yang mengganggu dari suatu objek/sistem, hanya diperlukan bagian dari suatu objek/sistem.

40 Inventive Principles

No	Prinsip	Penjelasan
3.	<i>Local Quality</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengubah struktur objek atau sistem dari seragam ke nonseragam, perubahan lingkungan eksternal atau pengaruh eksternal dari seragam ke non-seragam. b. Buatlah masing-masing bagian dari suatu objek atau fungsi sistem dalam kondisi yang paling cocok untuk operasi. c. Buatlah masing-masing bagian dari suatu objek atau sistem yang berbeda dan memenuhi fungsi yang berguna.
4.	<i>Asymmetry</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Perubahan bentuk suatu objek atau sistem dari simetris dengan asimetris. b. Jika suatu benda atau sistem yang asimetris, tingkatkan derajat asimetris tersebut.
5.	<i>Merging</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Menggabungkan objek atau sistem yang identik/sama dan menggabungkan bagian yang identik untuk melakukan operasi paralel. b. Membuat operasi bersebelahan atau sejajar dalam waktu yang bersamaan.
6.	<i>Universality</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Membuat sebagian objek atau sistem dengan melakukan fungsi ganda untuk menghilangkan kebutuhan pada bagian yang lainnya. b. Menggunakan fitur standar.
7.	<i>"Nested doll"</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Menempatkan satu objek atau sistem pada gilirannya. b. Membuat satu bagian melewati bagian yang lain.
8.	<i>Antiweight</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Untuk menyeimbangkan berat/beban dari suatu objek atau sistem dengan objek atau sistem yang lain.

40 Inventive Principles

No	Prinsip	Penjelasan
		b. Untuk menyeimbangkan berat/beban dari suatu objek atau sistem agar dapat berinteraksi dengan lingkungan sekitar (misalnya menggunakan aerodinamis, hidrodinamik, daya apung dan kekuatan lainnya).
9.	<i>Premilinary Antiaction</i>	<p>a. Pada saat akan melakukan suatu tindakan diperhitungkan efek baik dan efek buruknya.</p> <p>b. Membuat prototype sebuah objek atau sistem agar dapat menghindari kejadian yang tidak diinginkan kemudian hari.</p>
10.	<i>Preliminary action</i>	<p>a. Melakukan tindakan persiapan untuk sebuah objek atau sistem baik lengkap maupun sebagian dari sistem atau objek tersebut.</p> <p>b. Mengatur objek atau sistem sehingga dapat lepas dari zona nyaman tanpa memakan waktu yang cukup lama.</p>
11.	<i>Beforehand cushioning</i>	Menyiapkan tindakan pengamanan dalam melakukan uji coba dari objek atau sistem.
12.	<i>Equipotentiality</i>	Pembatasan perubahan kedudukan dari objek atau sistem (misalnya melakukan uji coba dengan menaikkan atau menurunkan objek untuk menghilangkan bagian - bagian yang kurang penting).
13.	<i>The other way round</i>	<p>a. Membalikan tindakan yang digunakan untuk memecahkan masalah.</p> <p>b. Membuat objek bergerak sebagian atau lingkungan sekitar yang tetap dan membiarkan beberapa bagian tersebut tetap bergerak.</p> <p>c. Gerakan objek dengan proses terbalik.</p>

40 Inventive Principles

No	Prinsip	Penjelasan
14.	<i>Spheroidality</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Menggunakan bagian bujursangkar atau permukaan yang melengkung untuk menggerakkan suatu objek dari yang sebelumnya berbentuk kubus atau simetris ke bentuk yang lebih melengkung seperti bola. b. Menggunakan contoh objek yang tidak beraturan (rol, bola, spiral, kubus) c. Menggerakkan dari yang tadinya lurus menjadi melingkar menggunakan kekuatan sentrifugal.
15.	<i>Dynamics</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Mendesain sifat-sifat sebuah objek, lingkungan sekitar atau prosesnya untuk mencari kondisi yang lebih optimal. b. Membagi suatu objek atau sistem menjadi bagian-bagian yang mampu melakukan kerjasama terhadap satu sama lain. c. Jika suatu objek atau proses kaku atau tidak fleksibel maka objek atau proses tersebut dibuat untuk bergerak agar dapat beradaptasi dengan lingkungan sekitar.
16.	<i>Partial or excessive action</i>	Apabila nilai sempurna sulit untuk dicapai dengan menggunakan metode yang ada maka dilakukan pelebihan atau pengurangan dengan menggunakan metode yang sama, kemungkinan mendapat nilai sempurna akan lebih mudah.
17.	<i>Another dimensions</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Memindahkan objek atau sistem dalam bentuk dua dimensi atau tiga dimensi. b. Menggunakan <i>multy-story</i> dalam menyusun objek atau sistem bukan menggunakan <i>single-story</i>.

40 Inventive Principles

No	Prinsip	Penjelasan
		c. <i>Re-orientasi</i> dari objek atau sistem. Menggunakan bagian lain dari sebuah objek atau sistem.
18.	<i>Mechanical Vibration</i>	a. Penyebab suatu objek atau sistem untuk beresilasi atau bergetar. b. Meningkatkan frekuensi bahkan sampai ke ultrasonik. c. Gunakan vibrator piezoelektrik yang bukan mekanik. d. Gunakan kombinasi ultrasonik dan osilasi medan elektromagnetik.
19.	<i>Periodic Action</i>	a. Melakukan jeda (periodik). b. Apabila sudah ada jeda, maka perlu diatur besar/kecil dari masa jeda tersebut. c. Gunakan jeda tersebut untuk melakukan tindakan yang berbeda.
20.	<i>Continuity of Useful Action</i>	a. Membiarkan sebuah objek atau sistem bekerja terus menerus dengan menggunakan beban penuh agar mengetahui kelebihan dan kekurangannya. b. Jangan melakukan tindakan pencegahan dalam pelaksanaannya.
21.	<i>Skipping</i>	Melakukan tahap-tahap tertentu (misalnya tes kerusakan, tes berbahaya atau tidak) dengan percepatan.
22.	<i>"Blessing in Disguise"</i>	a. Gunakan faktor bahaya khususnya efek bahaya terhadap lingkungan sekitar untuk mencapai efek yang positif. b. Menghilangkan tindakan utama yang berbahaya dengan mengalihkan tindakan tersebut untuk yang lainnya dalam memecahkan masalah.

40 Inventive Principles

No	Prinsip	Penjelasan
		c. Menghilangkan faktor bahaya sedemikian rupa sehingga tidak berbahaya lagi.
23.	<i>Feedback</i>	a. Melakukan koreksi (perujukan kembali, pengecekan silang) untuk melakukan perbaikan proses atau mengambil sebuah tindakan. b. Jika sudah menggunakan feedback maka melakukan perubahan besar atau kecil.
24.	<i>"intermediary"</i>	a. Gunakan operator atau proses sebagai perantara. b. Menggabungkan satu objek sementara dengan yang lain (yang dapat dengan mudah dihilangkan).
25.	<i>Self Service</i>	a. Buatlah sebuah objek atau sistem melakukan pelayanan sendiri dengan melakukan fungsi tambahan yaitu membantu. b. Gunakan sumber daya lain.
26.	<i>Copying</i>	a. Menggunakan objek atau sistem yang sudah tersedia supaya lebih sederhana dan murah. b. Gantikan objek atau sistem dengan proses salinan optik. c. Jika salinan optik sudah digunakan, gunakan inframerah atau ultraviolet eksemplar. d. Salin konsep layanan kreatif di industri yang berbeda.
27.	<i>Cheap Short-Living Object</i>	Menggantikan objek atau sistem dengan yang lebih murah dengan mengorbankan kualitas tertentu.
28.	<i>Mechanics substitution</i>	a. Mengganti hal yang mekanis dengan perasaan (penglihatan, pendengaran, perasa atau penciuman) yang lebih berarti.

<i>40 Inventive Principles</i>		
No	Prinsip	Penjelasan
		<ul style="list-style-type: none"> b. Gunakan listrik, magnet atau medan elektromagnetik untuk menjalankan objek atau sistem tersebut. c. Perubahan sistem yang tadinya statis menjadi bergerak atau yang tadinya tidak terstruktur menjadi lebih terstruktur. d. Gunakan bersama dengan bidang-bidang yang lain.
29.	<i>Pneumatics and Hydraulics</i>	Menggunakan bagian yang lain yang tidak ada didalam objek atau sistem. Gunakan part yang intangible dari objek atau sistem disamping part yang tangible.
30.	<i>Flexible Shells and Thin films</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Menggunakan <i>flexible shells and thin films</i> untuk struktur 3D. b. Menggunakan <i>flexible shells and thin films</i> untuk mengisolasi objek atau sistem dari lingkungan sekitar.
31.	<i>Porous Materials</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Buat objek atau sistem menggunakan material berpori atau berongga sebagai pelapis. b. Jika suatu objek atau sistem sudah keropos maka gunakan pori-pori tersebut untuk menggantikan fungsi bagian yang keropos tersebut.
32.	<i>Color Changes</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengubah warna suatu objek atau sistem disesuaikan dengan lingkungan sekitar. b. Mengubah transparansi suatu objek atau sistem.
33.	<i>Homogeneity</i>	Membuat objek atau sistem dapat berinteraksi atau disatukan dengan lingkungan sekitarnya dengan menggunakan bahan yang sama.

40 Inventive Principles

No	Prinsip	Penjelasan
34.	<i>Discarding and Recovering</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Membuat atau menghilangkan bagian-bagian dari objek atau sistem atau memodifikasi secara langsung selama operasi. b. Mengembalikan bagian-bagian yang dihilangkan selama operasi berjalan.
35.	<i>Parameter Changes</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengubah parameter sebuah objek atau sistem (misalnya untuk gas, cair atau padat). b. Mengubah konsentrasi atau konsistensi. c. Mengubah tingkat fleksibilitas. d. Mengubah atmosfer untuk pengaturan yang lebih optimal.
36.	<i>Phase Transitions</i>	Menggunakan fenomena yang terjadi selama masa transisi (misalnya perubahan volume, proses menghilang atau penyerapan panas).
37.	<i>Thermal Expansions</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Gunakan ekspansi termal (kontraksi) dari bahan. b. Jika ekspansi termal sudah digunakan, maka gunakan beberapa bahan yang berbeda dengan koefisiensi termal.
38.	<i>Strong Oxidants</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengganti keadaan yang biasa dengan keadaan yang lebih bermasyarakat. b. Meningkatkan partisipasi konsumen dalam pelayanan. c. Keadaan sekitar yang bertahan dari ancaman lingkungan lain. d. Menggunakan keadaan yang lebih baik.
39.	<i>Inert Atmosphere</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Menggantikan lingkungan yang normal dengan lingkungan yang netral. b. Menambahkan bagian yang netral kedalam objek atau sistem

<i>40 Inventive Principles</i>		
No	Prinsip	Penjelasan
40.	<i>Composite Materials</i>	Perubahan terhadap beberapa bahan baku yang digunakan.

Dalam matriks kontradiksi, memungkinkan terdapat lebih dari satu solusi umum atau prinsip inventif yang tersedia dalam kontradiksi antara dua parameter. Solusi umum ini harus dianalisis dan dipilih secara akurat untuk diteapkan pada masalah Utama hingga menghasilkan *specific solution*.

2.2.6 Validitas

Validitas berasal dari kata "*validity*", yang berarti tingkat ketepatan dan kecermatan suatu instrumen pengukur pegujian dalam melakukan fungsi ukurnya. Apabila alat tersebut melakukan fungsi pengukuran secara tepat atau memberikan hasil ukur yang sesuai dengan tujuan pengukurannya maka suatu pengujian dianggap memiliki validitas yang tinggi. Hal ini menandakan bahwa hasil ukur dari pengujian yang dilakukan tersebut merupakan besaran yang menampilkan secara tepat terhadap fakta atau keadaan yang ada (Azwar, 1988).

Uji validitas digunakan untuk mengukur valid atau tidak valid suatu pertanyaan dalam kuesioner penelitian. Tujuan uji validitas adalah untuk mengetahui apakah setiap pertanyaan dapat digunakan untuk mendefinisikan variabel (Sujarweni & Endrayanto, 2012). Validitas dilakukan pada setiap atribut pertanyaan untuk menentukan apakah atribut tersebut valid atau tidak. Dalam penelitian yang dilakukan, nilai r hitung dan r tabel akan dibandingkan, dengan signifikansi 5%. Nilai df yang digunakan adalah $df = n - 2$. Data yang ada dapat dianggap valid jika hasil perhitungan adalah $r_{tabel} < r_{hitung}$.

Validitas terdiri dari tiga kategori, yaitu validitas isi (*content validity*), validitas konstruk (*construct validity*), dan validitas empiris atau kriteria (Matondang, 2009). Berikut adalah penjelasan tentang masing-masing kategori validitas:

1. Validitas isi (*content validity*)

Validitas isi mengacu pada sejauh mana pertanyaan atau detail dalam suatu tes dapat dianggap sebagai representasi integral dari materi yang diujikan. Tes yang valid memiliki elemen yang mencerminkan keseluruhan materi dan proporsional dengan

penguasaan materi yang diharapkan. Untuk menilai validitas isi, kisi-kisi tes dievaluasi untuk memastikan kesesuaiannya dengan materi. Validitas isi memastikan bahwa tes benar-benar mengukur apa yang seharusnya diukur melalui analisis logis daripada perhitungan statistik.

2. Validitas konstruk (*construct validity*)

Validitas konstruk memastikan bahwa komponen pengujian dengan tepat mengukur konsep abstrak yang ingin diukur. digunakan sebagai alat untuk mengukur konsep seperti intelegensi, sikap, minat, dan bakat. Proses penelaahan teoretik digunakan untuk menentukan validitas konstruk, mulai dari perumusan konstruk, penentuan dimensi dan indikator, hingga penjabaran dan penulisan detail instrumen. konstruk yang didasarkan pada sintesis teori dan analisis logis untuk menjamin pengukuran yang akurat.

3. Validitas empiris atau kriteria

Validitas empiris merupakan pengujian yang didasarkan pada standar kriteria internal dan eksternal. Validitas empiris diukur melalui hasil uji coba tes pada responden yang setara dengan responden yang akan dievaluasi atau diteliti. Validitas empiris memastikan bahwa tes memberikan hasil yang akurat dan sesuai dengan kenyataan.

2.2.7 Reliabilitas

Reliabilitas berasal dari kata "*reliability*", yang berarti kemampuan dipercaya hasil pengukuran. Suatu pengukuran dikatakan reliabel apabila hasilnya konsisten dan tidak berubah meskipun dilakukan berulang kali pada kelompok subjek yang sama, dengan asumsi aspek yang diukur tidak mengalami perubahan. Dengan kata lain, reliabilitas menunjukkan tingkat kestabilan dan konsistensi hasil pengukuran. Semakin tinggi reliabilitasnya, semakin dapat dipercaya pula hasil pengukuran tersebut (Matondang, 2009).

Uji reliabilitas bertujuan untuk mengevaluasi konsistensi dan stabilitas tanggapan responden terhadap pertanyaan dalam suatu kuesioner atau instrumen penelitian. Hasil uji reliabilitas dapat dilihat dari nilai *Cronbach Alpha*. Nilai ini menunjukkan tingkat konsistensi internal antar pertanyaan dalam mengukur satu variabel. Jika nilai *Cronbach Alfa* lebih besar dari 0,70, maka dimensi variabel pertanyaan dianggap reliabel, dan jika nilai Cronbach alfa kurang dari 0,70, maka pertanyaan dianggap tidak reliabel (Sujarweni & Endrayanto, 2012). Skema penilaian *Cronbach Alpha* dapat dilihat dalam tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Kriteria Nilai *Cronbach Alpha*

<i>Cronbach Alpha</i>	Konsistensi
$\alpha \geq 0,9$	Sangat bagus
$0,8 \leq \alpha \leq 0,9$	Bagus
$0,7 \leq \alpha \leq 0,8$	Diterima
$0,6 \leq \alpha \leq 0,7$	Dipertanyakan
$0,5 \leq \alpha \leq 0,6$	Kurang
$\alpha < 0,5$	Tidak diterima

Jenis reliabilitas terbagi menjadi 2 macam, yaitu reliabilitas konsistensi tanggapan dan reliabilitas konsistensi gabungan butir (Matondang, 2009). Berikut adalah penjelasan tentang jenis reliabilitas tersebut:

1. Reliabilitas konsistensi tanggapan

Reliabilitas konsistensi tanggapan responden mengacu pada apakah tanggapan mereka terhadap tes atau instrumen sudah akurat dan stabil. Ini diuji dengan melakukan pengukuran ulang pada obyek ukur yang sama menggunakan tes atau instrumen yang identik. Jika hasil pengukuran tetap sama, maka tanggapan dianggap konsisten. Namun, jika hasil pengukuran kedua berbeda, maka hasil tersebut tidak mencerminkan keadaan sebenarnya dari obyek ukur. Untuk memastikan konsistensi tanggapan, tes harus diberikan dua kali pada obyek ukur atau responden yang sama sebagai syarat minimal.

2. Reliabilitas konsistensi gabungan butir

Reliabilitas konsistensi gabungan butir berhubungan dengan kesetaraan hasil di antara butir-butir dalam sebuah tes. Hal ini dievaluasi dengan memeriksa apakah butir-butir tersebut memberikan hasil yang konsisten pada objek ukur yang sama. Jika hasil dari satu butir bertentangan dengan hasil dari butir lainnya, tes tersebut dianggap tidak reliable dan tidak dapat diandalkan untuk mengungkapkan keadaan sebenarnya dari objek ukur. Ketidakkonsistenan ini menunjukkan bahwa alat ukur tersebut tidak reliable, bukan kesalahan pada objek ukur.

2.2.8 *Marginal homogeneity*

Uji *marginal homogeneity* adalah pengujian non-parametrik yang merupakan perluasan dari uji *McNemar*. Pengujian ini digunakan untuk menganalisis dan mengukur hubungan antara dua sampel yang saling berhubungan atau berpasangan, dengan skala data yang bersifat ordinal atau interval. Uji ini sangat berguna dalam situasi ketika ingin mengevaluasi apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara dua kondisi atau kelompok pada data yang berpasangan, terutama ketika asumsi distribusi normal tidak dapat dipenuhi. Uji *Stuart-Maxwell* adalah pengembangan dari uji *McNemar* yang digunakan untuk tabel kontingensi dengan ukuran lebih besar dari 2x2. Uji *McNemar* sendiri merupakan metode non-parametrik yang berfungsi untuk menentukan apakah terdapat perbedaan antara frekuensi marginal pada kolom dan baris. (Wardani & Listiyadi, 2018).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek penelitian adalah sesuatu yang akan diteliti oleh penulis dan akan dianalisis nantinya kemudian dikembangkan untuk menjawab permasalahan dan tujuan penelitian yang telah dirumuskan. Adapun objek penelitian yang akan dikaji pada penelitian ini adalah mesin pencacah rumput. Penelitian ini akan dilakukan di beberapa kelompok ternak yang berada di Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

3.2 Instrumen Penelitian

Dalam penelitian ini beberapa peralatan diperlukan untuk menunjang pelaksanaan dalam pengambilan dan pengolahan data. Adapun instrumen penelitian yang diperlukan yaitu:

1. Kuesioner

Kuesioner diperlukan dalam proses pengumpulan data untuk mengetahui atribut rancangan yang sesuai dengan kebutuhan *stakeholder* terhadap mesin pencacah rumput.

2. IBM SPSS

Dalam penelitian ini *Software* SPSS dibutuhkan untuk melakukan pengolahan dan identifikasi data atribut kebutuhan *stakeholder* secara statistik.

3. *Website Triz 40.com*

Website ini digunakan untuk membantu merumuskan solusi bagi setiap atribut yang diidentifikasi, dengan menggunakan *Contradiction Matrix* dari metode TRIZ.

4. *Software* Visual 3D *Solidworks*

Solidworks merupakan *software* visual 3D yang digunakan untuk melakukan visualisasi mesin pencacah rumput yang sesuai dengan desain parameter yang didapatkan.

3.3 Metode Pengumpulan Data

3.3.1 *Sumber data*

Berikut merupakan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Data Primer

Menurut Umar (2013) data primer merupakan data yang didapat dari sumber pertama baik dari individu atau perseorangan seperti hasil dari wawancara atau hasil pengisian

kuesioner yang biasa dilakukan oleh peneliti. Data primer yang telah dikumpulkan akan menjadi input pengolahan data dalam penelitian ini. Dalam penelitian ini data primer didapatkan melalui wawancara dan pengisian kuesioner kepada para peternak terkait kebutuhan atribut perancangan mesin pencacah rumput yang dibutuhkan oleh para peternak.

2. Data Sekunder

Menurut Umar (2013) data sekunder diperoleh secara tidak langsung untuk memperoleh data-data pendukung yang relevan dengan penelitian yang dilakukan. Data sekunder dapat diperoleh melalui buku, situs internet, serta jurnal. Dalam penelitian ini data sekunder meliputi studi literatur mengenai metode TRIZ.

3.3.2 Teknik pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam melakukan pengolahan data guna mencapai tujuan dari penelitian yang dilakukan. Adapun metode/teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Observasi

Observasi dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung terhadap objek penelitian dan keadaan kelompok ternak.

2. Wawancara dan kuesioner

Pengumpulan data ini dilakukan dengan melakukan wawancara dan penyebaran kuesioner. Wawancara dan pengisian kuesioner disebarkan kepada para peternak terkait kebutuhan atribut perancangan mesin pencacah rumput yang dibutuhkan oleh para peternak. Kuesioner dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap dengan format pertanyaan berupa pertanyaan tertutup dan pertanyaan terbuka, dengan tujuan yang spesifik sebagai berikut:

a. Kuesioner Pertama

Bertujuan untuk mengidentifikasi kriteria responden dan mengetahui kebutuhan konsumen terhadap atribut perbaikan mesin pencacah rumput. Pada kuesioner ini setiap responden diminta untuk menyebutkan atribut utama yang perlu diperbaiki agar peneliti bisa lebih fokus mendapatkan informasi yang paling relevan dan krusial bagi pengguna. Dengan membatasi pada atribut utama yang

diinginkan, penelitian dapat memprioritaskan masalah yang benar-benar signifikan bagi mayoritas pengguna.

b. Kuesioner Kedua

Bertujuan untuk mengidentifikasi dan menentukan prioritas tingkat kepentingan dari berbagai atribut yang diinginkan oleh pengguna. Dalam hal ini, responden diminta untuk memberikan penilaian terhadap setiap atribut berdasarkan seberapa setuju mereka terhadap perbaikan atribut dalam konteks penggunaan mesin pencacah rumput. Dengan mengumpulkan data ini, peneliti dapat memahami preferensi pengguna secara lebih jelas dan terstruktur, sehingga dapat mengarahkan perbaikan desain mesin sesuai dengan kebutuhan dan harapan yang paling mendesak bagi pengguna. Prioritas yang ditetapkan melalui kuesioner ini akan menjadi dasar dalam pengambilan keputusan desain untuk mencapai solusi yang lebih optimal.

c. Kuesioner Ketiga

Kuesioner ini digunakan untuk memverifikasi apakah usulan desain mesin pencacah rumput telah memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya. Dengan mengumpulkan umpan balik langsung dari pengguna, proses ini bertujuan memastikan bahwa setiap aspek desain yang diusulkan sesuai dengan prioritas utama yang diinginkan oleh pengguna, serta mampu meningkatkan fungsionalitas dan kemudahan operasional sesuai dengan tujuan awal perancangan ulang mesin.

3.4 Populasi dan Sampel

3.4.1 Populasi

Menurut Handayani (2020) populasi adalah keseluruhan dari setiap elemen yang akan dijadikan objek penelitian, di mana semua elemen tersebut memiliki karakteristik yang sama. Elemen ini dapat berupa individu dari suatu kelompok, peristiwa, atau objek tertentu yang menjadi fokus penelitian. Dalam penelitian ini, populasi yang diteliti mencakup peternak yang berada di Kabupaten Sleman.

3.4.2 Sampel

Menurut Sugiyono (2018) sampel adalah sebagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh suatu populasi. Sampel yang diambil harus benar-benar representatif atau mampu

mewakili seluruh populasi yang diteliti, agar hasil penelitian dapat diandalkan dan relevan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *purposive sampling*. Menurut Arikunto (2006), *purposive sampling* adalah teknik pengambilan data yang tidak dilakukan secara acak, melainkan berdasarkan pertimbangan tertentu untuk mencapai tujuan atau fokus spesifik dalam penelitian. Teknik ini dipilih karena tidak semua responden memiliki karakteristik yang sesuai dengan fenomena yang diteliti. Pengambilan sampel dengan teknik *purposive sampling* melibatkan identifikasi dan pemilihan individu atau kelompok yang secara khusus memiliki pengetahuan atau pengalaman terkait fenomena yang diamati. Dalam teknik *purposive sampling*, tidak ada aturan baku yang menentukan jumlah sampel secara pasti. Jumlah sampel biasanya ditentukan oleh beberapa faktor seperti saturasi data, ketersediaan sumber daya, dan kedalaman informasi yang dibutuhkan. Untuk penelitian fenomenologis yang berfokus pada pengalaman individu dalam memahami fenomena secara langsung, disarankan menggunakan 5 hingga 30 partisipan (Creswell & Clark, 2011). Dalam penelitian ini, sampel yang diambil adalah peternak dengan kriteria tertentu, yaitu peternak dengan jenis ternak sapi atau kambing dan memiliki pengalaman atau pernah menggunakan mesin pencacah rumput.

3.5 Metode Pengolahan Data

Berikut merupakan metode pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini mengikuti kaidah penggunaan metode TRIZ secara umum:

1. Pilih masalah teknis

Secara umum suatu sistem memiliki masalah lebih dari satu. TRIZ dapat membantu menyelesaikan kontradiksi dua masalah teknis. Kontradiksi teknik adalah konflik antara dua hal dari sebuah sistem, seperti bila ingin meningkatkan suatu hal dalam sebuah sistem akan tetapi hal tersebut berdampak negatif terhadap hal lainnya.

2. Merumuskan kontradiksi

Identifikasi masalah apa yang terjadi dan menentukan *improving feature* serta *worsening features* untuk setiap masalah. Keberhasilan menentukan masalah tersebut akan menunjukkan inti masalah dari suatu sistem yang akan diperbaiki.

3. Tentukan Solusi dengan memanfaatkan kemampuan TRIZ

Untuk mendapatkan solusi permasalahan maka digunakanlah *tools* di dalam metode TRIZ seperti matrik kontradiksi, *the 40 principles solution*, dan lain-lain.

4. Menentukan solusi-solusi terbaik

Dari solusi-solusi yang ditawarkan akan dipilih solusi terbaik, sehingga solusi yang didapatkan merupakan solusi yang paling sesuai dengan permasalahan yang dihadapi.

5. Menganalisis solusi untuk mencegah masalah serupa dapat terjadi

Menganalisa solusi yang didapatkan sebagai tindakan dalam mencegah timbul kembalinya permasalahan sejenis.

3.6 Metode Analisis

3.6.1 Analisis kualitatif

Analisis yang dilakukan terhadap hasil kuisisioner kebutuhan pengguna terhadap mesin pencacah rumput. Analisis ini dilakukan terhadap identifikasi atribut pengguna dan menginterpretasikannya kedalam bentuk *functional requirement* dan mengembangkannya menjadi *improving feature* dan *worsening feature* dalam melakukan analisa terhadap matriks kontradiksi TRIZ. Sehingga dalam melakukan analisis ini dapat diketahui hingga solusi spesifik yang dibutuhkan terhadap mesin pencacah rumput yang sesuai dengan kebutuhan *stakeholder* tersebut.

3.6.2 Uji Validitas

Uji validitas dilakukan terhadap hasil pengolahan data yang telah dikumpulkan melalui kuesioner tentang kebutuhan *stakeholder* terhadap perancangan ulang mesin pencacah rumput. Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam pengujian validitas menggunakan *software* SPSS:

1. Menentukan Hipotesis

H_0 : skor butir kuesioner valid

H_1 : skor butir kuesioner tidak valid

2. Menentukan Nilai r_{tabel}

Nilai r_{tabel} ditentukan dengan menggunakan derajat kebebasan (df) = $n-2$ dan tingkat signifikansi (α) sebesar 5%.

3. Mencari nilai r_{hitung}

Setelah melakukan pengolahan data dengan program SPSS, nilai r_{hitung} dapat dilihat pada hasil *output* SPSS pada nilai *Product Moment Correlation* atau dengan menggunakan rumus:

Jika $r_{alpha} < r_{tabel}$, maka H_0 ditolak, sehingga butir kuesioner dinyatakan tidak reliabel.

3.6.4 Uji marginal homogeneity

Uji kesesuaian desain dilakukan maka akan dilanjutkan dengan uji *marginal homogeneity* menggunakan *software* SPSS dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan Hipotesis

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara atribut kebutuhan pengguna dengan desain mesin pencacah rumput yang diusulkan.

H_1 : Terdapat perbedaan yang signifikan antara atribut kebutuhan pengguna dengan desain mesin pencacah rumput yang diusulkan.

2. Level Signifikansi

Dengan menggunakan tingkat signifikansi (α) sebesar 5%

3. Menghitung nilai *Z-value*

$$Z_0 = \frac{\bar{n}_{23}d_1^2 + \bar{n}_{13}d_2^2 + \bar{n}_{12}d_3^2}{2(\bar{n}_{12}\bar{n}_{23} + \bar{n}_{12}\bar{n}_{13} + \bar{n}_{13}\bar{n}_{23})}$$

Keterangan :

$$\bar{n}_{ij} = \frac{\bar{n}_{ij} - \bar{n}_{ji}}{2}, \text{ untuk } i \neq j$$

$$d_1 = (n_{12} + n_{13}) - (n_{21} + n_{31})$$

$$d_2 = (n_{21} + n_{23}) - (n_{12} + n_{32})$$

$$d_3 = (n_{31} + n_{32}) - (n_{13} + n_{33})$$

Penjelasan :

Z_0 = Distribusi *chi square* dengan *degree freedom* jumlah baris-1

n = Data dalam matriks pada baris i dan kolom j

i = Baris

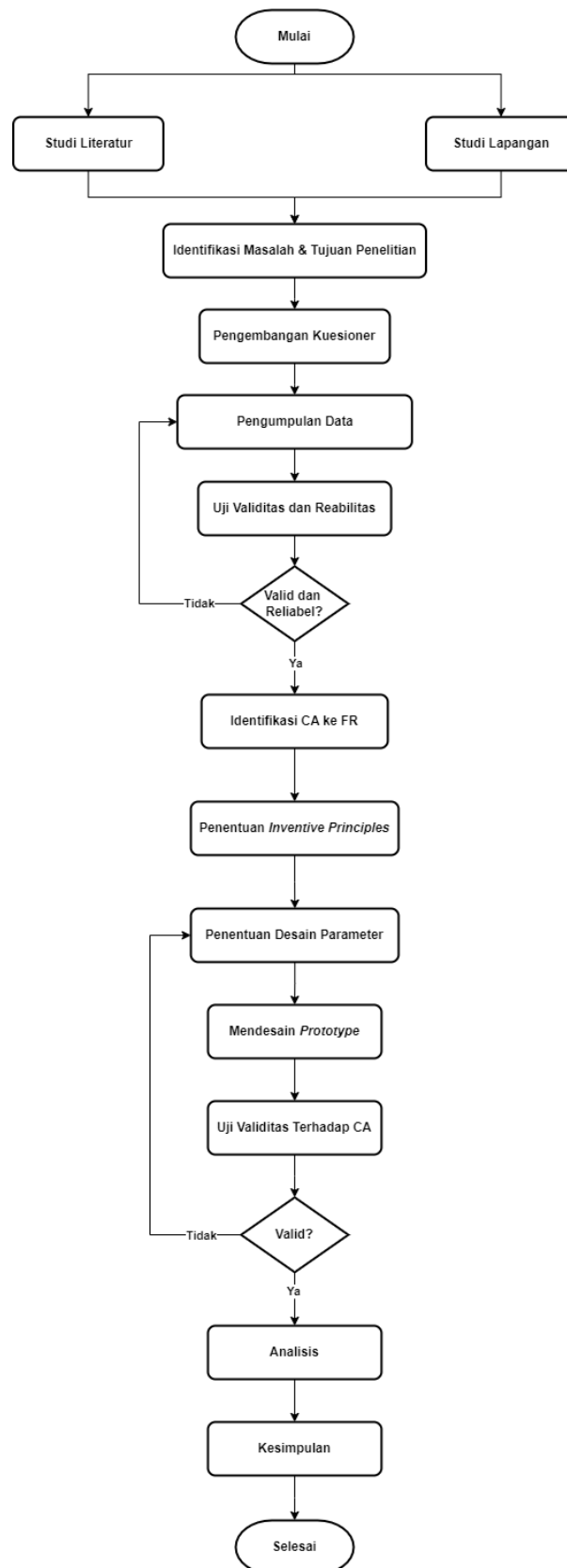
j = Kolom

4. Pengambilan Keputusan

Jika nilai Signifikansi > 0.05 maka H_0 diterima, yang artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara atribut kebutuhan pengguna dengan desain mesin pencacah rumput yang diusulkan.

Jika nilai Signifikansi < 0.05 maka H_0 ditolak, yang artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara atribut kebutuhan pengguna dengan desain mesin pencacah rumput yang diusulkan.

3.7 Alur Penelitian



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Berikut ini adalah penjelasan mengenai alur penelitian yang akan dilakukan:

1. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan melalui studi literatur dan studi lapangan untuk memahami kondisi, mekanisme kerja, serta penggunaan mesin pencacah rumput secara menyeluruh.

2. Identifikasi Masalah dan Tujuan Penelitian

Setelah melakukan studi literatur dan observasi lapangan, perlu dilakukan analisis yang lebih mendalam terhadap masalah yang terjadi pada mesin pencacah rumput yang sudah ada. Hal ini bertujuan untuk merumuskan secara jelas tujuan penelitian yang ingin dicapai, serta mengidentifikasi area yang membutuhkan perbaikan atau inovasi.

3. Pengembangan Kuisisioner

Sebelum tahap survei dilaksanakan, perlu dilakukan persiapan dengan merancang pertanyaan yang relevan terkait data yang dibutuhkan. Hal ini bertujuan untuk mengidentifikasi atribut-atribut mesin pencacah rumput yang sesuai dengan keinginan serta kebutuhan pengguna atau *stakeholder*, sehingga desain yang dihasilkan dapat memenuhi harapan mereka secara optimal.

4. Pengumpulan Data

Langkah selanjutnya adalah mengumpulkan data dengan melakukan survei dan wawancara untuk mengumpulkan informasi yang dibutuhkan guna mencapai tujuan penelitian ini. Data yang diperlukan mencakup preferensi dan kebutuhan pengguna terkait pengembangan mesin pencacah rumput yang akan dirancang.

5. Uji Validitas dan Reliabilitas

Setelah data terkumpul dalam jumlah yang memadai, langkah selanjutnya adalah melakukan uji validitas dan reliabilitas untuk memastikan bahwa data yang diperoleh akurat dan sesuai dengan kebutuhan penelitian. Uji ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah data tersebut layak digunakan dalam tahap pengolahan lebih lanjut, sehingga hasil analisis yang diperoleh dapat diandalkan dan relevan dengan tujuan penelitian.

6. Identifikasi CA ke FR

Langkah selanjutnya adalah melakukan pemetaan dari data keinginan pengguna (*Customer Attribute*) menuju kebutuhan fungsi yang diperlukan (*Functional Requirement*). Pada tahap ini, seringkali muncul kontradiksi, di mana upaya untuk

meningkatkan satu aspek dalam suatu sistem dapat berdampak negatif terhadap aspek lainnya.

7. Penentuan Inventif Prinsip Desain

Penentuan prinsip inventif ini dilakukan dengan memilih solusi-solusi yang disarankan melalui matriks kontradiksi TRIZ, yaitu solusi yang paling optimal dan relevan untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi.

8. Penentuan Desain Parameter

Selanjutnya, dilakukan proses penerjemahan kebutuhan fungsional menjadi parameter desain yang dapat diidentifikasi melalui berbagai alternatif solusi yang tersedia dalam *inventive principles* pada matriks kontradiksi TRIZ. Proses ini memungkinkan ditemukannya solusi spesifik yang dibutuhkan untuk mendukung perancangan ulang mesin pencacah rumput secara lebih efektif dan inovatif.

9. Mendesain *Prototype*

Perancangan alat dilakukan menggunakan *software SolidWorks* untuk menghasilkan visualisasi detail dari mesin pencacah rumput, berdasarkan solusi spesifik yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya. Proses ini memungkinkan pemodelan komponen secara akurat dan simulasi fungsi mesin sebelum tahap produksi dimulai.

10. Uji Kesesuaian Desain Usulan

Selanjutnya, diperlukan uji kesesuaian terhadap desain ulang mesin pencacah rumput yang diusulkan untuk memastikan apakah desain tersebut sudah memenuhi atribut yang diinginkan oleh pengguna atau belum.

11. Analisis

Pada tahap ini, akan dilakukan berbagai analisis yang meliputi analisis terhadap kebutuhan pengguna terkait mesin pencacah rumput, analisis terhadap parameter desain yang telah dihasilkan, dan analisis terhadap hasil verifikasi dari perancangan ulang mesin pencacah rumput yang diusulkan. Setiap tahap analisis ini bertujuan untuk memastikan bahwa desain yang dihasilkan memenuhi kebutuhan pengguna dan dapat berfungsi secara optimal sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

12. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini merangkum hasil dari seluruh proses penelitian yang telah dilaksanakan. Kesimpulan ini merupakan jawaban atas tujuan dan rumusan masalah yang telah ditetapkan sejak awal penelitian, memberikan gambaran menyeluruh

mengenai pencapaian yang dihasilkan serta relevansinya dengan fokus penelitian yang telah direncanakan.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Profil responden

Profil responden dalam penelitian ini didapatkan dengan menyebarkan kuesioner kepada 30 responden. Adapun karakteristik dari responden tersebut dapat dilihat Tabel 4.1:

Tabel 4. 1 Karakteristik Responden

No.	Karakteristik	Jawaban	Persentase
1.	Lama mengurus hewan ternak	≤ 1 Tahun	16 %
		2-5 Tahun	27 %
		≥ 5 Tahun	57 %
2.	Jumlah hewan ternak yang dirawat	< 15 Ekor	23 %
		15 – 30 Ekor	33 %
		> 30 Ekor	44 %
3.	Pernah menggunakan mesin pencacah rumput	Ya	100%
		Tidak	0%
4.	Seberapa sering menggunakan mesin pencacah rumput	Jarang	30%
		Beberapa kali dalam seminggu	37%
		Setiap Hari	33%

4.1.2 Keinginan pengguna

Identifikasi atribut kebutuhan untuk perancangan mesin pencacah rumput yang diperoleh dari 30 responden melalui kuesioner pertama menunjukkan beragam saran perbaikan serta kebutuhan spesifik. Responden memberikan masukan yang mencakup berbagai aspek teknis dan fungsional, yang nantinya akan menjadi dasar dalam mengembangkan desain mesin agar sesuai dengan kebutuhan pengguna secara optimal. Pada tabel 4.2 dapat dilihat atribut kebutuhan pengguna yang telah dikumpulkan dari hasil penyebaran kuesioner pertama.

Tabel 4. 2 Atribut Kebutuhan Pengguna

Atribut	Jumlah	Persentase
Aman digunakan (Q1)	6	20 %

Atribut	Jumlah	Persentase
Ukuran potongan dapat diatur sesuai kebutuhan (Q2)	5	17 %
Mudah dalam perawatan mesin (Q3)	3	10 %
Kekuatan potongan mesin pencacah (Q4)	7	23 %
Ringkas dan mudah untuk dipindahkan (Q5)	6	20 %
Daya tahan material pisau (Q6)	3	10 %
Total	30	100 %

Dari total 30 responden, terdapat beragam masukan terkait peningkatan kualitas mesin. Sebanyak 6 responden menekankan pentingnya aspek keamanan, agar mesin aman digunakan. 5 responden memberikan saran agar ukuran potongan pada mesin dapat diatur sesuai dengan kebutuhan pengguna. 3 responden menyarankan agar mesin lebih mudah dibersihkan dan dirawat, sementara 7 responden menyoroti pentingnya meningkatkan kekuatan putaran motor pada mesin pencacah. Selain itu, 6 responden mengusulkan agar mesin dirancang dengan bentuk yang lebih ringkas dan mudah dipindahkan. Terakhir, 3 responden menekankan pentingnya mata pisau mesin pencacah dibuat dari material yang kuat dan tahan lama untuk memastikan performa yang optimal.

4.1.3 Identifikasi tingkat kepentingan keinginan pengguna

Identifikasi keinginan pengguna dilakukan untuk menentukan atribut yang diperlukan dalam mendesain sebuah mesin pencacah rumput. Data dari kuesioner responden direkap menggunakan skala likert 1-5, yang berkisar dari sangat tidak penting hingga sangat penting. Adapun rekapitulasi kuesioner atribut yang diinginkan beserta tingkat kepentingannya dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Tingkat Kepentingan Atribut Pengguna

No.	Atribut Kebutuhan Pengguna	Tingkat Kepentingan					Total
		Tidak Penting	Kurang Penting	Cukup Penting	Sangat Penting	Sangat Penting	
1.	Aman digunakan (Q1)	0 %	4 %	33 %	20 %	43 %	100 %
2.	Ukuran potongan dapat	0 %	17 %	13 %	40 %	30 %	100 %

No.	Atribut Kebutuhan Pengguna	Tingkat Kepentingan					Total
		Tidak Penting	Kurang Penting	Cukup Penting	Penting	Sangat Penting	
	diatur sesuai kebutuhan (Q2)						
3.	Mudah dalam perawatan mesin (Q3)	0 %	7 %	23 %	43 %	27 %	100 %
4.	Kekuatan potongan mesin pencacah (Q4)	0 %	10 %	17 %	30 %	43 %	100 %
5.	Ringkas dan mudah untuk dipindahkan (Q5)	0 %	17 %	13 %	43 %	27 %	100 %
6.	Daya tahan material pisau (Q6)	0	10 %	23 %	37 %	30 %	100 %

4.2 Uji Validitas dan Reliabilitas

4.2.1 Uji validitas

Pengujian terhadap atribut mesin pencacah rumput dilakukan untuk memastikan bahwa atribut tersebut sesuai dengan keinginan responden dan dapat dijadikan data dalam penelitian. Atribut yang tercantum pada Tabel 4.4 dianggap valid jika nilai *Corrected Item-Total Correlation* mencapai atau melebihi 0,361 (dengan $df = n-2 = 30-2 = 28$ dan tingkat signifikansi 5%). Berikut ini menyajikan hasil uji validitas dan reliabilitas terhadap enam perbaikan yang diharapkan oleh pengguna mesin pencacah rumput, menggunakan *software* SPSS.

Tabel 4. 4 Hasil Uji Validitas

Validitas			
Atribut	N	<i>Pearson Correlation</i> (> 0,361)	Valid / Tidak Valid
Q1	30	0,643	Valid

Validitas			
Atribut	N	Pearson Correlation (> 0,361)	Valid / Tidak Valid
Q2	30	0,622	Valid
Q3	30	0,672	Valid
Q4	30	0,633	Valid
Q5	30	0,716	Valid
Q6	30	0,740	Valid

Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa nilai *Pearson correlation* pada 6 atribut perbaikan > 0,361. Hal ini mengindikasikan bahwa atribut-atribut tersebut memiliki korelasi yang kuat dan signifikan dengan variabel yang diteliti, yang menunjukkan bahwa enam atribut tersebut valid dan dapat dilanjutkan pada uji reliabilitas.

4.2.2 Uji reliabilitas

Setelah melakukan uji validitas dan memastikan bahwa seluruh item memenuhi syarat, langkah selanjutnya adalah melakukan uji reliabilitas. Uji reliabilitas bertujuan untuk mengukur konsistensi internal dari instrumen yang digunakan, sehingga dapat diketahui apakah item-item dalam kuesioner memberikan hasil yang konsisten apabila diukur dalam kondisi yang sama. Uji reliabilitas ini akan menggunakan metode *Cronbach's Alpha*, di mana nilai $\alpha \geq 0,70$ dianggap menunjukkan tingkat reliabilitas yang baik.

Tabel 4. 5 Hasil Uji Reliabilitas

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
0,754	6

Berdasarkan hasil uji reliabilitas, diketahui bahwa nilai *Cronbach's alpha* untuk kelima atribut adalah 0,754, yang tergolong dalam kategori diterima. Oleh karena itu, keenam atribut yang valid dalam penelitian ini dinyatakan reliabel, artinya dapat dipercaya dan akurat, sehingga dapat digunakan untuk menentukan parameter desain mesin pencacah rumput.

4.3 Aplikasi TRIZ

4.3.1 Customer atribut desain mesin pencacah rumput

Berdasarkan hasil pengumpulan data mengenai preferensi responden terhadap desain mesin pencacah rumput yang ada saat ini, telah diidentifikasi enam atribut yang terbukti valid dan reliabel. Atribut-atribut ini dapat dijadikan landasan dalam merancang mesin pencacah rumput yang lebih sesuai dengan kebutuhan peternak. Atribut-atribut tersebut dirangkum dalam Tabel 4.6, yang mencerminkan aspek-aspek penting yang harus diperhatikan dalam pengembangan desain mesin, guna memastikan mesin yang dihasilkan mampu memenuhi harapan dan kebutuhan pengguna secara efektif.

Tabel 4. 6 Atribut Perancangan

No	Atribut
1	Aman digunakan (Q1)
2	Ukuran potongan dapat diatur sesuai kebutuhan (Q2)
3	Mudah dalam perawatan mesin (Q3)
4	Kekuatan potongan mesin pencacah (Q4)
5	Ringkas dan mudah untuk dipindahkan (Q5)
6	Daya tahan material pisau (Q6)

4.3.2 Proses aplikasi TRIZ

Dalam perancangan mesin pencacah rumput untuk kebutuhan peternak, terdapat beberapa komponen yang dibagi menjadi *product* atau *target*, *system*, dan *supersystem*. *Product* mencakup tujuan atau target utama dari sistem. *System* mencakup komponen-komponen yang saling berhubungan dan berinteraksi langsung dalam mesin ini, seperti motor penggerak, pisau pencacah, rangka mesin, dan panel kontrol. *Supersystem* mencakup elemen-elemen yang tidak termasuk dalam sistem utama tetapi tetap memiliki keterkaitan dengan sistem, terutama dalam penggunaannya oleh peternak, seperti lingkungan operasional, sumber daya energi, distribusi produk akhir, dan ketersediaan suku cadang. Semua komponen ini, baik yang termasuk dalam *subsystem* maupun *supersystem*, berperan penting dalam penelitian ini.

Tabel 4. 7 Product System

No.	Product/Target
1.	Potongan rumput yang telah dicacah

Rumput berfungsi sebagai bahan utama yang akan diproses oleh mesin pencacah rumput, di mana mesin ini bekerja untuk menghasilkan potongan rumput dengan ukuran tertentu yang sesuai dengan kebutuhan peternak. Hasil cacahan rumput ini diharapkan tidak hanya memenuhi standar ukuran yang diinginkan, tetapi juga mempercepat proses pengolahan pakan ternak, sehingga efisiensi operasional di peternakan dapat meningkat serta peternak dapat memastikan bahwa rumput yang diberikan kepada ternak lebih mudah dicerna, kaya nutrisi, dan dapat disimpan dalam kondisi yang lebih baik, yang semuanya berperan penting dalam mendukung keberhasilan usaha peternakan.

Tabel 4. 8 *System Components*

No.	<i>System</i>
1.	Rangka/ <i>body</i> mesin
2.	<i>Pulley</i>
3.	<i>Belt</i>
4.	Motor penggerak
5.	Mata pisau pencacah
6.	Poros pisau pencacah
7.	Roda
8.	<i>Roller</i> penarik
9.	Tatakan pemotong
10.	Sluran masuk
11.	Saluran pembuangan

Sistem mencakup berbagai komponen yang saling berhubungan dan berinteraksi langsung dalam perancangan mesin pencacah rumput. Pada mesin pencacah rumput ini, terdapat 11 komponen sistem yang bekerja secara terintegrasi. Setiap komponen memiliki peran krusial dalam memastikan mesin beroperasi secara efisien dan efektif. Komponen-komponen ini dirancang untuk menciptakan sebuah sistem mesin pencacah rumput yang optimal dalam mencacah rumput.

Tabel 4. 9 *Supersystem*

No.	<i>Supersystem</i>
1.	Operator

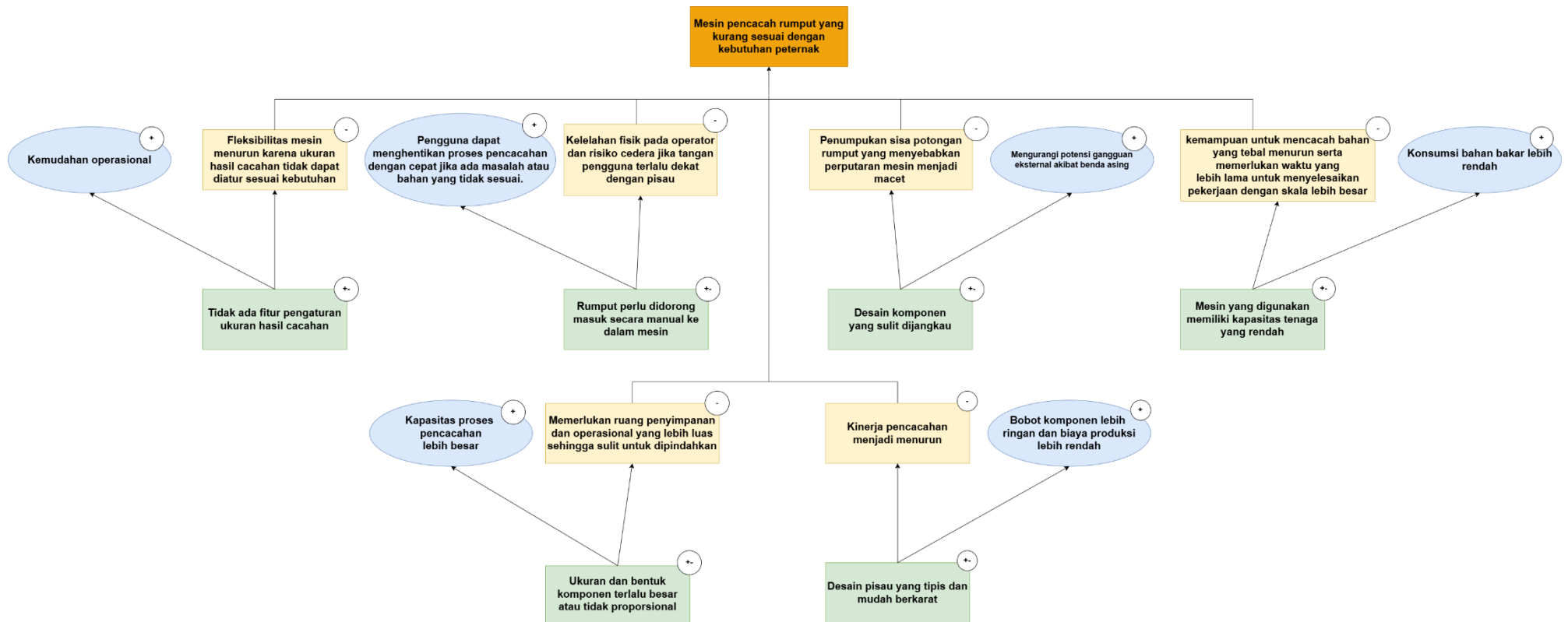
No.	<i>Supersystem</i>
-----	--------------------

2.	Bahan bakar minyak / Sumber Listrik
----	-------------------------------------

Dalam perancangan mesin pencacah rumput, terdapat dua elemen *supersystem* yang berperan penting dalam operasional mesin, yaitu operator dan bahan bakar. Operator bertugas mengoperasikan mesin, mengawasi proses pencacahan, dan memastikan semua prosedur diikuti dengan tepat untuk mencapai hasil yang optimal. Selain itu, operator juga bertanggung jawab untuk memantau kinerja mesin, melakukan penyesuaian jika diperlukan, dan menjaga agar semua aspek keselamatan terpenuhi. Sementara itu, bahan bakar minyak atau listrik menyediakan energi yang diperlukan untuk menggerakkan mesin. Tanpa pasokan bahan bakar yang memadai, mesin tidak dapat berfungsi secara efektif, sehingga ketersediaan dan kualitas bahan bakar menjadi faktor penting untuk memastikan mesin berjalan dengan baik sesuai kebutuhan. Kolaborasi antara operator yang terampil dan pasokan bahan bakar yang cukup memastikan mesin pencacah rumput dapat beroperasi secara optimal dan memenuhi tujuan penggunaannya.

4.3.3 Root conflict analysis (RCA)

Berdasarkan hasil kuesioner pertama yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengumpulkan kebutuhan para peternak terhadap mesin pencacah rumput, ditemukan enam akar permasalahan utama. Setiap permasalahan ini kemudian dianalisis lebih mendalam guna mengidentifikasi potensi konflik yang mungkin timbul. Analisis konflik ini membantu dalam memahami interaksi antara setiap akar masalah dan bagaimana dampaknya terhadap kinerja keseluruhan mesin.



Gambar 4. 1 Root Conflict Analysis

Hasil dari *root conflict analysis* terhadap enam masalah utama yang teridentifikasi pada mesin pencacah rumput menunjukkan adanya akar permasalahan yang mendasari setiap isu. Diagram ini terdiri dari beberapa faktor utama, masing-masing diuraikan menjadi komponen lebih kecil yang menunjukkan hubungan positif dan negatif terhadap performa mesin. Melalui analisis ini, dapat memahami dengan lebih mendalam faktor-faktor yang memengaruhi ketidakmampuan mesin untuk memenuhi standar kinerja yang diharapkan.

4.3.4 Model of problem

Tahapan *model of problem* adalah proses yang digunakan untuk mendefinisikan dan memahami masalah yang ada. Dalam tahapan ini, model permasalahan diklasifikasikan menjadi dua kategori utama: *inventive problem* dan *normal problem*. *Inventive problem* merujuk pada masalah yang memerlukan solusi inovatif karena adanya kontradiksi teknis yang kompleks, sedangkan *normal problem* adalah masalah yang dapat diselesaikan dengan metode atau solusi yang lebih konvensional. *Engineering contradiction* terjadi ketika ada dua parameter teknik yang saling bertentangan dalam sistem, memerlukan pendekatan kreatif untuk mencari solusi yang dapat mengatasi konflik tersebut. Di sisi lain, *normal problem* tidak melibatkan kontradiksi teknis yang rumit dan sering kali dapat diatasi dengan perbaikan atau solusi standar.

Tabel 4. 10 Model of Problem

No	Atribut	Akar Masalah	Identifikasi	Model Penyelesaian
1.	Aman digunakan	Rumput perlu didorong masuk secara manual ke dalam mesin	<i>Inventive problem</i>	<i>Engineering contradiction</i>
2.	Ukuran potongan dapat diatur sesuai kebutuhan	Tidak ada fitur pengaturan ukuran hasil cacahan	<i>Inventive problem</i>	<i>Engineering contradiction</i>
3.	Mudah dalam perawatan mesin	Desain komponen yang kompleks dan sulit dijangkau	<i>Inventive problem</i>	<i>Engineering contradiction</i>

No	Atribut	Akar Masalah	Identifikasi	Model Penyelesaian
4.	Kekuatan potongan mesin pencacah	Mesin yang digunakan memiliki kapasitas tenaga yang rendah	<i>Inventive problem</i>	<i>Engineering contradiction</i>
5.	Ringkas dan mudah untuk dipindahkan	Ukuran dan bentuk komponen terlalu besar atau tidak proporsional	<i>Inventive problem</i>	<i>Engineering contradiction</i>
6.	Daya tahan material pisau	Desain pisau yang tipis dan mudah berkarat	<i>Inventive problem</i>	<i>Engineering contradiction</i>

4.3.5 Analisis kontradiksi

Tahap analisis kontradiksi bertujuan untuk mengidentifikasi peningkatan fungsi yang diinginkan sekaligus memahami dampak yang mungkin muncul sebagai akibat dari peningkatan tersebut. Analisis ini membantu mengungkap hubungan saling bertolak belakang antara upaya meningkatkan kinerja sistem dan potensi efek negatifnya. Analisis kontradiksi dalam perancangan ulang mesin pencacah rumput dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Analisis Kontradiksi

Atribut	Peningkatan Fungsi	Dampak yang timbul
Aman digunakan (Q1)	Mesin pencacah rumput lebih otomatis, sehingga pengguna tidak perlu lagi mendorong rumput secara manual ke dalam mesin	Menambahkan elemen-elemen otomatisasi dapat meningkatkan kompleksitas mesin, karena memerlukan lebih banyak komponen mekanik
Ukuran potongan dapat diatur sesuai kebutuhan (Q2)	Fleksibilitas dalam hasil potongan sehingga dapat memotong rumput dalam berbagai ukuran sesuai	Penambahan fitur pengaturan ukuran potongan memerlukan mekanisme tambahan yang membuat mesin lebih rumit

Atribut	Peningkatan Fungsi	Dampak yang timbul
Mudah dalam perawatan mesin (Q3)	<p>dengan kebutuhan pengguna.</p> <p>Peningkatan aksesibilitas pada komponen mesin sehingga proses perawatan seperti pembersihan dan penggantian suku cadang menjadi lebih cepat dan efisien.</p>	<p>Membuat komponen mesin agar mudah dibersihkan dapat berdampak negatif terhadap keandalan mesin, struktur mesin menjadi kurang kokoh dibandingkan dengan desain yang lebih solid. Hal ini bisa membuat mesin lebih rentan terhadap getaran dan gangguan eksternal saat digunakan, yang berpotensi menurunkan keandalan.</p>
Kekuatan potongan mesin pencacah (Q4)	Kemampuan memotong bahan yang lebih keras dan tebal.	Peningkatan kekuatan potong dapat menyebabkan konsumsi energi yang lebih tinggi.
Ringkas dan mudah untuk dipindahkan (Q5)	Mobilitas dan efisiensi penempatan yang lebih optimal, memungkinkan mesin disimpan dengan mudah di berbagai lokasi serta dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain tanpa memerlukan banyak tenaga atau upaya yang berlebihan.	Mengurangi berat atau ukuran mesin dapat menyebabkan penurunan kekuatan struktur, membuat mesin lebih rentan terhadap kerusakan.
Daya tahan material pisau (Q6)	Menggunakan material pisau yang lebih tahan karat dan lebih kuat dapat secara signifikan meningkatkan ketahanan pisau.	Penggunaan material yang lebih tahan lama, seperti baja yang lebih tebal atau material komposit, mungkin meningkatkan berat pisau

4.3.6 *Improving features*

Langkah berikutnya adalah menentukan parameter untuk setiap peningkatan fungsi berdasarkan atribut-atribut yang ditetapkan dalam perancangan. Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi aspek-aspek spesifik yang perlu ditingkatkan guna mencapai tujuan desain. Analisis fitur peningkatan (*improving feature*) dalam perancangan mesin pencacah rumput dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4. 12 *Improving Features*

Atribut	Peningkatan Fungsi	<i>Improving Features</i>
Aman digunakan (Q1)	Mesin pencacah rumput lebih otomatis, sehingga pengguna tidak perlu lagi mendorong rumput secara manual ke dalam mesin	(38) <i>Extent of Automation</i>
Ukuran potongan dapat diatur sesuai kebutuhan (Q2)	Fleksibilitas dalam hasil potongan sehingga dapat memotong rumput dalam berbagai ukuran sesuai dengan kebutuhan pengguna.	(35) <i>Adaptability or Versatility</i>
Mudah dalam perawatan mesin (Q3)	Peningkatan aksesibilitas pada komponen mesin sehingga proses perawatan seperti pembersihan dan penggantian suku cadang menjadi lebih cepat dan efisien.	(34) <i>Ease of Repair</i>
Kekuatan potongan mesin pencacah (Q4)	Kemampuan memotong bahan yang lebih keras dan tebal.	(21) <i>Power</i>
Ringkas dan mudah untuk dipindahkan (Q5)	Mobilitas dan efisiensi penempatan yang lebih optimal, memungkinkan mesin disimpan dengan mudah di berbagai lokasi serta dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain tanpa memerlukan banyak tenaga atau upaya yang berlebihan.	(2) <i>Weight of Stationary Object</i>

Atribut	Peningkatan Fungsi	Improving Features
Daya tahan material pisau (Q6)	Menggunakan material pisau yang lebih tahan karat dan lebih kuat dapat secara signifikan meningkatkan ketahanan pisau.	(15) <i>Durability of Moving Object</i>

4.3.7 *Worsening features*

Tahap analisis *worsening feature* dilakukan dengan menentukan parameter dari setiap dampak negatif yang mungkin muncul sebagai akibat dari peningkatan fungsi berdasarkan atribut-atribut perancangan. Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memahami konsekuensi yang tidak diinginkan, sehingga dapat diantisipasi atau diminimalkan. Dengan demikian, peningkatan fungsi dapat dilakukan tanpa mengorbankan aspek penting lainnya dalam desain keseluruhan. Analisis dampak yang timbul (*worsening feature*) dalam perancangan mesin pencacah rumput dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4. 13 *Worsening Features*

Atribut	Dampak yang Timbul	Worsening Features
Aman digunakan (Q1)	Menambahkan elemen-elemen otomatisasi dapat meningkatkan kompleksitas mesin, karena memerlukan lebih banyak komponen mekanik	(36) <i>Device Complexity</i>
Ukuran potongan dapat diatur sesuai kebutuhan (Q2)	Penambahan fitur pengaturan ukuran potongan memerlukan mekanisme tambahan yang membuat mesin lebih rumit	(36) <i>Device Complexity</i>
Mudah dalam perawatan mesin (Q3)	Membuat komponen mesin agar mudah dibersihkan dapat berdampak negatif terhadap keandalan mesin, struktur mesin menjadi kurang kokoh dibandingkan dengan desain yang lebih solid. Hal ini bisa membuat mesin lebih rentan terhadap getaran,	(27) <i>Reliability</i>

Atribut	Dampak yang Timbul	<i>Worsening Features</i>
	dan gangguan eksternal saat digunakan, yang berpotensi menurunkan keandalan.	
Kekuatan potongan mesin pencacah (Q4)	Peningkatan kekuatan potong dapat menyebabkan konsumsi energi yang lebih tinggi.	(22) <i>Loss of Energy</i>
Ringkas dan mudah untuk dipindahkan (Q5)	Mengurangi berat atau ukuran mesin dapat menyebabkan penurunan kekuatan struktur, membuat mesin lebih rentan terhadap kerusakan.	(14) <i>Strength</i>
Daya tahan material pisau (Q6)	Penggunaan material yang lebih tahan lama, seperti baja yang lebih tebal atau material komposit, dapat meningkatkan berat pisau.	(1) <i>Weight of Moving Object</i>

4.3.8 Analisis Matriks Kontradiksi

Pada tahap ini, kontradiksi antara *improving feature* dan *worsening feature* yang berasal dari atribut perancangan ditentukan. Matriks kontradiksi kemudian digunakan untuk menghasilkan beberapa *inventive principles*, yang akan menjadi dasar dalam menyelesaikan masalah desain. Setiap *inventive principle* akan dianalisis secara mendalam, diikuti dengan proses *trial and error* untuk menemukan solusi yang paling sesuai dengan kebutuhan spesifik perancangan mesin pencacah rumput. Analisis matriks kontradiksi pada perancangan mesin pencacah rumput dapat dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4. 14 Analisis Matriks Kontradiksi

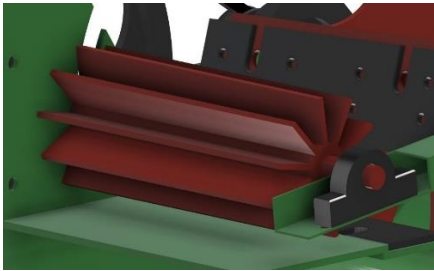
Atribut	<i>Improving Features</i>	<i>Worsening Features</i>	<i>Inventive Principles</i>
Aman digunakan (Q1)	<i>Extent of Automation</i> (38)	<i>Device Complexity</i> (36)	(10) <i>Preliminary Action</i> (15) <i>Dynamics</i> (24) <i>Intermediary</i>

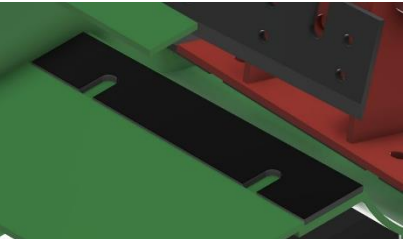
Atribut	<i>Improving Features</i>	<i>Worsening Features</i>	<i>Inventive Principles</i>
Ukuran potongan dapat diatur sesuai kebutuhan (Q2)	<i>Adaptability or Versatility</i> (35)	<i>Device Complexity</i> (36)	(15) <i>Dynamics</i> (28) <i>Mechanics Substitution</i> (29) <i>Pneumatics and Hydraulics</i> (37) <i>Thermal Expansion</i>
Mudah dalam perawatan mesin (Q3)	<i>Ease of Repair</i> (34)	<i>Reliability</i> (27)	(1) <i>segmentation</i> (10) <i>Preliminary Action</i> (11) <i>Beforehand Cushioning</i> (16) <i>Partial or Excessive Actions</i>
Kekuatan potongan mesin pencacah (Q4)	<i>Power</i> (21)	<i>Loss of energy</i> (22)	(10) <i>Preliminary action</i> (35) <i>Parameter Changes</i> (38) <i>Strong Oxidants</i>
Ringkas dan mudah untuk dipindahkan (Q5)	<i>Weight of Stationary Object</i> (2)	<i>Strength</i> (14)	(2) <i>Taking Out</i> (10) <i>Preliminary Action</i> (27) <i>Cheap Short-Living Cost</i> (28) <i>Mechanics Substitution</i>
Daya tahan material pisau (Q6)	(15) <i>Durability of Moving Object</i>	(1) <i>Weight of Moving Object</i>	(5) <i>Merging</i> (19) <i>Periodic Action</i> (31) <i>Porous Material</i> (34) <i>Discarding and Recovering</i>

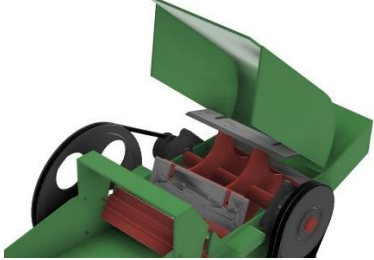
4.3.9 Inventive principles



Tahapan ini digunakan untuk mengidentifikasi solusi spesifik yang dihasilkan dari kontradiksi antara parameter peningkatan (*improving feature*) dan penurunan (*worsening feature*). Setelah memperoleh alternatif solusi melalui *inventive principles* berdasarkan kontradiksi antara parameter peningkatan dan penurunan, langkah berikutnya adalah memilih dan menerapkan prinsip serta alternatif yang paling sesuai ke dalam spesifikasi desain parameter dan solusi alat yang akan dikembangkan. Proses ini mencakup penelitian dan analisis mendalam terhadap setiap solusi yang diusulkan, dengan mempertimbangkan berbagai faktor seperti ketersediaan sumber daya, biaya, kebutuhan pengguna, dan keterampilan teknis yang diperlukan. Dengan memperhatikan semua faktor ini, diperoleh solusi yang optimal dan efektif untuk mencapai tujuan yang diinginkan serta mengatasi permasalahan yang ada. Tabel 4.15 menunjukkan hasil analisis yang merangkum solusi spesifik untuk setiap atribut desain.


Tabel 4. 15 Solusi *Inventive Principles*

Atribut	<i>Spesific Inventive Principles</i>	Deskripsi	Solusi Spesifik	Desain Virtual
Aman digunakan (Q1)	(15) Dynamics	a. Mendesain sifat-sifat sebuah objek, lingkungan sekitar atau prosesnya untuk mencari kondisi yang lebih optimal. b. Membagi suatu objek atau sistem menjadi bagian-bagian yang mampu	Objek atau pada bagian saluran masuk mesin pencacah ditambahkan <i>roll</i> penarik yang dapat berputar agar rumput dapat masuk kedalam mesin pencacah tanpa harus didorong secara manual.	

Atribut	<i>Spesific Inventive Principles</i>	Deskripsi	Solusi Spesifik	Desain Virtual
Ukuran potongan dapat diatur sesuai kebutuhan (Q2)	<i>(15) Dynamics</i>	<p>melakukan kerjasama terhadap satu sama lain.</p> <p>c. Jika suatu objek atau proses kaku atau tidak fleksibel maka objek atau proses tersebut dibuat untuk bergerak agar dapat beradaptasi dengan lingkungan sekitar.</p> <p>a. Mendesain sifat-sifat sebuah objek, lingkungan sekitar atau prosesnya untuk mencari kondisi yang lebih optimal.</p> <p>b. Membagi suatu objek atau sistem menjadi bagian-bagian yang mampu</p>	<p>Pada bagian tatakan potongan dapat diatur jarak kerapatannya dengan mata pisau.</p> <p>Memungkinkan perubahan posisi tatakan relatif terhadap mata pisau, mengoptimalkan jarak antara tatakan dan mata pisau sesuai kebutuhan ukuran potongan,</p>	

Atribut	<i>Spesific Inventive Principles</i>	Deskripsi	Solusi Spesifik	Desain Virtual
Mudah dalam perawatan mesin (Q3)	(1) <i>Segmentation</i>	<p>melakukan kerjasama terhadap satu sama lain.</p> <p>c. Jika suatu objek atau proses kaku atau tidak fleksibel maka objek atau proses tersebut dibuat untuk bergerak agar dapat beradaptasi dengan lingkungan sekitar.</p> <p>a. Membagi suatu objek atau sistem menjadi bagian bagian tersendiri.</p> <p>b. Membuat suatu objek atau sistem mudah untuk membongkar.</p>	<p>menciptakan fleksibilitas dalam sistem yang sebelumnya statis.</p> <p>Membuat bagian mesin yang sulit dijangkau mudah untuk dibongkar seperti membuat <i>cover body</i> yang mudah dibuka agar bagian dalam mesin pencacah mudah dibersihkan.</p>	

Atribut	<i>Spesific Inventive Principles</i>	Deskripsi	Solusi Spesifik	Desain Virtual
Kekuatan potongan mesin pencacah (Q4)	(35) <i>Parameter Changes</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengubah parameter sebuah objek atau sistem (misalnya untuk gas, cair atau padat). b. Mengubah konsentrasi atau konsistensi. c. Mengubah tingkat fleksibilitas. d. Mengubah atmosfer untuk pengaturan yang lebih optimal. 	<p>Mengubah diameter ukuran <i>pulley</i> yang lebih besar pada poros yang menggerakkan pisau pencacah dan ukuran <i>pulley</i> yang lebih kecil pada poros dinamo. <i>Gear</i> besar diputar oleh gear kecil akan meningkatkan torsi namun menurunkan RPM. Hal ini memungkinkan mesin untuk mencacah material yang lebih keras atau lebih tebal</p>	
Ringkas dan mudah untuk dipindahkan (Q5)	(28) <i>Mechanic Substitution</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengganti hal yang mekanis dengan perasaan (penglihatan, pendengaran, perasa atau penciuman) yang lebih berarti. 	<p>Mesin pencacah rumput yang sebelumnya tidak bergerak (statis) dapat dipindahkan (dinamis) dengan menambahkan roda. Penambahan roda dapat mengatur mekanisme pemindahan mesin</p>	

Atribut	<i>Spesific Inventive Principles</i>	Deskripsi	Solusi Spesifik	Desain Virtual
Daya tahan material pisau (Q6)	(31) Porous Material	<p>b. Gunakan listrik, magnet atau medan elektromagnetik untuk menjalankan objek atau sistem tersebut.</p> <p>c. Perubahan sistem yang tadinya statis menjadi bergerak atau yang tadinya tidak terstruktur menjadi lebih terstruktur.</p> <p>d. Gunakan bersama dengan bidang-bidang yang lain.</p>	<p>dengan lebih terstruktur, sehingga pengguna dapat dengan mudah menggerakkan mesin tanpa perlu mengangkat atau menyeretnya, yang membuat desain menjadi lebih praktis dan efisien.</p> <p>Mendesain material pisau dengan bahan komposit yang tahan karat dan tebal namun dengan permukaan berpori yang dapat menahan korosi lebih baik dan</p>	

Atribut	<i>Spesific Inventive Principles</i>	Deskripsi	Solusi Spesifik	Desain Virtual
		b. Jika suatu objek atau sistem sudah keropos maka gunakan pori-pori tersebut untuk menggantikan fungsi bagian yang keropos tersebut.	memiliki sifat lebih ringan namun kuat. Pisau dengan bahan berpori mungkin memiliki kemampuan untuk mengurangi berat, serta mengontrol pertumbuhan karat melalui aliran udara atau cairan yang lebih baik.	

4.4 Desain Virtual

Dalam pembuatan desain virtual ini, *software* SolidWorks digunakan sebagai alat utama untuk menciptakan representasi visual mesin pencacah rumput yang tidak hanya detail tetapi juga realistis, memberikan gambaran yang akurat tentang bentuk dan fungsinya. Penerapan 40 prinsip inventif dari metode TRIZ membantu para desainer untuk secara sistematis mengidentifikasi dan mengatasi tantangan yang ada, seperti meningkatkan efisiensi pemotongan, daya tahan material, dan kemudahan penggunaan. Dengan melibatkan pengguna langsung dalam proses desain, setiap umpan balik yang diterima dapat diintegrasikan untuk menghasilkan produk yang benar-benar responsif terhadap kebutuhan pengguna, baik dalam hal performa, kenyamanan, maupun keamanan operasional.



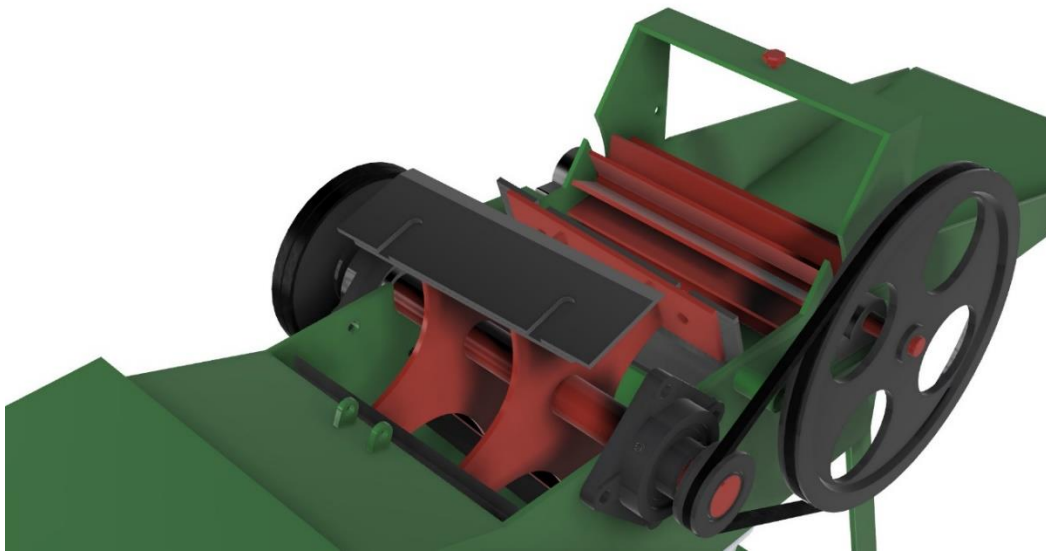
Gambar 4. 2 Desain Virtual Mesin Pencacah Rumput Tampak Isometrik



Gambar 4. 3 Virtual Desain Mesin Pencacah Rumput Tampak Samping



Gambar 4. 4 Virtual Desain Mesin Pencacah Rumput Tampak Depan



Gambar 4. 5 Virtual Desain Bagian Dalam Mesin Pencacah Rumput

4.5 Dimensi Produk

Ukuran mesin pencacah rumput menjadi aspek krusial dalam merancang mesin yang ergonomis, dengan memperhatikan kesesuaian dimensi terhadap antropometri tubuh pengguna. Penentuan ukuran dilakukan melalui analisis sistematis menggunakan data persentil antropometri, bertujuan menciptakan desain yang aman dan nyaman. Hal ini membantu mengurangi risiko cedera serta kelelahan pada pengguna. Berikut ini adalah detail dimensi produk yang dirancang dengan pendekatan ergonomis dan berdasarkan pertimbangan data antropometri.

Tabel 4. 16 Dimensi Produk

Dimensi Produk		
Tinggi Mesin	Persentil	: P50
	Ukuran	: 110 Cm
	Referensi	: Tinggi Siku Berdiri
Lebar Mesin	Persentil	: P50
	Ukuran	: 50 Cm
	Referensi	: Lebar pinggul pengguna

Pertimbangan dalam penggunaan dimensi antropometri pada perancangan mesin tersebut meliputi beberapa aspek penting. Pertama, menghindari postur tubuh yang membungkuk selama pengoperasian, sehingga pengguna dapat bekerja dengan posisi tubuh yang alami dan

sehat. Kedua, memastikan stabilitas mesin saat digunakan, baik dari segi desain keseluruhan maupun posisi pengguna terhadap alat, untuk mencegah risiko tergelincir atau terjatuh. Ketiga, memberikan kenyamanan maksimal selama pengoperasian, termasuk kemudahan dalam menjangkau, sehingga aktivitas dapat dilakukan dengan lebih efisien dan tanpa menyebabkan kelelahan berlebihan.

4.6 Spesifikasi Produk

Spesifikasi produk mesin pencacah rumput merupakan parameter kritis yang menentukan kinerja dan efektivitas. Desain teknis komprehensif mencakup kapasitas mesin, pisau pencacahan, dan material untuk menghasilkan mesin pencacah rumput optimal. Berikut merupakan spesifikasi produk mesin pencacah:

Tabel 4. 17 Spesifikasi Perancangan Mesin Pencacah Rumput

Spesifikasi Produk		
Mesin Penggerak	Jenis	: Motor Diesel
	Daya	: 3-5 HP (<i>Horse Power</i>)
Sistem Pencacah	Jumlah Pisau	: 6 Mata Pisau
	Ketebalan Pisau	: 5 mm
	Material Pisau	: Baja Tahan Karat
<i>Pulley</i>	Diameter Kecil	: 5 cm
	Diameter Besar	: 15 cm
Roda	Diameter	: 20 cm
	Bahan	: Karet
	Jumlah	: 4 Roda
Konstruksi	Bahan Rangka	: Baja

Pada mesin penggerak motor diesel dengan daya 3–5 HP cukup kuat untuk menggerakkan sistem pencacah, memungkinkan pemotongan rumput dalam jumlah besar sekaligus. Kemudian pada sistem pencacahan material baja tahan karat dengan jumlah 6 mata pisau dengan ketebalan 2 mm memastikan hasil pencacahan yang lebih halus dan efisien, dan memberikan keseimbangan antara kekuatan dan fleksibilitas, sehingga pisau tidak mudah patah saat digunakan. Diameter roda yang cukup besar mempermudah mobilitas mesin di berbagai permukaan, termasuk tanah tidak rata atau lapangan. Pemilihan konstruksi mesin menggunakan rangka baja dipilih karena baja memiliki kekuatan tinggi dan tahan terhadap beban berat,

sehingga rangka mampu menopang seluruh komponen mesin. Material ini juga tahan terhadap deformasi dan kerusakan akibat penggunaan intensif atau benturan.

Spesifikasi yang dipilih didasarkan pada kebutuhan utama mesin pencacah rumput, yaitu daya tahan, efisiensi, dan kemudahan penggunaan. Kombinasi komponen seperti motor diesel yang bertenaga, pisau yang tahan lama, sistem *pulley* yang optimal, roda yang stabil, dan rangka baja memastikan mesin ini cocok untuk skala menengah hingga besar, baik di peternakan maupun aplikasi industri kecil.

4.7 Prinsip Kerja Mesin Pencacah

Mesin pencacah rumput dirancang untuk memotong dan mencacah rumput menjadi potongan-potongan kecil yang lebih mudah diolah. Prinsip kerjanya melibatkan serangkaian mekanisme yang saling berhubungan, mulai dari sistem pemotongan yang menggunakan pisau berputar hingga sistem penggerak yang memastikan efisiensi pemotongan. Berikut adalah penjelasan rinci mengenai cara penggunaan mesin pencacah rumput:

1. **Persiapan Mesin dan Area Kerja**

Pastikan mesin pencacah rumput diletakkan pada permukaan yang datar dan stabil.

2. **Pemeriksaan Bahan Bakar**

Pastikan tangki bahan bakar terisi dan sesuai dengan jenis bahan bakar yang direkomendasikan.

3. **Pengaturan Ukuran Cacahan Rumput**

Atur ukuran hasil cacahan sesuai kebutuhan dengan cara mendekatkan atau menjauhkan tatakan pemotongan, lalu putar baut pengunci untuk mengunci posisi tatakan.

4. **Menyalakan Mesin**

Nyalakan mesin dengan cara menarik tuas *starter* dengan kuat secara berulang hingga mesin menyala.

5. **Memasukkan Rumput ke Mesin**

Letakkan rumput pada corong atau tempat pemasukan mesin yang disediakan secara perlahan dan bertahap, kemudian *roll* penarik akan secara otomatis menarik rumput ke arah pisau pencacah.

6. **Proses Pencacahan**

Biarkan mesin bekerja dan mencacah rumput hingga keluar dari saluran pembuangan dalam bentuk potongan-potongan kecil. Jika terdengar suara yang tidak biasa atau terjadi getaran berlebihan, segera matikan mesin dan periksa masalahnya.

7. Penghentian Mesin

Setelah selesai mencacah rumput, matikan mesin dengan menekan tombol off atau memutar kunci kontak ke posisi *off*. Tunggu beberapa saat hingga mesin benar-benar berhenti dan pisau pemotong tidak berputar lagi sebelum melakukan aktivitas lebih lanjut.

4.8 Uji Kesesuaian Desain

Uji *marginal homogeneity* dilakukan untuk mengevaluasi apakah desain mesin pencacah rumput yang dikembangkan sudah memenuhi harapan dan kebutuhan pengguna secara optimal. Verifikasi desain alat ini dilakukan melalui serangkaian pengujian yang bertujuan memastikan bahwa rancangan mesin pencacah tersebut benar-benar sesuai dengan kebutuhan dan preferensi pengguna. Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan tingkat signifikansi sebesar 5%, yang berarti bahwa hasil evaluasi memiliki tingkat kepercayaan tinggi dalam menentukan apakah ada perbedaan signifikan antara harapan pengguna dan performa mesin yang dihasilkan. Dengan demikian, uji ini tidak hanya memastikan kesesuaian desain tetapi juga berperan dalam mengidentifikasi area yang masih memerlukan perbaikan untuk meningkatkan kualitas produk secara keseluruhan.

Tabel 4. 18 Uji *Marginal Homogeneity*

Atribut	<i>Asymp. Sig</i>
Aman digunakan (Q1)	0.59
Ukuran potongan dapat diatur sesuai kebutuhan (Q2)	0.303
Mudah dalam perawatan mesin (Q3)	0.612
Kekuatan potongan mesin pencacah (Q4)	0.289
Ringkas dan mudah untuk dipindahkan (Q5)	0.17
Daya tahan material pisau	0.752

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan SPSS, diperoleh nilai signifikan untuk setiap atribut $> 0,05$. Dengan demikian, H_0 diterima, yang berarti tidak ada perbedaan signifikan antara kebutuhan pengguna dengan desain mesin pencacah rumput yang diusulkan. Ini menunjukkan bahwa semua kebutuhan pengguna yang diidentifikasi sebelum dan sesudah desain mesin pencacah rumput telah terpenuhi sesuai dengan harapan awal, tanpa perbedaan yang signifikan.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Keinginan Pengguna

Proses identifikasi kebutuhan pengguna terhadap mesin pencacah rumput dilakukan melalui penyebaran kuesioner dalam tiga tahap. Tahap pertama melibatkan pengumpulan informasi terkait kebutuhan dan keinginan pengguna terhadap mesin pencacah rumput. Pada tahap kedua, kuesioner berfokus pada penilaian tingkat kepentingan setiap atribut yang telah diidentifikasi berdasarkan respons pengguna pada tahap pertama. Kuesioner terakhir bertujuan untuk memverifikasi apakah rancangan mesin pencacah rumput yang diusulkan telah sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna.

Setelah dilakukan uji validitas dan reliabilitas sebagaimana tercantum dalam tabel 4.4 dan tabel 4.5, diperoleh enam atribut yang dinyatakan valid dan reliabel. Keenam atribut ini akan menjadi dasar dalam proses perancangan mesin pencacah rumput. Atribut-atribut tersebut mencerminkan elemen-elemen penting yang menjadi perhatian utama pengguna, memastikan bahwa produk yang dirancang dapat memenuhi ekspektasi serta kebutuhan secara optimal. Adapun enam atribut yang digunakan dalam perancangan mesin pencacah rumput antara lain:

1. Aman digunakan

Pengguna menginginkan mesin pencacah rumput yang memiliki risiko terhadap keselamatan pengguna yang minim. Mesin pencacah rumput harus aman dioperasikan oleh siapa saja tanpa memerlukan pelatihan khusus. Atribut ini penting untuk memastikan para pengguna dapat terhindar dari cedera akibat tangan terkena mata pisau.

2. Ukuran potongan dapat diatur sesuai kebutuhan

Pengguna menginginkan mesin pencacah rumput idealnya memiliki fitur yang memungkinkan pengguna untuk mengatur ukuran hasil potongan sesuai kebutuhan, baik untuk ukuran kecil maupun besar. Ini penting agar pengguna bisa menyesuaikan hasil potongan sesuai dengan jenis ternak atau proses lanjutan yang membutuhkan ukuran potongan yang spesifik.

3. Mudah dalam perawatan mesin

Atribut ini mencakup kemudahan dalam membersihkan dan melakukan perawatan rutin seperti pelumasan dan pengecekan komponen. Pengguna menginginkan mesin yang

tidak memerlukan perawatan yang rumit dan dapat dilakukan tanpa memerlukan bantuan teknisi khusus.

4. Kekuatan potongan mesin pencacah

Atribut ini menekankan kemampuan mesin untuk mencacah rumput atau material lain dengan baik. Mesin harus memiliki kekuatan potong yang cukup untuk memproses rumput dengan efisien, bahkan jika bahan yang dicacah tebal atau bertekstur keras.

5. Ringkas dan mudah untuk dipindahkan

Pengguna menginginkan mesin yang memiliki desain kompak, tidak terlalu berat, dan mudah dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain. Hal ini memudahkan pengguna dalam mengoperasikan mesin di berbagai lokasi sesuai kebutuhan. Mobilitas yang tinggi akan sangat membantu peternak atau pengguna yang sering memindahkan alat untuk berbagai keperluan.

6. Daya tahan material pisau

Pada atribut ini pengguna menginginkan pisau yang terbuat dari bahan yang kuat, tahan lama, serta tidak mudah tumpul atau berkarat. Material pisau yang berkualitas tinggi akan memperpanjang umur pisau dan mengurangi frekuensi penggantian, sehingga menekan biaya pemeliharaan dan meningkatkan performa pencacahan.

5.2 Analisis Diagram RCA

Root conflict analysis menunjukkan diagram yang mengilustrasikan berbagai aspek yang memengaruhi kinerja dan kesesuaian mesin pencacah rumput dengan kebutuhan pengguna, dalam hal ini para peternak. Diagram ini terdiri dari beberapa faktor utama, masing-masing diuraikan menjadi komponen lebih kecil yang menunjukkan hubungan positif dan negatif terhadap performa mesin. Dari atribut perancangan yang didapatkan dianalisis beberapa akar penyebab masalah dan efek positif serta negatif yang terjadi seperti pada gambar 4.1.

1. Aman digunakan

Penyebab keinginan pengguna terhadap atribut ini adalah proses pengumpanan rumput secara manual sehingga operator harus mendorong rumput ke dalam mesin. Efek positif dari keadaan ini yaitu kendali cepat yang dimiliki mesin. Pengguna bisa segera menghentikan proses pencacahan jika menemukan kendala dalam pencacahan, yang membuat pengoperasiannya lebih fleksibel. Namun efek negatif menunjukkan bahwa

hal ini dapat menyebabkan kelelahan fisik pada operator dan risiko cedera jika tangan pengguna terlalu dekat dengan pisau.

2. Ukuran potongan dapat diatur sesuai kebutuhan

Penyebab keinginan pengguna terhadap atribut ini adalah tidak adanya mekanisme atau fitur yang memungkinkan pengguna untuk mengatur ukuran cacahan rumput. Hal ini dapat memengaruhi produktivitas dan efisiensi mesin karena ukuran potongan tidak sesuai dengan kebutuhan pengguna. Efek positif dari keadaan ini yaitu proses pencacahan menjadi lebih cepat dan memudahkan operator karena tidak perlu proses pengaturan tambahan dalam mencacah. Namun Kekurangan menunjukkan bahwa mesin tidak memiliki fleksibilitas untuk menyesuaikan hasil potongan, yang mungkin menjadi masalah saat pengguna memerlukan ukuran potongan rumput yang berbeda untuk tujuan yang berbeda.

3. Mudah dalam perawatan mesin

Penyebab keinginan pengguna terhadap atribut ini adalah desain komponen mesin yang sulit dijangkau, sehingga proses pembersihan dan perawatan tidak bisa dilakukan dengan mudah. Hal ini membuat mesin lebih rentan mengalami gangguan karena penumpukan sisa hasil potongan rumput. Efek positif dari keadaan ini yaitu mesin memiliki stabilitas yang baik dalam pengoperasian, yang berarti mesin dapat berfungsi secara konsisten karena dapat mengurangi potensi gangguan eksternal akibat benda asing. Namun efek negatif yang terjadi yaitu penumpukan sisa potongan rumput yang menyebabkan perputaran mesin menjadi macet.

4. Kekuatan potongan mesin pencacah

Penyebab keinginan pengguna terhadap atribut ini adalah mesin yang digunakan memiliki kapasitas tenaga yang rendah. Efek positif dari keadaan ini yaitu konsumsi bahan bakar yang efisien dalam penggunaan memberikan manfaat ekonomis bagi peternak. Namun efek negatif yang terjadi yaitu kemampuan untuk mencacah bahan yang tebal menurun serta memerlukan waktu yang lebih lama untuk menyelesaikan pekerjaan dengan skala lebih besar sehingga dapat menjadi penghambat dalam produktivitas.

5. Ringkas dan mudah untuk dipindahkan

Penyebab keinginan pengguna terhadap atribut ini adalah ukuran dan bentuk komponen terlalu besar atau tidak proporsional. Efek positif dari keadaan ini yaitu kapasitas

proses pencacahan lebih besar, yang dimana hal ini merupakan kelebihan penting bagi peternak yang membutuhkan volume pencacahan yang tinggi. Namun efek negatif yang timbul yaitu memerlukan ruang penyimpanan dan operasional yang lebih luas sehingga sulit untuk dipindahkan. Meskipun kapasitas besar merupakan keunggulan, hal ini juga berarti mesin berukuran besar dan membutuhkan ruang penyimpanan dan area operasional yang lebih luas, membuatnya sulit dipindahkan atau keterbatasan dalam hal mobilitas.

6. Daya tahan material pisau

Penyebab keinginan pengguna terhadap atribut ini adalah desain pisau yang tipis dan mudah berkarat. Efek positif dari keadaan ini adalah bobot komponen lebih ringan dan biaya produksi lebih rendah. Namun hal tersebut memberikan efek negatif pada penurunan performa, terutama dalam hal kekuatan dan ketajaman potong mesin.

Meskipun mesin memiliki beberapa kelebihan seperti kinerja yang stabil, kapasitas besar, konsumsi bahan bakar rendah, dan biaya produksi terjangkau, masih ada kekurangan signifikan seperti kesulitan dalam pengaturan ukuran cacahan, kelelahan fisik operator, dan desain komponen yang kurang praktis. Dengan mengidentifikasi akar penyebab dari setiap masalah, diagram ini membantu merancang solusi yang lebih baik, seperti meningkatkan desain pisau, menambahkan fitur pengaturan, dan memodifikasi ukuran serta bentuk komponen agar lebih proporsional dan mudah dipindahkan.

5.3 Analisis *Inventive Principles*

Inventive principles dihasilkan dari identifikasi pertemuan antara *improving feature* dan *worsening feature* dalam suatu fungsi desain yang dianalisis menggunakan metode TRIZ. Melalui pertemuan ini, yang terstruktur dalam matriks TRIZ diperoleh alternatif solusi secara konseptual untuk menyelesaikan kontradiksi yang muncul antara fitur yang ingin ditingkatkan dan dampak negatif yang mungkin timbul dari pengembangan fitur tersebut (*worsening feature*).

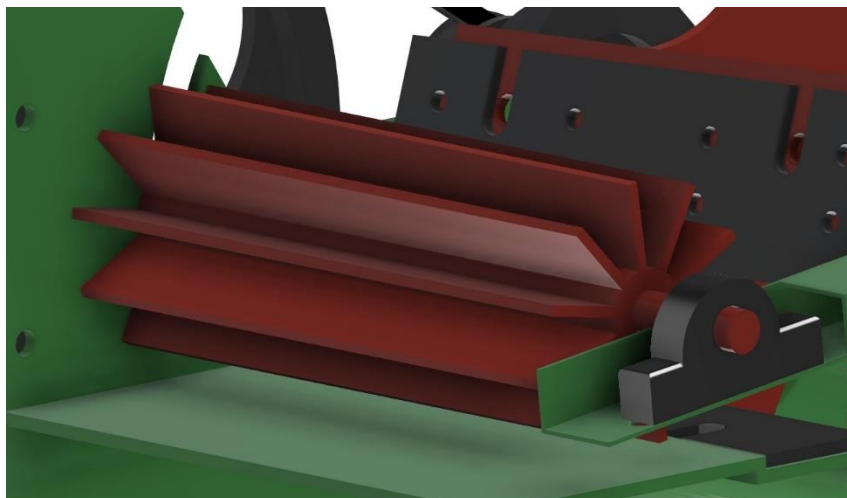
Dari sekian banyak *inventive principles* yang dihasilkan, dipilihlah konsep solusi yang paling sesuai dan realistis untuk diterapkan dalam perancangan produk. Pada perancangan mesin pencacah rumput, *inventive principles* ini diterapkan untuk menghasilkan inovasi yang tidak hanya mampu meningkatkan fungsi utama mesin, tetapi juga meminimalkan dampak negatif atau kerugian yang mungkin terjadi. Konsep yang terpilih kemudian digunakan sebagai

dasar untuk pengembangan aplikasi praktis yang bisa diimplementasikan pada mesin pencacah rumput. Proses ini membantu memastikan bahwa solusi yang diusulkan tidak hanya efektif dari segi desain, tetapi juga mampu memenuhi kebutuhan pengguna dengan tetap mempertimbangkan aspek-aspek teknis dan fungsional yang relevan.

5.3.1 Atribut aman digunakan

Atribut aman digunakan mempunyai prioritas terhadap keselamatan pengguna. Tujuan dari atribut ini adalah untuk menciptakan mesin pencacah rumput yang lebih otomatis, sehingga pengguna tidak perlu lagi mendorong rumput secara manual ke dalam mesin. Permasalahan yang timbul akibat dari peningkatan fungsi tersebut adalah meningkatkan kompleksitas mesin. Menambahkan elemen-elemen otomatisasi pada mesin dapat membuat mesin menjadi lebih kompleks, karena memerlukan lebih banyak komponen mekanik.

Untuk mengatasi kontradiksi ini, digunakan prinsip-prinsip inventif dari TRIZ dengan memperhatikan *improving feature Extent of Automation (38)* dan *worsening feature Device Complexity (36)*. *Inventive principles* yang didapat adalah 15, 24, dan 10 dengan solusi yang tepat untuk perbaikan adalah prinsip 15 (*Dynamics*). Prinsip 15 (*Dynamics*) bertujuan untuk membuat elemen-elemen mesin lebih fleksibel dan responsif terhadap perubahan kondisi operasi tanpa menambah kompleksitas berlebihan. Prinsip ini dipilih karena memberikan solusi yang memungkinkan perubahan otomatis tanpa meningkatkan beban mekanik secara signifikan. Sementara prinsip 24 (*Intermediary*) dan 10 (*Preliminary Action*) cenderung menggunakan perantara atau langkah operasional yang justru meningkatkan kompleksitas.



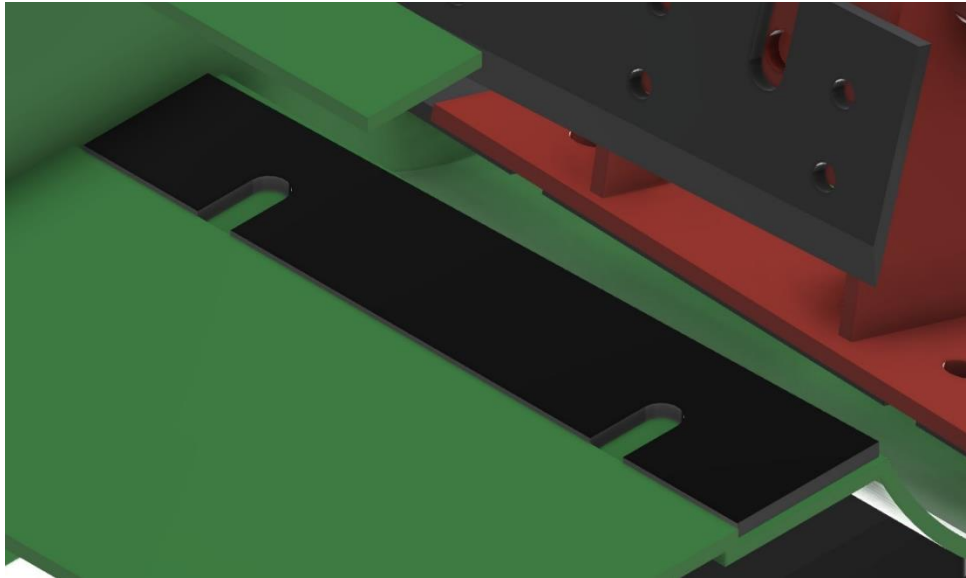
Gambar 5. 1 Komponen *Roll* Penarik

Prinsip ini menyarankan membuat suatu objek yang kaku atau tidak fleksibel menjadi bergerak. Solusi perbaikan yang diusulkan adalah penambahan *roll* penarik pada bagian saluran masuk mesin pencacah yang dapat berputar. Saluran masuk mesin pencacah yang awalnya tidak dapat menarik rumput secara otomatis diberikan komponen tambahan berupa *roll* penarik yang dapat menarik rumput secara otomatis ke dalam mesin pencacah. *Roll* penarik ini terhubung dengan bagian penggerak pisau pencacah sebagai sistem penggerak *roll* penarik. Perbaikan fitur ini dapat memudahkan pengguna dalam proses pencacahan serta meminimalkan risiko cedera akibat terkena mata pisau saat proses pencacahan berlangsung.

5.3.2 *Atribut ukuran potongan dapat diatur sesuai kebutuhan*

Atribut ini mempunyai prioritas terhadap fleksibilitas. Tujuan dari atribut ini adalah untuk menciptakan mesin pencacah rumput yang fleksibel dalam hasil potongan sehingga dapat mencacah rumput kedalam berbagai ukuran sesuai dengan kebutuhan pengguna. Permasalahan yang timbul akibat dari peningkatan fungsi tersebut adalah mesin menjadi lebih rumit dikarenakan adanya fitur pengaturan ukuran potongan memerlukan mekanisme tambahan.

Untuk mengatasi kontradiksi ini, digunakan prinsip-prinsip inventif dari TRIZ dengan memperhatikan *improving feature Adaptability or versatility (35)* dan *worsening feature Device Complexity (36)*. *Inventive principles* yang didapat adalah 15, 28, 29 dan 37 dengan solusi yang tepat untuk perbaikan adalah prinsip 15 (*Dynamics*). Prinsip ini menekankan pada kemampuan objek atau proses untuk menyesuaikan diri dengan kondisi optimal, hal ini dapat diterapkan untuk membuat sistem pengaturan ukuran potongan yang dapat diubah dengan mudah tanpa menambah kompleksitas yang signifikan pada mesin. Dengan demikian, prinsip 15 (*Dynamics*) menawarkan solusi yang paling sesuai untuk meningkatkan fleksibilitas pengaturan ukuran potongan sambil tetap menjaga kompleksitas mesin tetap minimal, sesuai dengan tujuan perancangan ulang mesin pencacah rumput tersebut.



Gambar 5. 2 Komponen Tatakan Potongan

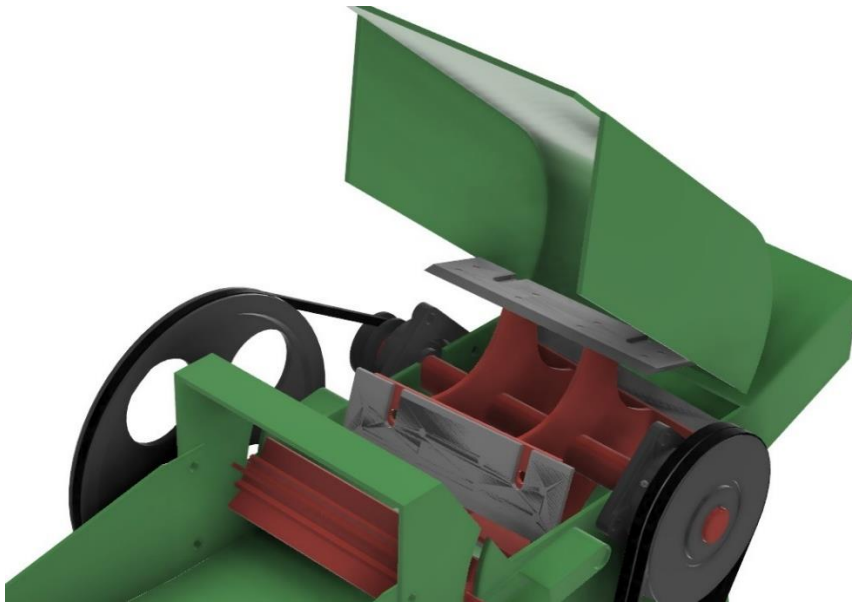
Prinsip ini menyarankan membuat suatu objek yang kaku atau tidak fleksibel menjadi bergerak. Solusi perbaikan yang diusulkan adalah pada bagian tatakan potongan dapat diatur jarak kerapatannya dengan mata pisau. Memungkinkan perubahan posisi tatakan relatif terhadap mata pisau, mengoptimalkan jarak antara tatakan dan mata pisau sesuai kebutuhan ukuran potongan, menciptakan fleksibilitas dalam sistem yang sebelumnya statis. Perbaikan fitur ini membuat mesin menjadi serbaguna dan memungkinkan pengguna untuk mengatur ukuran sesuai dengan kebutuhan untuk tujuan tertentu seperti pemberian pakan ternak maupun pembuatan kompos.

5.3.3 Atribut mudah dalam perawatan mesin

Atribut ini mempunyai prioritas terhadap aksesibilitas bagian-bagian penting. Tujuan dari atribut ini adalah untuk merancang mesin pencacah rumput yang proses perawatan seperti pembersihan dan penggantian suku cadang menjadi lebih mudah. Efek yang timbul akibat dari membuat komponen mesin agar mudah dibersihkan dapat berdampak negatif terhadap keandalan mesin, struktur mesin menjadi kurang kokoh dibandingkan dengan desain yang lebih solid. Hal ini bisa membuat mesin lebih rentan terhadap getaran atau tekanan saat digunakan, yang berpotensi menurunkan keandalan.

Untuk mengatasi kontradiksi ini, digunakan prinsip-prinsip inventif dari TRIZ dengan memperhatikan *improving feature Ease of Repair* (34) dan *worsening feature Reliability* (27). *Inventive principles* yang didapat adalah 1, 10, 11 dan 16 dengan solusi yang tepat untuk perbaikan adalah prinsip 1 (*segmentation*). Prinsip 1 (*Segmentation*) lebih cocok dibandingkan

dengan prinsip 10, 11, dan 16 karena memberikan solusi yang memungkinkan kemudahan perawatan melalui desain modular atau bagian-bagian yang memudahkan akses tanpa harus mengorbankan struktur utama mesin. Bagian-bagian modular dapat tetap kokoh, sehingga menjaga keandalan keseluruhan mesin. Prinsip ini menjaga keseimbangan antara aksesibilitas untuk perawatan dan kekokohan struktur mesin pencacah rumput, menjadikannya solusi yang paling efektif.



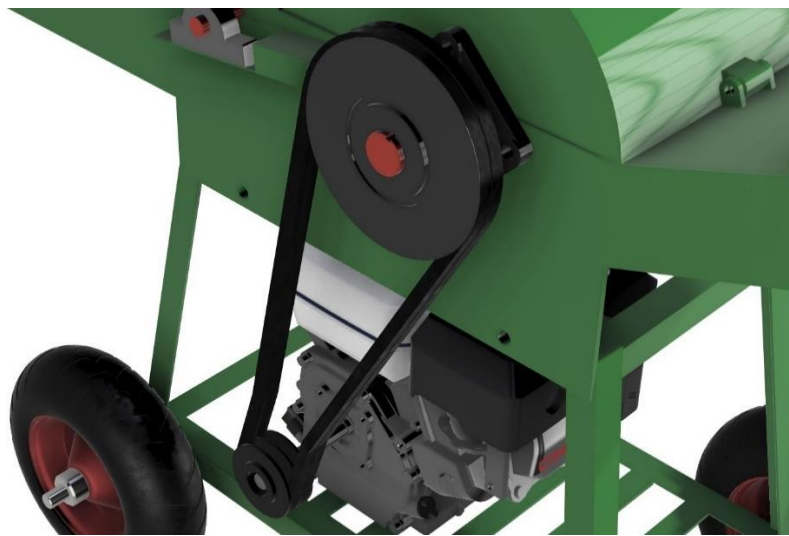
Gambar 5. 3 Komponen *Cover Body* Mesin

Prinsip ini menyarankan membuat suatu objek atau sistem mudah untuk membongkar. Solusi perbaikan yang diusulkan adalah membuat bagian dalam mesin yang sulit dijangkau mudah untuk dibongkar seperti membuat *cover body* yang mudah dibuka dengan memutar pengunci agar bagian dalam mesin pencacah mudah dibersihkan. Penumpukan kotoran, sisa potongan rumput, atau debu di dalam mesin dapat menghambat kinerja mesin. Perbaikan fitur ini membuat mesin menjadi bersih dan terawat sehingga akan beroperasi lebih efisien namun tetap menjaga mesin dari gangguan eksternal.

5.3.4 *Atribut kekuatan potongan mesin pencacah*

Atribut ini memiliki prioritas utama dalam hal kekuatan potongan. Tujuan dari atribut ini adalah untuk merancang mesin pencacah rumput yang mampu memotong berbagai jenis bahan, termasuk yang tebal dan keras. Namun, peningkatan fungsi ini menimbulkan efek berupa konsumsi energi yang lebih tinggi, karena mesin membutuhkan daya yang lebih besar untuk menjalankan proses pencacahan secara efektif.

Untuk mengatasi kontradiksi ini, digunakan prinsip-prinsip inventif dari TRIZ dengan memperhatikan *improving feature Power (21)* dan *worsening feature Loss of Energy (22)*. *Inventive principles* yang didapat adalah 10, 35, dan 38 dengan solusi yang tepat untuk perbaikan adalah prinsip 35 (*Parameter Changes*). Prinsip 35 (*Parameter Changes*) dipilih karena menawarkan solusi yang lebih fleksibel, efisien, dan langsung mengatasi kontradiksi antara peningkatan daya dan pengurangan kehilangan energi dalam konteks mesin pencacah rumput. Dibandingkan dengan prinsip 10 (*Preliminary Action*) yang lebih fokus pada tindakan persiapan dan 38 (*Strong Oxidants*) yang spesifik pada aspek kimia dan kurang relevan untuk mesin mekanis seperti pencacah rumput.



Gambar 5. 4 Komponen *Pulley* Mesin Pencacah Rumput

Prinsip ini menyarankan untuk mengubah parameter sebuah objek atau sistem . Solusi perbaikan yang diusulkan adalah mengubah parameter fisik dalam hal ini yaitu diameter ukuran *pulley* yang lebih besar pada poros yang menggerakkan pisau pencacah dan ukuran *pulley* yang lebih kecil pada poros dinamo. *Pulley* besar pada poros pisau meningkatkan torsi yang ditransfer dari mesin penggerak. Torsi yang lebih besar dapat menyebabkan kekuatan potongan menjadi lebih besar. Hal ini membuat mesin lebih kuat dalam memotong berbagai jenis bahan yang tebal dan keras dengan memanfaatkan efisiensi transfer daya sehingga mesin tetap mempertahankan konsumsi energi.

5.3.5 *Atribut ringkas dan mudah untuk dipindahkan*

Atribut ini memiliki prioritas utama dalam hal mobilitas dan portabilitas. Tujuan dari atribut ini adalah untuk menciptakan mesin pencacah yang dapat digunakan di berbagai lokasi dengan

mudah tanpa memerlukan banyak tenaga dan ruang. Namun, peningkatan fungsi ini menimbulkan efek terhadap kekuatan struktur. Struktur yang dioptimalkan untuk portabilitas memiliki kapasitas yang lebih rendah dalam menangani beban berat atau kondisi operasi yang ekstrem. Membuat mesin lebih rentan terhadap kerusakan.

Untuk mengatasi kontradiksi ini, digunakan prinsip-prinsip inventif dari TRIZ dengan memperhatikan *improving feature Power (21)* dan *worsening feature Strength (22)*. *Inventive principles* yang didapat adalah 2, 10, 27, dan 28 dengan solusi yang tepat untuk perbaikan adalah prinsip 28 (*Mechanic Substitution*). Prinsip 28 (*Mechanic Substitution*) adalah solusi paling tepat untuk meningkatkan mobilitas mesin pencacah rumput sambil mempertahankan kekuatan strukturnya. Prinsip ini fokus pada perubahan sistem statis menjadi lebih dinamis dan efisien, mesin menjadi lebih mudah dipindahkan tanpa perlu mengurangi kekuatan atau stabilitas, membuatnya lebih praktis, efisien, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna di berbagai lokasi. Prinsip ini menawarkan solusi struktural yang langsung mengatasi masalah mobilitas, yang tidak dapat diselesaikan dengan prinsip-prinsip lain seperti 2 (*Taking Out*), 10 (*Preliminary Action*), atau 27 (*Cheap Short-Lived Objects*).



Gambar 5. 5 Komponen Roda

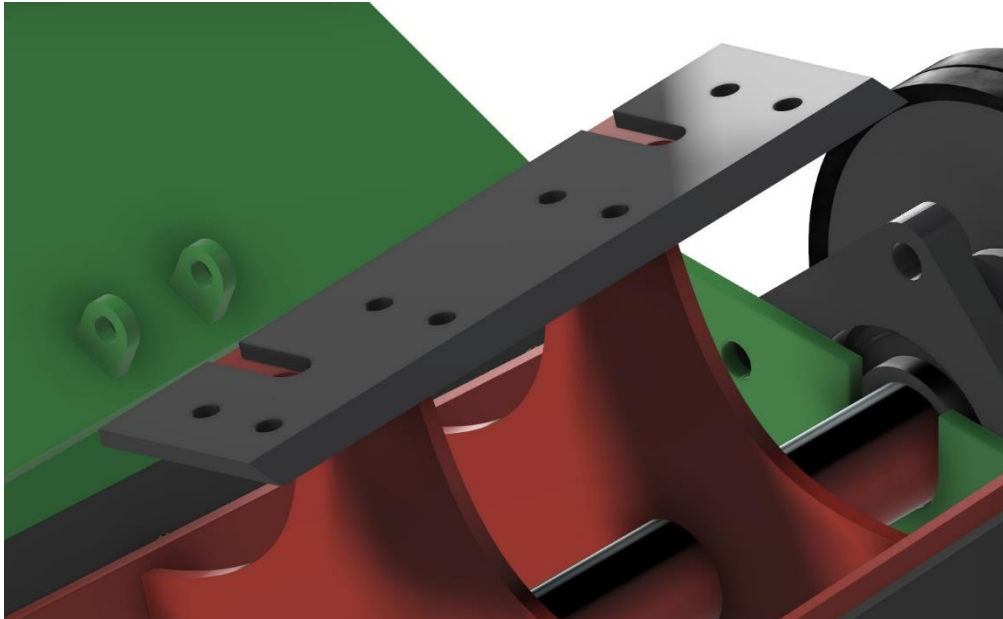
Prinsip ini menyarankan untuk Perubahan sistem yang tadinya statis menjadi bergerak atau yang tadinya tidak terstruktur menjadi lebih terstruktur. Solusi perbaikan yang diusulkan adalah mesin pencacah rumput yang sebelumnya tidak bergerak (statis) dapat dipindahkan (dinamis) dengan menambahkan roda. Penambahan roda dapat mengatur mekanisme pemindahan mesin dengan lebih terstruktur, sehingga pengguna dapat dengan mudah menggerakkan mesin tanpa perlu mengangkat atau menyeret mesin tersebut, yang membuat desain menjadi lebih praktis

dan efisien. Pebaikan ini membuat mesin pencacah rumput memiliki mobilitas dan portabilitas yang tinggi, mempermudah pekerjaan di area yang luas atau berpindah-pindah, serta menghemat ruang penyimpanan. Selain itu, mesin yang mudah dipindahkan juga mendukung efisiensi waktu dalam proses operasional, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan kenyamanan pengguna.

5.3.6 Atribut daya tahan material pisau

Atribut ini memiliki prioritas utama dalam hal durabilitas. Tujuan dari atribut ini adalah untuk memperpanjang masa pakai pisau pencacah sehingga mengurangi frekuensi penggantian pisau yang dapat menghemat biaya perawatan serta meningkatkan keandalan mesin pencacah. Namun, peningkatan fungsi ini menimbulkan efek terhadap bobot pisau. Penggunaan material yang lebih tahan lama, seperti baja yang lebih tebal atau material komposit, dapat meningkatkan berat pisau

Untuk mengatasi kontradiksi ini, digunakan prinsip-prinsip inventif dari TRIZ dengan memperhatikan *improving feature Durability of Moving Object (15)* dan *worsening feature Weight of Moving Object (1)*. *Inventive principles* yang didapat adalah 5, 19, 31, dan 34 dengan solusi yang tepat untuk perbaikan adalah prinsip 31 (*Porous Material*). Prinsip ini dipilih karena tujuan perancangan ulang adalah meningkatkan durabilitas pisau tanpa meningkatkan beratnya secara berlebihan. Prinsip 31 (*Porous Material*) memungkinkan penggunaan material yang lebih ringan tanpa mengorbankan kekuatan atau daya tahan. Material berpori memberikan keseimbangan antara berat yang lebih rendah dan ketahanan yang tinggi terhadap korosi dan abrasi. Prinsip-prinsip lain, seperti 5 (*Merging*), 19 (*Periodic Action*), dan 34 (*Discarding and Recovering*) tidak secara langsung menangani kontradiksi utama atau bisa menambah kompleksitas tanpa manfaat yang signifikan dalam mengurangi berat.



Gambar 5. 6 Komponen Pisau Pencacah

Prinsip ini menyarankan untuk membuat objek atau sistem menggunakan material berpori atau berongga sebagai pelapis. Solusi perbaikan yang diusulkan adalah mendesain material pisau dengan bahan komposit yang tahan karat dan tebal namun dengan permukaan berpori yang dapat menahan korosi lebih baik atau yang memiliki sifat lebih ringan namun kuat. Pisau dengan bahan berpori memiliki kemampuan untuk mengurangi berat, serta mengontrol pertumbuhan karat melalui aliran udara atau cairan yang lebih baik. Perbaikan ini membuat desain pisau yang lebih ringan namun tetap kuat, sesuai dengan tujuan peningkatan durabilitas dan pengurangan berat.

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan dapat ditarik sesuai dengan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Prioritas dalam perancangan ulang mesin pencacah rumput didasarkan pada identifikasi kebutuhan dan keinginan para peternak. Berdasarkan hasil kuesioner dan wawancara awal, atribut kebutuhan yang diidentifikasi meliputi: keamanan penggunaan, kemampuan mengatur ukuran potongan sesuai kebutuhan, kemudahan perawatan, kekuatan mesin dalam mencacah, desain yang ringkas dan mudah dipindahkan, serta daya tahan material pisau.
2. Berdasarkan metode TRIZ, spesifikasi desain mesin pencacah rumput meliputi beberapa atribut penting. Pertama, keamanan ditingkatkan dengan menambahkan *roll* penarik pada saluran masuk mesin (prinsip 15 *dynamics*). Kedua, ukuran potongan dapat disesuaikan melalui pengaturan jarak tatakan potongan dengan mata pisau (prinsip 15 *dynamics*). Ketiga, perawatan mesin dipermudah dengan membuat *cover body* yang dapat dilepas untuk akses lebih mudah ke bagian dalam (prinsip 1 *segmentation*). Keempat, kekuatan potong ditingkatkan dengan mengubah diameter *pulley*, yaitu lebih besar pada poros pisau dan lebih kecil pada poros dinamo (prinsip 35 *parameter changes*). Kelima, mobilitas ditingkatkan dengan penambahan roda untuk mekanisme pemindahan yang lebih efisien (prinsip 28 *mechanic substitution*). Terakhir, daya tahan material pisau ditingkatkan menggunakan bahan komposit tahan karat dengan permukaan berpori untuk mencegah korosi (prinsip 31 *porous material*).

6.2 Saran

Penelitian ini memberikan peluang besar untuk melakukan pembuatan dan pengujian *prototype* secara langsung. Dengan demikian, hasil pengujian ini dapat digunakan untuk mengevaluasi dan mengukur peningkatan kinerja serta fungsi mesin pencacah rumput secara langsung dan lebih akurat. Hal ini memungkinkan peneliti untuk mendapatkan umpan balik yang konkret, sehingga penyempurnaan desain dapat dilakukan secara tepat guna meningkatkan efisiensi dan keandalan mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarsari, N., & Bawono, A. D. B. (2021). Analisis Pengaruh Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Belanja Desa Pertanian Dan Peternakan Kabupaten Klaten Tahun 2019. *Prosiding Seminar Stiami*, 8(1), 74–78.
- Arikunto, S. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Assauri, S. (2008). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta : Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Azwar, S. (1988). *Sikap Manusia : Teori dan Pengukurannya*. Yogyakarta : Liberty.
- Belida Rahmanulia, Arni Solekha, Shafira Dyah Hapsari, & Ari Zaqi Al Faritsy. (2023). Perencanaan Dan Pengembangan Produk Pouch Bag Menggunakan Metode QFD. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 2(3), 168–175. <https://doi.org/10.55826/tmit.v2i3.119>
- Brzaković, T., & Brzaković, D. M. (2020). MEFkon 2020 Innovation As An Initiator Of The Development “Innovations In The Function Of development.” *International Thematic Monograph – Thematic Proceedings Digital Edition December 3rd Belgrade, 2020*.
- Budiari, N. L. G., & Suyasa, I. N. (2019). Optimalisasi Pemanfaatan Hijauan Pakan Ternak (Hpt) Lokal Mendukung Pengembangan Usaha Ternak Sapi. *Pastura*, 8(2), 118. <https://doi.org/10.24843/pastura.2019.v08.i02.p12>
- Chai, K. H., Zhang, J., & Tan, K. C. (2005). A TRIZ-based method for new service design. *Journal of Service Research*, 8(1), 48–66. <https://doi.org/10.1177/1094670505276683>
- Chou, J. R. (2021). A TRIZ-based product-service design approach for developing innovative products. *Computers and Industrial Engineering*, 161(1), 107608. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107608>
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2011). *Designing and Conducting Mixed Methods Research (2nd ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Delfieco, A., Daywin, F. J., & Adianto. (2023). Modifikasi Meja Packing Dengan Metode Reverse Engineering Dan Vdi 2221. *Jurnal Mitra Teknik Industri*, 2(3), 287–298. <https://doi.org/10.24912/jmti.v2i3.28425>
- Djarajah, A. S. (1996). *Usaha Ternak Sapi*. Yogyakarta : Kanisius.
- Domb, E., Miller, J., Macgran, E., & Slocum, M. (2007). The 39 Features of Altshuller’s Contradiction Matrix. *The TRIZ Journal*, 1–4. <http://www.triz-journal.com/archives/1998/11/d/index.htm>
- Donnici, G., Frizziero, L., Francia, D., Liverani, A., & Caligiana, G. (2021). Innovation design driven by QFD and TRIZ to develop new urban transportation means. *Australian Journal of Mechanical Engineering*, 19(3), 300–316. <https://doi.org/10.1080/14484846.2019.1615259>
- Donnici, G., Frizziero, L., Liverani, A., & Leon-Cardenas, C. (2022). Design for Six Sigma and TRIZ for Inventive Design Applied to Recycle Cigarette Butts. *Designs*, 6(6). <https://doi.org/10.3390/designs6060122>
- Ekmekci, I., & Koksall, M. (2015). Triz Methodology and an Application Example for Product Development. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 2689–2698. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.481>
- Handayani, R. (2020). *Metodologi Penelitian Sosial*. Yogyakarta: Trussmedia Grafika.
- Hanks, P. (2009). *Collins English Dictionary*. HarperCollins, Glasgow, 2009.
- Hariyadi, S., & Budi, E. S. (2015). *Perencanaan Mesin Pencacah Rumput Dengan Kapasitas 800 Kg / Jam*. 04, 15–31.

- Jakti, N. J. K., & Faritsy, A. Z. Al. (2024). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Metode Six Sigma dan TRIZ Untuk Mengurangi Jumlah Kecacatan Produk Di UD Cantenan. ... *Teknik Industri Dan ...*, 2(2), 26–38. <https://jurnal.alimspublishing.co.id/index.php/JISI/article/view/642%0Ahttps://jurnal.alimspublishing.co.id/index.php/JISI/article/download/642/486>
- Jiang, J., Li, Y., Li, L., Zhou, C., Huo, Y., & Li, Q. (2021). An Innovation Design Approach for Product Service Systems Based on TRIZ and Function Incentive. *Complexity*, 2021(2). <https://doi.org/10.1155/2021/5592272>
- Kang, C. Q., Ng, P. K., & Liew, K. W. (2022). A TRIZ-Integrated Conceptual Design Process of a Smart Lawnmower for Uneven Grassland. *Agronomy*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/agronomy12112728>
- Li, F., Chen, C. H., Lee, C. H., & Khoo, L. P. (2020). A User Requirement-driven Approach Incorporating TRIZ and QFD for Designing a Smart Vessel Alarm System to Reduce Alarm Fatigue. *Journal of Navigation*, 73(1), 212–232. <https://doi.org/10.1017/S0373463319000547>
- Li, Y. xiong, Wu, Z. xin, Dinçer, H., Kalkavan, H., & Yüksel, S. (2021). Analyzing TRIZ-based strategic priorities of customer expectations for renewable energy investments with interval type-2 fuzzy modeling. *Energy Reports*, 7, 95–108. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.11.167>
- Liskiewicz, T. W., Kubiak, K. J., Mann, D. L., & Mathia, T. G. (2020). Analysis of surface roughness morphology with TRIZ methodology in automotive electrical contacts: Design against third body fretting-corrosion. *Tribology International*, 143(August 2019), 106019. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2019.106019>
- Lu, S., Guo, Y., Huang, W., & Shen, M. (2022). Product Form Evolutionary Design Integrated with TRIZ Contradiction Matrix. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/3844324>
- Mahardika, S., Hartono, R. Y., Lostari, A., Riani, N. I., & Sugiono, D. (2022). Mesin Cacah Rumput, Solusi Pengolahan Pakan Ternak Untuk Peningkatan Bobot Dan Kesehatan Ternak Di Desa Mentaras, Kecamatan Dukun, Kabupaten Gresik. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 6(1), 363. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v6i1.7560>
- Marketing. (2020). *Mengenal Komponen Utama Mesin Pencacah Rumput*. <https://anekamesin.com/mengenal-komponen-utama-mesin-pencacah-rumput.html>
- Matondang, Z. (2009). Validitas Dan Reliabilitas Suatu Instrumen Penelitian. *JURNAL TABULARASA PPS UNIMED*, Vol.6(No.1).
- Nugraha, R. C., & Haryono, K. (2022). Metode TRIZ Untuk Meningkatkan Kreativitas Dan Inovasi pada Bidang Bisnis dan Manajemen Melalui Aplikasi Berbasis Mobile. *Automata*, 3(2). <https://journal.uui.ac.id/AUTOMATA/article/view/24190>
- Panjaitan, U. (2020). Perancangan Mesin Pencacah Rumput Multifungsi Dengan Metode VDI 2221. *Jurnal Teknik Mesin*, 22(01), 65–78.
- Pasdah, A., & Amirullah. (2020). Mesin Pencacah Rumput Pakan Ternak untuk Industri Kecil. *Teknologi*, 23(1), 27–34.
- Prasetyo, P. E., Susetyo, A. E., & Susanti, D. A. (2021). Perancangan Alat Bantu Mandi dan Aktifitas Toilet Portabel Tunadaksa Bagian Bawah. *Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 7(February), 22–38. <https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1595750%0Ahttps://doi.org/10.1080/17518423.2017.1368728%0Ahttp://dx.doi.org/10.1080/17518423.2017.1368728%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103766%0Ahttps://doi.org/10.1080/02640414.2019.1689076%0Ahtt>

- ps://doi.org/
- Purwandari, A. T., Sumantri, D., Parwati, N., & Pratama, A. J. (2022). Perancangan Filament Extruder pada Mesin Pengolah Sampah Plastik Terintegrasi “Creatics” Menggunakan Metode TRIZ dan AHP. *JURNAL Al-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI*, 7(2), 127. <https://doi.org/10.36722/sst.v7i2.1041>
- Rainey, D. L. (2008). *Product Innovation*. Cambridge University Press.
- San, Y. T., Jin, Y. T., & Li, S. C. (2009). *TRIZ - Systematic Innovation in Manufacturing*. Firstfruits Publishing, 2009.
- Souchkov, V. (2011). *TRIZ & SYSTEMATIC INNOVATION: A Guide to Root Conflict Analysis*.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sujarweni, V. W., & Endrayanto, P. (2012). *Statistika Untuk Penelitian (CEt.1)*. Yogyakarta: Graha ilmu.
- Terninko, J., Zusman, A., & Zlotin, B. (1998a). *Systematic Innovation: An Introduction to TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving)*. CRC Press.
- Terninko, J., Zusman, A., & Zlotin, B. (1998b). *Systematic Innovation: An Introduction to TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving)*. CRC Press LLC.
- Tiafani, R., Desrianty, A., & Caecilia, S. (2014). Rancangan Perbaikan Alat Bantu Jalan Anak (Baby Walker) Menggunakan Metode Theory of Inventive Problem Solving (Triz) *. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Januari*, 1(3), 70–79.
- Umar, H. (2013). *Metode Penelitian Untuk Skripsi dan Tesis Bisnis*. Jakarta : Rajawali pers.
- Wardani, I. K., & Listiyadi, A. (2018). ANALISIS PERBANDINGAN ECONOMIC VALUE ADDED (EVA) DAN MARKET VALUE ADDED (MVA) PADA PERUSAHAAN SEBELUM DAN SESUDAH MERGER MAUPUN AKUISISI PERIODE TAHUN 2010 - 2012. *Jurnal Ilmu Manajemen Volume 6 Nomor 1 – Jurusan Manajemen Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Surabaya*, 6, 1–8.
- Wijaya, C. A., Sianto, M. E., & Santosa, H. (2019). Perancangan Ulang Alat Pemotong Kerupuk Dengan Menggunakan Metode Triz (Teori Rezhentija Izobretatelskih Zadach). *Widya Teknik*, 18(2), 64–70. <https://doi.org/10.33508/wt.v18i2.2274>
- Wijaya, I. D. N. A., & Carina, N. (2020). Penggunaan Konsep Redesain Terhadap Gelanggang Remaja Sebagai Tempat Ketiga Di Kawasan Bulungan, Jakarta Selatan. *Jurnal Sains, Teknologi, Urban, Perancangan, Arsitektur (Stupa)*, 2(2), 1353. <https://doi.org/10.24912/stupa.v2i2.8517>
- Wu, Y., Zhou, F., & Kong, J. (2020). Innovative design approach for product design based on TRIZ, AD, fuzzy and Grey relational analysis. *Computers and Industrial Engineering*, 140(January), 106276. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106276>
- Yang, C., Cheng, J., & Wang, X. (2019). Hybrid quality function deployment method for innovative new product design based on the theory of inventive problem solving and Kansei evaluation. *Advances in Mechanical Engineering*, 11(5), 1–17. <https://doi.org/10.1177/1687814019848939>

LAMPIRAN



		Correlations						
		X01	X02	X03	X04	X05	X06	Total
X01	Pearson Correlation	1	.209	.368*	.315	.389*	.336	.644**
	Sig. (2-tailed)		.267	.046	.090	.034	.070	.000
	N	30	30	30	30	30	30	30
X02	Pearson Correlation	.209	1	.167	.462*	.254	.348	.622**
	Sig. (2-tailed)	.267		.379	.010	.175	.060	.000
	N	30	30	30	30	30	30	30
X03	Pearson Correlation	.368*	.167	1	.161	.507**	.585**	.672**
	Sig. (2-tailed)	.046	.379		.394	.004	.001	.000
	N	30	30	30	30	30	30	30
X04	Pearson Correlation	.315	.462*	.161	1	.277	.289	.633**
	Sig. (2-tailed)	.090	.010	.394		.138	.122	.000
	N	30	30	30	30	30	30	30
X05	Pearson Correlation	.389*	.254	.507**	.277	1	.454*	.716**
	Sig. (2-tailed)	.034	.175	.004	.138		.012	.000
	N	30	30	30	30	30	30	30
X06	Pearson Correlation	.336	.348	.585**	.289	.454*	1	.740**
	Sig. (2-tailed)	.070	.060	.001	.122	.012		.000
	N	30	30	30	30	30	30	30
Total	Pearson Correlation	.644**	.622**	.672**	.633**	.716**	.740**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	
	N	30	30	30	30	30	30	30

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

→ Reliability

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	30	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.754	6

Marginal Homogeneity Test

	B1 & A1	B2 & A2	B3 & A3	B4 & A4	B5 & A5	B6 & A6
Distinct Values	4	4	4	4	4	4
Off-Diagonal Cases	13	19	23	18	17	19
Observed MH Statistic	51.000	79.000	91.000	77.000	63.000	75.000
Mean MH Statistic	52.500	76.000	92.500	74.000	67.000	76.000
Std. Deviation of MH Statistic	2.784	2.915	2.958	2.828	2.915	3.162
Std. MH Statistic	-.539	1.029	-.507	1.061	-1.372	-.316
Asymp. Sig. (2-tailed)	.590	.303	.612	.289	.170	.752

Lampiran Kuesioner

KUESIONER I IDENTIFIKASI KEINGINAN PENGGUNA

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Bapak/Ibu yang saya hormati,

Saya Muhammad Rayhan Al Furqan Ainul, mahasiswa jurusan Teknik Industri di Universitas Islam Indonesia. Saat ini, saya sedang melakukan penelitian untuk Tugas Akhir yang bertujuan merancang ulang mesin pencacah rumput. Kuesioner ini bertujuan untuk mendapatkan persepsi atau pendapat Bapak/Ibu/Saudara/i yang memiliki keahlian di bidang peternakan atau sering melakukan proses pencacahan rumput. Data yang diperoleh dari kuesioner ini akan digunakan semata-mata untuk kepentingan penelitian dan tidak akan dipublikasikan. Mohon kesediaan Bapak/Ibu/Saudara/i untuk menjawab pertanyaan dengan mengisi identitas serta memberikan tanda centang (\surd) pada salah satu jawaban yang tersedia. Setiap pertanyaan harus dijawab dengan satu jawaban. Atas bantuan, kesediaan waktu, dan kerjasamanya, saya ucapkan terima kasih.

A. Identitas Responden

Nama :

Usia :

Sudah berapa lama anda mengurus ternak / hewan ternak?	\leq 1 Tahun	2-5 Tahun	$>$ 5 Tahun
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Berapa jumlah hewan ternak yang anda rawat?	$<$ 15 Ekor	15 – 30 Ekor	$>$ 30 Ekor
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Apakah anda pernah menggunakan mesin pencacah rumput?	Ya	Tidak	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Jarang	Beberapa kali dalam seminggu	Setiap hari
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Seberapa sering Anda menggunakan mesin pencacah rumput?

B. Identifikasi Keinginan Konsumen

Apakah Anda merasa mesin pencacah rumput saat ini perlu diperbaiki/desain ulang?

	Ya	Tidak
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Jika ya, sebutkan aspek yang perlu diperbaiki/desain ulang!

Jawaban : 1.

No	Sudah berapa lama anda mengurus ternak / hewan ternak?	Berapa jumlah hewan ternak yang anda rawat?	Apakah anda pernah menggunakan mesin pencacah rumput?	Seberapa sering anda menggunakan mesin pencacah rumput?	Aspek yang perlu diperbaiki/desain ulang
1	> 5 Tahun	>30 Ekor	Ya	Beberapa kali dalam seminggu	ketika memasukkan rumput ke dalam mesin dapat secara otomatis agar tangan tidak terkena mata pisau
2	> 5 Tahun	>30 Ekor	Ya	Setiap hari	Ukuran potongan dapat diatur
3	> 5 Tahun	>30 Ekor	Ya	Beberapa kali dalam seminggu	Mudah dipindahkan
4	2-5 Tahun	>30 Ekor	Ya	Beberapa kali dalam seminggu	Ukuran potongan dapat diatur
5	> 5 Tahun	15-30 Ekor	Ya	Beberapa kali dalam seminggu	Ringkas
6	<= 1 Tahun	>30 Ekor	Ya	Setiap hari	Memudahkan dalam perawatan mesin
7	> 5 Tahun	15-30 Ekor	Ya	Beberapa kali dalam seminggu	Ukuran mesin tidak terlalu besar
8	> 5 Tahun	>30 Ekor	Ya	Beberapa kali dalam seminggu	Pisau yang kuat dan tajam

No	Sudah berapa lama anda mengurus ternak / hewan ternak?	Berapa jumlah hewan ternak yang anda rawat?	Apakah anda pernah menggunakan mesin pencacah rumput?	Seberapa sering anda menggunakan mesin pencacah rumput?	Aspek yang perlu diperbaiki/desain ulang
9	2-5 Tahun	<15 Ekor	Ya	Jarang	Ringkas
10	<= 1 Tahun	<15 Ekor	Ya	Jarang	Ukuran potongan dapat diatur
11	> 5 Tahun	>30 Ekor	Ya	Beberapa kali dalam seminggu	Aman ketika memasukkan rumput
12	2-5 Tahun	<15 Ekor	Ya	Jarang	Putaran mesin yang kuat
13	<= 1 Tahun	>30 Ekor	Ya	Setiap hari	Risiko bahaya minim
14	> 5 Tahun	15-30 Ekor	Ya	Setiap hari	Kuat dalam memotong berbagai jenis pakan
15	2-5 Tahun	<15 Ekor	Ya	Jarang	Pisau tidak mudah berkarat
16	> 5 Tahun	15-30 Ekor	Ya	Jarang	Kuat dalam memotong berbagai jenis pakan
17	> 5 Tahun	15-30 Ekor	Ya	Setiap hari	Ukuran potongan dapat disesuaikan
18	> 5 Tahun	<15 Ekor	Ya	Jarang	Kuat dalam memotong berbagai jenis pakan
19	2-5 Tahun	>30 Ekor	Ya	Setiap hari	Rumput dapat masuk tanpa perlu di dorong

No	Sudah berapa lama anda mengurus ternak / hewan ternak?	Berapa jumlah hewan ternak yang anda rawat?	Apakah anda pernah menggunakan mesin pencacah rumput?	Seberapa sering anda menggunakan mesin pencacah rumput?	Aspek yang perlu diperbaiki/desain ulang
20	> 5 Tahun	<15 Ekor	Ya	Jarang	Kuat dalam memotong berbagai jenis pakan
21	2-5 Tahun	<15 Ekor	Ya	Jarang	Ukuran potongan dapat diatur sesuai keinginan
22	<= 1 Tahun	15-30 Ekor	Ya	Jarang	Mudah dipindahkan
23	> 5 Tahun	>30 Ekor	Ya	Beberapa kali dalam seminggu	Kekuatan putaran mesin
24	2-5 Tahun	>30 Ekor	Ya	Setiap hari	Aman digunakan
25	> 5 Tahun	>30 Ekor	Ya	Beberapa kali dalam seminggu	Mudah dalam perawatan mesin
26	> 5 Tahun	15-30 Ekor	Ya	Setiap hari	Bagian dalam mesin mudah dibersihkan
27	> 5 Tahun	15-30 Ekor	Ya	Setiap hari	Material pisau yang tidak mudah berkarat
28	2-5 Tahun	>30 Ekor	Ya	Beberapa kali dalam seminggu	Ringkas
29	<= 1 Tahun	15-30 Ekor	Ya	Setiap hari	Minim potensi bahaya terhadap pengguna terutama saat memasukkan rumput

No	Sudah berapa lama anda mengurus ternak / hewan ternak?	Berapa jumlah hewan ternak yang anda rawat?	Apakah anda pernah menggunakan mesin pencacah rumput?	Seberapa sering anda menggunakan mesin pencacah rumput?	Aspek yang perlu diperbaiki/desain ulang
30	> 5 Tahun	15-30 Ekor	Ya	Beberapa kali dalam seminggu	Putaran mesin yang kuat

KUESIONER II
SKALA PRIORITAS ATRIBUT PERANCANGAN MESIN PENCACAH RUMPUT

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Bapak/Ibu yang saya hormati,

Saya Muhammad Rayhan Al Furqan Ainul, mahasiswa jurusan Teknik Industri di Universitas Islam Indonesia. Terima kasih atas kesediaan anda untuk meluangkan waktu dalam mengisi kuesioner ini. kuesioner ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menentukan skala prioritas dari berbagai atribut penting dalam perancangan mesin pencacah rumput. Partisipasi Anda sangat berharga untuk membantu merancang mesin yang lebih efisien, fungsional, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Jawaban yang Anda berikan akan dijaga kerahasiaannya dan hanya akan digunakan untuk keperluan penelitian ini. Silahkan memberikan penilaian terhadap setiap atribut yang tercantum berdasarkan tingkat prioritas menurut pendapat anda, dengan menggunakan skala Likert 1-5 (1 = sangat tidak setuju, 5 = sangat setuju).

Atas partisipasi dan kerja sama Anda, kami ucapkan terima kasih.

Keterangan :

5 = Sangat Setuju

4 = Setuju

3 = Netral

2 = Tidak Setuju

1 = Sangat Tidak Setuju

No.	Kebutuhan Operator	Nilai				
		1	2	3	4	5
1.	Aman digunakan (Q1)					
2.	Ukuran potongan dapat diatur sesuai kebutuhan (Q2)					
3.	Mudah dalam perawatan mesin (Q3)					
4.	Kekuatan potongan mesin pencacah (Q4)					

No.	Kebutuhan Operator	Nilai				
		1	2	3	4	5
5.	Ringkas dan mudah untuk dipindahkan (Q5)					
6.	Daya tahan material pisau (Q6)					

No	Aman digunakan	Ukuran potongan dapat diatur sesuai kebutuhan	Mudah dalam perawatan (Mudah dibersihkan)	Kekuatan putaran motor mesin pencacah	Ringkas dan mudah dipindahkan	Material pisau yang tajam dan tahan lama
1	5	5	5	4	4	4
2	5	4	4	5	5	5
3	5	4	5	5	4	5
4	5	5	4	4	4	4
5	4	5	5	5	4	4
6	4	5	5	4	5	5
7	5	4	4	5	4	4
8	5	5	4	4	4	5
9	4	4	5	4	4	5
10	5	4	5	5	5	4
11	5	2	3	3	2	4
12	3	2	4	2	4	5
13	2	3	3	3	5	3
14	5	3	3	3	5	2
15	3	2	5	2	3	3
16	3	4	2	2	2	2
17	3	4	2	5	2	3

No	Aman digunakan	Ukuran potongan dapat diatur sesuai kebutuhan	Mudah dalam perawatan (Mudah dibersihkan)	Kekuatan putaran motor mesin pencacah	Ringkas dan mudah dipindahkan	Material pisau yang tajam dan tahan lama
18	3	2	4	3	2	2
19	3	5	4	5	4	4
20	3	2	3	4	2	3
21	3	4	4	5	4	5
22	5	4	5	4	4	5
23	3	5	3	5	3	3
24	4	5	4	3	4	4
25	4	3	4	5	5	4
26	5	4	3	5	3	3
27	3	5	3	4	3	4
28	4	3	4	5	5	3
29	5	4	4	4	5	5
30	4	4	4	5	4	4

KUESIONER III

VALIDASI DESAIN VIRTUAL USULAN MESIN PENCACAH RUMPUT

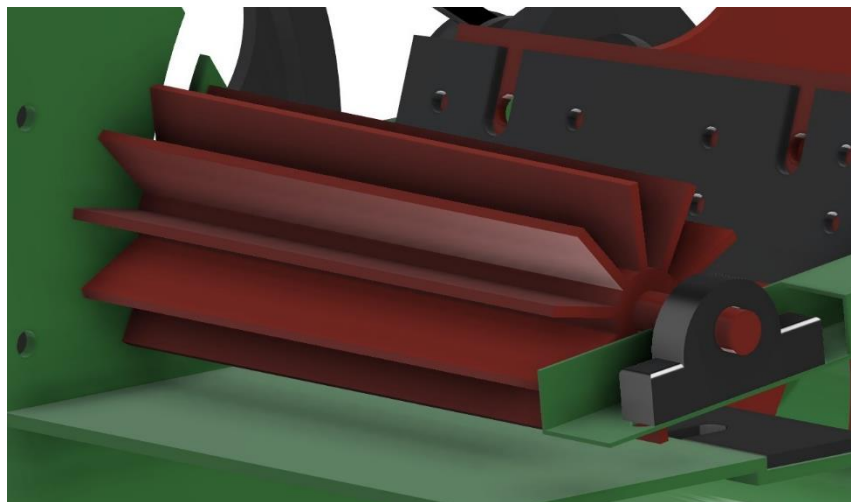
Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Bapak/Ibu yang saya hormati,

Saya Muhammad Rayhan Al Furqan Ainul, mahasiswa jurusan Teknik Industri di Universitas Islam Indonesia. Terima kasih atas kesediaan anda untuk meluangkan waktu dalam mengisi kuesioner ini. kuesioner ini bertujuan untuk mengetahui apakah mesin pencacah rumput yang diusulkan telah sesuai dengan keinginan pengguna. Partisipasi Anda sangat berharga untuk membantu menyempurnakan desain ini agar lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna. Jawaban yang Anda berikan akan dijaga kerahasiaannya dan hanya akan digunakan untuk keperluan penelitian ini. Silahkan memberikan penilaian terhadap setiap atribut yang tercantum berdasarkan tingkat kesesuaian menurut pendapat anda, dengan menggunakan skala Likert 1-5 (1 = sangat tidak sesuai, 5 = sangat sesuai).

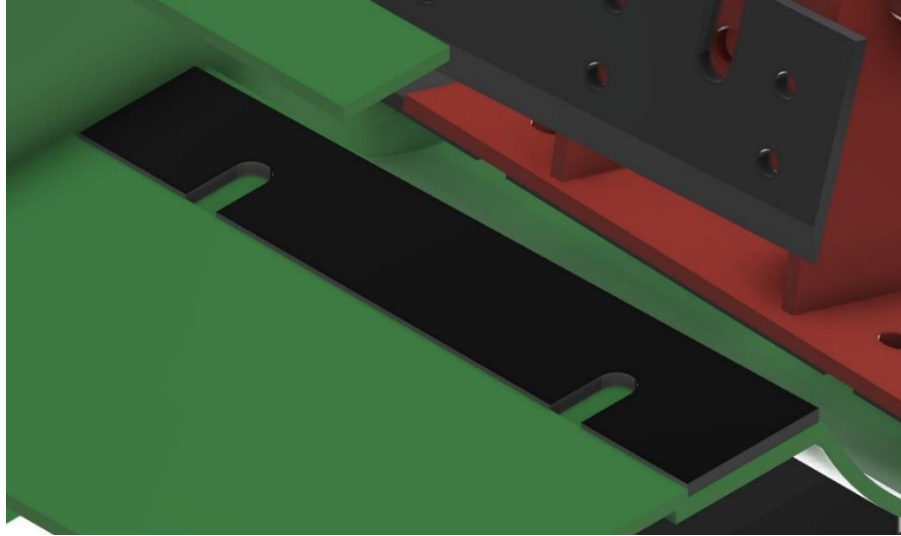
1. Atribut mudah digunakan

Mesin dilengkapi dengan fitur roll penarik yang dapat menarik rumput masuk ke dalam mesin pencacah tanpa harus didorong secara manual ke dalam mesin.



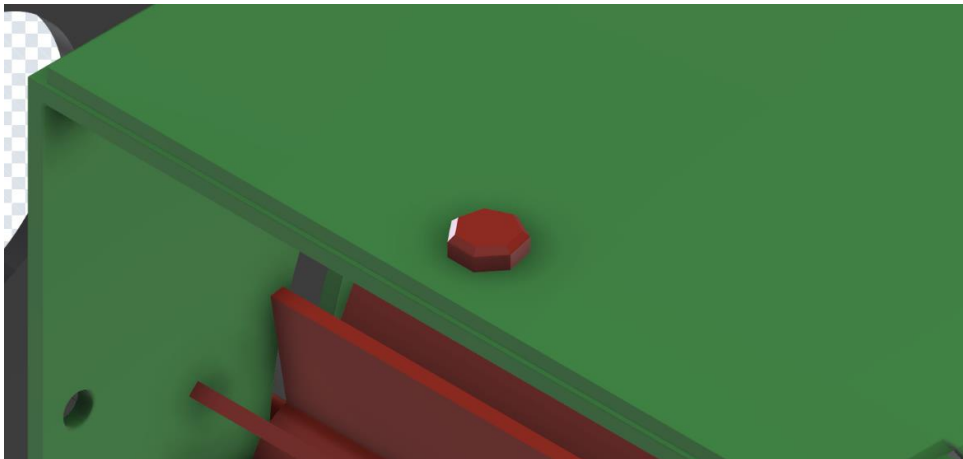
2. Atribut ukuran potongan dapat diatur sesuai dengan kebutuhan

Pada bagian tatakan mesin pencacah dapat diatur jarak kerapatannya dengan mata pisau sehingga ukuran cacahan rumput (cacahan halus / kasar) dapat disesuaikan.



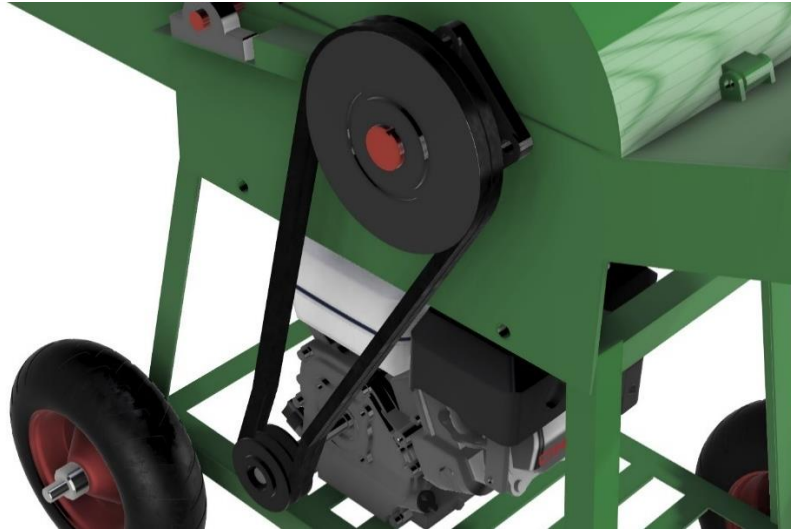
3. Atribut mudah dalam perawatan mesin

Bagian *cover body* dapat dibuka dengan memutar pengunci tanpa menggunakan obeng sehingga ketika mesin selesai digunakan sisa cacah rumput yang masih terdapat di dalam mesin dapat dibersihkan.



4. Atribut kekuatan potongan mesin

Diameter ukuran pulley yang lebih besar pada poros yang menggerakkan pisau pencacah dan ukuran pulley yang lebih kecil pada poros dinamo. Torsi yang lebih besar dapat menyebabkan kekuatan potongan menjadi lebih besar. Hal ini membuat mesin lebih kuat dalam memotong berbagai jenis bahan yang tebal dan keras dengan memanfaatkan efisiensi transfer daya sehingga mesin tetap mempertahankan konsumsi energi.



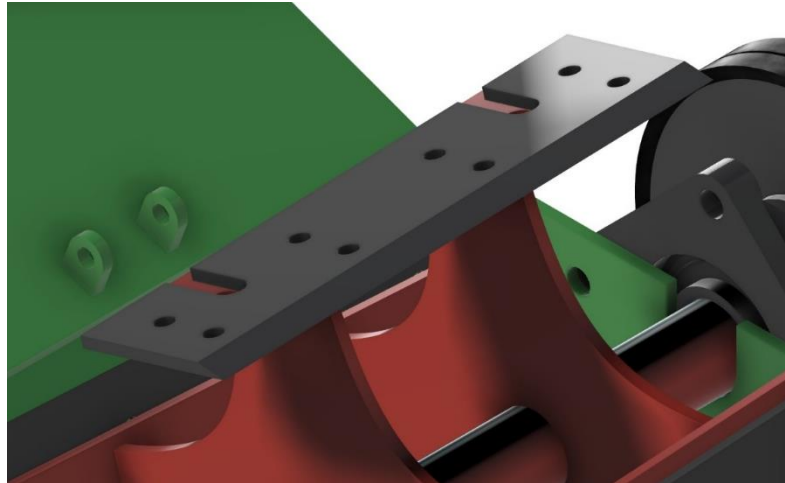
5. Atribut ringkas dan mudah dipindahkan

Penambahan roda dapat mengatur mekanisme pemindahan mesin dengan lebih terstruktur, sehingga pengguna dapat dengan mudah menggerakkan mesin tanpa perlu mengangkat atau menyeret mesin tersebut



6. Atribut daya tahan material

Desain pisau dengan permukaan berpori dapat membuat memiliki kemampuan untuk mengurangi berat, serta mengontrol pertumbuhan karat melalui aliran udara atau cairan yang lebih baik.



Keterangan :

5 = Sangat Sesuai

4 = Sesuai

3 = Netral

2 = Tidak Sesuai

1 = Sangat Tidak Sesuai

No.	Atribut Perancangan	Nilai				
		1	2	3	4	5
1.	Mudah digunakan (Q1)					
2.	Ukuran potongan dapat diatur sesuai kebutuhan (Q2)					
3.	Mudah dalam perawatan mesin (Q3)					
4.	Kekuatan potongan mesin pencacah (Q4)					
5.	Ringkas dan mudah untuk dipindahkan (Q5)					
6.	Daya tahan material pisau (Q6)					

No	Aman digunakan	Ukuran potongan dapat diatur sesuai kebutuhan	Mudah dalam perawatan (Mudah dibersihkan)	Kekuatan putaran motor mesin pencacah	Ringkas dan mudah dipindahkan	Material pisau yang tajam dan tahan lama
1	4	3	4	5	5	4
2	5	4	3	5	3	3
3	3	5	3	4	3	4
4	4	3	4	5	5	3
5	5	4	4	4	5	5
6	4	4	4	5	4	4
7	5	4	5	4	4	5
8	3	5	3	5	3	3
9	4	5	4	3	4	4
10	4	3	4	5	5	4
11	5	2	3	3	2	4
12	3	2	4	2	4	5
13	2	3	3	3	5	3
14	5	3	3	3	5	2
15	3	2	5	2	3	3
16	5	2	3	3	2	4

No	Aman digunakan	Ukuran potongan dapat diatur sesuai kebutuhan	Mudah dalam perawatan (Mudah dibersihkan)	Kekuatan putaran motor mesin pencacah	Ringkas dan mudah dipindahkan	Material pisau yang tajam dan tahan lama
17	3	2	4	2	4	5
18	2	3	3	3	5	3
19	5	3	3	3	5	2
20	3	2	5	2	3	3
21	4	5	5	4	5	5
22	5	4	4	5	4	4
23	5	5	4	4	4	5
24	4	4	5	4	4	5
25	5	4	5	5	5	4
26	5	5	5	4	4	4
27	5	4	4	5	5	5
28	5	4	5	5	4	5
29	5	5	4	4	4	4
30	4	5	5	5	4	4