

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Menentukan Atribut Keinginan Konsumen

Tahapan pertama yang dilakukan pada proses pengumpulan data adalah proses pengumpulan atribut keinginan konsumen dengan pertanyaan terbuka atribut apa saja yang diinginkan oleh responden terhadap alat panen manual sabit. Setelah terkumpul atribut keinginan dari 30 responden, terdapat 6 atribut yang merupakan penggabungan beberapa atribut yang diinginkan konsumen yang dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini :

Tabel 4. 1 Daftar Atribut Keinginan Konsumen

<b>No.</b>	<b>Atribut</b>
1.	Kuat
2.	Tajam
3.	<i>Adjustable</i>
4.	Nyaman digunakan
5.	Ringan
6.	Awet

## 4.2 Kuesioner pembobotan Skala

Setelah memiliki sebelas atribut alat panen manual yang diinginkan oleh *user*, langkah selanjutnya adalah melakukan pembobotan untuk setiap atribut yang disebarakan kepada 30 responden yaitu pekerja panen daun kayu putih di wilayah kebun kayu putih Perum Perhutani KPH Mojokerto, Jawa Timur. Pembobotan dilakukan dengan menggunakan skala 1 sampai 5 dengan penjelasan sebagai berikut :

- 1 = Jika atribut bersifat sangat penting pada alat panen manual baru
- 2 = Jika atribut bersifat penting pada alat panen manual baru
- 3 = Jika atribut bersifat netral pada alat panen manual baru
- 4 = Jika atribut bersifat tidak penting pada alat panen manual baru
- 5 = Jika atribut bersifat sangat tidak penting pada alat panen manual baru

### 4.2.1 Uji Kecukupan Data

Pada penelitian ini akan digunakan proses pengambilan sampling responden dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Dalam perhitungan data minimal untuk sampel akan digunakan perhitungan rumus Slovin dengan menggunakan data ordinal. Total populasi pekerja panen daun kayu putih di lapangan sendiri berjumlah 50 orang, maka peneliti akan melakukan perhitungan kecukupan data untuk jumlah sampel yang akan diperlukan. Dengan menggunakan tingkat kepercayaan 90 %, berikut ini merupakan perhitungan kecukupan data

Rumus Slovin

$$N = N / (1 + Ne)^2$$

$$N = 50 / (1 + 50 * 0,1 * 0,1)^2$$

$$N = 22,2222 \sim 22$$

Dari hasil perhitungan diperoleh informasi bahwa nilai  $N = 22,222 \approx 22$  orang. Berdasarkan hasil perhitungan jumlah responden atau sampel minimum yang harus diambil datanya adalah sebanyak 22 orang, dan peneliti akan menggunakan jumlah responden sebanyak 30 orang untuk pengoahan data lebih lanjut.

#### 4.2.2 Uji Validitas

Setelah data yang telah dikumpulkan mencukupi, langkah selanjutnya adalah melakukan uji validitas terhadap atribut keinginan *user* pada alat panen manual daun kayu putih. Data dinyatakan valid apabila atribut keinginan *user* dapat menggambarkan usulan alat panen manual, sehingga atribut keinginan konsumen yang sudah diutarakan belum tentu dapat menggambarkan spesifikasi produk alat panen manual usulan. *Software* yang digunakan untuk uji validitas adalah *IBM SPSS 22*. Data akan dinyatakan valid apabila nilai  $r$  hitung  $\geq$   $r$  tabel, dengan menggunakan toleransi kesalahan sebesar 95% dan nilai  $df = 30 - 2 = 28$ , sehingga nilai  $r$  tabel adalah 0,3061

Tabel 4. 2 Hasil Uji Validitas Iterasi Satu

No.	Atribut	r tabel	r hitung	Keputusan
1.	<b>Kuat</b>	0.3061	0.795	Valid
2.	<b>Tajam</b>	0.3061	0.913	Valid
3.	<i>Adjustable</i>	0.3061	0.201	Tidak Valid
4.	<b>Nyaman digunakan</b>	0.3061	0.872	Valid
5.	<b>Ringan</b>	0.3061	0.021	Tidak Valid
6.	<b>Awet</b>	0.3061	0.566	Valid

Pada tabel 4.2 diatas, dapat dilihat bahwa terdapat dua atribut keinginan konsumen yang tidak valid, yaitu atribut *Adjustable*, dan ringan, hal ini disebabkan nilai  $r$  hitung kedua atribut tersebut lebih kecil dari nilai  $r$  tabel yaitu sebesar 0.3061. oleh karena itu kedua atribut tersebut dihilangkan dan dilakukan Uji Validitas iterasi kedua untuk seluruh atribut yang valid. Hasil dari uji validasi iterasi dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Hasil Uji Validasi Iterasi Dua

No.	Atribut	r tabel	r hitung	Keputusan
1.	<b>Kuat</b>	0.3061	0.823	Valid
2.	<b>Tajam</b>	0.3061	0.925	Valid
3.	<b>Nyaman digunakan</b>	0.3061	0.856	Valid
4.	<b>Awet</b>	0.3061	0.605	Valid

Berdasarkan Uji validasi iteras kedua pada tabel 4.3 daiatas diketahui bahwa kedelapan atribut valid karena memiliki nilai r hitung yang lebih besar dari r tabel, yaitu sebesar 0,3061.

### 4.2.3 Uji Reliabilitas

Setelah melakukan Uji Validasi dan mengetahui atribut yang valid, langkah selanjutnya adalah melakukan uji realibilitas untuk mengetahui apakah data yang diperoleh sudah cukup stabil. Proses uji reliabilitas dilakukan menggunakan *software* IBM SPSS 22. Data akan dikatakan reliabel apabila memiliki nilai r hitung  $\geq$  r tabel. Dalam penelitian ini akan menggunakan nilai toleransi sebesar 5% / 0.05 dan nilai  $df = 30 - 2 = 38$  sehingga nilai r tabel adalah 0,3061. Hasil dari uji reliabilitas dapat dilihat pada tabel 4. 4 dan 4.5 sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Nilai *Cronbach's Alpha*

#### *Reliability Statistics*

<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
,813	4

Berdasarkan tabel .4. dapat dilihat bahwa nilai *cronbach's alpha* adalah sebesar 0,796 dimana masuk kedalam rentang nilai  $0,7 \leq \alpha \leq 0,8$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa data dapat diterima berdasarkan tabel pada bab 3. Selanjutnya adalah proses uji reliabilitas pada setiap atribut yang dapat dilihat pada tael 4.5 berikut.

Tabel 4. 5 Hasil Uji Reliabilitas pada Atribut Terpilih

No.	Atribut	r tabel	r hitung	Keputusan
1.	<b>Kuat</b>	0.3061	0.750	Reliabel
2.	<b>Tajam</b>	0.3061	0.661	Reliabel
3.	<b>Nyaman digunakan</b>	0.3061	0.722	Reliabel

No.	Atribut	r tabel	r hitung	Keputusan
4.	Awet	0.3061	0.889	Reliabel

### 4.3 Identifikasi Produk, Sistem & Supersistem

Dalam penyelesaian masalah dengan menggunakan metode TRIZ terlebih dahulu, peneliti diharuskan untuk melakukan proses identifikasi secara mendalam terhadap komponen-komponen yang terlibat langsung dalam permasalahan yang akan diteliti. Komponen-komponen ini akan dijadikan menjadi 3 bagian, yaitu produk, Sistem, dan *Supersystem*. Proses identifikasi ini dilakukan dengan melakukan observasi secara langsung dan juga wawancara dengan pekerja terkait setiap komponen yang berhubungan dalam proses panen daun kayu putih. Proses identifikasi produk, sistem, dan *supersystem* adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Identifikasi Produk

No.	Produk
1.	Daun Kayu Putih

Pada penelitian ini produk yang dihasilkan dari proses panen sendiri adalah daun kayu putih yang akan digunakan sebagai bahan baku utama dalam pembuatan minyak kayu putih. Sedangkan untuk *Sistem* dapat dilihat pada tabel 4.7 Berikut :

Tabel 4. 7 Identifikasi *Sistem*

No.	<i>Sistem</i>
1.	Telapak Tangan Pekerja
2.	Pergelangan Tangan Pekerja
3.	Mata Sabit
4.	Gagang Sabit
5.	Dahan pohon kayu putih
6.	Batang pohon kayu putih
7.	Besi pengait

*Sistem* merupakan komponen – komponen yang dapat menghasilkan produk, pada penelitian ini, terdapat 6 *sistem* yang berkaitan dengan alat panen yang digunakan dan pohon kayu putih. Kemudian identifikasi *supersystem* dapat dilihat pada tabel 4. Berikut :

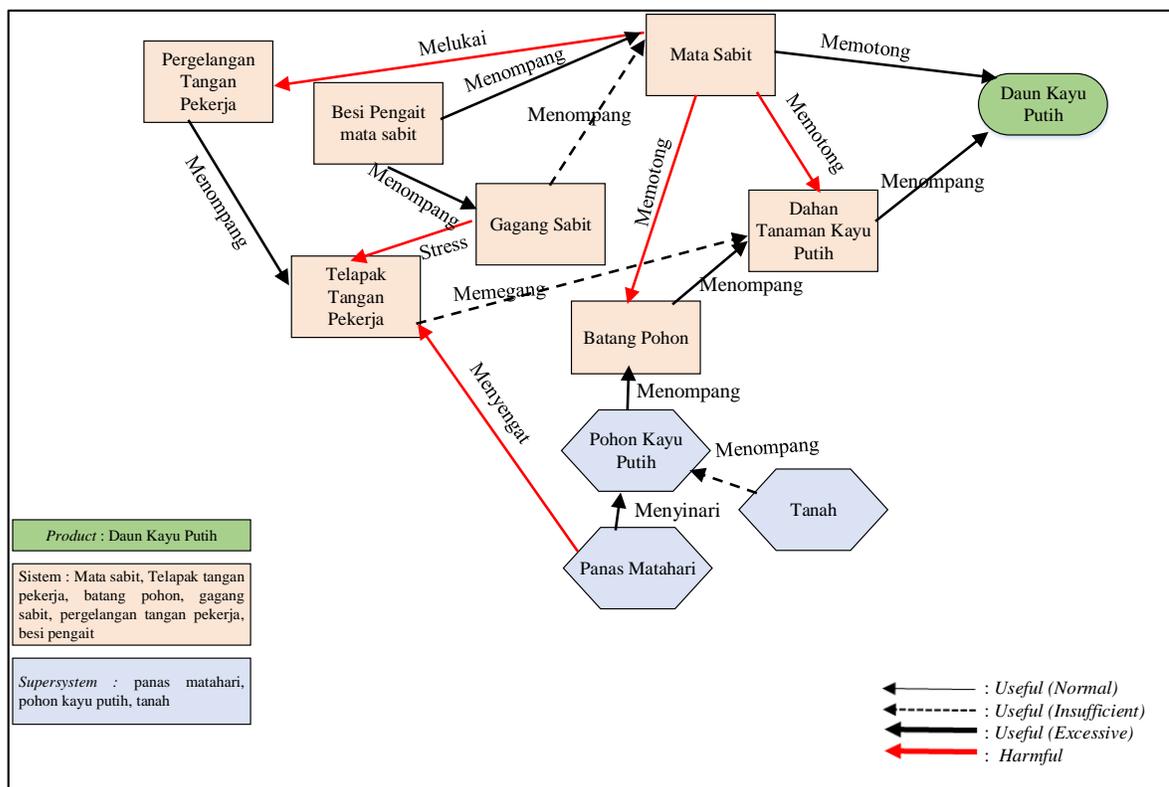
Tabel 4. 8 Identifikasi *Supersystem*

No.	<i>Supersystem</i>
1.	Panas matahari
2.	Tanah

*Supersystem* sendiri merupakan komponen – komponen yang mempunyai hubungan dengan *system* tapi tidak termasuk dalam sistem. Setelah melakukan proses identifikasi pada produk, *sistem*, dan *supersystem*, selanjutnya adalah melakukan proses identifikasi hubungan yang terjadi pada setiap komponen.

#### 4.4 Identifikasi *Function Model* TRIZ

Tujuan utama dari *Function Model* adalah untuk mengetahui interaksi antar komponen pada produk, *sistem* dan *supersystem* pada proses panen daun kayu putih. Berikut ini adalah hasil analisa *Function Model* yang telah dilakukan oleh peneliti yang terdapat pada gambar 4.1 sebagai berikut :

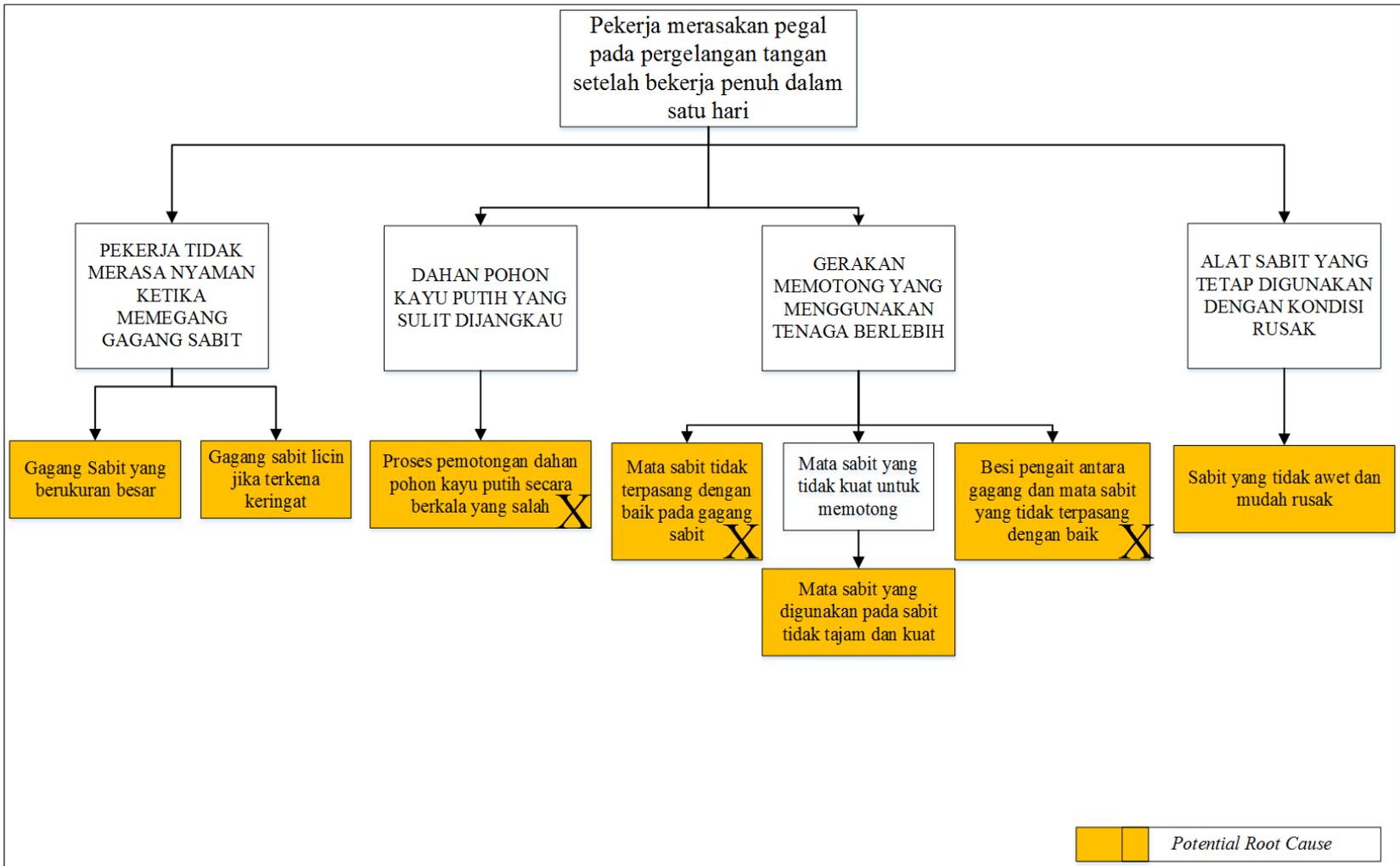


Gambar 4. 1 *Function Model* Proses Panen Daun Kayu Putih

Pada gambar 4.1 merupakan *Function Model* yang merupakan interaksi antar komponen yang ada pada saat proses panen Daun Kayu Putih. Pada interaksi normal berarti hubungan antar komponen berfungsi normal dan tidak menyebabkan salah satu diantara kedua komponen rusak. Kemudian pada interaksi *insufficient* berarti pada interaksi komponen tersebut mempunyai potensi kerusakan yang disebabkan oleh salah satu komponen. Setelah itu pada interaksi *harmful* berarti interaksi antar komponen bersifat merusak yang disebabkan oleh salah satu komponen didalam interaksi tersebut. Pada *function model* ini akan digunakan untuk mengetahui potensi – potensi interaksi yang bermasalah dan memiliki tipe interaksi *harmful* seperti interaksi pada gagang sabit dengan pergelangan tangan, gagang sabit dengan telapak tangan pekerja, dan pada interaksi mata sabit dengan dahan pohon kayu putih, dan mata sabit dengan batang pohon kayu putih.

#### 4.5 Identifikasi *Cause & Effect Chain Analysis*

Setelah melakukan proses identifikasi pada interaksi antar komponen yang terlibat dalam proses, langkah selanjutnya adalah melakukan identifikasi kemungkinan akar permasalahan dari proses dengan menggunakan *Cause & Effect Chain Analysis*. Proses identifikasi akar permasalahan ini didapatkan dengan proses wawancara secara detail dengan pekerja terkait permasalahan yang muncul selama proses, dan penyebab – penyebab permasalahan muncul. Pada gambar 4.2 dibawah dapat dilihat terdapat 4 *potential root cause* dari permasalahan yang menimbulkan kontradiksi dalam penyelesaiannya. Sedangkan terdapat 2 sebab dengan tanda x yang langsung dapat diselesaikan tanpa harus menggunakan metode TRIZ. Pada bagian *potential root cause*, langkah selanjutnya adalah menentukan jenis – jenis permasalahan.



Gambar 4. 2 *Cause & Effect Chain Analysis*

Setelah dilakukan identifikasi akar masalah dengan menggunakan *cause and effect chain analysis*, didapatkan empat *potential root cause* yang berhubungan dengan mata sabit, dan gagang sabit awalan yang saat ini digunakan oleh pekerja panen. Dari 4 *potential root cause* ini akan di proses menjadi TRIZ *general problem*.

#### 4.6 Identifikasi Model Masalah

Setelah melakukan proses identifikasi interaksi antar komponen pada *Function Model*, dan identifikasi potensi akar permasalahan pada *Cause & Effect Chain Analysis*, langkah selanjutnya adalah memetakan model masalah dari atribut keinginan konsumen, dan juga *potential root cause* yang ada. Hasil identifikasi model masalah dapat dilihat pada tabel 4. Sebagai berikut :

Tabel 4. 9 Identifikasi Model Masalah

No.	Atribut	Akar Masalah	Identifikasi	Model Masalah
1.	Tajam & kuat	Mata sabit yang digunakan kurang tajam dan kuat untuk memotong dahan pohon kayu putih	<i>Inventive problem</i>	<i>Engineering Contradiction</i>
2.	Nyaman digunakan	Gagang sabit licin jika terkena keringat Gagang sabit yang berukuran besar sedangkan gagang sabit harus nyaman untuk digenggam	<i>Inventive problem</i>	<i>Substance Field Model</i> <i>Engineering Contradiction</i>
3.	Awet	Mata sabit yang mudah berkarat	<i>Inventive problem</i>	<i>Physical Contradiction</i>

#### 4.7 Penentuan TRIZ *Inventive principles*

Berdasarkan proses identifikasi model masalah terhadap *potential root cause* yang telah dijabarkan pada tabel 4.4 diatas, telah diketahui jenis model – model masalah yang terdapat pada proses panen daun kayu putih. Terdapat 3 jenis model masalah, yaitu *Physical Contradiction*, *Engineering Contradiction*, dan *Substance Field Model*. Setelah diketahui 3 model masalah tersebut, langkah selanjutnya adalah penentuan *inventive principles* yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah sesuai dengan model permasalahannya.

##### 4.7.1 *Model of Problem Engineering Contradiction*

Pada *Engineering Contradiction* akan terdapat 2 faktor yang mempengaruhi permasalahan, yaitu *improving feature* dan *worsening feature* yang akan digunakan untuk menentukan *inventive principles* berdasarkan matriks kontradiksi TRIZ. Titik temu antara *improving* dan *worsening feature* pada matriks kontradiksi akan dijadikan solusi terbaik untuk desain alat panen daun kayu putih manual, berdasarkan permasalahan spesifik (*Spesific Problem*) pada proses panen daun kayu putih terdapat 2 permasalahan teknik yaitu sebagai berikut :

1. **Jika gagang sabit dibuat semakin besar maka gagang sabit akan menjadi semakin kuat untuk proses pemotongan dahan kayu putih, tetapi diameter gagang sabit yang besar menjadi tidak nyaman untuk digenggam oleh pekerja** (atribut nyaman digunakan)
  - a. *Improving Feature : Strength* (14)
  - b. *Worsening Feature : Object generated harmful factors* (31)
2. **Jika sabit diproduksi dengan menggunakan bahan logam yang tipis dan tidak sesuai dengan kontur tanaman kayu putih akan memudahkan proses penyepuhan logam dan pembentukan gagang sabit , akan tetapi dapat menurunkan kualitas dari kekuatan dan ketajaman sabit.** (atribut kuat dan tajam)
  - a. *Improving Feature : Ease of Manufacture* (32)
  - b. *Worsening Feature : Strength* (14)

Adapun kontradiksi yang muncul pada permasalahan teknik akan dijelaskan pada tabel 4.10 dan 4.11 Sebagai berikut :

Tabel 4. 10 Identifikasi *Inventive principles* pada *Engineering Contradiction* (1)

	<b>Worsening Features</b>
<b>Improving Features Strength (14)</b>	<b>Object generated harmful factors (31)</b> 35, 40, 27, 39

Tabel 4. 11 Identifikasi *Inventive principles* pada *Engineering Contradiction* (2)

	<b>Worsening Features</b>
<b>Improving Features Ease of manufacture (32)</b>	<b>Strength (14)</b> 1, 3, 10, 32

Dari tabel 4.10 dan 4.11 dapat dilihat bahwa pada *engineering contradiction* pertama, parameter *improving feature Strength* (14) dimana ukuran mata sabit dan gagang sabit dibuat seimbang satu sama lain yang membuat gagang sabit memiliki lingkaran genggam yang besar, dengan *worsening feature Object generated harmful factors* (31) yang berarti lingkaran genggam yang besar dapat membuat pekerja menjadi tidak nyaman pada saat menggenggam gagang sabit, dan menghasilkan *inventive principles* nomor 35, 40, 27 dan 39 yaitu *parameters change, composite materials, cheap short-living objects, dan inert atmosphere*, pada kontradiksi pertama akan digunakan *inventive principle Parameters Change* untuk penyelesaian masalah. Sedangkan pada *engineering contradiction* kedua dengan *improving features ease of manufacture* (32) akan tetapi menyebabkan *worsening feature strength* (14) sehingga dibutuhkan solusi untuk *inventive principle* dengan pilihan *segmentation, local quality, prior action, dan colour change*. Kemudian dipilih *inventive principle* nomor 10 yaitu *prior action* sebagai solusi terbaik. Dengan penjelasan pada tabel 4.12 berikut.

Tabel 4. 12 *Inventive principles* Berdasarkan *Contradiction Matrix*

No.	Atribut	Improvng Features	Worsening Feature	Inventive principles
1.	Nyaman Digunakan	Strength (14)	Object generated harmful factors (31)	35, 40, 27, 39
2.	Tajam & Kuat	Ease of manufacture (32)	Strength (14)	1, 3, 10, 32

#### 4.7.2 *Model of Problem Physical Contradiction*

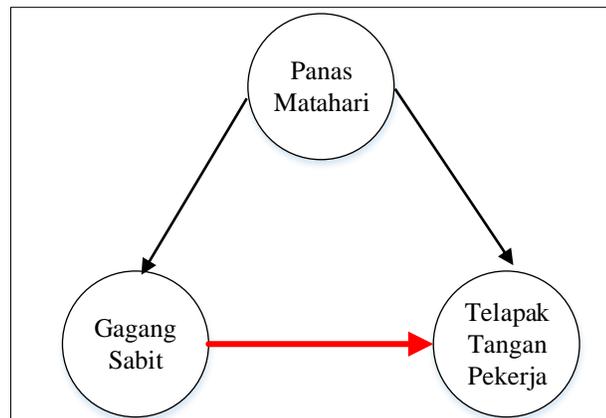
Model masalah yang kedua adalah *physical contradiction*. Pada proses panen daun kayu putih sendiri terdapat satu *specific problem* (atribut awet) yang masuk kedalam *physical contradiction*, yaitu :

**Mata sabit berguna untuk mempermudah proses pemotongan dahan pada proses panen daun kayu putih, akan tetapi kualitas mata sabit yang mudah berkarat akan menghambat proses panen daun kayu putih**

Pada kontradiksi tersebut, masuk kedalam kontradiksi *separation in system level*, sehingga strategi *inventive principles* yang dapat dipilih adalah *segmentation, self-service, composite material, homogeneity, equipotentiality*. Kemudian *inventive principle* yang akan dipilih dan sesuai dengan kontradiksi yang ada adalah ***Homogeneity (33)***.

#### 4.7.3 *Model of Problem Substance Field Model*

Model masalah ketiga yang pada proses panen daun kayu putih adalah pada model *substance field model*. Pada model masalah ini akan terdapat interaksi antara dua komponen yang dibatasi oleh *field*. Pada proses panen daun kayu putih sendiri terdapat satu *specific problem* (atribut nyaman digunakan) yang masuk kedalam model *harmful sub – field*, yang akan dijelaskan pada gambar 4.3 Sebagai berikut :



Gambar 4. 3 *Sub – Field Harmful Pada Proses Panen Daun Kayu Putih*

Pada interaksi *sub – field* ini merupakan interaksi *harmful* karena panas matahari yang menyebabkan telapak tangan berkeringat dan tidak dapat memegang gagang sabit secara benar. Terdapat beberapa solusi yang dapat diselesaikan pada *sub – field model* yaitu dengan menggunakan 76 standar *inventive solutions* yaitu dengan penjelasan sebagai berikut :

1.2.1 Menghilangkan dampak bahaya dengan menambahkan substansi baru. ( tidak dapat diaplikasikan, karena jumlah subjek yang tidak mungkin ditambah)

1.2.2 Hampir sama dengan 1.2.1 hanya saja pada substansi tidak ditambahkan. Yaitu dengan menghilangkan dampak bahaya tersebut dengan memodifikasi S1 (gagang sabit) atau memodifikasi S2 (Genggaman telapak tangan pekerja) dalam hal penelitian ini yaitu dengan menambahkan *silicon* pada bagian gagang sabit. (dapat diaplikasikan)

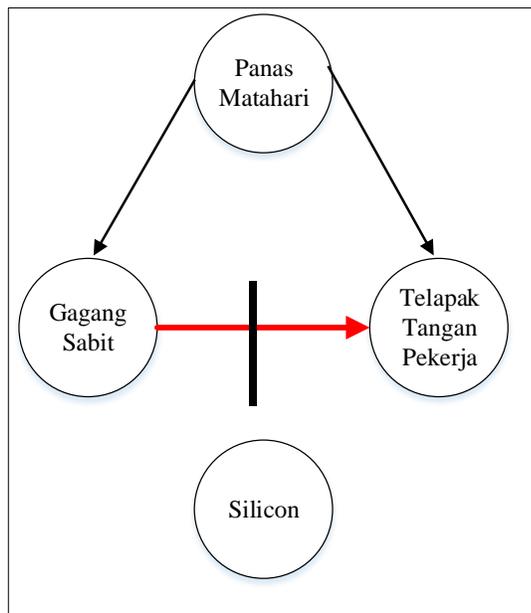
1.2.3 Efek bahaya disebabkan oleh *Field* . Mengenalkan elemen S3. Dalam hal ini mengganti elemen (Solusi tidak dapat diaplikasikan, karena subjek yang tidak mungkin ditambah)

1.2.4 Menambahkan *field* F2 untuk menetralisasi efek yang ditimbulkan. (Solusi tidak dapat diaplikasikan, karena efek panas matahari ke tangan akan selalu dirasakan oleh pekerja)

1.2.5 Efek bahaya terjadi dikarenakan ada elemen *magnetic* pada *system*. Dampak ini bisa diselesaikan dengan menghilangkan substansi *magnetic*. ( Solusi Tidak cocok untuk diaplikasikan sebagai solusi pada kasus ini, karena tidak terdapat elemen magnetik)

Setelah menggunakan *inventive principle* 1.2.2 yaitu dengan mengubah pada bagian gagang sabit dengan ditambah dengan bahan *silicon*, sehingga pada saat tangan pekerja berkeringat,

pekerja tetap dapat memegang gagang sabit dengan kuat. Sehingga interaksi antar komponen menjadi sebagai berikut :



Gambar 4. 4 **Interaksi Sub Field Harmful Setelah Menggunakan Inventive Principle**

#### 4.8 Penerapan *Inventive principles*

*Inventive Principle* yang telah dipilih untuk menjadi solusi pada setiap model masalah pada proses panen daun kayu putih akan diterapkan pada proses perancangan alat panen manual daun kayu putih baru, yaitu dengan *process mapping* untuk setiap atribut yang diinginkan konsumen sebagai berikut :

Tabel 4. 13 *Inventive Principles* Atribut Awet

<b>Matriks Kontradiksi</b>	<b><i>Inventive principles</i></b>	<b>Deskripsi</b>	<b>Prinsip yang sesuai</b>
Mata sabit berguna untuk mempermudah proses pemotongan dahan pada proses panen daun kayu	Prinsip 33 <i>Homogeneity</i>	Membuat objek berinteraksi dengan objek yang memiliki bahan yang sejenis.	Mengubah komponen logam mata pisau dengan kualitas yang lebih baik dan

<b>Matriks Kontradiksi</b>	<b><i>Inventive principles</i></b>	<b>Deskripsi</b>	<b>Prinsip yang sesuai</b>
putih, akan tetapi kualitas mata sabit yang mudah berkarat akan menghambat proses panen daun kayu putih			memiliki bahan yang sejenis.

Tabel 4. 14 *Inventive Principles* Atribut Nyaman Digunakan (1)

<b>Matriks Kontradiksi</b>	<b><i>Inventive principles</i></b>	<b>Deskripsi</b>	<b>Prinsip yang sesuai</b>
Gagang sabit yang berukuran besar sedangkan gagang sabit harus nyaman untuk digenggam	Prinsip 35 <i>Parameter Changes</i>	<p>A. Mengubah keadaan fisik objek</p> <p>B. Mengubah konsentrasi atau konsistensi objek</p> <p>C. Mengubah derajat fleksibilitas</p> <p>D. Mengubah temperatur</p> <p>E. Mengubah tekanan</p>	<p>Prinsip 35 <i>Parameter Changes</i> Sub – prinsip A</p> <p>Dengan mengubah keadaan fisik ukuran gagang sabit sesuai dengan antropometri tangan, penggunaan dimensi lebar jari telunjuk (LJL), diameter genggam (DGMAX) maksimal, dan Lebar telapak tangan sampai ibu jari (LTB), sehingga sesuai dengan ukuran genggam tangan pekerja</p>

Tabel 4. 15 *Inventive Principles* Atribut Tajam & Kuat

<b>Matriks Kontradiksi</b>	<b><i>Inventive principles</i></b>	<b>Deskripsi</b>	<b>Prinsip yang sesuai</b>
Jika sabit diproduksi dengan menggunakan bahan logam yang tipis dan tidak sesuai dengan kontur tanaman kayu putih akan memudahkan proses penyepuhan logam dan pembentukan gagang sabit, akan tetapi dapat menurunkan kualitas dari kekuatan dan ketajaman sabit	Prinsip 10 <i>Prior Action</i>	<p>a. Melakukan perubahan pada objek (sebagian atau keseluruhan) sebelum terjadi</p> <p>b. Pengaturan awal objek sehingga objek</p>	Sub – prinsip A : mengubah teknik penyepuhan dan ketebalan mata sabit sehingga memiliki tingkat ketajaman dan kekuatan yang lebih baik dari sebelumnya

<b>Matriks Kontradiksi</b>	<b><i>Inventive principles</i></b>	<b>Deskripsi</b>	<b>Prinsip yang sesuai</b>
		tersebut dapat menjadi tempat nyaman tanpa kehilangan waktu pengiriman	

Tabel 4. 16 *Inventive Principles* Atribut Nyaman Digunakan (2)

<b>Akar Masalah</b>	<b><i>Inventive principles</i></b>	<b>Deskripsi</b>	<b>Prinsip yang sesuai</b>
Gagang sabit yang licin ketika terkena keringat	Prinsip 1.2.2 <i>Increase Su – Field Effectiveness</i>	menghilangkan dampak bahaya tersebut dengan memodifikasi S1 (gagang sabit) atau memodifikasi S2 (Genggaman telapak tangan pekerja)	Menambahkan silicon pada gagang sabit

#### 4.9 Hasil Metode TRIZ

Berdasarkan penentuan *Inventive Principles* untuk setiap akar masalah dan atribut dalam proses panen daun kayu putih, telah diperoleh atribut yang terpilih serta *action* yang harus dilakukan dalam proses pembuatan alat usulan yang dapat dilihat pada tabel 4.17 Dibawah ini :

Tabel 4. 17 Hasil Metode TRIZ

<b>Atribut</b>	<b><i>Inventive Principles</i></b>	<b><i>Action</i></b>
Tajam & Kuat	Prinsip 10 <i>Prior Action</i>	mengubah teknik penyepuhan dan ketebalan mata sabit sehingga memiliki tingkat ketajaman dan kekuatan yang lebih baik dari sebelumnya serta kontur dari mata sabit yang menyesuaikan dengan dahan tanaman kayu putih.

<b>Atribut</b>	<b><i>Inventive Principles</i></b>	<b><i>Action</i></b>
Nyaman Digunakan (1) Gagang sabit yang licin	Prinsip 1.2.2 <i>Increase Su – Field Effectiveness</i>	Menambahkan silicon pada gagang sabit  Dengan mengubah keadaan fisik ukuran gagang sabit sesuai dengan antropometri tangan, penggunaan dimensi lebar jari telunjuk (LJSL), diameter genggam (DGMAX) maksimal, dan Lebar telapak tangan sampai ibu jari (LTB) sehingga sesuai dengan ukuran genggam tangan pekerja.
Nyaman Digunakan (2) Ukuran Gagang Sabit	Prinsip 35 <i>Parameter Changes</i>	Mengubah komponen logam mata pisau dengan kualitas yang lebih baik.
Awet	Prinsip 33 <i>Homogeneity</i>	

#### 4.10 Menentukan Atribut *Fuzzy*

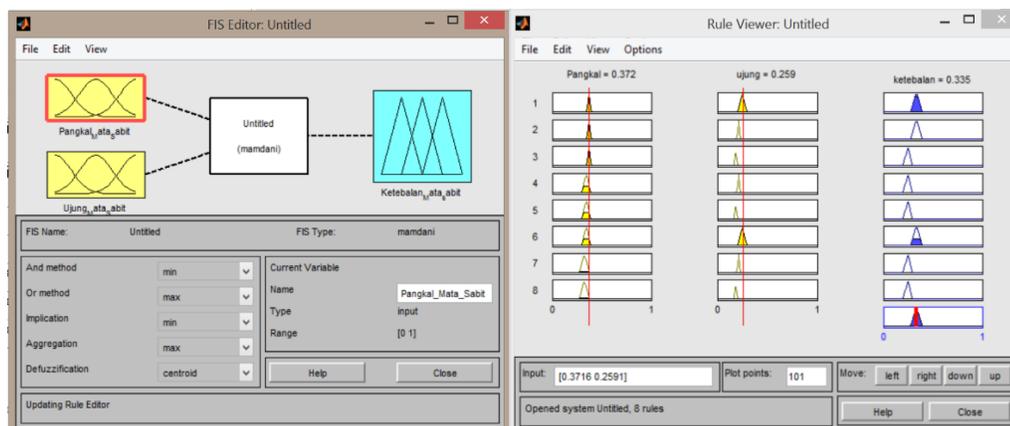
Setelah melakukan wawancara dengan *expert* yaitu 2 orang pandai besi mengenai pengembangan desain dari alat panen manual sabit (Wu et al., 2009), diperoleh atribut *fuzzy* dan *non-fuzzy* pada tabel 4.18 sebagai berikut :

Tabel 4. 18 Atribut *Fuzzy & Non-Fuzzy*

No.	Atribut	Atribut Spesifik	Action	Deskripsi
1.	Kuat	Ketebalan Mata Sabit	Tebal	<i>Fuzzy</i>
2.	Tajam	Teknik Penyepuhan	Cukup	<i>Fuzzy</i>
3.	Nyaman Digunakan	Ukuran & Komponen pada Gagang Sabit	Ukuran sesuai dengan antropometri tangan dan menggunakan <i>silicon</i>	<i>Non-Fuzzy</i>
4.	Awet	Jenis Bahan	Besi Per	<i>Non-Fuzzy</i>

##### 4.10.1 Menentukan Ukuran Desain Kuat

Atribut *fuzzy* yang pertama adalah Kuat. Setelah melakukan wawancara dengan *expert*, dapat diketahui bahwa tingkat kekuatan dapat dinilai dari ketebalan mata sabit, sedangkan dari konsumen sendiri menginginkan ketebalan mata sabit masuk kedalam kategori tebal. Berdasarkan pendapat *expert* pada pengolahan data *fuzzy linguistic* terdapat 2 variabel yang dijadikan *input*, yaitu Pangkal Mata Sabit (P) untuk representasi dari ketebalan pada pangkal mata sabit dan Ujung Mata Sabit (U) untuk representasi dari ketebalan pada ujung mata sabit. Pada gambar 4.5 merupakan *membership function* dan hasil dari *rules* yang telah dibuat dengan menggunakan *software Matlab R2013a*. Untuk penjabaran *if-then rules* akan terdapat pada lampiran.



Gambar 4. 5 Fungsi Keanggotaan untuk Ketebalan Mata Sabit

Tabel 4. 19 Variabel Linguistik Ketebalan Mata Sabit

**Pangkal Mata Sabit (P)**

Istilah Linguistik	Notasi	Deskripsi	Interval
<b>Tebal</b>	T	Ketebalan Pangkal Mata Sabit Tebal	[0.345, 0,37, 0,395]
<b>Sedang</b>	S	Ketebalan pangkal mata sabit sedang	[0.3, 0.344, 0.388]
<b>Tipis</b>	I	Ketebalan pangkal mata sabit tipis	[0.275, 0.325, 0.375]

**Ujung Mata Sabit (U)**

Istilah Linguistik	Notasi	Deskripsi	Interval
<b>Tebal</b>	T	Ketebalan ujung mata sabit tebal	[0.2, 0.25, 0.3]
<b>Sedang</b>	S	Ketebalan ujung mata sabit sedang	[0.195, 0.21, 0,225]
<b>Tipis</b>	I	Ketebalan ujung mata sabit tipis	[0.17, 0.185, 0.2]

**Ketebalan Mata Sabit**

Istilah Linguistik	Notasi	Deskripsi	Interval
<b>Tebal</b>	T	Ketebalan Mata Sabit Tebal	[0.275, 0,335, 0.395]
<b>Tipis</b>	I	Ketebalan Mata Sabit Tipis	[0.2, 0.247, 0.295]

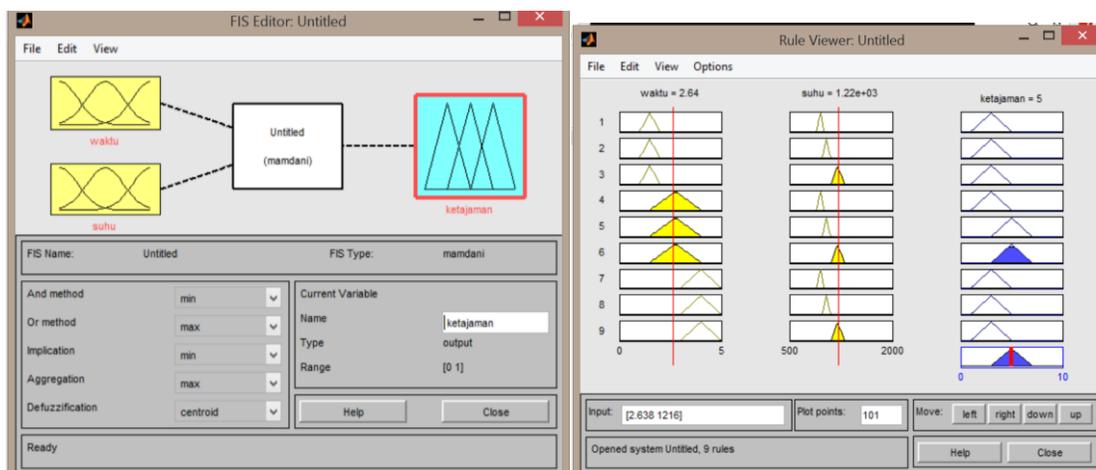
Pembobotan *fuzzy* dengan menggunakan *software* Matlab R2013a digunakan untuk mengubah *input* P dan U untuk mengetahui nilai optimum dari ketebalan mata sabit yang masuk kedalam kategori tebal sesuai dengan atribut keinginan konsumen. Berdasarkan perhitungan *fuzzy*, hasil dari ketebalan mata sabit (tebal) memiliki nilai optimum seperti tabel 4.20 dibawah ini.

Tabel 4. 20 Nilai Optimum Ketebalan Mata Sabit

<b>Elemen</b>	<b>Nilai Optimum (cm)</b>	<b>Desain Terpilih (cm)</b>
<b>Pangkal Mata Sabit</b>	0,372	0,37
<b>Ujung mata sabit</b>	0,259	0,2

#### 4.10.2 Menentukan Ukuran Desain Tajam

Ukuran desain tajam menurut pendapat *expert* ketajaman mata sabit dipengaruhi oleh teknik penyepuhan pada saat proses pembentukan mata sabit serta bentuk dari mata sabit sendiri, kontur mata sabit yang menyesuaikan dengan kebutuhan pekerja. Teknik penyepuhan sendiri terdiri dari 2 variabel yaitu Waktu (W) dan Suhu (S). Variabel linguistik dan *membership function* dapat dilihat pada gambar 4.6 dan tabel 4.21 dibawah ini.



Gambar 4. 6 Fungsi Keanggotaan untuk Kekuatan Sabit

Tabel 4. 21 Variabel Linguistik Kekuatan Mata Sabit

#### Waktu (W)

Istilah Linguistik	Notasi	Deskripsi	Interval
Cepat	C	Waktu penyepuhan cepat	[1, 1.5, 2]
Normal	N	Waktu penyepuhan normal	[1.5, 2.75, 4]
Lama	L	Waktu penyepuhan lama	[3, 4, 5]

#### Suhu (U)

Istilah Linguistik	Notasi	Deskripsi	Interval
Rendah	R	Suhu penyepuhan rendah	[900, 950, 1000]
Sedang	S	Suhu penyepuhan sedang	[975, 1037.5, 1100]
Tinggi	T	Suhu penyepuhan tinggi	[1100, 1200, 1300]

#### Ketajaman Mata Sabit

Istilah Linguistik	Notasi	Deskripsi	Interval
Baik	B	Ketajaman Mata Sabit Baik	[3, 5, 7]
Jelek	J	Ketebalan Mata Sabit Jelek	[1, 3, 5]

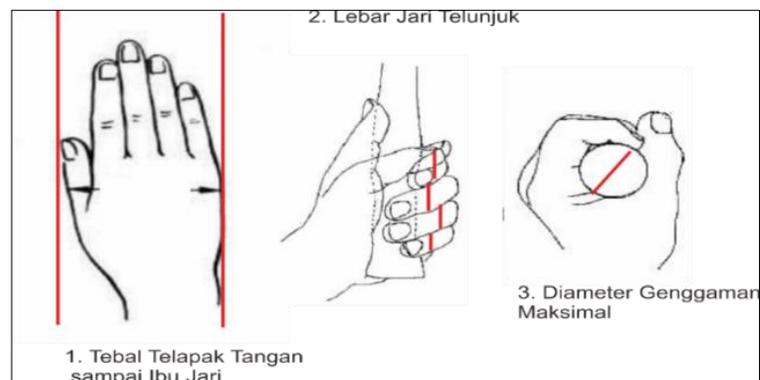
Pembobotan yang dilakukan dengan mengubah nilai variabel S, dan W hingga menemukan nilai optimum untuk teknik penyepuhan untuk menentukan ketajaman mata sabit yang dapat dilihat pada tabel 4.22 sebagai berikut.

Tabel 4. 22 Nilai Optimum Kekuatan Mata Sabit

Elemen	Nilai Optimum	Desain Terpilih
Waktu	2,63	2,63 menit
Suhu	1216	1216°C

#### 4.11 Pengolahan Data Antropometri

Setelah mengetahui *action* pada atribut nyaman digunakan yaitu dengan mengubah bagian gagang sabit agar ergonomis saat digunakan dengan menambahkan kontur sesuai dengan ukuran jari tangan. Menurut (Sukania et al., 2013) pada pembuatan *handle* membutuhkan dimensi Lebar Telapak tangan sampai Ibu jari (LTB) untuk panjang *handle*, dan Diameter Genggaman Maksimal (DGMAX) untuk besar diameter *handle*. Kemudian untuk kontur jar pada *handle* akan digunakan dimensi Lebar Jari Telunjuk (LJL) seperti akan dijelaskan pada gambar 4. Sebagai berikut.



Gambar 4. 7 Dimensi Tubuh yang Digunakan

#### 4.11.1 Uji Normalitas

Setelah menentukan dimensi yang akan digunakan, langkah selanjutnya adalah melakukan uji normalitas dengan tujuan untuk mengetahui apakah sampel data antropometri yang digunakan telah mewakili populasi. Dengan menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95% atau 0,05. Sehingga data akan dikatakan normal apabila nilai  $\alpha \leq 0,05$ . Hasil uji normalitas dengan menggunakan *software* IBM SPSS 22 dapat dilihat pada tabel 4.23 sebagai berikut.

Tabel 4. 23 Hasil Uji Normalitas

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
LJL	,136	40	<b>,062</b>	,942	40	,039
LTB	,103	40	<b>,200</b>	,981	40	,737
DGMAX	,120	40	<b>,150</b>	,970	40	,354

a. Lilliefors Significance Correction

Setelah melakukan uji normalitas, dapat diketahui bahwa nilai signifikansi ketiga dimensi memiliki nilai  $\alpha \leq 0,05$  sehingga data antropometri yang digunakan dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

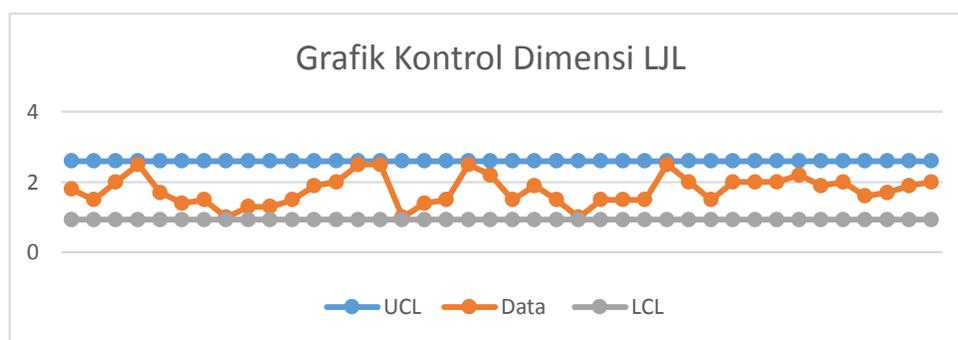
#### 4.11.2 Uji Keseragaman Data

Berikut ini merupakan hasil perhitungan pada uji keseragaman data yang dapat dilihat pada tabel 4.24 sebagai berikut.

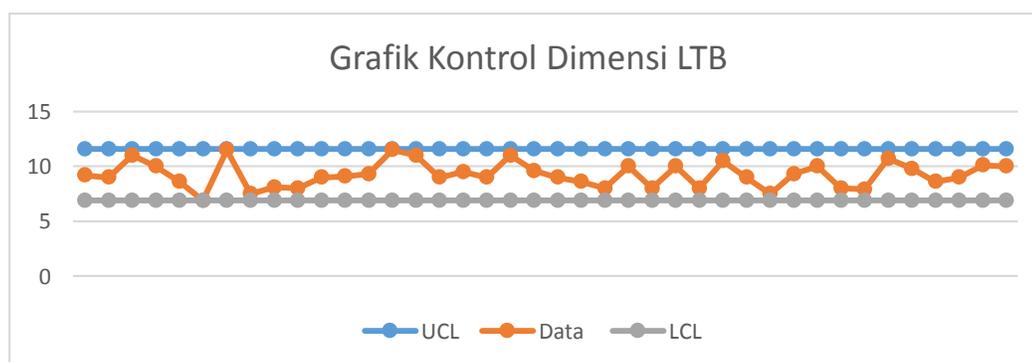
Tabel 4. 24 Rekapitulasi Hasil uji Keseragaman Data

	<b>Dimensi Lebar Jari Telunjuk (LJL)</b>	<b>Dimensi lebar telapak tangan sampai ibu jari (LTB)</b>	<b>Dimensi lebar genggaman tangan maksimal (DGMAX)</b>
<b>Rata-rata</b>	1,767	9,235	4,462
<b>Stdv</b>	0,417	1,169	0,914
<b>UCL</b>	2,601	11,574	6,895
<b>LCL</b>	0,933	6,895	2,634

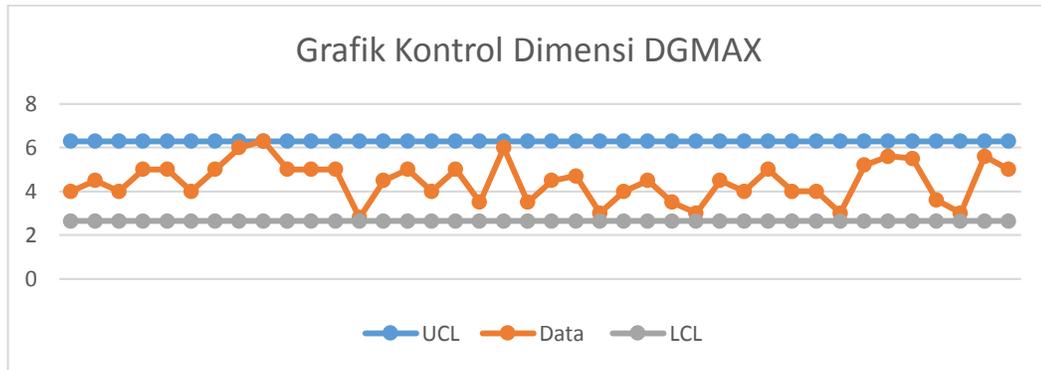
Setelah proses perhitungan, berikut ini merupakan grafik keseragaman data untuk setiap dimensi yang digunakan.



Gambar 4. 8 Grafik Kontrol Dimensi LJL



Gambar 4. 9 Grafik Kontrol Dimensi LTB



**Gambar 4. 10 Grafik Kontrol Dimensi DGMAX**

Dapat dilihat pada gambar 4.8, 4.9, dan 4.10 diatas bahwa data sampel yang digunakan telah seragam. Langkah selanjutnya adalah melakukan uji kecukupan data.

#### 4.11.3 Uji Kecukupan Data

Pada uji kecukupan data akan menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95% dan tingkat ketelitian sebesar 10%. Dengan hasil perhitungan untuk tiap dimensi sebagai berikut :

1. Dimensi Lebar Jari Telunjuk (LJL)

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

$$N' = \left[ \frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{(40 \cdot 131,75) - (4998,49)}}{70,7} \right]^2$$

$N' = 21,727$  (Kurang dari 40, maka data dinyatakan cukup)

2. Dimensi lebar telapak tangan sampai ibu jari (LTB)

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

$$N' = \left[ \frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{(40.3464,78) - (136456)}}{369,4} \right]^2$$

$N' = 6,257$  (Kurang dari 40, maka data dinyatakan cukup)

3. Dimensi lebar genggam tangan maksimal (DGMAX)

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

$$N' = \left[ \frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{(40.829,15) - (31862,3)}}{369,4} \right]^2$$

$N' = 16,36$  (Kurang dari 40, maka data dinyatakan cukup)

Setelah melakukan uji kecukupan data, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan persentil serta menentukan persentil yang akan digunakan untuk setiap dimensi.

Tabel 4. 25 Nilai Persentil Dimensi yang Digunakan

Dimensi / Persentil	P5 (cm)	P50 (cm)	P95 (cm)
<b>Lebar Jari Telunjuk</b>	1,08	1,76	<b>2,45</b>
<b>Lebar Telapak Tangan sampai Ibu Jari</b>	7,35	9,24	<b>11,13</b>
<b>Diameter Genggaman Maksimal</b>	<b>2,95</b>	4,46	5,96

Berdasarkan penggunaan dimensi pada tabel 4.25, maka persentil yang akan digunakan pada setiap dimensi adalah sebagai berikut :

1. Ukuran lebar jari telunjuk akan digunakan pada bagian kontur jari menggunakan nilai dimensi ruang yaitu sebesar 2,45 cm

Ukuran kontur jari = 2,45 cm  $\approx$  2 cm.

- Ukuran lebar telapak tangan sampai ibu jari akan digunakan pada panjang gagang sabit akan menggunakan dimensi ruangan yaitu sebesar 11,13 cm (Kumar et al., 2015).

Ukuran panjang gagang sabit = 11,13 cm + *allowance* 1 cm = 12,13 cm  $\approx$  12 cm.

- Ukuran diameter genggam maksimal akan digunakan pada besar diameter gagang sabit yaitu sebesar 2,95 cm (Kumar et al., 2015).

Ukuran Diameter gagang sabit = 2,95 cm + *allowance* (tebal *silicon rubber*) 0,3 cm = 3,25 cm

#### 4.12 Konsep Pemetaan Produk

Setelah melakukan pengolahan data untuk menentukan spesifikasi dari peralatan sabit yang telah dijelaskan pada subab-subab sebelumnya. Hasil akhir dari pemetaan pengembangan produk alat panen manual sabit adalah sebagai berikut

Tabel 4. 26 Konsep Pemetaan Produk Usulan

Atribut Keinginan Konsumen	Deskripsi	Atribut Spesifik	Action
<b>Kuat</b>	Mata sabit dapat digunakan untuk memotong dahan pohon kayu putih yang berdiameter besar	Ketebalan Mata Sabit	Tebal Ujung Sabit : 0,2 cm Tebal Pangkal mata sabit : 0,37 cm
<b>Tajam</b>	Mata sabit memiliki ketajaman untuk memotong dahan pohon kayu putih dengan jumlah ayunan yang minimal, serta bentuk mata sabit yang menyesuaikan kontur dahan tanaman minyak kayu putih	Teknik Penyepuhan & kontur mata sabit	Waktu penyepuhan logam : 2,63 menit Suhu penyepuhan logam : 1216°C Penyesuaian bentuk mata sabit dengan kontur dahan tanaman kayu putih, yaitu dengan kontur sabit dan bagian tajam pada mata sabit lebih tipis daripada bagian belakang mata sabit Diameter Gagang sabit : 3,25 cm

<b>Atribut Keinginan Konsumen</b>	<b>Deskripsi</b>	<b>Atribut Spesifik</b>	<b>Action</b>
<b>Nyaman Digunakan</b>	Gagang sabit nyaman digunakan dan tidak licin pada saat tangan pekerja berkeringat	Ukuran & komponen pada gagang sabit	Panjang gagang mata sabit : 12 cm Lebar tiap kontur jari pada gagang : 2 cm Bahan bagian pegangan tangan sabit : karet <i>silicon</i>
<b>Awet</b>	Mata sabit dapat digunakan secara terus-menerus oleh pekerja	Jenis logam yang digunakan pada mata sabit	Logam Baja Per

#### 4.13 Desain Virtual Usulan Alat Panen Manual Sabit

Berikut ini, pada gambar 4.8 merupakan hasil dari usulan produk alat panen manual sabit sesuai dengan konsep pemetaan pada subab 4.12.



Gambar 4. 11 Hasil Akhir Produk Usulan

#### 4.14 Uji Kesesuaian

Proses uji kesesuaian dilakukan setelah usulan produk telah jadi. Uji kesesuaian ini bertujuan untuk melakukan identifikasi kesesuaian antara rancangan yang diusulkan dengan atribut keinginan konsumen. Dengan menggunakan tingkat signifikansi sebesar 5%, hasil dari uji homogenitas ditunjukkan pada tabel 4.27 sebagai berikut.

Tabel 4. 27 Hasil Uji *Marginal Homogeneity*

Atribut Keinginan Konsumen	Asymp. Sig. (2-tailed)
Kuat	0,866
Tajam	0,593
Nyaman digunakan	0,096
Awet	0,225

Hipotesis pada Uji *Marginal Homogeneity* adalah sebagai berikut :

H<sub>0</sub> : Tidak ada perbedaan yang signifikan antara keinginan konsumen dan desain boneka yang diusulkan.

H<sub>1</sub>: Ada perbedaan yang signifikan antara keinginan konsumen dan desain boneka yang diusulkan.

Hasil pengolahan data dengan menggunakan *software IBM SPSS 22* menunjukkan bahwa hipotesis H<sub>0</sub> diterima untuk semua atribut untuk homogenitas preferensi konsumen. Hasil dibuktikan oleh nilai *Asymp. Sig. 2 tailed* pada keempat atribut konsumen memiliki nilai > 0,05. Dapat disimpulkan bahwa desain alat panen daun kayu putih manual telah sesuai dengan keinginan konsumen.

#### 4.15 Uji Beda Desain Awal dan Desain Usulan

Uji beda akan dilakukan untuk mengidentifikasi perbedaan antara produk yang diusulkan oleh peneliti dengan produk awal yang sudah ada. Setelah melakukan uji *wilcoxon signed-rank test* dengan menggunakan *software IBM SPSS 22*, dan menggunakan tingkat signifikansi sebesar 5%, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. 28 Hasil Uji Beda Desain Awal dan Usulan

No.	Atribut Konsumen	<i>Asymp Sig. (2-tailed)</i>
1.	Tajam	0,02
2.	Kuat	0,003
3.	Nyaman digunakan	0,02
4.	Awet	0,002

Hipotesis pada Uji *Wilcoxon Signed-rank Test* adalah sebagai berikut :

H<sub>0</sub> : Tidak ada perbedaan yang signifikan antara desain awal dengan desain usulan

H<sub>1</sub> : Ada perbedaan yang signifikan antara desain awal dengan desain usulan

Hasil pengolahan data dengan menggunakan *software IBM SPSS 22* menunjukkan bahwa hipotesis H<sub>1</sub> diterima untuk semua atribut untuk homogenitas preferensi konsumen. Hasil dibuktikan oleh nilai *Asymp. Sig. 2 tailed* pada keempat atribut konsumen memiliki nilai < 0,05. Dapat disimpulkan terdapat perbedaan yang dirasakan oleh pengguna terhadap desain usulan alat potong daun kayu putih manual.