

BAB II

KAJIAN LITERATUR

Pada Bab 2 ini akan membahas tentang konsep dan juga prinsip dasar untuk menyelesaikan penelitian tugas akhir ini, kemudian dapat pula digunakan untuk mengetahui posisi penelitian dan juga mendukung teori yang akan digunakan dalam penelitian ini.

2.1 Kajian Induktif

Kajian Induktif akan berisikan tentang penelitian-penelitian terkini terkait dengan proses *redesign* alat pemanen tanaman atau pemotong tanaman secara manual, dan *product design* dengan beberapa metode.

Penelitian yang dilakukan oleh (Kongre et al., 2016) penelitian ini membahas pengembangan dan kinerja pemotong tanaman dengan tenaga manusia. Penelitian ini memiliki mengembangkan mekanisme pemanenan pemotong tanaman sehingga kita bisa mudah panen dalam jangka waktu minimum. Kemudian objek dari penelitian ini adalah Pembuatan Peralatan pemotong tanaman yang terdiri dari beberapa bagian yang harus disatukan yaitu : bagian chasis yang dirancang dengan menggunakan *software solidwork* dengan rangka untuk 3 roda yaitu 2 roda pada bagian depan, dan 1 roda pada bagian belakang, bagian transmisi, dan bagian pemotong yang terbuat dari bahan *stainless steel* dengan diameter 150mm, dengan hasil Pemotong *multi crop* telah dirancang, dibuat dan diuji. Mesin ini tidak menggunakan kekuatan manusia. Penggunaan mesin ini membuat

proses panen lebih cepat dan mengurangi sebagian besar waktu pemotongan dan tenaga kerja yang dibutuhkan untuk mengoperasikan mesin. Mesin ini membantu perusahaan kecil dan besar. Mesin bertenaga manusia ini akan membantu memperbaiki kondisi ekonomi.

Penelitian yang dilakukan oleh (Bahri et al., 2015) memiliki tujuan yaitu untuk merancang dan mengembangkan alat pemanenan dengan biaya rendah berdasarkan prinsip ergonomi untuk mengurangi risiko dan memperbaiki kondisi kesehatan pemanen. Dengan metode Pengambilan Data : 273 petani Kelapa Sawit di Malaysia yang mengisi Kuesioner NBM (*Nordic Body Map*). Serta proses penilaian postur dengan metode RULA, setelah itu data antara MSD dan persepsi petani dengan alat saat ini diuji dengan menggunakan *statistic Chi-Square* dan regresi. Pengolahan Data : dengan data antropometri dan *User Centered Design* (UCD), dilakukan desain untuk pembuatan alat dengan menggunakan *Solidwork*, dan proses pengujian *tools* baru digunakan *software CATIA* pada pengujian tahap pertama. Pengujian tahap kedua menyangkut proses fabrikasi dan *field test* dengan menggunakan *electromyogram*. Kemudian hasil dari penelitian ini adalah Hasil penelitian menunjukkan, 78,0% responden keluhan MSD di punggung atas dan bawah selama 12 bulan terakhir dan 75,5% melaporkan MSD karena kegiatan pemanenan. Efek penggunaan alat pemanenan saat ini (pahat) adalah kemerahan (85,3%) diikuti dengan blister (83,2%). 85,3% dari pemanen merasa bahwa pahat saat ini berat dan 49,0% setidaknya dalam waktu 1 bulan mengalami tangan yang selip dari *handle* alat karena bahan yang licin. Ada Ketidakcocokan yang tinggi antara alat saat ini digunakan dengan pahat yang diusulkan. Simulasi RULA menunjukkan bahwa Desain saat ini dikategorikan berisiko tinggi dalam mengembangkan MSD (skor 7) dibandingkan dengan yang baru diusulkan Desain dengan skor 3. Hasil uji lapangan menunjukkan bahwa prototipe model baru mampu mengurangi skor *action level* ke 2.

Pada penelitian (Jelani et al., 2016) dengan tujuan adalah untuk melihat pengembangan pemotong bermotor yang dikenal dengan nama CantasTM. Penelitian ini mencakup uji coba dan uji coba lapangan pada mesin di kawasan komersial dengan tujuan untuk mengevaluasi kinerjanya dan memberikan rekomendasi kepada industri. Dengan hasil sebagai berikut. Penelitian ini menunjukkan bahwa produktivitas harian dengan menggunakan CantasTM adalah 163% lebih tinggi daripada saat sabit manual digunakan, sementara produktivitas individu tim CantasTM 31% lebih tinggi dari pada tim manual. Efektivitas biaya sistem

CantasTM ternyata lebih tinggi (RM 0,70 t-1) dibandingkan dengan sistem manual konvensional (RM 0,29 t-1). Namun, dengan CantasTM, setidaknya 50% tenaga kerja lapangan bisa dikurangi. Penurunan jumlah pekerja ini akan mengurangi ketergantungan pada pekerja asing. Dengan demikian, penghematan dalam hal biaya dapat dilakukan, seperti retribusi, perumahan dari total areal tanam kelapa sawit di Malaysia.

Dalam penelitian lain, yaitu oleh (Souza et al., 2012) dengan judul *Impacts of introducing a new tool for the manual harvesting of sugar cane: the ergonomic analysis contribution* yang berisi tentang evaluasi proses kerja serta melakukan pengenalan alat kerja untuk pemotongan tebu baru dengan memperhatikan aspek produktivitas dan kesehatan. Untuk studi awal pada masalah yang terjadi di lapangan, peneliti melakukan penyebaran kuesioner sebanyak 134 untuk mengetahui keluhan yang dimiliki oleh pekerja. Dari kuesioner diketahui bahwa pekerja mengalami penurunan tenaga dan dapat mengurangi kualitas potongan pada batang tebu. Para pekerja melakukan kurang lebih 3840 gerakan memotong pangkal batang tebu dalam waktu 1 jam. Dari penelitian ini mendapatkan hasil yaitu sebuah desain alat panen manual baru yang terdapat perubahan pada penambahan beban pada alat sehingga pekerja tidak perlu menggunakan tenaga besar ketika memotong batang tebu, kemudian bagian mata pisau yang paling berat adalah pada bagian tengah. Penelitian ini menggunakan *Ergonomic Work Analysis* (EWA) dalam proses perancangan desain alat panen tebu yang baru.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Hudzari et al., 2012) dengan judul *Simulation and analysis of innovative hand tool harvester* melakukan pengembangan pada alat panen manual pada Ubi dikarenakan alat yang saat ini digunakan masih kurang nyaman dikarenakan pada tanaman Ubi Gandong sendiri memiliki akar yang menutupi Ubi. Sehingga pada penelitian ini akan dikembangkan alat panen manual yang dilengkapi dengan fitur pemotong akar. Dengan menggunakan metode *Reverse Engineering* maka dibuat 3 model untuk alat panen Ubi Gandong secara manual, dari 3 model yang ada, terpilih model *handtool* dengan lengkungan pada bagian tangkai sehingga tidak membuat pekerja terlalu membungkuk pada saat bekerja. Serta *handtool* dengan tangkai melengkung juga dapat mengurangi gaya yang harus diberikan pekerja kepada alat.

Selanjutnya penelitian dengan judul *Performance of an improved manual cassava harvesting tool as influenced by planting position and cassava variety* yang ditulis oleh (Amposah et al., 2017) dengan tujuan untuk melakukan evaluasi terhadap alat panen manual untuk singkong serta menentukan jenis singkong yang paling mudah dipanen dengan menggunakan usuan alat panen. Proses desain dari alat pemanen baru telah dilakukan oleh *CSIR-Corps* dengan tujuan untuk mengurangi sakit pada bagian pinggang pekerja, alat panen ini juga menggunakan prinsip *grip* dan megangkat pada saat melakukan panen singkong, serta alat baru memiliki berat yang lebih ringan yaitu seberat 5 kg sehingga diharapkan pekerja laki – lak, wanita, maupun anak – anak dapat mengguakannya dengan mudah. Setelah dilakukan uji coba panen dengan desain alat baru, menghasilkan fakta bahwa alat baru membutuhkan waktu yang lebih singkat dalam proses panen, terutama pada jenis singkong Nkabom.

Berdasarkan penelitian – penelitian diatas tentang proses pembuatan dan pengembangan alat panen tanaman secara manual, dapat dilihat bahwa sebagian besar proses pengembangan alat panen tanaman manual dilakukan dengan pendekatan prinsip ergonomi pada bentuk alat dengan tujuan agar pekerja yang menggunakan alat merasa nyaman. Terutama pada penelitian dari (Hudzari et al., 2012) tentang pembuatan alat panen manual ubi yang disesuaikan dengan kontur dari tnaman ubi. Sehingga perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu akan dikembangkan alat panen manual yang mempertimbangkan aspek ergonomis dengan menggunakan prinsip *handtool design*, serta pembuatan alat panen manual usulan yang menyesuaikan dengan kontur tanaman daun kayu putih.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu Mengenai Pengembangan Alat Panen Manual

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode
1.	Kongre et al. (2016)	<i>Fabrication of Reverse Multicrop Cutter</i>	<i>Reverse Engineering, Interview</i>
2.	Bahri et al. (2015)	<i>Developing low cost harvesting tool using Ergonomics Concept</i>	NBM, RULA, <i>User Centered Design (UCD)</i>

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode
3.	Jelani et al. (2016)	<i>for Oil Palm Fresh Fruit Bunch Harvesters in Malaysia: A case study</i> <i>A tool for the efficient harvesting of oil palm fresh fruit bunches</i>	<i>Reverse Engineering, Interview</i>
4.	Souza et al. (2012)	<i>Impacts of introducing a new tool for the manual harvesting of sugar cane: the ergonomic analysis contribution</i>	<i>NBM, Ergonomic Work Analysis (EWA)</i>
5.	Hudzari et al. (2012)	<i>Simulation and analysis of innovative hand tool harvester</i>	<i>Reverse Engineering</i>
6.	Amposah et al. (2017)	<i>Performance of an improved manual cassava harvesting tool as influenced by planting position and cassava variety</i>	<i>NBM</i>

Selain penelitian untuk pembuatan dan pengembangan produk alat panen manual di atas, ada pula beberapa penelitian yang menggunakan metode TRIZ yang digunakan sebagai referensi oleh penulis diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh (Puspitarini et al., 2016) yang membuat sebuah inovasi tangga penyimpan energi dengan menggunakan metode TRIZ. Tangga ini akan menyimpan energi yang dihasilkan dari pijakan kaki manusia dan menyimpannya, sehingga energi listrik yang tersimpan dapat digunakan sebagai sumber energi cadangan. Karakteristik produk didapatkan dengan *brainstorming* dan juga penyebaran kuesioner pada 42 responden. Pendekatan TRIZ yang digunakan akan menghasilkan spesifikasi produk tangga penyimpan energi. Setelah kriteria yang berada pada kuesioner memiliki bobot masing-masing. Langkah selanjutnya adalah memasukkan kriteria kebutuhan tangga kedalam matriks kontradiksi dari TRIZ. Dengan tujuan akhir untuk mengetahui spesifikasi produk tangga penyimpan energi yang akan dibuat yang nantinya akan menjadi 3 bagian utama, yaitu *frame*, tangga, dan juga generator. Pada penelitian ini hanya terbatas pada pengembangan dan juga uji coba dari *prototype* sehingga belum mencapai tangga asli yang telah digunakan secara umum.

Pada penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh (Zhang et al., 2014) yaitu penelitian tentang pembuatan kompor dengan mengintegrasikan *Customer Satisfaction Needs* (CSN), *House Of Quality* (HOQ), dan metode TRIZ, serta penggunaan *fuzzy* yang ditujukan untuk pengambilan keputusan terhadap beberapa atribut. Langkah pertama pada penelitian ini adalah identifikasi CSN, kemudian langkah kedua adalah proses identifikasi bagian ergonomis pada kompor tersebut, dan proses pembuatan HOQ. Kemudian langkah ketiga adalah proses pemecahan masalah dengan menggunakan TRIZ dengan menggunakan prinsip inventif. Kemudian langkah selanjutnya yaitu penggunaan *fuzzy* untuk proses evaluasi desain terutama dalam beberapa atribut tertentu. Kelebihan dari penelitian ini adalah, peneliti menggunakan pendekatan beberapa metode untuk menjadikan produk yang lebih baik.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Chou J. R., 2014) dengan tujuan awal untuk membuat sebuah pengembangan produk baru. Yaitu pembuatan produk pelembab udara, pada proses klarifikasi dan identifikasi potensi masalah yang berada pada produk pelembab

udara yang sebelumnya akan menggunakan metode TRIZ, metode TRIZ juga digunakan untuk menghasilkan ide – ide produk baru. Dari spesifikasi yang didapatkan dari metode TRIZ, terdapat beberapa variabel yang masih abu – abu dan tidak memiliki parameter yang jelas. Sehingga pada variabel *Novelty*, *Workability*, *Relevance*, dan *Specificity* akan dilakukan proses *fuzzy linguistic* sehingga menghasilkan nilai pasti untuk spesifikasi produk.

Penelitian oleh (Tama et al., 2015) dengan judul *Development of customer oriented product design using Kansei engineering and Kano model: Case study of ceramic souvenir* akan menggunakan dua metode, yaitu metode *Kansei Engineering* dan metode Kano. Metode Kansei tipe 1 akan digunakan untuk menerjemahkan persepsi kosumen menjadi desain elemen untuk prosuk souvenir keramik. Kemudian metode kano akan digunakan untuk melakukan uji statistik dan perhitungan terhadap elemen desain. Dengan menggunakan 40 responden dengan demografi yang berbeda-beda, didapatkan 21 kata kansei yang kemudian akan dilanjutkan dengan pemberian kuesioner SD. Setelah didapatkan klasifikasi dari setiap kategori untuk produk keramik, selanjutnya adalah penggunaan metode kano untuk mengetahui dampak dari pilihan pembelian konsumen terhadap produk keramik untuk 16 kata kansei yang valid dan reliabel. Setelah dilakukan pembuatan diagram kano, didapatkan spesifikasi souvenir keramik dengan bentuk parabola, dekorasi lapisan yang bertekstur, dan warna yang mengeblok secara penuh. Pada penelitian ini, spesifikasi produk sangat ditentukan oleh subjektivitas konsumen,.

Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh (Moldovan, 2013) dengan judul *QFD Employment for a New Prodct Design in a Mineral Water Company*, pada penelitian ini QFD akan digunakan untuk menerjemahkan keinginan konsumen yang akan digunakan oleh suatu perusahaan air minum dalam membuat varian baru dari minuman *softdrink*. Bagian pengembangan produk perusahaan melakukan riset pasar untuk mengetahui kebutuhan softdrink oleh konsumen, kemudian didapatkan 5 spesifikasi terkait rasa, *packaging* produk, dan komposisi. Kemudian keinginan konsumen ini dimasukkan kedalam HOQ, setelah itu *technical requirement* akan dibandingkan dengan keinginan konsumen. Langkah selanjutnya adalah membandingkan dengan produk pesaing dari 4 perusahaan pesaing. Tim pengembangan produk juga menerjemahkan perbandingan kebutuhan teknik dan kebutuhan

konsumen pada spesifikasi dari komposisi, rasa, dan *packaging* dari inovasi minuman *softdrink*. Setelah, tahap terakhir yaitu *action* maka akan diketahui spesifikasi bahan, kemudian terdapat beberapa pilihan ukuran, dan penggunaan komposisi yang natural. Pada penelitian ini, tidak diperlihatkan analisa statistik dari proses penggunaan QFD, dan spesifikasi minuman baru sangat ditentukan oleh subjektivitas konsumen.

Pada penelitian dengan judul *Product Design Improvement Of Water Dispenser Tap Using Triz Method* yang dilakukan oleh Mansor et al.. (2017). Penelitian ini bertujuan untuk menyelesaikan masalah pada dispenser air yaitu jatuhnya air dari lubang dispenser sesaat setelah *User* selesai menuangkan air dari dispenser, yaitu dengan menggunakan solusi *tap water*. Masalah yang hendak diselesaikan oleh peneliti adalah masalah pada air yang tumpah dan juga peneliti ingin solusi *water tap* mudah digunakan oleh *user*. Kemudian solusi yang dihasilkan dari penggunaan metode TRIZ adalah ditambahkan fitur *water dispenser taps* yang akan berfungsi untuk menghalangi aliran air setelah *user* mengoperasikan dispenser. *Water tap* ini akan bergeser secara otomatis segera setelah *user* tidak lagi menekan dispenser.

Penelitian selanjutnya yaitu oleh (Li et al., 2015) dengan judul *the User Research of Elderly People Entertainment Product Design Based on Kano Model and QFD Theory* pada penelitian ini, peneliti akan membuat sebuah inovasi permainan intertainment untuk orang lanjut usia, proses pengumpulan atribut konsumen dilakukan dengan menggunakan metode QFD, kemudian metode Kano akan digunakan untuk mengetahui analisa matriks sensitif untuk mengetahui atribut mana yang dapat memuaskan pengguna. Setelah dilakukan pengambilan dan pengolahan data, didapatkan atribut yang terpilih yaitu terdapat lampu berkedip, dapat memberikan fitur *sharing session*, memberikan tampilan gambar, terdapat fitur suara dari alat usulan, dan terdapat anotasi *flowchart*. Pada penelitian ini tidak terdapat uji statistik untuk data yang telah diambil dari pengguna, dan masih bersifat subjektif.

Berdasarkan penelitian – penelitian terdahulu dengan menggunakan metode TRIZ, QFD, Kano, dan *Kansei Engineering* dapat disimpulkan bahwa setiap metode memiliki ciri khas sendiri, dalam metode TRIZ sendiri memiliki tingkat objektif yang lebih tinggi karena setelah terdapat permasalahan dan keinginan konsumen, proses penyelesaian masalah akan

dibantu dengan menggunakan 40 *inventive principles* sehingga terdapat batasan dalam proses penyelesaian masalah. Akan tetapi hasil dari prinsip inventif yang berasal dari metode TRIZ terkadang masih merupakan solusi yang belum spesifik (Chou, 2014), maka dari itu pada beberapa penelitian dilakukan *fuzzy* dilakukan untuk membuat solusi menjadi lebih spesifik dan rinci. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah proses identifikasi masalah dengan menggunakan TRIZ bersama dengan atribut keinginan konsumen agar proses desain alat usulan juga mempertimbangkan atribut konsumen dalam proses pembuatannya, serta perbedaan pada objek yang diteliti yaitu alat panen manual daun kayu putih. Kemudian setelah mendapatkan hasil dari metode TRIZ, atribut yang masih bersifat abu-abu akan dicari spesifikasinya dengan menggunakan *Fuzzy Linguistic*. Diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan alat panen usulan yang mengatasi masalah serta merepresentasikan keinginan konsumen secara bersamaan.

Pada tabel 2.2 dibawah ini akan dijelaskan penelitian – penelitian yang menggunakan metode TRIZ dan penggunaan *Fuzzy*.

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu dengan Metode TRIZ

No.	Nama Pengarang	Objek Penelitian / Judul Penelitian	Metode
1.	Puspitarini et al. (2016)	<i>Designing A Sustainable Energy-harvesting Stairway: determining product specifications using TRIZ method</i>	TRIZ
2.	Zhang et al. (2011)	<i>Using integrated quality function deployment and theory of innovation problem solving approach for ergonomic product design</i>	TRIZ, QFD, <i>Fuzzy</i>
3.	Chou J. R. (2014)	<i>An ideation method for generating new product ideas using TRIZ,</i>	TRIZ, <i>Fuzzy Linguistic</i>

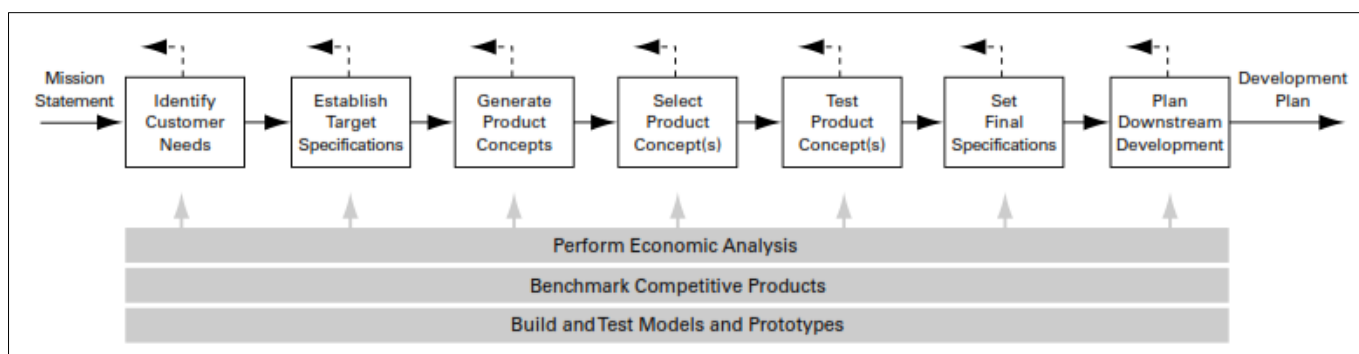
No.	Nama Pengarang	Objek Penelitian / Judul Penelitian	Metode
4.	Tama et al. (2015)	<i>concept mapping, and fuzzy linguistic evaluation techniques</i> <i>Development of customer oriented product design using Kansei engineering and Kano model: Case study of ceramic souvenir</i>	<i>Kansei Engineering, Kano Model</i>
5.	Moldovan, L. (2013)	<i>QFD Employment for a New Product Design in a Mineral Water Company</i>	QFD, HOQ
6.	Mansor et al. (2017)	<i>Product Design Improvement Of Water Dispenser Tap Using Triz Method</i>	TRIZ
7.	Li et al. (2015)	<i>User Research of Elderly People Entertainment Product Design Based on Kano Model and QFD Theory</i>	QFD, Kano model

2.2 Kajian Deduktif

2.2.1 Pengertian Desain Produk

Pada proses pengembangan produk sendiri sangat bergantung dengan kondisi pasar, produk yang dapat diterima dengan baik oleh pasar akan mendapatkan kesuksesan komersial, akan tetapi produk yang tidak diterima pasar akan mendapatkan sebaliknya. (Kettunen et al., 2015). Sehingga pada proses pengembangan produk, sangat diperlukan proses penyesuaian dengan kebutuhan pasar yang spesifik sehingga nantinya produk tersebut dapat diterima oleh masyarakat luas. Desain produk biasanya dimulai dengan proses *foccus grup* dengan pelanggan, yang dalam bahasa marketing sering disebut dengan segmentasi pasar (Ulrich dan Eppinger dalam Ulrich, 2011)

Menurut Wash et al., 1992 dalam (Kováč & Kováčová , 2012) mengatakan bahwa desain produk adalah aktivitas yang dimulai dengan identifikasi spesifikasi produk sesuai dengan pasar, yang dilanjutkan pada konsep desain dan *prototype* usulan. Kemudian dilanjutkan pada tahap desain produk baru, spesifikasi teknis, dan hal lain yang mendukung proses pengembangan produk. Pada pengembangan produk banyak faktor-faktor lain yang mempengaruhi sehingga proses alur pengembangan produk dibuat lebih terintegrasi, yaitu dengan menggunakan *front-end process*. (Ulrich & Eppinger, 2011) *Front-end process* sendiri dapat dijabarkan sebagai berikut.



Gambar 2. 1 *Front-End Process Pengembangan Produk*

1. *Identify Customer Need*

Tujuan pada tahapan ini adalah untuk memahami keinginan konsumen secara efektif dengan membangun komunikasi dengan tim pengembangan. *Output* yang akan didapatkan adalah pernyataan keinginan konsumen secara semi-terstruktur dan melakukan pembobotan untuk keinginan konsumen tersebut.

2. *Establishing Target Specifications*

Proses ini akan mengubah keinginan konsumen yang masih bersifat umum menjadi lebih spesifik dan menjadi spesifikasi teknis. Kemudian spesifikasi teknis akan disempurnakan agar dapat menyelesaikan kendala oleh pihak pengembang.

3. *Concept generation*

Tujuan pada tahapan ini adalah penelusuran konsep secara menyeluruh untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Pada proses ini juga tim pengembang akan melakukan riset eksternal dan juga penambahan ide kreatif dalam rangka untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Hasil dari tahap ini biasanya akan terlahir 10 hingga 20 konsep yang berbentuk deskriptif singkat.

4. *Concept selection*

Pemilihan konsep dari beberapa konsep yang telah disajikan sebelumnya. Proses ini akan melakukan eliminasi beberapa konsep sesuai dengan konsep kebutuhan konsumen dan konsep yang paling menjanjikan. Didalam proses ini akan dibutuhkan proses iterasi dan memulai pembuatan konsep tambahan.

5. *Concept testing*

Satu atau lebih konsep akan diuji pada tahap ini untuk mengetahui apakah konsep telah memenuhi kebutuhan konsumen, kemudian menilai potensi pasar dari konsep, serta melakukan identifikasi pada kekurangan yang dimiliki oleh konsep tersebut. Apabila respon konsumen negatif terhadap suatu konsep maka konsep ini akan dihapus.

6. *Setting final spesification*

Konsep yang telah ditetapkan akan diuji kembali oleh tim pengembang. Tim pengembang akan melakukan proses identifikasi pada pemodelan teknis, dan *trade-off* antara biaya dan kinerja.

7. *Project planning*

Pada tahap terakhir dari pengembangan konsep, tim pengembang akan membuat jadwal proses *prototyping* yang terperinci, dan merancang startagei agar proses *prototyping* berjalan dengan cepat, serta merancang kebutuhan sumber daya dalam proses pengembangan. Hasil utama dari *front-end process* adalah pernyataan misi produk, keinginan kosumen, perincian konsep produk yang dipilih, spesifikasi produk, analisis ekonomi prosuk, jadwal pengembangan serta daftar staff proyek dan anggaran.

8. *Economic analysis*

Tim pengembang akan membutuhkan analisis keuangan untuk membangun model ekonommi dari konsep, dan menyelesaikan *trade-off* yang bersifat spesifik.

9. *Benchmarking the competitive product*

Proses *benchmarking* dengan produk kompetitif dilakukan untuk mengetahui posisi produk di pasar dan juga dapat memberikan banyak ide untuk produk dan proses desian produk.

10. *Modeling and prototyping*

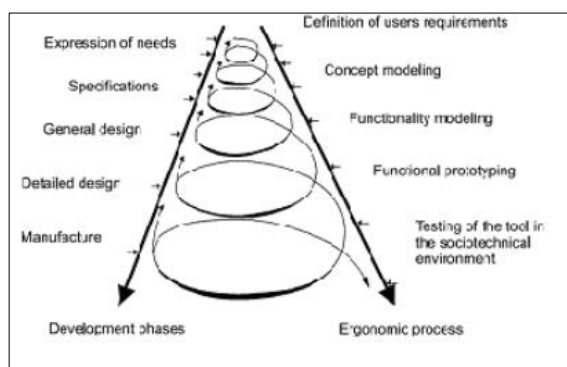
Proses prototyping dilakukan untuk melakukan evaluasi kelayakan, sisi ergonomi, dan bentuk dari model konsep.

2.2.2 Ergonomi & Desain Produk

Menurut (Tarwaka et al., 2004) Ergonomi adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyasikan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik. Menurut *Intrenational Ergonomic Association*. Ergonomi adalah sebuah disiplin ilmu yang berkaitan dengan interaksi antara manusia dan elemen lain pada suatu sistem, serta profesi yang menerapkan teori, prinsip, data, dan metode untuk merancang dan mengoptimalkan kesejahteraan manusia dan sistem pada sebuah lingkungan kerja. Menurut (Bridger, 2003) ergonomi merupakan ilmu yang mempelajari interaksi antara manusia dan mesin beserta faktor-faktor yang mempengaruhi interaksi tersebut. *International Labour Organisation* (ILO) mendefinisikan ergonomi sebagai penerapan ilmu biologi manusia atau ilmu rekayasa untuk mencapai penyesuaian yang saling menguntungkan antara pekerja dengan pekerjaannya secara optimal demi efisiensi dan kesejahteraan.

Berdasarkan beberapa pengertian ergonomi oleh lembaga-lembaga maupun peneliti diatas, dapat disimpulkan bahwa ergonomi merupakan suatu disiplin ilmu teantang interaksi antara manusia dan lingkungan kerja secara teori, prinsip, data, dan metode, yang digunakan untuk mencapai sebuah penyesuaian yang menguntungkan seorang pekerj pada pekerjaannya

secara efisien dan sejahtera. Sebuah prosedur desain akan membutuhkan beberapa bagian seperti pemasaraan, desain, dan manufaktur. Beserta jumlah fase yang berupa keinginan pelanggan, spesifikasi, desain umum produk, dan desain rinci produk. Pada gambar 2.2 dapat dilihat bahwa penggunaan teknik analisa fungsional dan *prototyping* akan memungkinkan proses integrasi dari setiap bagian untuk menyelesaikan proyek (Iqbal et al., 2011). Pada bagian akhir *prototyping* ergonomi juga dimasukkan sebagai alat untuk memastikan produk yang dirancang nyaman untuk digunakan. Oleh karena itu pada penelitian ini, penulis akan membuat sebuah desain usulan dari alat panen manual sabit yang memiliki sisi ergonomis, sehingga nyaman digunakan oleh pekrja serta mengurangi resiko dari *musculoskeletal disorders*.



Gambar 2. 2 **Model Spiral Proses Pengembangan secara Ergonomi**
Sumber : Laprie, 1996 dalam (iqbal et al., 2011)

2.2.5 Antropometri

Menurut (Wickens, et al., 2004), antropometri data digunakan untuk membuat tinggi perancangan, ruang, genggam, dan jangkauan pada sebuah tempat kerja atau desain produk untuk menghindari adanya bahaya pada tempat kerja. Data antropometri dapat diaplikasikan pada berbagai aspek sebagai berikut :

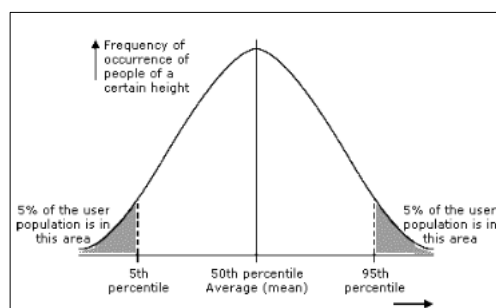
1. Desain area kerja (*work station*, interior mobil)
2. Desain alat kerja (*handtool*, mesin)

3. Desain barang konsumtif (baju, kursi, meja)

4. Desain lingkungan fisik

Pada proses pembuatan produk, terdapat dua dimensi yang dapat digunakan sebagai konstrain pada antropometri yaitu sebagai berikut : (Pheasant S. , 1988)

1. Dimensi ruangan. Pada proses desain sebuah workstation harus memiliki akses yang memadai untuk sirkulasinya. Contohnya pada pembuatan gagang, harus menggunakan ukuran yang cukup untuk jari-jari dan telapak tangan. Pada dimensi ruangan akan menentukan dimensi ukuran minimal yang dapat diterima oleh populasi. Pada dimensi ruangan biasanya akan digunakan persentil 95.
2. Dimensi jangkauan. Dimensi jangkauan merupakan batasan maksimum yang dapat diterima oleh objek. Pada dimensi jangkauan memiliki konstrain untuk anggota yang kecil dalam populasi, seperti pada penggunaan persentil 5. Distribusi untuk persentil 5 – 95 dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2. 3 **distribusi persentil 5th – 95th**

Manusia memiliki ukuran antropometri tubuh yang berbeda-beda, berikut ini merupakan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi variabilitas dari antropometri manusia. (Wickens et al., 2004)

1. Perbedaan usia

Anak-anak dan orang dewasa memiliki ukuran tubuh yang berbeda, struktur tubuh manusia akan berubah secara pesat mulai dari anak-anak hingga usia dewasa.

Penelitian mengatakan bahwa perawakan manusia akan mulai bertambah pada usia 20 sampai 25 tahun dan mulai berkurang pada usia 35 sampai 40, dan perempuan akan menunjukkan penurunan yang lebih signifikan.

2. Perbedaan jenis kelamin

Laki-laki dewasa lebih tinggi daripada perempuan dewasa, akan tetapi perempuan berusia 12 tahun rata-rata lebih tinggi dan lebih berat daripada laki-laki karena perempuan memiliki pertumbuhan maksimal pada usia 13 sampai 15 tahun (sekitar 2,5"/tahun), sedangkan laki-laki memiliki perkembangan maksimal pada usia 13 sampai 15 tahun (sekitar 2,7"/tahun). Perempuan akan berkembang hingga umur 17 tahun, sedangkan laki-laki berkembang hingga umur 20 tahun.

3. Perbedaan ras dan etnik

Ukuran dan proporsi seseorang akan bergantung pada ras dan etnik yang dimiliki. Contohnya, perawakan orang Jepang dan Amerika berbeda, orang Jepang lebih pendek daripada orang Amerika. Contoh lain pada penelitian di Amerika membuktikan bahwa laki-laki berkulit hitam memiliki tangan dan kaki yang lebih panjang daripada laki-laki berkulit putih.

4. Perbedaan pekerjaan

Jenis pekerjaan akan mempengaruhi ukuran dan dimensi tubuh seseorang. Seorang penari balet akan memiliki tubuh yang lebih kurus dibandingkan dengan orang biasa. Pemain basket akan memiliki tinggi tubuh yang di atas rata-rata orang biasa. Data yang ada menunjukkan bahwa pengemudi truk akan lebih tinggi dan berat dibandingkan dengan rata-rata orang normal.

5. Perbedaan generasi

Perbedaan nutrisi dan lingkungan hidup dapat mempengaruhi perbedaan ukuran tubuh manusia.

6. Perbedaan harian yang bersifat sementara

Tubuh manusia akan berubah sampai 1 kg dalam satu hari dikarenakan perbedaan konsentrasi air dalam tubuh. Tinggi manusia dapat berkurang hingga 5 cm di akhir hari, kebanyakan dikarenakan tekanan gravitasi pada postur tubuh seseorang dan ketebalan dari *spinal disk*.

2.2.6 Hand Tool Design Guidelines

Menurut DEA (*Design and Enviromental Analysis*) Universitas Cornell, Bentuk alat untuk menghindari penyimpangan pergelangan tangan yang ekstrim adalah sebagai berikut:

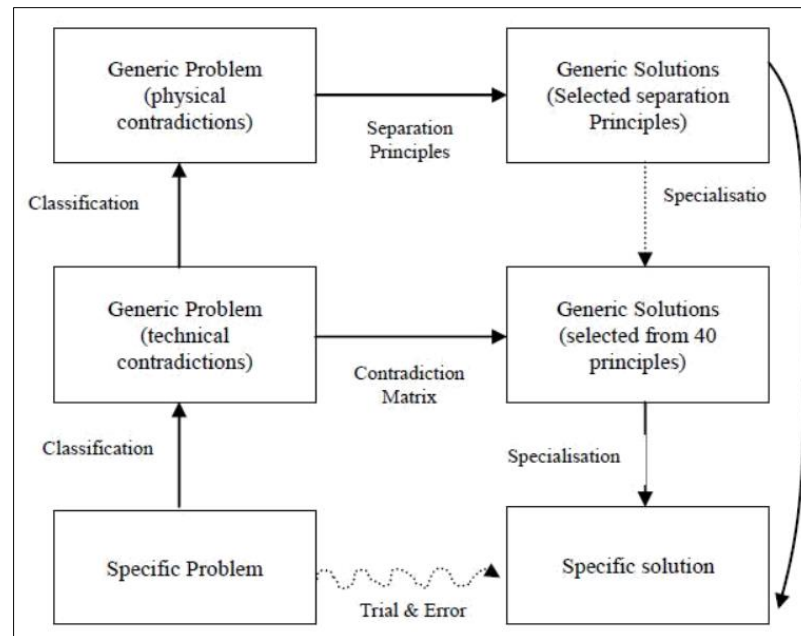
- a. Membiarkan tangan dan lengan bawah tetap sejajar saat penggunaan tenaga yang memaksa memerlukan desain pegangan khusus seperti:
 1. Lekukan pada *Tool Handle* - Akan efektif dalam mengurangi adanya gangguan pergelangan tangan pada pengguna.
 2. *Handle Pistol* vs desain *Cylindrical grip* - Terutama berlaku untuk perkakas tangan yang memiliki tenaga bermotor. Di sini proses mendorong torsi alat membuat tangan pekerja terkena getaran dan kekutan genggamannya berkurang kecuali tangan pekerja yang mencengkram dengan kuat. Setiap penyimpangan pergelangan tangan menyebabkan peningkatan resiko cedera secara signifikan. Alat dengan gagang berbentuk pistol memungkinkan kontrol lebih besar dengan sedikit penyisipan dan pergelangan tangan.
- b. Bentuk alat untuk menghindari gerakan abduksi - Jika alat membutuhkan perputaran pergelangan tangan yang ekstrim, reaksi yang biasa dilakukan adalah mengangkat lengan untuk mengurangi tegangan pergelangan tangan. Menjaga lengan sedekat mungkin dengan tubuh bisa meminimalkan kelelahan.
- c. Bentuk pagangan alat yang nyaman- Sedikit kontur pegangan atau pegangan yang nyaman dapat meningkatkan kenyamanan dan mengurangi selip di tangan yang berkeringat. Pegangan yang lebih panjang membantu menyalurkan kekuatan pada jari. Pegangan yang mulus untuk alat yang memerlukan rotasi pergelangan tangan harus dihindari karena meningkatnya risiko kerusakan pergelangan tangan karena gerakan rotasi. Pegangan tangan mengurangi kekuatan yang dibutuhkan. untuk mencengkram alat
 1. Untuk alat dengan cengkraman yang kuat - pastikan alat itu bisa dicengkram oleh pria dan wanita, mulai jarak pegangan tidak terlalu besar, dan kekuatan tidak terkonsentrasi pada beberapa jari atau pusat telapak tangan.
 2. Keterbatasan Anatomi - adalah lokasi nervus medianus, arteri, synovium untuk tendon flektor jari langsung di bawah kulit telapak tangan.

- d. Berat *handtool* - Efek alat berat dapat memperparah tekanan otot yang diperlukan untuk menahan posisi dan menstabilkan alat secara tepat selama penggunaan. Penggunaan sandaran, fitur yang mendukung, pegangan tangan yang sesuai, dan lain-lain dapat membantu mengurangi tenaga yang dibutuhkan untuk menggunakan alat berat.
- e. Alat Tangan Kanan vs Tangan Kiri - mencoba untuk merancang alat yang dapat dioperasikan kedua tangan. Bila alat hanya dapat digunakan oleh dominan kanan, pegawai yang memiliki tangan dominan kiri memiliki berisiko tinggi mengalami cedera. Orang kidal 5 kali lebih mungkin menderita cedera ketika menggunakan alat yang hanya dapat digunakan dominan tangan kanan.

2.2.7 TRIZ

TRIZ adalah akronim yang berasal dari bahasa Rusia yaitu *Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadach* yang dalam bahasa Inggris berarti *Theory of Inventive Problem Solving*. TRIZ merupakan kombinasi dari beberapa disiplin ilmu pengetahuan yaitu ilmu pengetahuan yang mempelajari alam (biologi, fisika, kimia, dll), ilmu pengetahuan yang mempelajari kebiasaan dan kehidupan manusia dalam bermasyarakat (psikologi dan sosiologi) dan ilmu pengetahuan yang mempelajari objek buatan (teknik rekayasa, desain, *root cause*, dll) (Domb, & Rantanen, 2002). TRIZ adalah metode pemecahan masalah berdasarkan logika, data, dan penelitian. Metode ini mengacu pada pengetahuan paten masa lalu dan kecerdasan ribuan insinyur dan desainer untuk mempercepat pemecahan masalah secara kreatif. TRIZ memiliki fitur yang berulang dan dapat diprediksi. TRIZ digunakan untuk memecahkan masalah dengan pendekatan terstruktur dan algoritmik. (Choo et al., 2011)

Adapun prosedur dari penggunaan metode TRIZ dapat dilihat pada gambar 2.1 di bawah ini:



Gambar 2. 4 *TRIZ Problem Solving Steps*

Sumber: (Stratton & Mann, 2001)

2.2.8 39 Parameter Sistem

Parameter sistem berisi 39 *standart technical characteristic* (karakter-karakter standar bersifat teknik) yang digunakan untuk mempermudah pengguna dalam menemukan faktor-faktor yang dapat menimbulkan kontradiksi. Dalam penentuan parameter akan muncul konflik permasalahan dalam sistem dan objek sehingga menghasilkan *improving parameters* dan *worsening parameters*.

Tabel 2. 3 39 Parameter TRIZ

No.	Parameter System
1.	Berat objek bergerak (<i>Weight of moving object</i>)
2.	Berat objek tak bergerak (<i>Weight of stationary object</i>)
3.	Panjang objek bergerak (<i>Length or angle of moving object</i>)
4.	Panjang objek tak bergerak (<i>Length or angle of stationary object</i>)
5.	Luas objek bergerak (<i>Area of moving object</i>)

No.	<i>Parameter System</i>
6.	Luas objek tak bergerak (<i>Area of stationary object</i>)
7.	Volume objek bergerak (<i>Volume of moving object</i>)
8.	Volume objek tak bergerak (<i>Volume of stationary object</i>)
9.	Kecepatan (<i>Speed</i>)
10.	Daya (<i>Force a.k.a torque</i>)
11.	Tekanan (<i>Stress/pressure</i>)
12.	Bentuk (<i>Shape</i>)
13.	Kestabilan (<i>Stability of the object's composition</i>)
14.	Kekuatan (<i>Strength</i>)
15.	Ketahanan objek bergerak (<i>Duration of action of moving object</i>)
16.	Ketahanan objek tak bergerak (<i>Duration of action of stationary object</i>)
17.	Suhu (<i>Temperature</i>)
18.	Kecerahan (<i>Illumination intensity</i>)
19.	Tenaga yang digunakan oleh objek bergerak (<i>Use of energy by moving object</i>)
20.	Tenaga yang digunakan oleh objek tak bergerak (<i>Use of energy by stationary object</i>)
21.	Tenaga (<i>Power</i>)
22.	Pengurangan tenaga (<i>Loss of energy</i>)
23.	Pengurangan bahan (<i>Loss of substance</i>)
24.	Pengurangan informasi (<i>Loss of information</i>)
25.	Pengurangan waktu (<i>Loss of time</i>)
26.	Kuantitas bahan (<i>Quantity of substance</i>)
27.	Keandalan (<i>Reliability/robustness</i>)
28.	Ketepatan pengukuran (<i>Measurement accuracy</i>)
29.	Ketepatan manufaktur (<i>Manufacturing precision</i>)
30.	Objek yang terkena dampak berbahaya (<i>Object affected harmful factors</i>)
31.	Objek yang menghasilkan dampak berbahaya (<i>Object generated harmful factors</i>)
32.	Mudah dalam manufaktur (<i>Ease of manufacture</i>)
33.	Mudah dalam penggunaan (<i>Ease of operation</i>)
34.	Kemampuan untuk dapat diperbaiki (<i>Repairability</i>)
35.	Kemampuan untuk dapat beradaptasi (<i>Adaptability or versatility</i>)
36.	Kekompleksan piranti (<i>Device complexity</i>)
37.	Sulit untuk dideteksi dan diukur (<i>Difficulty of detecting and measuring</i>)
38.	Tahap automasi (<i>Extent of automation</i>)

No.	Parameter System
39.	Produktivitas (<i>Productivity</i>)

Sumber: (Chen & Liu, 2001)

2.2.9 Matriks Kontradiksi

Matriks kontradiksi Altshuller (*TRIZ contradiction matrix*) merupakan tabel yang terdiri dari 39 elemen horisontal (*improving feature/improved attribute*), 39 elemen vertikal (*worsening feature/deteriorated attribute*) dan 40 *inventive principles*. Setelah *improving parameters* dan *worsening parameters* teridentifikasi, maka langkah selanjutnya adalah mencari kontradiksi desain antara dua parameter kinerja dapat diselesaikan dengan menggunakan matriks kontradiksi untuk menghasilkan solusi potential *inventive principles* (Altshuller, 2002).

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. 5 Matriks Kontradiksi TRIZ

Sumber: (Rivin, 2005)

2.2.10 TRIZ Inventive principles

40 *Inventive principles* dalam TRIZ bertujuan memberikan solusi-solusi untuk mengatasi kontradiksi yang terjadi antar 2 parameter karakteristik yang saling berlawanan. Prinsip ini merupakan hal yang utama dalam menghilangkan kontradiksi yang terjadi akibat perubahan suatu karekteristik yang diinginkan. Tabel 2.4 berikut menunjukkan 40 *inventive principles* yang ada dalam TRIZ.

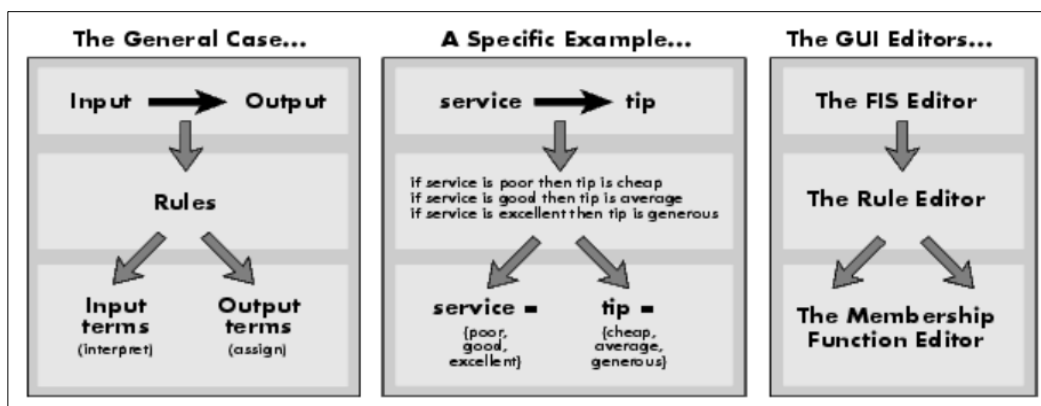
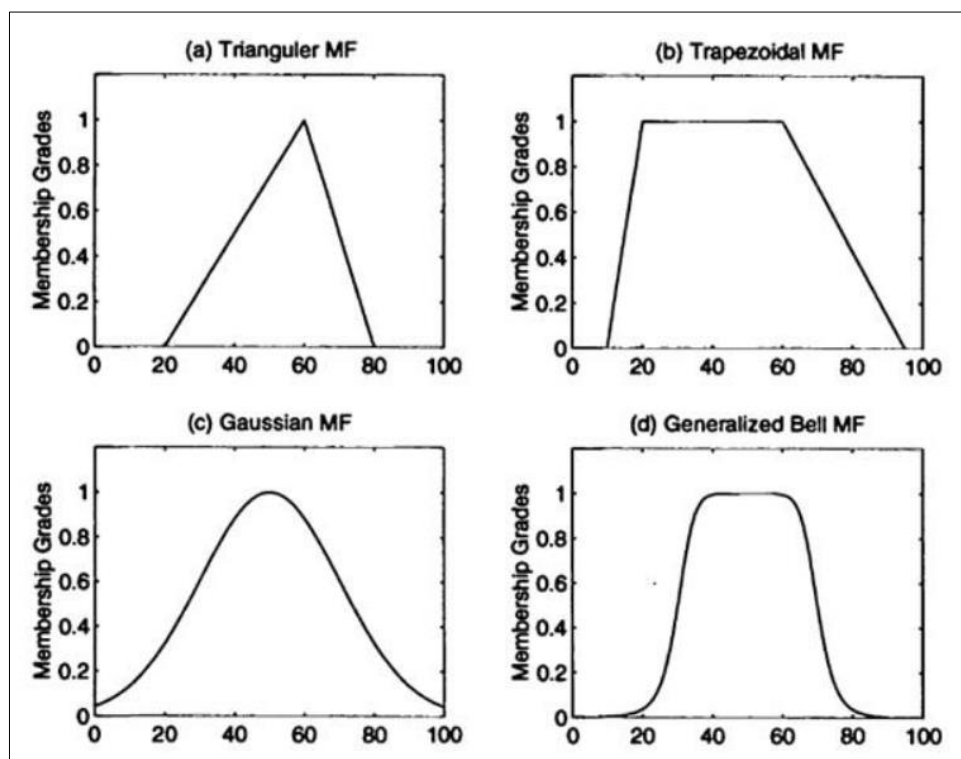
Tabel 2. 4 40 TRIZ Inventive Principle

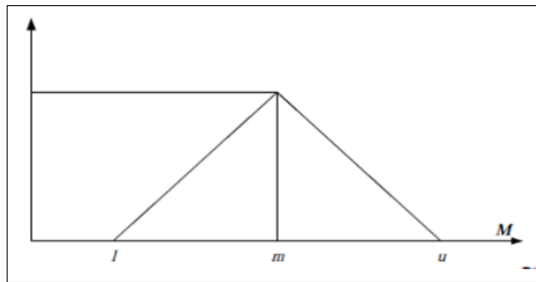
40 TRIZ Inventive principles			
1.	<i>Segmentation</i>	21.	<i>Skipping</i>
2.	<i>Taking out</i>	22.	<i>“Blessing in disguise” or “Turn lemons into lemonade”</i>
3.	<i>Local quality</i>	23.	<i>Feedback</i>
4.	<i>Asymmetry</i>	24.	<i>Intermediary</i>
5.	<i>Merging</i>	25.	<i>Self service</i>
6.	<i>Universality</i>	26.	<i>Copying</i>
7.	<i>Nested doll</i>	27.	<i>Cheap short – living objects</i>
8.	<i>Anti weight</i>	28.	<i>Mechanics substitution</i>
9.	<i>Preliminary anti</i>	29.	<i>Pneumatic and Hidraulics (Intangability)</i>
10.	<i>Preliminary action</i>	30.	<i>Flexible shells and thin films</i>
11.	<i>Beforehand cushioning</i>	31.	<i>Porous materials</i>
12.	<i>Equipotentiality</i>	32.	<i>Color changes</i>
13.	<i>The other way round</i>	33.	<i>Homogenity</i>
14.	<i>Spheroidality</i>	34.	<i>Discarding an recovering</i>
15.	<i>Dynamics</i>	35.	<i>Parameter changes</i>
16.	<i>Partial or excessive action</i>	36.	<i>Phase transition</i>
17.	<i>Another dimensions</i>	37.	<i>Thermal expansion (Strategic expansions)</i>
18.	<i>Mechanical vibration</i>	38.	<i>Strong oxidants (Boosted interaction)</i>
19.	<i>Periodic action</i>	39.	<i>Inert atmosphere</i>
20.	<i>Continuity of useful action</i>	40.	<i>Composite material</i>

2.2.11 Teori Himpunan *Fuzzy*

Teori himpunan *fuzzy* adalah metode yang digunakan untuk mengatasi ketidakpastian. Logika *fuzzy* menyediakan alat yang mampu menangkap informasi yang kabur, umumnya dijelaskan dalam bahasa alami, dan mengubahnya menjadi format numerik pada fungsi keanggotaan (Li et al., 2017). Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* merupakan generalisasi fungsi indikator pada perangkat klasik. Dalam logika *fuzzy*, hal tersebut mewakili tingkat kebenaran sebagai perpanjangan penilaian. Hal ini dapat dinyatakan dalam bentuk kurva yang mendefinisikan bagaimana setiap titik pada ruang *input* dipetakan ke nilai keanggotaan (atau tingkat keanggotaan) antara 0 dan 1, tingkat abu-abu dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep ketidakpastian sebagai "sedikit", "dapat ditoleransi", dan "sangat" (Khoiruddin dalam Soewardi & Nasution, 2016). Tingkat variabel linguistik dapat ditentukan dengan metode tertentu (Hiwarkar & Iyes, 2013). Himpunan *fuzzy* juga dapat memiliki banyak bentuk (kurva segitiga, trapesium dan lonceng) (Wang dalam Li et al., 2017).

Sistem Inferensi *Fuzzy* secara konseptual sangat sederhana. Mereka terdiri dari *input*, proses, dan *output* (Blej & Azizi, 2016). Tujuan utama dari logika *fuzzy* adalah memetakan ruang *input* ke ruang *output*, dan mekanisme utama untuk melakukan ini adalah daftar pernyataan *if-then* yang disebut aturan. Semua aturan dievaluasi secara paralel, dan terdapat aturan tidak penting. Pada tahap pemrosesan, setiap aturan spesifik dipanggil dan hasil yang sesuai dihasilkan (Blej & Azizi, 2016). Hasilnya akan digabungkan sehingga diberikan sebagai *input* ke tahap *output*. Pada tahap *output*, hasil gabungan diubah kembali menjadi nilai spesifik (Lie-Xin dalam Blej & Azizi, 2016). Berikut ini (lihat gambar 2.6 dan gambar 2.7) adalah visualisasi dari sistem kerja *fuzzy*:

Gambar 2. 6 *Fuzzy Interference System*Gambar 2. 7 *Fungsi Keanggotaan Fuzzy*



Gambar 2. 8 *Fuzzy Triangular Number*

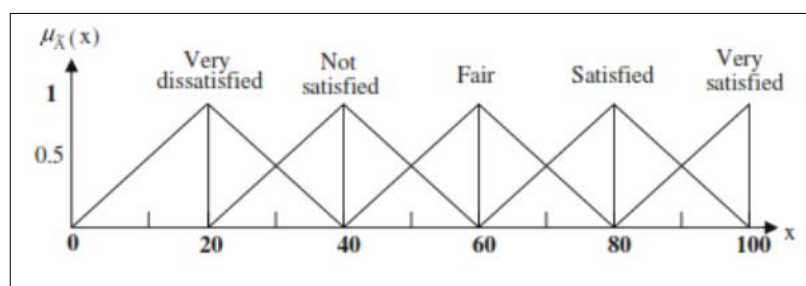
Pada gambar 2.8 di atas, merupakan *fuzzy* bilangan segitiga yang mana ditentukan dengan 3 poin sebagai interval yaitu l , m dan n . parameter-parameter tersebut menunjukkan kemungkinan nilai terkecil, nilai yang paling menjanjikan dan nilai paling tinggi yang mungkin adalm suatu atribut. Berikut ini adalah rumus dari himpunan *fuzzy* di atas:

$$\mu\left(\frac{x}{\bar{M}}\right) = \begin{cases} 0, & x < l \\ \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m, \\ \frac{u-x}{u-m} & m \leq x \leq u, \\ 0, & x > u \end{cases} \quad (2.1)$$

Pada penelitian ini, terdapat atribut konsumen yang masih sangat bersifat subjektif dan tidak memiliki spesifikasi nilai yang pasti, maka *fuzzy linguistic* digunakan untuk menentukan nilai-nilai spesifik dari yang sebelumnya masih bersifat abu-abu. Nilai-nilai dalam bentuk Bahasa atau *linguistic* tersebut akan dikonversikan kedalam bilangan *fuzzy* dan dibuat fungsi keanggotaannya berdasarkan *expert judgement*.

2.2.12 Variabel Fuzzy Linguistic

Variabel linguistik adalah variabel dimana nilai berupa kata atau kalimat di alam atau buatan. Zhang (1992) mengembangkan konsep dasar dan teorema integral *fuzzy* bilangan *fuzzy* bernilai pada himpunan *fuzzy*. Variabel linguistik merupakan konsep penting dalam logika *fuzzy* dan memainkan peran kunci dalam penerapannya, terutama pada sistem pakar *fuzzy*. Misalnya, ungkapan (sangat panas atau hangat) dan agak dingin terdiri dari istilah panas, hangat dan dingin, bersamaan dengan pengubah *fuzzy* yang sangat dan sedikit. Ungkapan ini digunakan saat mendefinisikan nilai *fuzzy*, konsep *fuzzy* spesifik yang sesuai untuk masalah yang dihadapi (lihat gambar 2.6).



Gambar 2. 9 Contoh Variabel Linguistik dari Atribut Kepuasan

(Wu et al., 2009) juga menjelaskan dalam penelitiannya bahwa kumpulan semantik dirancang untuk mengumpulkan tanggapan orang yang diwawancarai terhadap setiap pertanyaan seperti ditunjukkan pada Tabel 2.5 di bawah ini.

Tabel 2. 5 Varabel Bilangan Fuzzy Segitiga

<i>Fuzzy Number</i>	<i>Linguistic Scale</i>	<i>Corresponding Triangular Fuzzy Numbers</i>	<i>The Inverse of The Corresponding Triangular Fuzzy Numbers</i>
1	<i>Equal importance</i>	1, 1, 1	1, 1, 1
3	<i>Moderate importance</i>	1, 3, 5	1/5, 1/3, 1

<i>Fuzzy Number</i>	<i>Linguistic Scale</i>	<i>Corresponding Triangular Fuzzy Numbers</i>	<i>The Inverse of The Corresponding Triangular Fuzzy Numbers</i>
5	<i>Strong importance</i>	3, 5, 7	1/7, 1/5, 1/3
7	<i>Very strong importance</i>	5, 7, 9	1/9, 1/7, 1/5
9	<i>Demonstrated importance</i>	7, 9, 9	1/9, 1/9, 1/7
2, 4, 6, 8	<i>Intermediate value between two adjacent judgements</i>	2, 2, 4	1/4, 1/2, 1/2
		2, 4, 6	1/6, 1/4, 1/2
		4, 6, 8	1/8, 1/6, 1/4
		6, 8, 8	1/8, 1/8, 1/6

(Sumber: Mont *et al.* & Hsieh *et al.* dalam Wu *et al.*, 2009)

Setiap *membership function* (skala bilangan *fuzzy*) didefinisikan oleh tiga parameter *Triangular Fuzzy Number* (TFN) simetris, titik kiri, titik tengah dan titik kanan pada interval dimana fungsi didefinisikan dengan interval. Penggunaan variabel *linguistic* di sini dimaksudkan untuk menilai prioritas yang diberikan oleh para pengambil keputusan pada kuesioner pembobotan untuk setiap atribut konsumen. Bilangan *random* digunakan untuk mewakili variabel linguistik atribut konsumen. Bilangan *fuzzy* bisa memiliki berbagai bentuk. Dalam aplikasi praktis, untuk kesederhanaan, bentuk fungsi keanggotaan segitiga atau trapesium digunakan paling sering untuk merepresentasikan bilangan *fuzzy*.