

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

### 2.1. Tinjauan Pustaka

Sebelum ini sudah banyak penelitian tentang perbaikan kualitas suatu produk dengan cara mendesain produk. Penelitian tersebut berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan saat ini. Oleh sebab itu penelitian yang telah dilakukan sangat membantu penelitian saat ini agar mendapatkan solusi yang terbaik. Berikut adalah ringkasan dari beberapa jurnal penelitian yang telah dilakukan.

Haryono dan Choirul (2014), melakukan penelitian dengan permasalahan merancang produk alas kaki yang nyaman agar konsumen merasa puas dengan alas kaki tersebut, permasalahan ini dipecahkan dengan metode kaisen dan kano. Hasil penelitian ini adalah harapan konsumen terhadap alas kaki adalah nyaman, empuk, unik, halus, mewah, berwarna, ringan, aman, kuat, modern, awet, bermotif, kasual, elegan, murah, *sporty*, menarik, *usable*, tidak licin dan proposional.

Luh dan Hariastuti (2011), melakukan penelitian studi kasus pada usaha Gadukan Surabaya yang bertujuan untuk menentukan kriteria atribut kepuasan konsumen yang digunakan untuk dasar perancangan dan menentukan kriteria dimensi konsep desain inovasi produk. Penelitian ini menggunakan metode *House of Quality* (HOQ) dengan hasil penelitian yaitu terdapat 4 faktor kualitas utama (kualitas bahan baku, rancangan desain produk yang diusulkan, faktor warna dan proses produksi dalam menjahit).

Mitchell dan Kovach (2015), melakukan penelitian studi kasus pada sebuah organisasi jasa transportasi laut anak perusahaan Negara besar di AS. Permasalahan yang dihadapi dalam penelitian ini adalah sering terjadinya kebingungan dalam memberikan informasi pergerakan pemasok dan belum mengetahui cara menggunakan *software SharePoint*. Metode yang digunakan untuk memecahkan masalah ini adalah *Desain For Six Sigma* (DFSS) dengan hasil penelitian adalah manajemen merasa sangat puas sebab semua informasi pergerakan pemasok dapat diakses dengan mudah.

Kozio dan Derlukiewicz (2012), melakukan penelitian untuk merancang proses konstruksi agar mendapatkan kualitas yang lebih baik lagi dengan menggunakan

metode *Design For Six Sigma* (DFSS). Hasil dari penelitian ini adalah produk memiliki kualitas yang tinggi, pelanggan merasa puas, permintaan lebih besar, peningkatan penjualan dan adanya peningkatan pendapatan dengan biaya yang lebih rendah.

Hu dkk (2014), melakukan penelitian untuk mengatasi masalah desain inovasi produk dengan menggunakan kombinasi metode kreatif (AC, BS, TRIZ, QFD, RT) dan DFSS. Metode ini dibuktikan dengan mengambil studi kasus inovasi desain pencahayaan dan hasil yang didapat adalah dapat memberikan desain yang inovatif.

Huang dkk (2010), melakukan penelitian untuk memperbaiki kualitas produk kamera dengan metode DMADV dengan bantuan diagram pareto dan diagram sebab akibat. Hasil dari penelitian ini adalah produk kamera dapat diperbaiki dengan metode DMADV dengan memperbaiki solder manual

Setelah membandingkan jurnal penelitian diatas disimpulkan bahwa untuk menyelesaikan permasalahan pada perusahaan Sarico Food, mahasiswa akan menggunakan metode *Design For Six Sigma* (DFSS) dengan fase DMADV karena metode ini akan membantu perusahaan dalam mengembangkan produk maupun membuat produk baru. *Tools* yang digunakan pada fase *define* adalah SIPOC dan VOC, pada fase *measure* adalah QFD dan CTQ, pada fase *analyze* adalah TRIZ, pada fase *design* adalah tidak menggunakan *tools* sebab dengan QFD dan TRIZ sudah detail dan pada fase *verify* menggunakan cara kuesioner kepuasan terhadap produk yang sudah di desain.

## 2.2. Dasar Teori

### 2.2.1. Teori Kualitas

Kualitas sangat penting untuk perusahaan manufaktur maupun perusahaan jasa. Semakin kualitas yang diberikan mendekati keinginan konsumen, maka semakin banyak konsumen yang akan memilih untuk membeli produk atau jasa perusahaan tersebut. Beberapa ahli telah mendefinisikan arti kualitas produk (Dita dkk, 2016),

1. Menurut Kotler dan Armstrong, kualitas adalah fungsi yang dimiliki oleh produk tersebut yang dapat memenuhi kebutuhan pelanggan.
2. Menurut Kotler dan Keller, kualitas adalah produk maupun jasa yang telah memenuhi atau melebihi keinginan pelanggan.

### 2.2.2. Pengertian *Six Sigma*

Pertama kali *Six Sigma* terapkan oleh perusahaan Motorola, pada tahun 1984 karyawan Motorola menerapkan *Six Sigma* sebagai proses bisnis. Pada tahun 1988 Motorola mendapatkan penghargaan Kualitas Nasional *Malcolm Baldrige* sebagai pencapaian yang dikarenakan menerapkan *Six Sigma*.

*Six Sigma* adalah sebuah alat yang berfokuskan untuk mengendalikan kualitas dengan cara mengulas sistem produksi secara menyeluruh. Tujuan *Six Sigma* yaitu menghilangkan terjadinya cacat, mengurangi waktu produksi, dan mengurangi biaya. *Six Sigma* akan membantu perusahaan untuk meningkatkan kepuasan pelanggan dengan cara memberikan kualitas yang memuaskan pelanggan.

*Six Sigma* memiliki 5 fase yang disebut fase DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Pengertian tiap-tiap fase tersebut yaitu: (Sleeper, 2006)

#### a. *Define* (penetapan)

Membentuk tim yang beranggotakan dari berbagai departemen yang berkaitan dengan permasalahan. Tim yang telah dibentuk akan mengidentifikasi matriks untuk menilai dampak dari data masa lalu dan mendokumentasi perbaikan yang telah dilakukan. *Tools* yang digunakan dalam fase ini adalah *Brainstorming* untuk menghasilkan ide dalam waktu singkat dan diagram SIPOC (*Supplier Input, Process, Output, Customer*) untuk menentukan proses yang mempengaruhi kepuasan konsumen.

b. *Measure* (pengukuran)

Tim yang telah dibentuk mempelajari proses, melakukan pengukuran yang terkait dengan masalah, dan mengidentifikasi penyebab masalah. *Tools* yang digunakan dalam fase ini adalah *Value Stream Map* untuk menggambarkan semua aliran dalam proses agar dapat menemukan pemborosan dan *value add and non value add analysis* untuk menemukan dan menghilangkan proses yang tidak dibutuhkan beserta memberikan nilai tambah.

c. *Analyze* (analisis)

Tim menentukan penyebab masalah yang ada, menentukan cara untuk memperbaiki proses dan menghitung keuntungan yang diharapkan dari perbaikan. *Tools* yang digunakan dalam fase ini adalah *Cause and Effect Diagram* untuk menyatukan ide yang telah didapat dan *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) untuk menemukan penyebab kegagalan agar dapat memperkecil terjadinya kegagalan tersebut.

d. *Improve* (peningkatan)

Tim melakukan perbaikan dengan menggunakan matriks yang telah dibuat dan memantau proses agar sesuai dengan harapan.

e. *Control* (kontrol)

Tim menerapkan metode untuk mengendalikan proses yang telah dapat mengatasi permasalahan yang ada.

### **2.2.3. Design For Six Sigma**

DFSS (*Design For Six Sigma*) berfungsi untuk membantu dalam pengembangan produk dan menciptakan produk baru yang memenuhi kualitas pelanggan dalam segi kinerja, kualitas, keandalan dan biaya. DFSS memiliki 2 macam fase yaitu fase yang disebut PIDOV dan fase yang disebut DMADV. Fase yang terdapat pada PIDOV adalah *plan, identify, design, optimize* dan *validate*. Fase yang ada pada DMADV adalah *define, measure, analyze, design, dan verify*. Pengertian tiap-tiap fase DMADV yaitu (Sleeper, 2006):

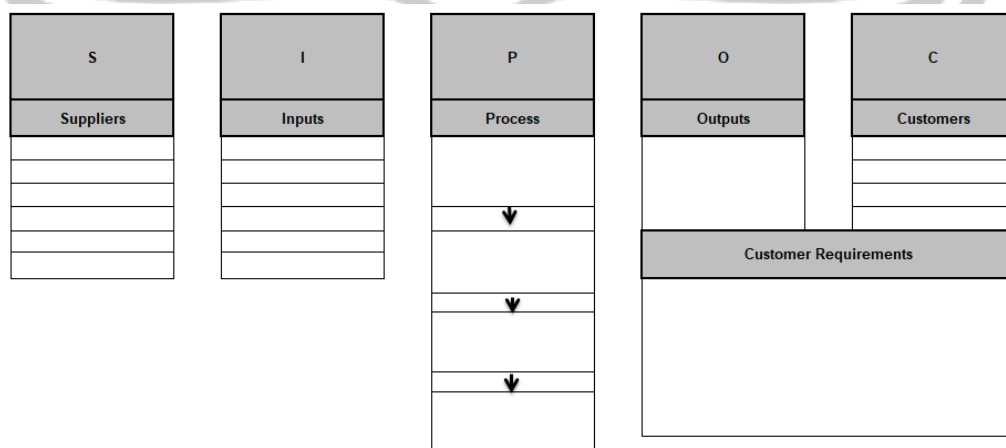
a. *Define* (definisi)

Mengidentifikasi tujuan yang akan dicapai. *Tools* yang dapat digunakan pada fase ini adalah *voice of customers* (VOC), *kano analysis*, SIPOC dan lain-lain.

- b. *Measure* (mengukur)  
Mengukur dan menentukan kriteria kualitas yang diinginkan konsumen. *Tools* yang dapat digunakan pada fase ini adalah *critical to quality* (CTQ), , *quality function deployment* (QFD), kuesioner, dan lain-lain.
- c. *Analyze* (analisis)  
Menganalisis proses yang harus diperbaiki untuk mencapai kriteria yang ditentukan. *Tools* yang dapat digunakan pada fase ini adalah TRIZ, *process simulation*, *benchmarking* dan lain-lain.
- d. *Design* (merancang)  
Merancang proses untuk mencapai kriteria yang ditentukan. *Tools* yang dapat digunakan pada fase ini adalah *failure mode and effects analysis* (FMEA), *design of experiences* (DOE), design review, *implementation plan*, dan lain-lain.
- e. *Verify* (memverifikasi)  
Memverifikasi kemampuan untuk memenuhi kriteria yang ditentukan. *Tools* yang dapat digunakan pada fase ini adalah *statistics process control* (SPC), kuesioner, *response planning*, *process managemen*, dan lain-lain.

**2.2.4. SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*)**

SIPOC adalah *tools* yang berguna untuk menggambarkan proses bisnis secara jelas dari supplier hingga customer dengan bantuan diagram SIPOC. Gambar 2.1. adalah contoh diagram SIPOC.



**Gambar 2.1 Diagram SIPOC**

*Supplier* adalah penyedia *input*. *Input* adalah segala sesuatu yang dibutuhkan untuk melakukan *process*. *Process* adalah langkah-langkah yang dibutuhkan untuk mengubah *input* menjadi *output*. *Output* adalah barang atau jasa yang dihasilkan melalui *process* untuk dijual kepada *customer*. *Customer* adalah penerima *output* dengan cara membeli *output*. (Yang & El-haik, 2013)

#### **2.2.5. Voice Of Customer (VOC)**

*Voice of customer* adalah proses untuk mengetahui keinginan atau harapan konsumen pada sebuah produk maupun layanan. Berikut adalah beberapa teknik untuk mendapatkan VOC: (Taylor & Ranganathan, 2014)

- a. Wawancara secara langsung dengan pelanggan, teknik ini bertujuan untuk lebih dapat memahami keinginan pelanggan dan mengeratkan hubungan perusahaan dengan pelanggan.
- b. Group fokus yaitu membentuk kelompok yang terdiri dari berbagai pakar inovatif. Teknik ini berguna untuk menemukan cara memenuhi kebutuhan pelanggan.
- c. *Etnografi* adalah teknik menghabiskan waktu dengan pelanggan untuk memahami masalah dan aspek sehari-hari dalam menggunakan produk atau layanan kita.
- d. Survei dengan cara menanyakan pertanyaan yang spesifik. Teknik ini berguna untuk memahami lebih dalam pada area yang sedang diselidiki.

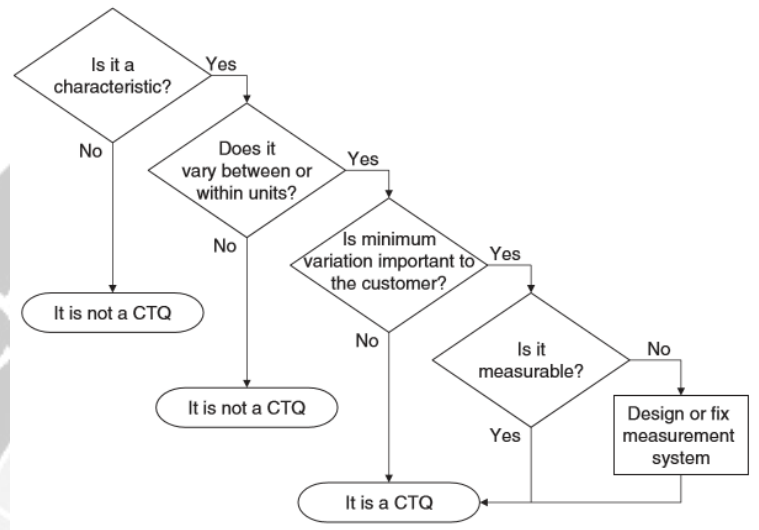
#### **2.2.6. CTQ (Critical To Quality)**

CTQ (*Critical To Quality*) berperan untuk mengetahui kriteria yang diinginkan oleh pelanggan. CTQ adalah karakteristik yang dijadikan fokus analisis, pemodelan dan verifikasi. Tahapan yang dilakukan dalam menerapkan CTQ antara lain:

- a. Mengidentifikasi kebutuhan terpenting yang dimiliki oleh produk atau jasa yang dihasilkan.
- b. Mengidentifikasi macam-macam karakteristik kualitas yang dimiliki oleh produk atau jasa yang dihasilkan.
- c. Mengidentifikasi standar performansi untuk tiap-tiap karakteristik kualitas untuk memenuhi kepuasan konsumen.

Jika pelanggan tidak merasakan adanya dampak pada karakteristik sampai melebihi batas toleransi tertentu, maka karakteristiknya bukanlah CTQ. Jika

pelanggan merasakan dampak negatif yang meningkat karena karakteristik bergerak lebih jauh dari nilai targetnya, maka karakteristiknya adalah CTQ. Diagram alir untuk menentukan bahwa karakteristik termasuk dalam CTQ atau tidak dapat dilihat pada gambar 2.2. (Sleeper, 2006)



**Gambar 2.2 Diagram Alir Penentuan Karakteristik CTQ**

Gambar 2.2. menyatakan bahwa penentuan karakteristik CTQ memiliki 5 tahap. Tahap pertama jika bukan karakteristik maka bukan CTQ, jika karakteristik masuk ke tahap kedua. Jika tidak memiliki variasi atau satuan maka bukan CTQ, jika memiliki variasi atau satuan maka masuk tahap ketiga. Jika tidak penting bagi pelanggan maka termasuk CTQ, jika penting bagi pelanggan maka masuk ke tahap 4. Jika terukur maka termasuk CTQ, jika tidak terukur maka masuk ke tahap kelima. Merancang atau memperbaiki sistem pengukuran, termasuk CTQ.

### 2.2.7. Quality Function Deployment (QFD)

QFD adalah metode yang diperuntukkan untuk mencocokkan kebutuhan pelanggan dengan produk yang akan dijual. QFD didapatkan dari Hin Shitsu, Ki No, Ten Kai yang berarti mengatur strategi produk sesuai permintaan pelanggan. Peran pembeli sangatlah berarti, jika produk sudah di desain sebaik mungkin namun tidak ada pembeli maka akan sia-sia. Suara pelanggan sangat berarti untuk mendesain produk yang akan dijual. Berikut ini adalah prosedur menggunakan metode QFD: (Cross, 2000.)

- a. Mengidentifikasi kebutuhan pelanggan  
Pelanggan ditanyai secara mendalam tentang keinginannya dalam sebuah produk yang akan dibuat.
- b. Menentukan kepentingan relatif dari atribut  
Kepentingan atribut juga ditentukan oleh menurut pelanggan.
- c. Mengevaluasi atribut produk kompetitor  
Meminta pendapat pelanggan tentang penilaiannya terhadap produk kompetitor. Hal ini berguna untuk mendesain produk yang lebih baik dari kompetitor.
- d. Membuat matriks atribut produk  
Matriks atribut berisikan hasil tahap-tahap sebelumnya. Dalam membuat matriks dibutuhkan tim desain untuk membuat keinginan dan penilaian pelanggan menjadi karakter teknis dan mencari cara untuk memenuhi keinginan pelanggan.
- e. Menghubungkan antara karakteristik rekayasa dan atribut produk  
Tidak semua karakteristik rekayasa berhubungan dengan atribut produk, dan tidak semua karakteristik rekayasa yang berhubungan dengan atribut produk memiliki kekuatan hubungan yang sama. Untuk membedakan kekuatan hubungan tersebut diberikan angka yaitu angka 9 untuk hubungan yang sangat kuat, angka 3 untuk hubungan yang menengah dan angka 1 untuk hubungan yang lemah.
- f. Menghubungkan antara karakteristik rekayasa  
Biasanya antara karakteristik rekayasa memiliki hubungan dan ada juga yang tidak memiliki hubungan. Hubungan karakteristik rekayasa dibagi menjadi dua yaitu negatif dan positif.
- g. Menetapkan angka target untuk mencapai karakteristik rekayasa  
Tim desain menentukan target untuk mendapatkan produk yang lebih baik dari kompetitor, untuk menentukan target tim desain juga dapat melakukan wawancara pada pelanggan untuk menentukan target yang dapat di terima oleh pelanggan.
- h. Menghitung *relative weight in row*, *weight/importance in column*, dan *relative weight in column*.  
Hasil *weight/importance in column* digunakan untuk mendapatkan karakteristik kualitas yang diutamakan dalam mendesain produk.



Matriks yang digunakan pada QFD adalah *House of Quality* (HOQ), HOQ adalah matriks yang digunakan untuk mengubah VOC menjadi karakteristik teknik. Template HOQ dapat dilihat pada gambar 2.3.



Author: \_\_\_\_\_  
 Date: \_\_\_\_\_  
 Notes: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

		Column #															Competitive Analysis				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	(On Worst / Best)				
Name	Max Relationship Value in Row	Direction of Improvement: Minimize (▼), Maximize (▲), or Target (X)  Quality Characteristics (a.k.a. "functional Requirements" or "How's")  Demanded Quality (a.k.a. "Customer Requirements" or "What's")																			
	Relative Weight																				
	Weight / Importance																				
	1																				
	2																				
	3																				
	4																				
	5																				
	6																				
	7																				
8																					
9																					
10																					
Target or Limit Value																					
Difficulty (0=Easy to Accomplish, 10=Extremely Difficult)																					
Max Relationship Value in Column																					
Weight / Importance																					

⊙	Strong Relationship	9
○	Moderate Relationship	3
▲	Weak Relationship	1
++	Strong Positive Correlation	
+	Positive Correlation	
-	Negative Correlation	
▼	Strong Negative Correlation	
▼	Objective Is To Minimize	
▲	Objective Is To Maximize	
X	Objective Is To Hit Target	

Gambar 2.3 Template HOQ

### 2.2.8. Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch (TRIZ)

TRIZ digunakan untuk memecahkan masalah yang terkait dengan kerentanan. Tujuan TRIZ adalah untuk mencapai keunggulan yang absolut dalam desain dan inovasi. Lima elemen filosofi TRIZ yaitu: (Yang & El-haik, 2003.)

- a. Idealistis yaitu kriteria utama yang akan diunggulkan.
- b. Fungsi fungsionalitas untuk membuat model cara kerja sistem dan manfaat yang dihasilkan oleh sistem.
- c. Memanfaatkan sumber daya untuk mencapai idealitas maksimal.
- d. Kontradiksi untuk meningkatkan fungsionalitas dan meningkatkan sistem kerja.
- e. Evolusi bermanfaat untuk memandu pengembangan lebih lanjut.

QFD berfungsi untuk mengidentifikasi keinginan pelanggan dan membantu memprioritaskan konsep-konsep baru untuk desain dan produksi. Sedangkan TRIZ berfungsi untuk membantu menciptakan konsep baru dan menemukan cara menciptakan proses yang akan mencapai parameter yang didapatkan dari QFD. DFSS bertujuan untuk menciptakan produk dan layanan dengan meningkatkan kepuasan pelanggan, dengan menggabungkan TRIZ dan QFD akan menghasilkan hasil yang kuat dan lebih cepat karena TRIZ dapat difokuskan pada peluang keuntungan yang diidentifikasi oleh QFD. (Rantanen & Domb, 2002). Tabel 2.2. adalah 39 parameter standar yang diterapkan dan tabel 2.3. adalah 40 prinsip *intentional principles* pada TRIZ.

**Tabel 2.1. 39 Parameter Standar yang Telah Ditetapkan**

(Yang & El-haik, 2003.), (Domb, 1998)

	<p><i>Moving objects</i> / benda bergerak</p>	<p><i>Objects which can easily change position in space, either on their own, or as a result of external forces. Vehicles and objects designed to be portable are the basic members of this class. /</i> Objek yang dengan mudah dapat mengubah posisi dalam ruang, baik pada mereka sendiri, atau sebagai akibat dari kekuatan eksternal. Kendaraan dan benda yang dirancang menjadi portabel adalah anggota dasar kelas ini.</p>
	<p><i>Stationary objects</i> / benda tidak bergerak.</p>	<p><i>Objects which do not change position in space, either on their own, or as a result of external forces. Consider the conditions under which the object is being used. /</i> Objek yang tidak mengubah posisi dalam ruang, baik pada mereka sendiri, atau sebagai akibat dari kekuatan eksternal. Pertimbangkan kondisi di mana objek tersebut digunakan.</p>

**Tabel 2.1. Lanjutan**

1	<i>Weight of moving object /</i> berat benda bergerak	<i>The mass of the object, in a gravitational field. The force that the body exerts on its support or suspension.</i> / Massa objek, di medan gravitasi. Gaya yang diberikan oleh tubuh pada dukungan atau penangguhannya.
2	<i>Weight of nonmoving object /</i> berat benda tidak bergerak	<i>The mass of the object, in a gravitational field. The force that the body exerts on its support or suspension, or on the surface on which it rests.</i> / Massa objek, di medan gravitasi. Gaya yang diberikan oleh tubuh pada dukungan atau suspensi, atau pada permukaan di mana ia beristirahat.
3	<i>Leight of moving object /</i> panjang benda bergerak	<i>Any one linear dimension, not necessarily the longest, is considered a length.</i> / Dimensi linear apa pun, tidak selalu yang terpanjang, dianggap panjang.
4	<i>Leight of nonmoving object /</i> panjang benda tidak bergerak	<i>Same.</i>
5	<i>Area of moving object /</i> luas benda bergerak	<i>A geometrical characteristic described by the part of a plane enclosed by a line. The part of a surface occupied by the object. OR the square measure of the surface, either internal or external, of an object.</i> / Karakteristik geometri yang digambarkan oleh bagian dari bidang tertutup oleh garis. Bagian permukaan yang ditempati oleh objek. Atau ukuran kuadrat permukaan, baik internal maupun eksternal, dari suatu objek.
6	<i>Area of nonmoving object /</i> luas benda bergerak	<i>Same</i>
7	<i>Volume of moving object /</i> volume benda bergerak	<i>The cubic measure of space occupied by the object. Length x width x height for a rectangular object, height x area for a cylinder, etc.</i> / Ukuran kubik ruang yang ditempati oleh objek. Panjang x lebar x tinggi untuk objek segi empat, tinggi area x untuk silinder, dll.
8	<i>Volume of nonmoving object /</i> volume benda tidak bergerak	<i>Same</i>
9	<i>Speed /</i> kecepatan	<i>The velocity of an object; the rate of a process or action in time.</i> / Kecepatan suatu benda; laju suatu proses atau tindakan dalam waktu.

**Tabel 2.1. Lanjutan**

10	<i>Force / angkatan</i>	<i>Force measures the interaction between systems. In Newtonian physics, force = mass X acceleration. In TRIZ, force is any interaction that is intended to change an object's condition. / Paksa mengukur interaksi antar sistem. Dalam fisika Newton, gaya = akselerasi X massa. Dalam TRIZ, gaya adalah interaksi apa pun yang dimaksudkan untuk mengubah kondisi objek.</i>
11	<i>Tension, pressure / stress atau tekanan</i>	<i>Force per unit area. Also, tension. / Paksa per satuan luas. Juga, ketegangan.</i>
12	<i>Shape / bentuk</i>	<i>The external contours, appearance of a system. / Kontur eksternal, penampilan suatu sistem.</i>
13	<i>Stability of object / stabilitas benda</i>	<i>The wholeness or integrity of the system; the relationship of the system's constituent elements. Wear, chemical decomposition, and disassembly are all decreases in stability. Increasing entropy is decreasing stability. / Keutuhan atau integritas sistem; hubungan elemen konstituen sistem. Keausan, dekomposisi kimia, dan pembongkaran semuanya menurun stabilitasnya. Peningkatan entropi mengurangi stabilitas.</i>
14	<i>Strength / kekuatan</i>	<i>The extent to which the object is able to resist changing in response to force. Resistance to breaking . / Sejauh mana objek mampu menolak perubahan dalam menanggapi kekuatan. Ketahanan terhadap putus.</i>
15	<i>Durability of moving object / durasi benda bergerak</i>	<i>The time that the object can perform the action. Service life. Mean time between failure is a measure of the duration of action. Also, durability. / Waktu agar objek dapat melakukan tindakan. Kehidupan layanan. Berarti waktu antara kegagalan adalah ukuran durasi tindakan. Juga, daya tahan.</i>
16	<i>Durability of nonmoving object / durasi benda tidak bergerak</i>	<i>Same.</i>
17	<i>Temperature / suhu</i>	<i>The thermal condition of the object or system. Loosely includes other thermal parameters, such as heat capacity, that affect the rate of change of temperature. / Kondisi termal dari objek atau sistem. Longgar termasuk parameter termal lainnya, seperti kapasitas panas, yang mempengaruhi laju perubahan suhu.</i>

**Tabel 2.1. Lanjutan**

18	<i>Brightness / cahaya</i>	<i>Light flux per unit area, also any other illumination characteristics of the system such as brightness, light quality, etc.. / Flux cahaya per satuan luas, juga karakteristik pencahayaan lain dari sistem seperti kecerahan, kualitas cahaya, dll.</i>
19	<i>Energy spent by moving object / penggunaan energi dari benda bergerak</i>	<i>The measure of the object's capacity for doing work. In classical mechanics, Energy is the product of force times distance. This includes the use of energy provided by the super-system (such as electrical energy or heat.) Energy required to do a particular job. / Ukuran kapasitas objek untuk melakukan pekerjaan. Dalam mekanika klasik, Energi adalah produk dari jarak waktu kekuatan. Ini termasuk penggunaan energi yang disediakan oleh sistem super (seperti energi listrik atau panas.) Energi yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan tertentu.</i>
20	<i>Energy spent by nonmoving object / menggunakan energi dari benda tidak bergerak</i>	<i>same</i>
21	<i>Power / daya</i>	<i>The time rate at which work is performed. The rate of use of energy./ Tingkat waktu di mana pekerjaan dilakukan. Tingkat penggunaan energi.</i>
22	<i>Waster of energy / pemborosan energi</i>	<i>Use of energy that does not contribute to the job being done. See 19. Reducing the loss of energy sometimes requires different techniques from improving the use of energy, which is why this is a separate category. / Penggunaan energi yang tidak berkontribusi pada pekerjaan yang sedang dilakukan. Lihat 19. Mengurangi kehilangan energi terkadang membutuhkan teknik yang berbeda dari peningkatan penggunaan energi, itulah mengapa ini adalah kategori yang terpisah.</i>
23	<i>Waster of substance / pemborosan zat</i>	<i>Partial or complete, permanent or temporary, loss of some of a system's materials, substances, parts, or subsystems. / Sebagian atau lengkap, permanen atau sementara, hilangnya beberapa materi sistem, zat, suku cadang, atau subsistem.</i>

**Tabel 2.1. Lanjutan**

24	<i>Loss of information /</i> kehilangan informasi	<i>Partial or complete, permanent or temporary, loss of data or access to data in or by a system. Frequently includes sensory data such as aroma, texture, etc. /</i> Sebagian atau lengkap, permanen atau sementara, hilangnya data atau akses ke data di atau oleh suatu sistem. Seringkali termasuk data sensori seperti aroma, tekstur, dll.
25	<i>Waster of time /</i> pemborosan waktu	<i>Time is the duration of an activity. Improving the loss of time means reducing the time taken for the activity. "Cycle time reduction" is a common term. /</i> Waktu adalah durasi suatu kegiatan. Memperbaiki hilangnya waktu berarti mengurangi waktu yang diperlukan untuk kegiatan tersebut. "Pengurangan waktu siklus" adalah istilah umum.
26	<i>Amount of substance /</i> kuantitas bahan atau materi	<i>The number or amount of a system's materials, substances, parts or subsystems which might be changed fully or partially, permanently or temporarily. /</i> Jumlah atau jumlah materi suatu sistem, zat, bagian atau subsistem yang dapat diubah sepenuhnya atau sebagian, permanen atau sementara.
27	<i>Reability /</i> kehandalan	<i>A system's ability to perform its intended functions in predictable ways and conditions. /</i> Kemampuan sistem untuk menjalankan fungsi yang dimaksudkan dalam cara dan kondisi yang dapat diprediksi.
28	<i>Accuracy of measurement /</i> akurasi pengukuran	<i>The closeness of the measured value to the actual value of a property of a system. Reducing the error in a measurement increases the accuracy of the measurement. /</i> Kedekatan dari nilai yang terukur ke nilai sebenarnya dari suatu properti dari suatu sistem. Mengurangi kesalahan dalam pengukuran meningkatkan keakuratan pengukuran.
29	<i>Accuracy of manufacturing /</i> manufaktur presisi	<i>The extent to which the actual characteristics of the system or object match the specified or required characteristics. /</i> Sejauh mana karakteristik sebenarnya dari sistem atau objek sesuai dengan karakteristik yang ditentukan atau diperlukan.
30	<i>Harmful factors acting on object /</i> faktor bahaya yang mempengaruhi benda	<i>Susceptibility of a system to externally generated (harmful) effects. /</i> Kerentanan sistem terhadap efek yang dihasilkan (berbahaya) eksternal.

**Tabel 2.1. Lanjutan**

31	<i>Harmful side effect</i> / efek samping yang merugikan	<i>A harmful effect is one that reduces the efficiency or quality of the functioning of the object or system. These harmful effects are generated by the object or system, as part of its operation.</i> / Efek berbahaya adalah salah satu yang mengurangi efisiensi atau kualitas fungsi objek atau sistem. Efek berbahaya ini dihasilkan oleh objek atau sistem, sebagai bagian dari operasinya.
32	<i>Manufacturability</i> / kemudahan dalam memproduksi	<i>The degree of facility, comfort or effortlessness in manufacturing or fabricating the object/system.</i> / Tingkat fasilitas, kenyamanan atau ketidakberdayaan dalam pembuatan atau pembuatan objek / sistem.
33	<i>Convenience of use</i> / kenyamanan dalam menggunakan	<i>Simplicity: The process is NOT easy if it requires a large number of people, large number of steps in the operation, needs special tools, etc. "Hard" processes have low yield and "easy" process have high yield; they are easy to do right.</i> / Kesederhanaan: Proses ini TIDAK mudah jika membutuhkan sejumlah besar orang, sejumlah besar langkah dalam operasi, membutuhkan alat khusus, dll. Proses "keras" memiliki hasil rendah dan proses "mudah" memiliki hasil yang tinggi; mereka mudah dilakukan dengan benar.
34	<i>Repairability</i> / kemudahan dalam perbaikan	<i>Quality characteristics such as convenience, comfort, simplicity, and time to repair faults, failures, or defects in a system.</i> / Karakteristik kualitas seperti kenyamanan, kenyamanan, kesederhanaan, dan waktu untuk memperbaiki kesalahan, kegagalan, atau cacat dalam suatu sistem.
35	<i>Adaptability</i> / adaptasi	<i>The extent to which a system/object positively responds to external changes. Also, a system that can be used in multiple ways for under a variety of circumstances.</i> / Sejauh mana sistem atau objek secara positif merespon perubahan eksternal. Juga, sistem yang dapat digunakan dengan berbagai cara untuk berbagai situasi.



**Tabel 2.1. Lanjutan**

36	Complex of device / perangkat yang kompleks	<p><i>The number and diversity of elements and element interrelationships within a system. The user may be an element of the system that increases the complexity. The difficulty of mastering the system is a measure of its complexity. / Jumlah dan keragaman elemen dan keterkaitan elemen dalam suatu sistem. Pengguna dapat menjadi elemen dari sistem yang meningkatkan kompleksitas. Sulitnya menguasai sistem adalah ukuran kompleksitasnya.</i></p>
37	Complexity of control / kompleksitas kontrol	<p><i>Measuring or monitoring systems that are complex, costly, require much time and labor to set up and use, or that have complex relationships between components or components that interfere with each other all demonstrate "difficulty of detecting and measuring." Increasing cost of measuring to a satisfactory error is also a sign of increased difficulty of measuring. / Mengukur atau memantau sistem yang rumit, mahal, membutuhkan banyak waktu dan tenaga untuk mengatur dan menggunakan, atau yang memiliki hubungan kompleks antara komponen atau komponen yang saling mengganggu semua menunjukkan "kesulitan mendeteksi dan mengukur." Meningkatkan biaya pengukuran untuk kesalahan satisfactory juga merupakan tanda meningkatnya kesulitan pengukuran.</i></p>
38	Level of automation / tingkat otomasi	<p><i>The extent to which a system or object performs its functions without human interface. The lowest level of automation is the use of a manually operated tool. For intermediatel levels, humans program the tool, observe its operation, and interrupt or re-program as needed. For the highest level, the machine senses the operation needed, programs itself, and monitors its own operations. / Sejauh mana sistem atau objek melakukan fungsinya tanpa antarmuka manusia. Otomatisasi tingkat terendah adalah penggunaan alat yang dioperasikan secara manual. Untuk tingkat intermediat, manusia memprogram alat, mengamati operasinya, dan menginterupsi atau memprogram ulang sesuai kebutuhan. Untuk tingkat tertinggi, mesin merasakan operasi yang diperlukan, program itu sendiri, dan memonitor operasinya sendiri.</i></p>

**Tabel 2.1. Lanjutan**

39	<i>Productivity / produktivitas</i>	<i>The number of functions or operations performed by a system per unit time. The time for a unit function or operation. The output per unit time, or the cost per unit output. / Jumlah fungsi atau operasi yang dilakukan oleh sistem per satuan waktu. Saat untuk fungsi atau operasi unit. Output per satuan waktu, atau biaya per unit output.</i>
----	-------------------------------------	---

**Tabel 2.2. 40 Prinsip Intentional Principles pada TRIZ**

(Yang & El-haik, 2003.)

<b>No</b>	<b><i>Prinsip Intentional Principles</i></b>	<b>No</b>	<b><i>Prinsip Intentional Principles</i></b>
1	Segmentation / segmentasi	21	Skipping / percepatan
2	Taking out / ekstraksi	22	Blessing in disguise / memanfaatkan kerugian
3	Local quality / kualitas local	23	Feedback / umpan bali
4	Asymmetry / ketidaksimetrian	24	Intermediary / perantara
5	Merging / penggabungan	25	Self service / melayani diri sendiri
6	Universality / memiliki banyak fungsi	26	Copying / menyalin
7	Nesting / persarangan	27	Cheap short living object / murah
8	Antiweight / penyeimbang	28	Mechanics substitution / mengganti alat mekanis menjadi sensorik
9	Preliminary anti-action / pencegahan	29	Pneumatics and hydraulics / memakai sistem pneumatics atau hidrolik
10	Preliminary action / penyiapan	30	Flexible shells and thin films / menggunakan membrane atau lapisan
11	Beforehand cushioning / pengaman	31	Porous materials / memakai material berpori
12	Equipotentiality / penyelarasan	32	Color changes / mengubah warna
13	Inverse / pembalikan	33	Homogeneity / homogenitas
14	Spheroidality / pelengkungan	34	Discarding and recovering / menghilangkan dan memunculkan
15	Dynamics / adaptasi	35	Parameter changes / mengganti parameter
16	Partial or excessive actions / menambah atau mengurangi	36	Phase transitions / transisi
17	Another dimension / penambahan dimensi	37	Thermal expansion or strategic expansion / ekspansi termal
18	Mechanical vibration / penggetaran	38	Strong oxidants or boosted interactions / oksidan yang kuat

**Tabel 2.2. Lanjutan**

19	Periodic action / periodisasi	39	Inert atmosphere / atmosfer tanpa daya
20	Continuity of useful action / melanjutkan manfaat	40	Composite material / material komposit

Cara mengolah TRIZ yaitu dengan cara membuat tabel yang berisi dampak positif dari perbaikan yang dilakukan disebut *improving feature* dan tabel yang berisi dampak negatif dari perbaikan yang disebut *worsening feature*. Hasil dampak positif dan negatif dibandingkan dengan 39 parameter TRIZ, kemudian hasil 39 parameter *improving feature* dibandingkan dengan 39 parameter *worsening feature*. Perbandingan *improving feature* dengan *worsening feature* dilihat pada matriks kontradiksi TRIZ yang ada pada lampiran 5 yang akan mendapatkan angka-angka dari 40 prinsip *inventive principles*. Hasil dari matriks kontradiksi TRIZ (lampiran 5) dipilih angka yang sering muncul, angka tersebut adalah cara perbaikan yang harus ditempuh untuk mencapai desain produk yang akan dibuat.

### 2.2.9. Uji Validitas Data

Uji validitas adalah uji yang digunakan untuk menguji ketepatan sebuah alat ukur. Uji validitas data adalah uji yang digunakan untuk menunjukkan kesahhan suatu data dapat digunakan fungsinya. Uji validitas untuk kuesioner bertujuan untuk mengetahui bahwa kuesioner mampu mengukur apa yang harus diukur (Trihendradi, 2012). Agar kuesioner mampu mengukur dengan baik harus menggunakan kalimat yang mudah dimengerti dan tidak menggunakan kata yang memiliki lebih dari 1 arti. Penyebab terjadinya kuesioner tidak valid adalah:

1. Pertanyaan yang kurang jelas atau memiliki lebih dari 1 makna.
2. Responden tidak memberikan jawaban secara konsisten.

Upaya yang dapat dilakukan jika kuesioner tidak valid adalah:

1. Memperbaiki pertanyaan dan dibagikan ulang.
2. Membuang jawaban kuesioner yang tidak valid.
3. Menghilangkan pertanyaan yang tidak valid.

Cara yang dapat dilakukan agar responden dapat mengerti seluruh pertanyaan dengan baik maka yaitu dengan mendampingi responden saat menjawab kuesioner.

### **2.2.10. Design Review**

*Design review* bertujuan untuk meninjau hak apa saja yang harus dilakukan untuk mendesain. Tahap yang dilakukan dalam *design review* adalah menentukan kriteria kualitas yang akan dibuat, menganalisis cara yang akan dilakukan untuk mendapatkan kriteria kualitas yang diinginkan, kemudian mendesain produk sesuai dengan kualitas yang diinginkan dan cara yang sudah dianalisis. *Design review* hanya melakukan uji coba sebanyak 1 kali kemudian memverifikasi hasil desain, jika desain masih tidak tepat maka mengulangi *design review*.

