

42643/1414

MILIK PERPUSTAKAAN
ITS
Institut Teknologi Sepuluh Nopember



ITS
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

R51
650.562

705

P-1

2011

ITS
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - TI 091324

**PERANCANGAN MESIN RAUT BAMBU
MENGGUNAKAN METODE QUALITY FUNCTION
DEPLOYMENT (QFD) DAN TEORIYA RESHENIYA
IZOBRETA TELSUKIKH ZADATCH (TRIZ)
(STUDI KASUS: CV ENGGAL JAYA - SEMARANG)**

IRON TOSHAHIR
NRP 2506 100 067

Dosen Pembimbing
Arief Rahman, ST, MSc

Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2011

PERPUSTAKAAN ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember	
Tgl. Terima	04-02-2011
Terima Oleh	H
No Agenda	-



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - TI 091324

**DESIGNING BAMBOO'S SHARPEN MACHINE USING
QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD) AND
TEORIYA RESHENIYA IZOBRETA TELSKIKH
ZADATCH (TRIZ) METHOD
CASE STUDY : UKM ENGGAL JAYA - SEMARANG)**

**IRON TOSHAHIR
NRP 2506 100 067**

**Supervisor
Arief Rahman, ST, MSc**

**Department of Industrial Engineering
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2011**

**PERANCANGAN MESIN RAUT BAMBU
MENGUNAKAN METODE *QUALITY FUNCTION
DEPLOYMENT (QFD)* DAN *TEORIYA RESHENIYA
IZOBRETA TELSКИH ZADATCH (TRIZ)*
(CASE STUDY : CV ENGGAL JAYA - SEMARANG)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

IRON TOSHAHIR
NRP. 2506 100 067

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Arief Rahman, ST, MSc(Pembimbing I)



**SURABAYA
JANUARI, 2011**

**PERANCANGAN MESIN RAUT BAMBU
MENGUNAKAN METODE *QUALITY FUNCTION
DEPLOYMENT* (QFD) DAN *TEORIYA RESHENIYA
IZOBRETA TELSKIKH ZADATCH* (TRIZ)
(Studi Kasus: CV Enggal Jaya - Semarang)**

Nama Penulis : Iron Toshahir
NRP : 2506 100 067
Jurusan : Teknik Industri FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Arief Rahman, ST, MSc.

Abstrak

CV Enggal Jaya merupakan industri kerajinan bambu yang memproduksi sangkar burung dan tusuk gigi. Besarnya permintaan menuntut perusahaan untuk memproduksi dengan kapasitas tinggi dan kualitas produk yang sesuai dengan permintaan konsumen. Namun adanya kendala akibat proses perautan masih yang bersifat manual membuat perusahaan merasa butuh untuk mendesain mesin peraut bambu baru. Mesin yang baru ini nantinya dapat memproduksi bambu sesuai diameter yang diinginkan dengan akurasi yang tinggi tanpa memerlukan waktu yang lama.

Perancangan mesin peraut bambu ini menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) dan *Teoriya Resheniya Izobreta Telskikh Zadatch* (TRIZ). Kedua metode ini mampu menetapkan dan mengevaluasi dengan jelas semua keinginan dan kebutuhan konsumen, serta mencari solusi dan usulan pemenuhan keinginan dan kebutuhan yang paling vital dari pengguna.

Dalam penelitian ini dihasilkan mesin peraut bambu baru dengan menggunakan mekanisme dua rol yang berputar menggunakan dinamo. Mesin peraut baru ini dapat menghasilkan 98 batang bambu berdiameter 3 mm dalam sekali proses.

Kata Kunci : Perancangan Mesin, Peraut bambu, QFD, TRIZ

**DESIGNING BAMBOO'S SHARPEN MACHINE USING
QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD) AND
TEORIYA RESHENIYA IZOBRETA TELSКИK H ZADATCH
(TRIZ)**

(Case Study: CV Enggal Jaya - Semarang)

Name : Iron Toshahir
NRP : 2506 100 067
Department : Teknik Industri FTI-ITS
Supervisor : Arief Rahman, ST, MSc.

Abstract

CV Enggal Jaya is a bamboo handicraft industry which produces bird cage and toothpick. The amount of demand requires a company to produce in a high capacity and quality of products that match consumer demand. However, the constraints due process that are manual sharpen still make the company feel the need to design a new bamboo sharpen machine. This new machine will be able to produce the desired diameter bamboo accordance with high accuracy without the need for a long time.

This bamboo sharpen machine design using Quality Function Deployment (QFD) and Teoriya Resheniya Izobreta Telskikh Zadatch (TRIZ). Both methods are able to clearly define and evaluate all the wishes and needs of consumers, and to find solutions and suggestions on wish fulfillment and the most vital needs of the user.

In this study generated new bamboo sharpen machine using two roller mechanism that rotates the dynamo. This new machine can produce 98 - 3 mm diameter - bamboo rod in a single process.

Keywords : Machine Design, bamboo sharpen, QFD, TRIZ

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala limpahan kasih sayang, rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir berjudul Perancangan Mesin Raut Bambu Menggunakan Metode *Quality Function Deployment* (QFD) dan *Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch* (TRIZ) (Studi Kasus : CV Enggal Jaya - Semarang). Tugas Akhir ini disusun sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi strata satu (S-1) dan memperoleh gelar Sarjana Teknik, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama pelaksanaan dan pengerjaan Tugas Akhir ini penulis banyak menerima bimbingan, pengarahan, bantuan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Orang Tua penulis, Bapak & Ibu, yang selalu ada dalam hati dan doa penulis. Bapak Suparno dan Ibu Pri Handani atas segala yang terbaik yang diberikan kepada penulis selama ini baik dukungan, motivasi, terutama doa yang tiada henti.
2. Ibu Dr. Ir. Sri Gunani Partiw, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri ITS Surabaya.
3. Bapak Arief Rahman, S.T., M.Sc. selaku dosen Pembimbing utama yang telah memberikan doa, pengarahan serta motivasi selama pengerjaan tugas akhir ini.
4. Bapak Yudha Prasetyawan, ST., M.Eng., Ibu Syarif Hanoum, S.T., M.T., dan Ibu Effi Latiffianti, ST., MT., selaku dosen penguji sidang Tugas Akhir.
5. Bapak Joko Sulistiyono, pemilik CV Enggal Jaya – Semarang, yang telah mengizinkan dan membantu penulis untuk melakukan penelitian di UKMnya.
6. Bapak Arifin, pemilik bengkel bubut Arifin, yang membantu dalam pengerjaan prototipe dalam waktu yang singkat ini.

7. Irmaduta Fahmiari, atas waktu yang selama ini diluangkan untuk membantu dan mendukung penulis dalam penyelesaian studi S-1 ini.
8. Teknik Industri ITS dan seluruh elemennya (Bapak-Ibu Dosen, seluruh karyawan, dan teman-teman) dimana selama 9 semester ini penulis bernaung dan mempelajari banyak hal.
9. Mbah Sastro Rebo yang sangat hebat di usianya 70 tahun atas doa-doanya yang tak kunjung-kunjung henti buat cucu tercinta.
10. Seluruh keluarga besar Tjokro Sastro. Pakdhe-Budhe, Om-Tante, Mas-Mbak, adik-adik serta keponakan-keponakan atas kasih sayang dan dukungannya.
11. Keluarga Tri Yanto (Mbak Nansi, ponakanku Ocy dan Eca) dan keluarga Imra Kasmara (Teh Inggit, ponakanku Kaysa) atas dukungan, motivasi, doa, serta inspirasi dan suriteladan kepada penulis.
12. Angkatan PALING JOSS, angkatan 2006 ku tanpa terkecuali di bawah komando Nanda Kiswanto. Jangan pernah lupakan moment-moment yang telah kita lalui dahulu kawan, LUV U FULL.
13. Pasukan mabes Agra Susanto, Sugma Anugrawan, Handy Setianto, Firman Supriyanto, Imad Faradis, Octares Abi Ibrahim, Muh Firdaus Abadi, Welly Presdianto, Tedy, Ilsan Nur Putra, Indar Nutrihansyah, Krisjon, Mirza, dkk. untuk dukungan dan kebersamaannya dalam beberapa waktu.

Serta kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu. Mudah-mudahan segala kebaikan anda semua dibalas oleh Allah SWT.

Pada akhirnya semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa ITS pada umumnya dan mahasiswa jurusan Teknik Industri pada khususnya.

Surabaya, Januari 2011

Iron Toshahir

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL LEMBAR PENGESAHAN

Abstrak.....	i
<i>Abstract</i>	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ergonomi.....	7
2.2 Perancangan dan Pengembangan Produk.....	8
2.3 <i>Quality Function Deployment</i>	11
2.3.1 Tahap Pengumpulan Suara Pelanggan (<i>Voice of Customer</i>).....	11
2.3.2 Tahap Penyusunan <i>House of Quality</i> (HOQ).....	13
2.4 <i>Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch</i> (TRIZ).....	14
2.4.1 Definisi TRIZ.....	14
2.4.2 Prosedur Penggunaan TRIZ.....	16
2.4.3 <i>The TRIZ Tools</i>	17
2.4.3.1 <i>The 39 Engineering Parameters</i> (39 Parameter Teknis).....	18
2.4.3.2 <i>The Incentive Principles</i> (40 Prinsip Kreatif Atau Inovatif).....	18

2.4.3.3 <i>The Four Separation Principles</i> (4 Prinsip Pemisahan)	19
2.5 <i>Prototyping</i>	21
2.6 Penelitian Terdahulu	21

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahap Identifikasi Awal	25
3.1.1 Studi Literatur	25
3.1.2 Studi Lapangan	25
3.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data	26
3.2.1 <i>Quality Function Deployment</i> (QFD)	26
3.2.2 <i>Teoriya Resheniya Izobletatelskikh Zadacth</i> (TRIZ)	26
3.2.3 Mendesain Konsep Produk	26
3.2.4 Perancangan Rinci	27
3.2.5 <i>Prototyping</i>	27
3.3 Tahap Analisa dan Pembahasan	28
3.4 Tahap Kesimpulan dan Saran	28

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Identifikasi Kondisi Eksisting	31
4.1.1 Profil Perusahaan	31
4.1.2 Proses Pembuatan Sangkar Burung dan Tusuk Gigi	31
4.2 HOQ Perancangan Mesin Raut Bambu	35
4.2.1 Pengumpulan Suara Pengguna (<i>Voice of Customer</i>)	35
4.2.2 Matriks Perencanaan	38
4.2.3 Respon Teknis	44
4.2.4 Matriks Hubungan / <i>Relationship Matrix</i>	47
4.3 <i>Teoriya Resheniya Izobletatelskikh Zadacth</i> (TRIZ)	51
4.3.1 <i>Specific Problem-General Problem</i>	52
4.3.2 <i>General Problem-General Solution</i>	54
4.3.3 <i>General Solution-Specific Solution</i>	55
4.4 Mendesain Konsep Produk	55
4.4.1 Rancangan Fisik	55
4.5 <i>Prototyping</i>	58
4.6 Perhitungan Biaya Pembuatan	58

4.7	Petunjuk Penggunaan Mesin Raut Bambu	60
4.8	Pengujian Alat.....	61
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN		
5.1	Analisa Proses Perancangan.....	63
5.1.1	Analisa Perancangan Menggunakan <i>Quality Function Deployment</i> (QFD)	63
5.1.2	Analisa Perancangan dengan <i>Theoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch</i> (TRIZ)	64
5.2	Analisa Hasil (<i>output</i>)	65
5.3	Analisa Teknologi	66
5.4	Analisa NPV dan <i>Payback Period</i>	66
5.5	Analisa <i>Line Balancing</i>	69
5.6	Analisa Ergonomis	69
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		
6.1	Kesimpulan	71
6.2	Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA		73
LAMPIRAN.....		75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Perautan Manual	2
Gambar 2.1 Fase Proses Pengembangan Produk	8
Gambar 2.2 Tahap Pengembangan Konsep	10
Gambar 2.3 House of Quality	13
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	29
Gambar 4.1 Bahan Baku	32
Gambar 4.2 Proses Pemotongan	32
Gambar 4.3 Proses Penyayatan Bambu	33
Gambar 4.4 Proses Perautan	33
Gambar 4.5 Bambu yang Sudah Diraut	34
Gambar 4.6 Sangkar Burung	34
Gambar 4.7 Tusuk Gigi	35
Gambar 4.8 Gap Kepuasan-Kepentingan	38
Gambar 4.9 Kontradiksi yang Diselesaikan dengan TRIZ	52
Gambar 4.10 Bentuk Mata Pisau	56
Gambar 4.11 Rol yang Berputar	56
Gambar 4.12 Dinamo	57
Gambar 4.13 Rotasi Mata Pisau	57
Gambar 4.14 Mesin Keseluruhan	57
Gambar 4.15 Perakitan	58
Gambar 4.16 Samping Kiri	58
Gambar 4.17 Samping Kanan	58
Gambar 4.18 Pemotongan	60
Gambar 4.29 Dibelah 8 Bagian	60
Gambar 4.20 Penipisan	60
Gambar 4.21 Mata Pisau	60
Gambar 4.22 Bambu Dimasukkan	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>The 39 Engineering Parameters</i>	18
Tabel 2.2 <i>The 40 Incentive Principles</i>	19
Tabel 2.3 Posisi Penelitian Terhadap Penelitian Terdahulu	23
Tabel 4.1 Kuisisioner Tingkat Kepuasan Kepentingan dan Kepuasan	36
Tabel 4.2 Hasil Kuisisioner Tingkat Kepentingan	36
Tabel 4.3 Hasil Kuisisioner Tingkat Kepuasan	37
Tabel 4.4 Gap Tingkat Kepuasan dan Kepentingan	37
Tabel 4.5 <i>Importance to Customer</i>	39
Tabel 4.6 Evaluasi Produk	40
Tabel 4.7 <i>Improvement Ratio</i>	41
Tabel 4.8 <i>Sales Point</i> Produk.....	42
Tabel 4.9 <i>Raw Weight</i> Atribut	43
Tabel 4.10 <i>Project Objectives</i>	44
Tabel 4.11 Respon Teknis	46
Tabel 4.12 <i>Relationship Matrix</i>	48
Tabel 4.13 Simbol <i>Relationship Matrix</i>	49
Tabel 4.14 <i>Material Versus</i> Ketajaman Mata Pisau.....	53
Tabel 4.15 Matriks Kontradiksi <i>Durability of Moving Object</i> <i>Versus Reliability</i>	54
Tabel 4.16 Biaya Pembuatan Prototipe.....	59
Tabel 4.17 Mesin Raut Bambu Baru.....	61
Tabel 5.1 Uji Coba dalam 10 Menit.....	65
Tabel 5.2 Perhitungan NPV dan <i>Payback Period</i> Eksisting	67
Tabel 5.3 Perhitungan NPV dan <i>Payback Period</i> Mesin Baru	68

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah yang menjadi dasar melakukan penelitian, perumusan masalah, tujuan dilakukannya penelitian ini, ruang lingkup yang berisi batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian, serta manfaat yang akan diperoleh dalam penelitian ini.

1.1 Latar Belakang

Bambu merupakan produk hasil hutan non kayu yang memiliki banyak fungsi dalam pemenuhan kebutuhan hidup sehari-hari. Sebagai contoh pemanfaatan bambu oleh masyarakat adalah tusuk gigi dan kerajinan seperti sangkar burung.

Salah satu UKM pengrajin bambu adalah CV Enggal Jaya yang berlokasi di Jalan Medoho Raya 4 Kelurahan Sambirejo-Semarang. Lokasi usaha yang dekat dengan pasar burung ini membuat permintaan terhadap olahan bambu, yaitu sangkar burung, sangat tinggi. Dan tidak hanya sangkar burung, akhir-akhir ini CV Enggal Jaya juga dibanjiri order pembuatan tusuk gigi oleh rumah makan sekitar.

Proses pembuatan sangkar burung diawali dengan pemotongan waktunya ± 12 menit. Pembelahan bambu utuh menjadi ukuran yang lebih kecil dan Bambu kemudian disayat terlebih dahulu sebelum diraut kedua proses ini membutuhkan waktunya ± 1 jam 21 menit. Kemudian bambu diraut waktunya ± 2 jam 17 menit. Proses selanjutnya adalah pembentukan dan penyambungan bambu menjadi sebuah sangkar, yang akhirnya diberi proses *finishing* seperti pelapisan bambu dengan cat plitur dengan waktu ± 2 jam 8 menit. Dari waktu tersebut CV Enggal Jaya per harinya hanya menghasilkan 3 buah sangkar burung saja. Sedangkan untuk proses pembuatan tusuk gigi adalah dengan perautan bambu sisa olahan produksi sangkar burung.

Di tengah proses produksi ini terjadi penumpukan bambu yang akan diraut yang membuat upaya UKM untuk memenuhi

semua pesanan terganjal. Proses perautan pada gambar 1.1 menunjukkan proses perautan yang masih manual. Bambu yang telah disasat dimasukkan ke dalam lubang mata pisau berdiameter besar dan dipindah ke lubang mata pisau berdiameter lebih kecil. Begitu selanjutnya hingga bambu berukuran diameter sesuai yang diharapkan. Proses perautan ini memakan waktu lama sehingga terjadi penumpukan bambu yang harus diolah.



Gambar 1.1 Perautan Manual

Penelitian tugas akhir ini mencoba untuk menyelesaikan permasalahan perautan bambu. Sebuah rancangan mesin peraut baru dibutuhkan untuk menggantikan peralatan perautan yang lama. Inovasi yang akan diberikan nantinya akan meminimalkan waktu perautan bambu dan memberikan hasil raut yang lebih akurat.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah melakukan rancang ulang alat bantu raut yang lebih efisien dengan pendekatan metode *Quality Function Deployment (QFD)* dan *Teoriya Resheniya Izobreta Telskikh Zadatch (TRIZ)*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Melakukan evaluasi terhadap mesin raut eksisting

2. Merancang ulang alat raut bambu eksisting agar mendapatkan alat raut bambu yang lebih efisien.
3. Menbandingkan alat raut bambu eksisting dengan alat raut bambu baru berdasarkan kecepatan perautan.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Diperoleh rancangan mesin peraut bambu baru dan nantinya diimplementasikan di perusahaan ini.
2. Berkurangnya waktu untuk perautan manual, setelah melalui proses permesinan.
3. Peningkatan produktivitas perusahaan secara umum ditinjau dari jumlah batang bambu yang dapat diraut per harinya.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup yang dimaksud adalah batasan dan asumsi yang digunakan selama melakukan penelitian. Serta agar dalam penelitian ini pembahasan masalah lebih terfokus, maka batasan yang digunakan sebagai berikut:

1. Ukuran batang bambu yang diinginkan berdiameter 2mm - 6mm.
2. Penelitian dilakukan pada perautan bambu untuk produksi tusuk gigi dan sangkar burung.
3. Penelitian ini hanya sampai tahapan *prototyping*, tidak sampai pada tahap *launching* produk.

Adapun asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah tidak terdapat perubahan volume produksi pada perusahaan selama penelitian berlangsung.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari beberapa bab dimana setiap bab nya memiliki keterkaitan dengan bab selanjutnya. Sistematika penulisan yang digunakan pada laporan ini ialah :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah yang menjadi basis dilakukannya penelitian ini, perumusan masalah, tujuan dari penelitian, ruang lingkup yang berisi batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian, serta manfaat yang akan dicapai dalam penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan mengenai teori ergonomi, perancangan dan pengembangan produk, *tools* yang digunakan, serta obyek penelitian yakni alat raut bambu

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tahapan penelitian yang mengacu pada tahapan ilmiah, maka setiap penelitian memerlukan adanya kerangka berpikir (metodologi) penelitian sebagai landasan berpijak agar proses penelitian berjalan sistematis, terstruktur, dan terarah. Metodologi penelitian ini meliputi tahapan-tahapan proses penelitian atau urutan langkah yang harus dilakukan dalam menjalankan penelitian sesuai gambar 3.1.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi pengumpulan data pengolahan data yang telah diperoleh dan melakukan langkah- langkah dalam penjarangan *voice of costumer*, perancangan detail prototype dan pelaksanaan pengujian dengan cara membandingkan proses penggantian pada kondisi awal dengan kondisi setelah dirancang ulang.

BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas mengenai analisis dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Analisa yang dimaksud adalah analisa perancangan dan analisa

perbandingan kondisi penggunaan alat raut eksisting dengan kondisi penggunaan alat raut rancangan baru.

BAB VI SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang penarikan kesimpulan dari penulisan tugas akhir serta pemberian saran yang berguna untuk penelitian selanjutnya.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan mengenai teori-teori yang terkait dengan perancangan dan pengembangan produk. Seperti prinsip ergonomi, tahapan dalam perancangan dan pengembangan produk, dan tahapan dalam metode *Quality Function Deployment* (QFD) yang diterapkan dalam perancangan mesin.

2.1 Ergonomi

Ergonomi merupakan disiplin keilmuan yang berkaitan dengan perancangan peralatan dan fasilitas kerja yang memperhatikan aspek-aspek manusia sebagai pemakainya (Wignjosoebroto, 2003). Dengan demikian ergonomi bisa diartikan sebagai segala sesuatu berkaitan dengan "*fitting the task to the man*". Ergonomi merupakan bidang studi yang mempelajari desain peralatan dan pekerjaan agar sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan manusia.

Menurut Tarwaka (2004) secara umum tujuan dari penerapan ergonomi adalah:

1. meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.
3. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

Ergonomi juga merupakan suatu aturan atau norma dalam suatu sistem kerja. Setiap aktivitas atau pekerjaan yang dilakukan sebaiknya selalu merujuk pada prinsip-prinsip ergonomi. Hal ini dapat dimengerti karena ergonomi berkenaan pula dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan, dan kenyamanan manusia di tempat kerja. Maksud dan tujuan dari ergonomi adalah mendapatkan suatu pengetahuan yang utuh tentang permasalahan-permasalahan interaksi manusia dengan teknologi dan produk-produknya, sehingga dimungkinkan adanya suatu rancangan sistem manusia-manusia (teknologi) yang optimal. Dengan demikian ergonomi melihat permasalahan interaksi tersebut sebagai suatu sistem dengan pemecahan-pemecahan masalahnya melalui proses pendekatan sistem pula (Wignjosoebroto, 2000).

2.2 Perancangan dan Pengembangan Produk

Pengembangan produk merupakan serangkaian aktivitas yang dimulai dari analisis persepsi dan peluang pasar, lalu diakhiri dengan tahap produksi, penjualan, dan pengiriman produk. Menurut Ulrich & Eppinger (2001), ada enam fase dalam proses pengembangan secara umum seperti pada gambar 5.1.



Gambar 2.1 Fase Proses Pengembangan Produk

(Sumber: Ulrich & Eppinger, 2001)

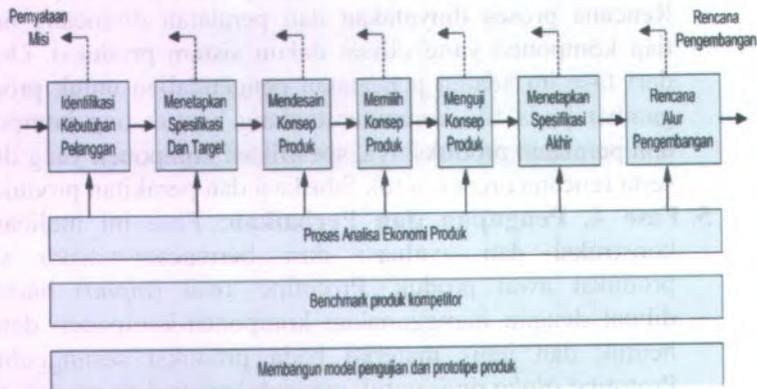
- 1. Fase 0, Perencanaan:** Kegiatan perencanaan sering dirujuk sebagai “*zerofase*” karena kegiatan ini mendahului persetujuan proyek dan proses peluncuran pengembangan produk aktual.
- 2. Fase 1, Pengembangan konsep:** Pada fase ini, kebutuhan pasar target diidentifikasi, alternatif konsep-konsep produk disusun dan dievaluasi. Lalu, satu atau lebih konsep dipilih untuk pengembangan dan percobaan lebih jauh. Konsep adalah uraian dari bentuk, fungsi, dan tampilan suatu produk

dan biasanya diikuti dengan sekumpulan spesifikasi, analisis produk-produk pesaing serta pertimbangan ekonomis proyek.

3. **Fase 2, Perancangan tingkatan sistem:** Fase ini mencakup definisi arsitektur produk dan uraian produk menjadi subsistem-subsistem serta komponen-komponen. *Output* yang dihasilkan biasanya mencakup tata letak bentuk produk, spesifikasi secara fungsional dari tiap subsistem produk, serta diagram aliran proses pendahuluan untuk proses rakitan akhir.
4. **Fase 3, Perancangan detail:** Fase ini mencakup spesifikasi lengkap dari bentuk, material, dan toleransi-toleransi dari seluruh komponen unik pada produk serta identifikasi seluruh komponen standard yang dibeli dari pemasok. Rencana proses dinyatakan dan peralatan dirancang untuk tiap komponen yang dibuat dalam sistem produksi. *Output* dari fase ini adalah pencatatan pengendalian untuk produk: gambar pada file komputer tentang bentuk tiap komponen dan peralatan produksinya, spesifikasi komponen yang dibeli serta rencana proses untuk fabrikasi dan perakitan produk.
5. **Fase 4, Pengujian dan Perbaikan:** Fase ini melibatkan konstruksi dan evaluasi dari bermacam-macam versi produksi awal produk. Prototipe awal (*alpha*) biasanya dibuat dengan menggunakan komponen-komponen dengan bentuk dan jenis material pada produksi sesungguhnya. Prototipe *alpha* diuji untuk menentukan apakah produk akan bekerja sesuai dengan yang direncanakan dan apakah produk memenuhi kebutuhan kepuasan konsumen utama. Prototipe berikutnya (*beta*) biasanya dibuat dengan komponen yang dibutuhkan pada produksi namun tidak dirakit dengan menggunakan proses perakitan akhir seperti pada perakitan sesungguhnya. Prototipe *beta* dievaluasi secara internal dan juga diuji oleh konsumen dengan menggunakannya secara langsung. Sasaran dari prototipe *beta* biasanya adalah untuk menjawab pertanyaan tentang kinerja dan keandalan dalam

rangka mengidentifikasi kebutuhan perubahan-perubahan secara teknik untuk produk akhir.

6. Fase 5, Produksi awal: Pada fase produksi awal, produk dibuat dengan menggunakan sistem produksi yang sesungguhnya. Tujuan dari produksi awal ini adalah untuk melatih tenaga kerja dalam memecahkan permasalahan yang mungkin timbul pada proses produksi sesungguhnya. Produk-produk yang dihasilkan selama produksi awal kadang-kadang disesuaikan dengan keinginan pelanggan dan secara hati-hati dievaluasi untuk mengidentifikasi kekurangan-kekurangan yang timbul. Secara lebih rinci, tahap pengembangan konsep digambarkan oleh skema berikut :



Gambar 2.2 Tahap Pengembangan Konsep
(Sumber: Ulrich & Eppinger, 2001)

Secara praktis, kegiatan-kegiatan dalam skema pada gambar 2.2 mungkin saja saling tumpang tindih dalam waktu. Informasi baru yang mungkin tersedia dan hasil-hasil yang diperoleh dapat menyebabkan tim kembali mengulang kegiatan awal sebelum melanjutkan kegiatan berikutnya.

2.3 Quality Function Deployment (QFD)

Pendapat Cohen (1995), QFD adalah metode terstruktur yang digunakan dalam proses perencanaan dan pengembangan produk menetapkan spesifikasi kebutuhan dan keinginan konsumen, serta mengevaluasi sistematis kapabilitas suatu produk atau jasa dalam memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen. Tujuan dari QFD tidak hanya memenuhi sebanyak mungkin harapan pelanggan, tapi juga berusaha melampaui harapan-harapan pelanggan sebagai cara untuk berkompetensi dengan saingannya, sehingga diharapkan konsumen tidak menolak dan tidak komplein, tapi malah menginginkannya. Implementasi QFD terdiri dari tiga tahap, dimana seluruh kegiatan yang dilakukan pada masing-masing tahapan dapat diterapkan seperti layaknya suatu proyek, dengan terlebih dahulu dilakukan tahap perencanaan dan persiapan, ketiga tahapan tersebut adalah (Cohen, 1995) :

1. Tahap pengumpulan *Voice of Customer*.
2. Tahap penyusunan rumah kualitas (*House of Quality*).
3. Tahap analisa dan implementasi.

2.3.1 Tahap Pengumpulan Suara Pelanggan (*Voice of Customer*)

Tahap ini adalah tahap mengidentifikasi kebutuhan pelanggan yang dimana daftar hasil kebutuhan pelanggannya akan menjadi dasar dari penetapan spesifikasi produk, pembuatan konsep produk, penyeleksian konsep produk untuk pengembangan selanjutnya. Identifikasi kebutuhan pelanggan dengan mendengarkan suara pelanggan (lebih dikenal dengan istilah VOC dapat dibagi menjadi lima tahap (Ulrich & Eppinger, 2001), yaitu :

1. Mengumpulkan data mentah dari pelanggan

Proses pengumpulan data yang dimaksud mencakup kontak dengan pelanggan dan mengumpulkan pengalaman dari lingkungan pengguna produk. Ada tiga metode yang biasa dipakai yaitu :

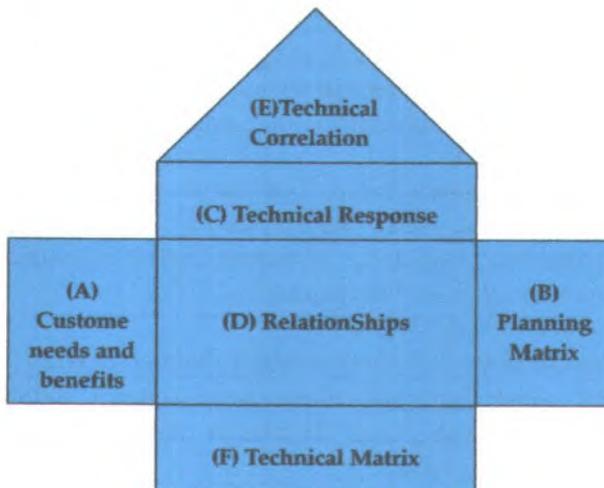
- a. **Wawancara.** Satu atau lebih anggota tim pengembang berdiskusi tentang kebutuhan dengan seorang pelanggan. Wawancara biasanya dilakukan di lingkungan pelanggan dan berlangsung sekitar 1 sampai 2 jam.
 - b. **Focus group.** Moderator memfasilitasi suatu diskusi kelompok yang disebut kelompok fokus. Biasanya terdiri dari orang-orang yang terlibat dalam proses pengembangan produk seperti pengguna, pemasok atau penjual, dan tim pengembang. Diskusi ini dilakukan pada waktu dan tempat yang telah ditentukan sebelumnya.
 - c. **Observasi produk pada saat digunakan.** Merupakan kegiatan mengamati pelanggan saat menggunakan produk atau melakukan pekerjaan yang sesuai dengan tujuan produk tersebut diciptakan. Hal ini dapat memberikan informasi yang penting tentang kebutuhan pelanggan melalui pengalaman dalam menggunakan produk.
2. **Mengolah data mentah menjadi kebutuhan pelanggan**
Kebutuhan pelanggan diekspresikan sebagai pernyataan tertulis dan merupakan hasil interpretasi data mentah dari pelanggan.
 3. **Mengorganisasikan kebutuhan menjadi beberapa hierarki, yaitu kebutuhan primer, sekunder dan tersier.**
Prosedur mengorganisasikan kebutuhan menjadi daftar hierarki merupakan proses yang intuitif dan seringkali tanpa disertai petunjuk yang jelas.
 4. **Menetapkan derajat kepentingan relatif setiap kebutuhan**
Daftar hierarki saja tidak memberikan informasi tentang tingkat kepentingan relatif yang dirasakan pelanggan terhadap kebutuhan yang berbeda-beda. Sehingga, perlu adanya penentuan bobot kepentingan pada setiap kebutuhan. Ada dua pendekatan dasar untuk menetapkan bobot kepentingan yaitu :
 - a. Bersandar pada konsensus anggota tim pengembang berdasarkan pengalaman mereka selama ini dengan pelanggan.
 - b. Berdasarkan nilai kepentingan yang diperoleh dari survei lanjutan terhadap pelanggan.

5. Menganalisa hasil dan proses

Walaupun proses identifikasi kebutuhan pelanggan merupakan suatu metode terstruktur, metode tersebut bukanlah ilmu pasti. Perlu adanya uji hasil untuk meyakinkan bahwa hasil tersebut konsisten dengan pengetahuan dan intuisi dari interaksi yang cukup lama bersama pelanggan.

2.3.2 Tahap Penyusunan *House of Quality* (HoQ)

Penerapan metode QFD dalam proses perancangan produk dan jasa diawali dengan pembentukan matriks perencanaan produk atau sering disebut sebagai HOQ (rumah kualitas).



Gambar 2.3 *House of Quality*
(Sumber: Gaspersz, 2001)

Penjelasan masing-masing komponen HoQ adalah sebagai berikut :

1. **Customer needs and benefits** adalah keinginan/kebutuhan pelanggan. Berisi daftar keinginan dan kebutuhan konsumen secara terstruktur, sehingga mengarahkan

penelitian untuk mendapatkan data tentang kebutuhan konsumen (atribut). Data diperoleh melalui penelitian pasar secara kualitatif, baik dengan wawancara maupun pengisian kuesioner.

2. **Technical response** adalah kebutuhan-kebutuhan dari desain atau aspek teknis dari produk. Merupakan tahap penjelasan (deskripsi) produk atau jasa yang akan dikembangkan. Biasanya deskripsi/respon teknis ini disusun dari keinginan dan kebutuhan konsumen.
3. **Relationship** menjelaskan hubungan antara kebutuhan pelanggan dan aspek teknis. Hubungan ini adalah kuat, cukup atau lemah.
4. **Technical correlation** adalah menggambarkan hubungan yang terjadi antar aspek teknis, yang dapat dibedakan menjadi korelasi positif dan negatif.
5. **Planning matrix** merupakan matriks perencanaan produk untuk mencapai tujuan tertentu berdasarkan riset pasar yang telah dilakukan.
6. **Technical matrix** antara lain berisi prioritas dari aspek teknis produk serta target teknik yang direncanakan berdasarkan *competitive benchmark* untuk mencapai tujuan pengembangan kualitas produk.

2.4 Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch (TRIZ)

Di subab ini akan dijelaskan mengenai definisi dan macam- macam *tools* yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan dalam TRIZ.

2.4.1 Definisi TRIZ

Menurut Laksmi, Anindita (2010), Metode TRIZ berasal dari bahasa Rusia *Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch* atau nama lainnya dikenal dengan nama *Theory of Inventive Problem Solving* (TIPS) adalah metode pemecahan masalah berdasarkan logika dan data, bukan intuisi, yang mempercepat kemampuan untuk menyelesaikan masalah secara kreatif. (Barry et. Al, 2006). Sedangkan menurut Orloff dalam bukunya *Inventive*

thinking through TRIZ, TRIZ adalah sebuah pendekatan yang berbasis algoritma atau program *heuristic* yang dikendalikan kreativitas atau inovasi yang sistematis. Oleh karena itu, teori ini cocok dalam mengelola kompleksitas, mendefinisikan dan memecahkan masalah, dan menempatkan masalah dalam konteks yang tepat. Hal ini berlaku untuk teknis dan non teknis. TRIZ adalah cara terstruktur pendukung berpikir. Teori ini meminimasi waktu yang terbuang dalam menyelesaikan suatu permasalahan kontradiktif. Hal ini dikarenakan sudah ada pendekatan solusi-solusi yang dapat menyelesaikan apapun permasalahan itu. Seperti motto TRIZ, sebenarnya masalah-masalah yang dihadapi saat ini pernah dialami orang lain saat yang lalu. Dikembangkan di bekas Uni Soviet oleh Genrich S. Altshuler (1996-1998) metode TRIZ dibuat dari analisa- analisa penemuan yang paling inovatif dari industri, teknologi, dan bidang teknik yang berbeda.

Kontradiksi berarti berlawanan atau kondisi yang saling bertentangan dalam segi hasil. Oleh karena itu ketika sebuah parameter yang akan diperbaiki mengalami kontradiksi terhadap parameter lain kondisi perbaikan akan sulit dicapai. Sebuah kondisi yang ideal tercapai apabila kontradiksi tersebut diselesaikan dengan prinsip- prinsip tertentu. (Aprianto, 2008). Ada dua kategori kontradiktif yang terbagi dalam TRIZ yaitu :

a. *Technical contradictions*

Sebuah pertentangan yang bersifat *trade-off* (ketergantungan yang bersifat berkebalikan). Solusi yang diinginkan tidak dapat dilakukan karena adanya hambatan. Dengan kata lain, jika suatu masalah menjadi lebih baik, maka masalah yang lainnya akan menjadi lebih buruk. Contoh : sebuah produk dijadikan lebih kuat (baik) dengan menambah ketebalan sisinya, tetapi hal tersebut akan berdampak pada penambahan berat produk.

b. *Physical contradictions*

Sering disebut kontradiksi *inherent* (sifat). Kontradiksi ini merupakan sebuah pertentangan dimana sifat mendasar sebuah obyek atau sistem memiliki pertentangan dalam keperluan

penggunaannya. Contoh : minuman kopi disajikan dengan hangat agar terasa nikmatnya, akan tetapi agar tidak melukai/membakar lidah para konsumennya kopi disajikan dingin.

(Barry et. Al, 2006)

2.4.2 Prosedur Penggunaan TRIZ

Prosedur penggunaan TRIZ secara umum adalah sebagai berikut :

1) Select a technical problem.

Biasanya sebuah sistem memiliki masalah lebih dari satu. TRIZ membantu menyelesaikan kontradiksi 2 masalah teknis. Kontradiksi teknik adalah konflik antara dua hal dari sebuah sistem. Misalnya seseorang ingin meningkatkan sesuatu hal dalam sebuah sistem akan tetapi efek yang ditimbulkan adalah akan menurunkan hal yang lain.

2) Formulate a physical contradiction.

Menulis ulang masalah teknis ke masalah fisik. Identifikasi masalah apa yang terjadi. Keberhasilan menentukan masalah fisik akan menunjukkan inti masalahnya. Selanjutnya kontradiksi tersebut dipecahkan pada step ke-4.

3) Formulate an ideal solution.

Pada langkah ini seseorang harus memutuskan bagaimana meningkatkan faktor-faktor yang diinginkan dan menghilangkan faktor-faktor yang tidak diharapkan. Perbandingan antara hasil dengan solusi ideal menentukan apakah seorang itu benar atau tidak dalam menentukan faktor utama kontradiksi . Solusi ideal dapat dicapai di step 4-6.

4) Find resources for the solution, making use of the capabilities of TRIZ.

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

5) Determine the "strength" of the solutions and choose the best one.

Dari solusi-solusi yang ditawarkan, pilih solusi terbaik. Maksudnya pilih solusi yang paling sesuai dengan permasalahan yang dihadapi.

6) *Predict the development of the system considered within the problem.*

Langkah ini memungkinkan seseorang untuk melihat masa depan potensi masalah dalam sistem, yang subsistem dan super-sistem (sistem yang lebih besar di mana sistem itu sendiri dianggap sebagai sebuah subsystem), dan untuk memilih metode yang mungkin untuk solusi mereka. Secara umum, langkah ini mengarah pada masa depan bekerja untuk memperbaiki sistem.

2.4.3 *The TRIZ Tools*

Kontradiksi desain antara dua parameter kinerja dapat diselesaikan dengan menggunakan satu atau lebih 40 dasar inovasi. Dasar penggunaan secara sukses untuk 1263 kontradiksi ditunjukkan dalam sebuah matriks kontradiksi. Untuk mewakili kondisi kontradiksi teknis ini, TRIZ telah memilih 39 parameter sistem dan menyediakan matriks permasalahan berukuran 39 x 39. Kemudian, dengan *survey* sejumlah besar paten, tiap paten dianalisa untuk menemukan tipe mana (diantara 39 x 39) dari kontradiksi teknis dan prinsip mana dari penemuan yang paling banyak digunakan dalam tiap tipe 39 x 39 permasalahan. 4 prinsip teratas pada tiap-tiap tipe permasalahan dicatat dalam bentuk tabel dari 39 x 39 elemen; tabel hasil disebut "Matriks Kontradiksi Altshuller". Sedangkan untuk kontradiktif fisik dapat diselesaikan dengan *four separation principles*. Biasanya kontradiktif yang diselesaikan dahulu adalah kontradiktif teknis karena hasilnya sangat konkret. Setelah itu langkah berikutnya belajar untuk memecahkan kontradiksi fisik, kemudian menggunakan kedua metode secara bergantian tergantung pada masalah yang dihadapi. Dalam subbab ini akan ditampilkan lebih jelas penjelasan dan tabel dari setiap *tool* dalam TRIZ diatas :

2.4.3.1 *The 39 Engineering Parameters (39 Parameter Teknis)*

Pencipta TRIZ, Altshuller, telah merumuskan sekitar lebih dari 1.500.000 masalah menjadi 39 parameter yang menimbulkan kontradiksi teknis. Parameter-parameter tersebut dinamakan 39 parameter teknis (*the 39 Engineering Parameters*) yang tertera dalam tabel 2.1 di bawah ini:

Tabel 2.1 *The 39 Engineering Parameters*

no.	Parameter	no.	Parameter	no.	Parameter
1	Weight of moving object	14	Strength	27	Reliability
2	Weight of nonmoving object	15	Durability of moving object	28	Accuracy of measurement
3	Length of moving object	16	Durability of nonmoving object	29	Accuracy of manufacturing
4	Length of nonmoving object	17	Temperatur	30	Harmfull factor acting on object
5	Area of moving object	18	Brightness	31	Harmfull side effects
6	Area of nonmoving object	19	Energy spent by moving object	32	Manufacturability
7	Volume of moving object	20	Energy spent by nonmoving object	33	Convenience of use
8	Volume of nonmoving object	21	Power	34	Repairability
9	Speed	22	Waste Of energy	35	Adaptability
10	Force	23	Waste of substance	36	Complexity of device
11	Tension, Pressure	24	Loss of information	37	Complexity of control
12	Shape	25	Waste of time	38	Level of automation
13	Stability of Object	26	Amount of substance	39	Productivity

2.4.3.2 *The 40 Inventive Principles (40 prinsip Kreatif/Inovatif)*

The 40 inventive principles ini ialah 40 jenis solusi umum yang dari kontradiksi teknik yang terjadi antar atribut atau parameter. Hal ini dapat ditemukan di dalam matriks kontradiksi yang disimbolkan dengan angka dari 1- 40. Berikut adalah daftar *The 40 inventive principles* dari angka 1 sampai 40 :

Tabel 2.2 *The 40 Inventive Principles*

No	Principle	No	Principle
1	Segmentation	21	Skipping
2	Taking Out	22	"Blessing in Disguise"
3	Local Quality	23	Feedback
4	Asymmetry	24	"Intermediary"
5	Merging	25	Self Service
6	Universality	26	Copying
7	"Nested doll"	27	Cheap Short- Living Object
8	Antiweight	28	Mechanics substitution
9	Preliminary Antiaction	29	Pneumatics and Hydraulics
10	Preliminary Action	30	Flexible Shells and Thin films
11	Beforehand Cushioning	31	Porous Materials
12	Equipotentially	32	Color Changes
13	"The Other Way round"	33	Homogeneity
14	Spheroidality- Curvature	34	Discarding and Recovering
15	Dynamics	35	Parameter Changes
16	Partial or Excessive Actions	36	Phase Transitions
17	Another dimensions	37	Thermal Expansions
18	Mechanical Vibration	38	Strong Oxidants
19	Periodic Action	39	Inert Atmosphere
20	Continuity of Useful Action	40	Composite Materials

Di dalam matrik kontradiksi bisa tersedia lebih dari satu solusi umum (*general solutions*) yang ditawarkan dalam satu kontradiksi antar 2 parameter. Dari solusi umum itulah, si pengambil keputusan harus menganalisa solusi mana yang paling tepat apabila diaplikasikan pada masalah yang tengah dihadapi. Ini disebut *specific solution*.

2.4.3.3 *The four separation principles (4 prinsip pemisahan)*

The four separation principles terdiri dari *Space, Time, Scale, Conditions*. Prinsip ini menyelesaikan kontradiktif fisik.

a. Separation of opposite requirements in space:

- Suatu elemen dibuat lebih besar di suatu tempat dan lebih kecil di tempat lainnya.
- Suatu elemen ditimbulkan di suatu tempat dan menghilang di tempat lainnya

Prinsip inovatif yang sesuai ialah :

1. *Segmentation and division*
2. *Taking out*
3. *Local quality*
4. *Asymmetry*
7. *Interlacing*
17. *Another dimension*

b. Separation of opposite requirements in time:

- Suatu elemen dibuat lebih besar di satu waktu dan lebih kecil di waktu lainnya.
- Suatu elemen dibuat ada di satu waktu dan tiada di waktu yang lain.

Prinsip inovatif yang sesuai ialah :

9. *Preliminary anti-action*
10. *Preliminary action*
11. *Beforehand cushioning*
15. *Dynamics*
34. *Discarding and recovering*

c. Separation within a whole and its parts:

- Elemen ada di level sistem dan tidak ada di level komponen
- Elemen lebih fleksibel di level sistem dan solid di level komponen

Prinsip inovatif yang sesuai :

1. *Segmentation and division*
5. *Merging*
12. *Equipotentiality*
33. *Homogeneity*

d. Separation upon conditions:

- Suatu elemen lebih tinggi di satu kondisi dan lebih pendek di kondisi yang lainnya
- Suatu elemen ada di suatu kondisi dan tiada di kondisi lainnya.

Prinsip inovatif yang sesuai :

- 3. *Local quality*
- 17. *Another dimension*
- 19. *Periodic action*
- 31. *Porous materials*
- 35. *Parameter changes*
- 40. *Composite materials*

2.5 Prototyping

Sebuah prototipe merupakan penkasiran produk melalui satu atau lebih dimensi (Ulrich & Eppinger, 2001). Prototipe digunakan untuk pembelajaran, komunikasi, penggabungan dan sebagai milestone. Beberapa prinsip berguna untuk memandu keputusan mengenai prototipe selama pengembangan produk, yaitu prototipe analitik umumnya lebih fleksibel daripada prototipe fisik. Prototipe fisik dibutuhkan untuk mendeteksi fenomena yang tidak dapat terduga.

Tahapan :

1. Menetapkan tujuan dari prototipe
2. Menetapkan tingkat perkiraan prototipe
3. Menggariskan rencana percobaan
4. Membuat jadwal perolehan, pembuatan dan pengujian

2.6 Penelitian terdahulu

Dalam melakukan penelitian ini, penulis menggunakan beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan metode QFD serta TRIZ sebagai referensi untuk mengembangkan ide.

Soebastian (2007) merancang tenda sementara untuk tim SAR dengan menggunakan metode TRIZ. Penjaringan suara konsumen mengenai kebutuhan tenda sementara dilakukan

dengan cara wawancara kepada tim SAR yang menggunakan produk tersebut. Kontradiksi teknis yang terjadi dalam kebutuhan perancangan produk ini dirumuskan menjadi *weight of nonmoving object x stability of object*, *length of nonmoving object x volume of nonmoving object*, *length of nonmoving object x temperature*. Konsep produk akhir berupa tenda sementara untuk kapasitas satu orang, ringan, mudah dirakit dan dikemas, tingkat kestabilan produk baik (tahan angin dan tahan air), memiliki kemampuan pengaturan suhu, dan fleksibilitas kapasitas.

Laksmi (2010) melakukan perancangan ulang kompor bioetanol. Penelitian ini menggunakan metode QFD untuk menangkap kebutuhan pengguna terhadap kompor bioetanol yang lebih baik dari kompor bioetanol eksisting yang ada telah beredar di masyarakat dan selanjutnya diterjemahkan sebagai respon teknis untuk kompor yang baru. Dari situ kontradiksi kebutuhan antar respon teknis diselesaikan dengan metode TRIZ. Aspek yang diperhatikan antara lain keamanan, kemudahan penggunaan (*user-friendly*), desain kompor yang lebih baik sehingga lebih efisien.

Anggrahini (2009) melakukan perancangan mesin pemisah teri nasi berdasarkan panjang teri sesuai dengan standar ukuran yang telah ditetapkan dari perusahaan. Pada penelitian ini menggunakan metode QFD untuk menangkap kebutuhan perusahaan terhadap mesin pemisah teri yang lebih baik dari mesin eksisting yang ada di perusahaan dan selanjutnya diterjemahkan sebagai respon teknis untuk mesin yang baru. Mesin tersebut memperhatikan beberapa aspek yaitu pemenuhan kapasitas produksi dan target perusahaan, ketepatan dan kecepatan pemisahan, serta dari sisi ergonomis sehingga pengguna mesin akan dapat mengoperasikan dengan aman.

Pada penelitian kali ini, dilakukan perancangan mesin raut bambu menggunakan QFD dan diselesaikan dengan TRIZ. QFD digunakan untuk menangkap kebutuhan perusahaan terhadap mesin raut bambu yang lebih baik dari eksisting sehingga menjadikan respon teknis yang baik pada mesin baru. Mesin

tersebut memperhatikan beberapa aspek yaitu pemenuhan kapasitas produksi, akurasi dan kecepatan perautan

Tabel 2.3 Posisi Penelitian Terhadap Penelitian Terdahulu

Penelitian	Tahun	Judul Penelitian	Raut bambu	mesin pemisah teri	QFD	TRIZ	prototype
Johan Sebastian	2007	Desain Tenda Sementara Untuk Tim SAR Menggunakan Metode TRIZ				✓	
Anindita Laksmi	2010	Pendekatan <i>Quality Function Deployment (QFD)</i> Dan Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zoolotch (TRIZ) dalam perancangan ulang kompor bioetanol			✓	✓	✓
Dewanti Anggrahini	2010	Perancangan Mesin Sizing Teri Nasi Berdasarkan Prinsip <i>Length Grader</i> Dengan Menggunakan <i>Quality Function Deployment</i>		✓	✓		✓
Iron Toshahir	2011	Perancangan Mesin Raut Bambu Metode <i>Quality Function Deployment (QFD)</i> Dan Teoriya Resheniya Izobreta Telskikh Zoolotch (TRIZ)	✓		✓	✓	✓

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan diberikan gambaran secara menyeluruh mengenai proses penelitian, mulai dari tahap identifikasi awal, tahap pengumpulan data dan pengolahan data, tahap analisa dan interpretasi hingga tahap kesimpulan dan saran.

3.1 Tahap Identifikasi Awal

Pada tahap identifikasi awal dalam penelitian ini, dilakukan beberapa sub tahapan yang terdiri dari:

3.1.1 Studi Literatur

Dalam melakukan penelitian ini melewati tahap studi literatur. Studi literatur mencakup studi terhadap beberapa jurnal dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan perancangan dan pengembangan produk. metode QFD dan metode TRIZ.

Pada studi literatur tentang perancangan dan pengembangan produk, dipahami tentang tahapan-tahapan dalam merancang dan mengembangkan suatu produk dari awal yakni tahapan perencanaan, pengembangan konsep, perencanaan tingkatan sistem, perancangan detail, pengujian dan perbaikan serta produksi awal.

Studi literatur metode yang digunakan sebagai pedoman penelitian adalah gabungan QFD dan TRIZ. QFD dibutuhkan dalam penelitian ini karena dengan QFD didapatkan informasi kebutuhan pelanggan dalam hal ini konsumen Sangkar burung dan tusuk gigi. Selanjutnya dengan TRIZ, kontradiksi teknis yang terjadi antar respon teknis di dalam QFD dapat direduksi guna mendapatkan solusi desain baru yang optimal.

3.1.2 Studi Lapangan

Studi lapangan ini bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai kondisi eksisting dari proses produksi bambu khususnya pada perautan dengan menggunakan peralatan yang

ada diperusahaan. Dari studi lapangan ini dapat dievaluasi hal-hal yang menjadi faktor penyebab terjadinya *bottleneck* dalam proses sehingga dapat dilakukan suatu tindakan untuk menyelesaikan kendala tersebut.

3.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada tahap pengumpulan dan pengolahan data ini dilakukan beberapa sub tahapan yang terdiri dari:

3.2.1 Quality Function Deployment (QFD)

Pertama-tama yang dilakukan adalah identifikasi VOC yaitu penggalan informasi mengenai sangkar burung dan tusuk gigi. Bisa melalui wawancara ataupun dengan kuesioner. Setelah dilakukan wawancara terhadap pemilik perusahaan maka dilakukan penyusunan HOQ yang terdiri dari penentuan atribut atribut, penentuan respon teknis, menentukan matrik interaksi, dan menentukan spesifikasi dan target.

3.2.2 Teoriya Resheniya Izobletatetskikh Zadatch (TRIZ)

Dari matriks interaksi antar respon teknis di dalam HOQ maka tahap selanjutnya adalah mereduksi kontradiksi teknis melalui metode TRIZ guna memperbaiki kinerja dari desain yang ada. Dimulai dari penentuan *specific problem* yang diperoleh dari respon teknis hasil dari wawancara, penentuan *general problem* dengan mencocokkan *specific problem* dengan *39 parameters* dan dicari kontradiksinya, dilanjutkan dengan pencarian *general solutions* dari tabel matrik kontradiksi dan *the 40 inventive principles* dan akhirnya tahap terakhir dalam TRIZ adalah mencari solusi terbaik (*specific solution*) dari alternatif-alternatif solusi yang diberikan.

3.2.3 Mendesain Konsep Produk

Dalam tahapan ini akan disusun konsep produk yang sesuai dengan hasil dari HoQ dan TRIZ. Konsep produk ini

berupa rancangan terhadap mesin yang akan dirancang dalam berbagai desain yang berbeda.

3.2.4 Perancangan Rinci

Pada langkah perancangan rinci mesin ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu :

- a. Kapasitas mesin baru. Diharapkan dengan adanya mesin baru mampu menghasilkan jumlah batang bambu yang lebih banyak dalam satu kali proses perautan. Apabila pada alat tradisional sebelumnya beberapa kali proses perautan menghasilkan satu batang bambu, diharapkan mesin hasil rancang ulang mampu menghasilkan banyak jumlah batang bambu dalam satu kali proses perautan.
- b. Tingkat efisiensi dari rancangan mesin baru. Sehingga diharapkan dengan adanya mesin baru ini akan memperpendek waktu proses perautan.
- c. Keakuratan dimensi batang bambu berdasarkan ukuran diameter yang telah ditentukan. Dengan akurasi yang tinggi tidak memerlukan proses perautan yang berulang-ulang untuk mendapatkan hasil yang siap dikirim dan memenuhi kebutuhan pelanggan perusahaan.
- d. Pemilihan material yang sesuai. karena proses perautan ini merupakan kegiatan sehari-hari/ sering dikerjakan. sehingga membutuhkan bahan material yang baik. Bahan yang mampu berproduksi setiap hari.
- e. Biaya pembuatan mesin ini. Karena biaya memberikan cukup pengaruh terhadap harga dari produk yang akan ditawarkan perusahaan. Namun perlu pula dipertimbangkan harga pembuatan mesin dengan benefit yang didapatkan seperti akurasi yang tinggi, sehingga perusahaan tidak memerlukan jumlah tenaga kerja yang berlebihan.

3.2.5 Prototyping

Tahap ini bertujuan untuk mempresentasikan konsep perancangan dari desain yang sudah terpilih, yang nantinya kan

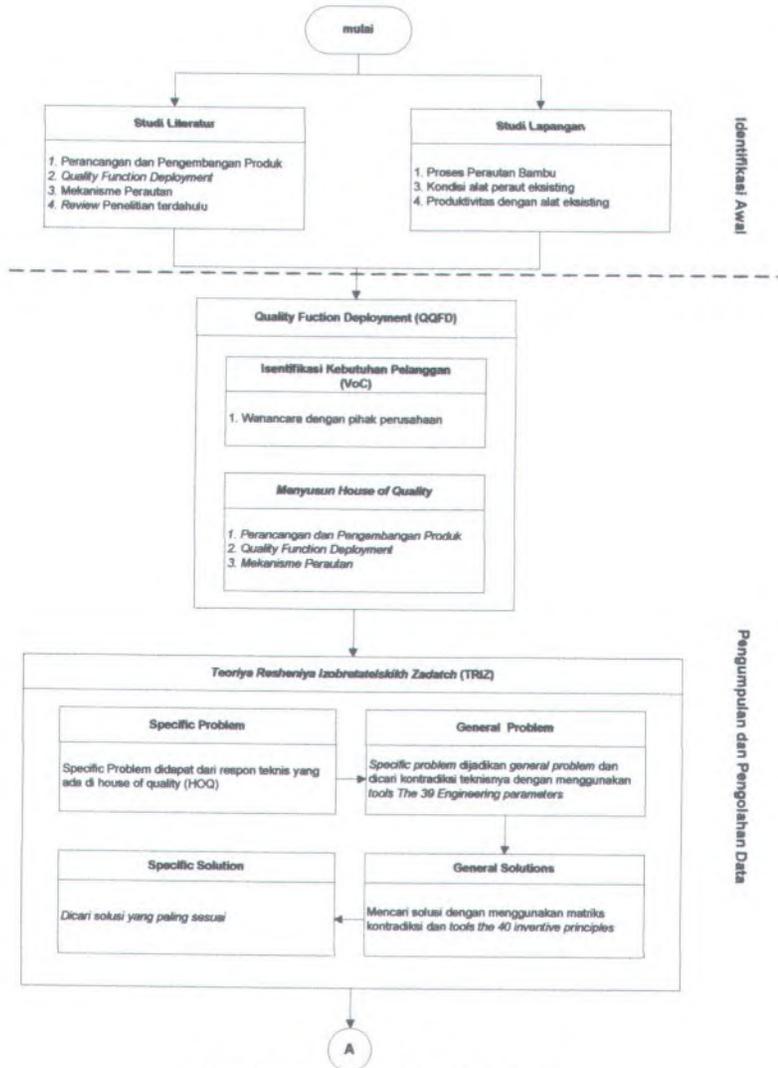
dilakukan perbandingan antara kondisi awal dengan kondisi sesudah adanya alat hasil rancangan. Pada tahap perancangan *prototype* ini dilakukan pembuatan *prototype* berdasarkan final desain yang telah terpilih.

3.3 Tahap Analisa Dan Pembahasan

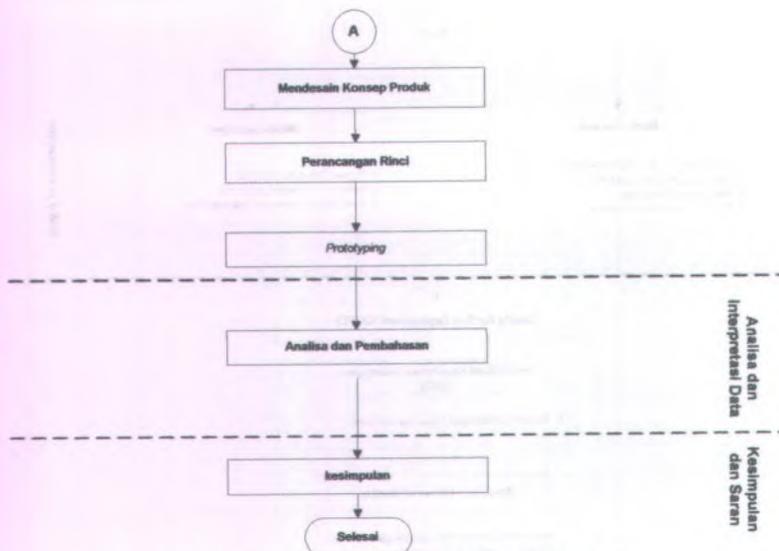
Pada tahapan ini akan dilaksanakan analisa terhadap hasil proses perancangan dan pengembangan mesin peraut yang dilakukan dalam penelitian ini. Analisa dimulai dari analisa kondisi eksisting perusahaan, hasil identifikasi kebutuhan pelanggan, penyusunan matriks HOQ hingga analisa terhadap *prototype* produk yang telah jadi. Dan yang terakhir dilakukan analisa terhadap produktivitas perusahaan secara umum setelah diterapkannya mesin ini.

3.4 Tahap Kesimpulan Dan Saran

Dari hasil analisa tersebut akan ditarik suatu kesimpulan untuk menjawab tujuan penelitian yang dilakukan. Selain itu juga dilengkapi dengan saran-saran dan rekomendasi yang dapat dijadikan bahan masukan yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian (lanjutan)

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data sesuai dengan kondisi di perusahaan yaitu UKM Enggal Jaya – Semarang pada perautan bambu dan kemudian data yang diperoleh akan digunakan untuk proses penyusunan *House Of Quality*. Kemudian permasalahan yang muncul dalam HOQ diselesaikan dengan mendapatkan solusi dari prinsip metode TRIZ. Kemudian disusun beberapa alternatif desain, dipilih desain akhir produk dan akhirnya dilakukan perancangan produk akhir.

4.1 Identifikasi Kondisi Eksisting

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap perusahaan itu sendiri dan kondisi eksisting di UKM Enggal Jaya - Semarang. Kondisi eksisting tersebut akan menjadi acuan untuk melaksanakan penelitian ini.

4.1.1 Profil Perusahaan

UKM Enggal Jaya adalah industri kerajinan bambu yang mempunyai fokus di bidang sangkar burung dan tusuk gigi. UKM Enggal Jaya berdiri sejak 18 januari 2008, Seiring dengan perkembangan waktu dan pertumbuhan perusahaan, Enggal Jaya selalu ingin mengupdate alat produksinya yang terasa masih manual, Salah satunya yaitu alat raut bambu. Sehingga dapat memenuhi permintaan konsumen sangkar burung dan tusuk gigi.

4.1.2 Proses Pembuatan sangkar burung dan tusuk gigi

Sangkar burung dan tusuk gigi merupakan produk utama dari perusahaan ini. Adapun proses pembuatan sangkar burung dan tusuk gigi yang dilakukan di perusahaan ini meliputi beberapa proses.

Proses-proses tersebut diawali dengan kulak bahan baku berupa bambu apus yang di datangkan dari magelang.



Gambar 4.1 Bahan Baku



Gambar 4.2 Proses Pemotongan

Setelah bambu dipotong sesuai panjang sangkar yang akan di produksi. Kemudian bambu disayat secara manual berdiameter 4mm, 6mm, 8mm. sesuai sangkar yang akan di produksi. Jika memproduksi sangkar burung berukuran 30cm x 30cm x 40cm maka menggunakan batang bambu berdiameter 2 mm, sedangkan jika produksi sangkar burung berukuran 80 cm x 80 cm x 120 cm maka menggunakan batang bambu berukuran 6 mm.



Gambar 4.3 Proses Penyayatan Bambu

Setelah disayat bambu kemudian di masukkan pada alat perautan yang berupa plat baja yang dibolong sehingga membentuk mata pisau berupa lingkaran. Dimana diameter lingkaran mulai dari berdiameter 2 mm – 9 mm.

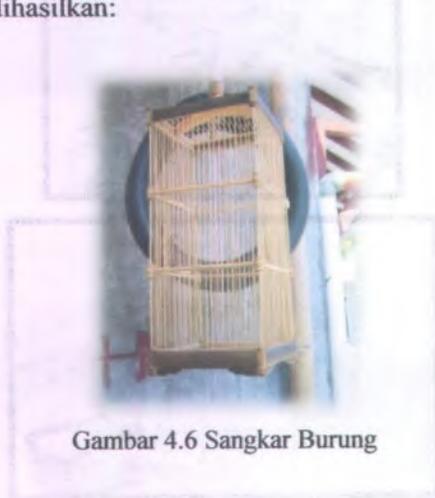


Gambar 4.4 Proses Perautan



Gambar 4.5 Bambu yang Sudah Diraut

Setelah proses perautan selesai maka batang bambu tersebut dirakit pada batang bambu yang berbentuk persegi yang telah di bolong – bolong agar batang bambu yang di raut dapat masuk pada batang bambu persegi yang di bolong. Dan untuk proses tusuk gigi , batang yang telah diraut dipotong – potong ± 7 cm. kemudian diruncingkan pada bagian ujungnya. Adapun produk yang dihasilkan:



Gambar 4.6 Sangkar Burung



Gambar 4.7 Tusuk Gigi

4.2 HoQ Perancangan Mesin Raut Bambu

HoQ merupakan suatu matriks QFD. Pembuatan HoQ dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap-tahap yang dilalui adalah mengidentifikasi VoC, membuat *planning matrix*, *technical response*, *relationship matrix*, *technical correlation*, dan *technical matrix*.

4.2.1 Pengumpulan Suara Pengguna (*Voice of Customer*)

Dalam tahap ini kebutuhan pelanggan diidentifikasi melalui sebuah survei. Dimana dalam survei ini menggunakan alat berupa kuisisioner. Kuisisioner ini terdiri dari 10 pertanyaan. 10 pertanyaan tersebut merupakan atribut yang ingin diketahui kebutuhannya melalui penyebaran kuisisioner ini. Penentuan atribut sendiri dilakukan pada awal kunjungan ke perusahaan.

Kuisisioner ini disebar kepada orang-orang yang dianggap ahli dan berkompeten serta terlibat dalam penggunaan hasil rancangan (di perusahaan) ini nantinya. Sehingga didapat 11 orang untuk menjadi responden. Bentuk kuisisioner tingkat kepentingan dan kepuasan serta rekaman kuisisioner dapat dilihat pada tabel 4.1, tabel 4.2 dan tabel 4.3

Tabel 4.1 Kuisiонер Tingkat Kepentingan dan Kepuasan

Nama	
Usia	
Bagian pekerjaan	

Tingkat kepuasan: Berdasarkan alat yang sudah ada diperusahaan

Tingkat kepentingan: Yang diharapkan adanya dengan mesin/alat baru

No.	atribut	Tingkat kepentingan				Tingkat kepuasan			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Kemudahan perawatan alat								
2.	Keakuratan dimensi bambu								
3.	Jumlah bambu 1x proses								
4.	Kemudahan penggunaan								
5.	Irit bahan baku								
6.	Mesin tahan lama								
7.	Harga terjangkau								
8.	Keberhasilan perautan								
9.	Desain mesin menarik								
10.	Keamanan penggunaan								

Keterangan:

Tingkat kepuasan	Tingkat kepentingan
1. Tidak puas	1. Tidak penting
2. Cukup puas	2. Cukup penting
3. Puas	3. Penting
4. Sangat puas	4. Sangat penting

Tabel 4.2 Hasil Kuisiонер Tingkat Kepentingan

no	Atribut Produk	Tingkat Kepentingan
1	Kemudahan perawatan alat	3.64
2	Keakuratan dimensi bambu	3.82
3	Jumlah bambu 1X proses	3.82
4	Kemudahan penggunaan	3.45
5	Irit bahan baku	3.73
6	Mesin tahan lama	3.82
7	Harga terjangkau	3.36
8	Keberhasilan perautan	3.64
9	Desain mesin menarik	3.00
10	Keamanan penggunaan	3.64

Tabel 4.3 Hasil Kuisioner Tingkat Kepuasan

no	Atribut Produk	Tingkat Kepuasan
1	Kemudahan perawatan alat	2.64
2	Keakuratan dimensi bambu	3.00
3	Jumlah bambu 1X proses	1.91
4	Kemudahan penggunaan	2.64
5	Irit bahan baku	2.64
6	Mesin tahan lama	2.27
7	Harga terjangkau	2.91
8	Keberhasilan perautan	3.09
9	Desain mesin menarik	2.09
10	Keamanan penggunaan	3.00

Berdasarkan kuisioner yang disebarakan, dapat diketahui tingkat kepentingan dari adanya alat raut bambu, tingkat kepuasan konsumen terhadap alat raut bambu eksisting, Serta GAP yang terjadi. Dimana dapat kita lihat pada tabel 4.4 berikut ini.

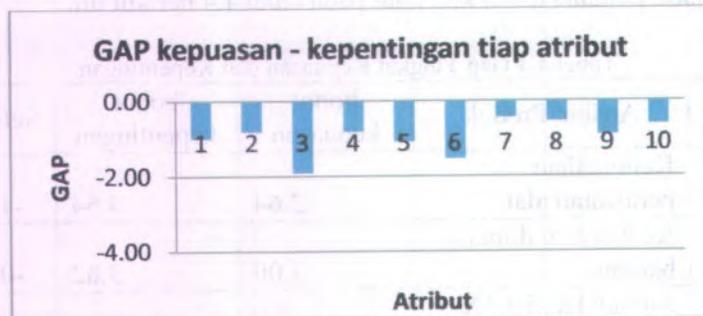
Tabel 4.4 Gap Tingkat Kepuasan dan Kepentingan

no	Atribut Produk	bobot kepuasan	bobot kepentingan	Selisih
1	Kemudahan perawatan alat	2.64	3.64	-1.00
2	Keakuratan dimensi bambu	3.00	3.82	-0.82
3	Jumlah bambu 1X proses	1.91	3.82	-1.91
4	Kemudahan penggunaan	2.64	3.45	-0.82
5	Irit bahan baku	2.64	3.73	-1.09
6	Mesin tahan lama	2.27	3.82	-1.55

Tabel 4.4 Gap Tingkat Kepuasan dan Kepentingan (lanjutan)

no	Atribut Produk	bobot kepuasan	bobot kepentingan	Selisih
7	Harga terjangkau	2.91	3.36	-0.45
8	Keberhasilan perautan	3.09	3.64	-0.55
9	Desain mesin menarik	2.09	3.00	-0.91
10	Keamanan penggunaan	3.00	3.64	-0.64
	Rata-rata	2.62	3.59	-0.97

Gap adalah perbedaan antara kepuasan yang dirasakan dengan kepuasan yang diharapkan oleh pengguna. Dari hasil tabel 4.4 nilai gap adalah bernilai -0.97, Hal ini menunjukkan bahwa atribut alat raut bambu eksisting masih di bawah kepentingan pelanggan sebesar 0.97. *Gap* tertinggi terdapat pada atribut Jumlah bambu 1 kali proses sebesar -1.91. Kemudian atribut Mesin tahan lama sebesar -1.55.

Gambar 4.8 *Gap* Kepuasan – Kepentingan

4.2.2 Matrik Perencanaan

Matriks digunakan untuk mengetahui seberapa penting masing – masing kebutuhan atau keuntungan dari produk yang ditawarkan kepada pengguna berdasarkan interpretasi tim

pengembang dan data hasil penelitian. Bagian – bagian dari matriks perencanaan antara lain *importance to customer*, *benchmarking*, *improvement ratio*, *sales point*, *raw weight* dan *normalized raw weight*.

Tabel 4.5 *Importance to Customer*

No	Atribut Produk	Tingkat Kepentingan
1	Kemudahan perawatan alat	3.64
2	Keakuratan dimensi bambu	3.82
3	Jumlah bambu 1X proses	3.82
4	Kemudahan penggunaan	3.45
5	Irit bahan baku	3.73
6	Mesin tahan lama	3.82
7	Harga terjangkau	3.36
8	Keberhasilan perautan	3.64
9	Desain mesin menarik	3.00
10	Keamanan penggunaan	3.64

Salah satu tahapan yang dilalui dalam proses penyusunan HoQ sebagai bagian dari perancangan dan pengembangan produk adalah evaluasi produk. Evaluasi produk ini dilakukan dengan cara *benchmarking* antara mesin eksisting dengan produk yang diinginkan. Dengan mengetahui kelebihan dan kekurangan produk-produk yang telah ada diharapkan menjadi acuan untuk mengembangkan produk yang akan kita hasilkan. Hasil dari *benchmarking* ini ditampilkan dalam tabel 4.6.

Tabel 4.6 Evaluasi Produk

no	Atribut Produk	BENCHMARKING			
		1	2	3	4
1	Kemudahan perawatan alat				
2	Keakuratan dimensi bambu				
3	Jumlah bambu 1X proses				
4	Kemudahan penggunaan				
5	Irit bahan baku				
6	Mesin tahan lama				
7	Harga terjangkau				
8	Keberhasilan perautan				
9	Desain mesin menarik				
10	Keamanan penggunaan				



PRODUK EKSTING

PRODUK YANG DIINGINKAN

Setelah dilakukan *benchmarking* produk kompetitor, dicari tingkat perbaikannya (*improvement ratio*). *Improvement ratio* (IR) adalah perbandingan antara *target value* dan *evaluation score*. *Target value* adalah nilai yang diharapkan dari produk yang akan dirancang sedangkan *evaluation score* adalah nilai dari produk kompetitor.

$$\text{improvement ratio} = \frac{\text{target value}}{\text{evaluation score}}$$

Contoh pada atribut kemudahan perawatan alat:

$$\text{improvement ratio} = \frac{4}{3} = 1,33$$

Tabel 4.7 *Improvement Ratio*

no	Atribut Produk	BENCHMARKI NG				ES	T V	IR
		1	2	3	4			
1	Kemudahan perawatan alat				4	3	4	1.33
2	Keakuratan dimensi bambu				4	3	4	1.33
3	Jumlah bambu 1X proses		2		4	2	4	2.00
4	Kemudahan penggunaan			3		3	3	1.00
5	Irit bahan baku				3	3	4	1.33
6	Mesin tahan lama		2		4	2	4	2.00
7	Harga terjangkau			3		3	3	1.00
8	Keberhasilan perautan				3	3	4	1.33

Tabel 4.7 *Improvement Ratio* (lanjutan)

no	Atribut Produk	BENCHMARKI NG				ES	T V	IR
		1	2	3	4			
9	Desain mesin menarik			1		2	3	1.50
10	Keamanan penggunaan				1	3	4	1.33

Setelah menentukan *improvement ratio*, selanjutnya ditentukan *sales point* untuk masing-masing atribut. *Sales point* adalah tingkatan yang diperoleh apabila kita memenuhi atribut yang telah ditentukan. Nilai *sales point* dalam penelitian ini merupakan bobot yang diperhatikan oleh pihak perusahaan untuk setiap pemenuhan atribut yang telah ditentukan sesuai dengan kebutuhan pihak perusahaan. Hasil perhitungan ditampilkan dalam tabel berikut.

Nilai *sales point*:

- 1,0 = tidak ada nilai jual/nol.
 1,2 = nilai jual sedang.
 1,5 = nilai jual tinggi.

Tabel 4.8 *Sales Point* Produk

no	Atribut Produk	Sales Point
1	Kemudahan perawatan alat	1.2
2	Keakuratan dimensi bambu	1.5
3	Jumlah bambu 1X proses	1.5
4	Kemudahan penggunaan	1.2
5	Irit bahan baku	1.2
6	Mesin tahan lama	1.5

Tabel 4.8 Sales Point Produk (lanjutan)

no	Atribut Produk	Sales Point
7	Harga terjangkau	1.2
8	Keberhasilan perautan	1.5
9	Desain mesin menarik	1.0
10	Keamanan penggunaan	1.2

Setelah menentukan *sales point*, kemudian dilakukan penentuan *raw weight*. *Raw weight* adalah nilai pembobotan pada masing-masing atribut. Hasil perhitungan ditampilkan dalam tabel 4.9. Nilai *raw weight* didapatkan dari rumusan: $Raw\ weight = (important\ to\ costomer) \times (improvement\ ratio) \times (sales\ point)$.

Tabel 4.9 Raw Weight Atribut

no	Atribut Produk	BENCHMA RKING				E S	T V	IR	SP	RII	RW
		1	2	3	4						
1	Kemudahan perawatan alat				4	3	4	1.33	1.20	3.64	5.82
				3							
2	Keakuratan dimensi bambu				4	3	4	1.33	1.50	3.82	7.64
				3							
3	Jumlah bambu IX proses				4	2	4	2.00	1.50	3.82	11.45
			2								
4	Kemudahan penggunaan				4	3	3	1.00	1.20	3.45	4.15
				3							
5	Irit bahan baku				4	3	4	1.33	1.20	3.73	5.96
				3							
6	Mesin tahan lama				4	2	4	2.00	1.50	3.82	11.45
			2								

Tabel 4.9 Raw Weight Atribut (lanjutan)

no	Atribut Produk	BENCHMA RKING				E S	T V	IR	SP	RII	RW
		1	2	3	4						
7	Harga terjangkau			3		3	3	1.00	1.20	3.36	4.04
8	Keberhasilan perautan			3		3	4	1.33	1.50	3.64	7.27
9	Desain mesin menarik		2	3		2	3	1.50	1.00	3.00	4.50
10	Keamanan penggunaan			3		3	4	1.33	1.20	3.64	5.82
										sum	68.10

Langkah selanjutnya adalah menghitung *normalized raw weight* dengan tujuan untuk mengetahui tingkat bobot yang diperoleh dari masing – masing atribut. Rumusnya:

$$\text{Normalized raw weight} = \text{raw weight} / \sum \text{raw weight}$$

Setelah diketahui nilai *normal raw weight*, dilakukan penjumlahan nilai – nilai tersebut untuk mendapatkan *cummulative normalized raw weight*. Hasil perhitungan ditampilkan dalam tabel 4.10

Tabel 4.10 Project Objectives

no	Atribut Produk	BENCHMAR KING				E S	T V	IR	SP	RII	RW	NRW	CNR
		1	2	3	4								
1	Kemudahan perawatan alat			3		3	4	1.33	1.20	3.64	5.82	8.54%	8.54
2	Keakuratan dimensi bambu			3		3	4	1.33	1.50	3.82	7.64	11.21%	19.76

Tabel 4.10 *Project Objectives* (lanjutan)

no	Atribut Produk	BENCHMARK				E S	T V	IR	SP	RII	RW	NRW	CNRW	
		1	2	3	4									
3	Jumlah bambu 1X proses				4	2	4	2.00	1.50	3.82	11.45	16.82%	36.58%	
4	Kemudahan penggunaan			3		3	3	1.00	1.20	3.45	4.15	6.09%	42.66%	
5	Irit bahan baku				3	3	4	1.33	1.20	3.73	5.96	8.76%	51.42%	
6	Mesin tahan lama				4	2	4	2.00	1.50	3.82	11.45	16.82%	68.24%	
7	Harga terjangkau			3		3	3	1.00	1.20	3.36	4.04	5.93%	74.17%	
8	Keberhasilan perautan				4	3	4	1.33	1.50	3.64	7.27	10.68%	84.85%	
9	Desain mesin menarik			3		2	3	1.50	1.00	3.00	4.50	6.61%	91.46%	
10	Keamanan penggunaan				4	3	4	1.33	1.20	3.64	5.82	8.54%	100.00%	
											sum	68.10	100%	

4.2.3 Respon teknis

Respon teknis (*Technical response*) merupakan acuan atau spesifikasi teknis (lebih detail) yang akan dilakukan untuk memenuhi setiap atribut (keinginan konsumen). Dengan kata lain, respon teknis adalah solusi – solusi yang diberikan produsen dalam menjawab keinginan konsumen. Spesifikasi terdiri dari metrik dan nilai metrik. Dalam tabel 4.11 ditampilkan rekap data dari respon teknis untuk masing-masing atribut.

Tabel 4.11 Respon Teknis

Atribut Produk	Respon Teknis
Kemudahan perawatan alat	komponen yang digunakan
	Dimensi alat
	Bentuk
	material
Keakuratan dimensi bambu	Kecepatan putaran
	Ketajaman mata pisau
Jumlah bambu 1X proses	Kecepatan putaran
	Dimensi alat
Kemudahan penggunaan	Material
	Komponen yang digunakan
	Petunjuk penggunaan
Irit bahan baku	Ketajaman mata pisau
Mesin tahan lama	Material
Harga terjangkau	komponen yang digunakan
	Bentuk
	Dimensi alat
	material
	Warna
Keberhasilan perautan	Kecepatan putaran
	Material
	Ketajaman mata pisau
Desain mesin menarik	Bentuk
	Material
	Warna
Keamanan penggunaan	Petunjuk penggunaan
	Material

4.2.4 Matriks hubungan / *relationship Matrix*

Relationship matrix ini berisi hubungan antara masing - masing elemen respon teknis dan masing-masing kebutuhan konsumen. *Relationship matrix* dapat dilihat pada Tabel 4.12. Nilai-nilai dalam *relationship matrix* ini didapatkan dari nilai % *weight* pada *project objective* dikalikan dengan koefisien kuatnya hubungan. Hubungan kuat bernilai 9, hubungan sedang 3, dan hubungan lemah bernilai 1. Sebagai contoh hubungan antara atribut Mesin tahan lama dengan respon teknis material adalah kuat dan bernilai 151,38.

Tabel 4.12 Relationship Matrix

Atribut	Kepentingan	Komponen yang digunakan	Dimensi alat	Bentuk	Material	Kecepatan perautan	Ketajaman mata pisau	Petunjuk penggunaan	Warna
Kemudahan perawatan alat	3.64	76.86	25.62	8.54	76.86				
Keakuratan dimensi bambu	3.82					100.89	100.89		
Jumlah bambu 1X proses	3.82		50.46			151.38			
Kemudahan penggunaan	3.82	18.27			6.09			54.81	
Irit bahan baku	3.73						26.28		
Mesin tahan lama	3.82				151.38				
Harga terjangkau	3.36	53.37	53.37	17.79	53.37				5.99
Keberhasilan perautan	3.64				32.04	96.12	96.12		
Desain mesin menarik	3.00			19.81	6.61				19.81
Keamanan penggunaan	3.64				8.54			76.86	

Tabel 4.13 Simbol *Relationship Matrix*

Tidak ada Hubungan	(kosong)	0
Hubungan Kuat		9
Hubungan sedang		3
Hubungan lemah		1

Keterangan Tabel 4.12 *relationship matrix*:

- Kemudahan perawatan alat dengan :
 - Komponen yang digunakan, sedikitnya jumlah komponen yang digunakan pada alat yang akan dibuat maka semakin mudah pula cara perawatannya.
 - Dimensi alat, semakin besar alat yang dibuat maka semakin susah untuk membersihkannya.
 - Bentuk, semakin mudah/tidak rumit bentuk alat yang akan dibuat maka semakin mudah pula alat untuk dibersihkan.
 - Material, banyaknya pilihan jenis material (kayu, besi, aluminium, dsb). Besi mudah karat sehingga perawatannya susah.
- Keakuratan dimensi bambu dengan :
 - Kecepatan perautan, semakin cepat putaran perautan maka gaya gesekan semakin besar sehingga tidak merusak permukaan bambu atau bambu yang dihasilkan lebih baik.
 - Ketajaman mata pisau, semakin tajam permukaan pisau maka semakin mudah bambu terpotong.
- Jumlah bambu 1x proses dengan :
 - Dimensi alat, semakin besar dimensi alat yang dirancang maka semakin besar kapasitas yang dapat ditampung.
 - Kecepatan perautan, semakin cepat putaran rol maka semakin bagus bambu yang dihasilkan (tidak ada yang bambu yang rusak)
- Kemudahan penggunaan dengan :
 - Komponen yang digunakan, semakin banyak komponen/fitur pada alat. Terkadang membuat penggunaanya semakin bungung.

- Material, Setiap jenis material memiliki sifat yang berbeda – beda. Contoh: tuas kompor jika menggunakan bahan yang licin maka susah untuk diputar
- Petunjuk penggunaan, Jika pada alat dicantumkan cara penggunaannya maka dapat mempermudah operator dalam bekerja.
- Irit bahan baku dengan :
 - Ketajaman mata pisau, Jika mata pisau yang digunakan tumpul maka banyak bambu yang rusak. Bahkan sebaliknya jika pisau sangat tajam maka bambu dapat diraur dengan sempurna.
- Mesin tahan lama :
 - Material, jika jenis material kayu yang digunakan dalam perancangan mesin maka diprediksi mesin tidak tahan lama karena pada bagian siku – siku kayu sangat mudah rusak atau goyang.
- Harga terjangkau dengan :
 - Komponen yang digunakan, semakin banyak komponen yang digunakan pada mesin maka berdampak pada biaya yang dikeluarkan.
 - Dimensi alat, semakin besat rancangan produk maka akan membutuhkan biaya yang besar pula.
 - Bentuk, bentuk sangat mempengaruhi harga dari rancangan produk. Semakin susah bentuk yang akan dirancang maka semakin tinggi biaya yang dikeluarkan.
 - Material, Menggunakan material besi lebih mahal dibandingkan dengan menggunakan material kayu.
 - Warna, yang dimaksud warna disini yaitu cat. Mesin yang dicat pastinya membutuhkan biaya lebih dibandingkan dengan mesin yang belum diberi cat.
- Keberhasilan perautan :
 - Material, Jika pada mata pisau menggunakan jenis material kayu maka akan susah bambu terkupas
 - Kecepatan perautan, jika mata pisau berputar cepat dan bertenaga maka maka keandalan dalam meraut semakin baik.

Dan jika mesin berputar pelan tetapi tidak memiliki tenaga maka pisau yang berputar tadi dapat tersendat bahkan berhenti.

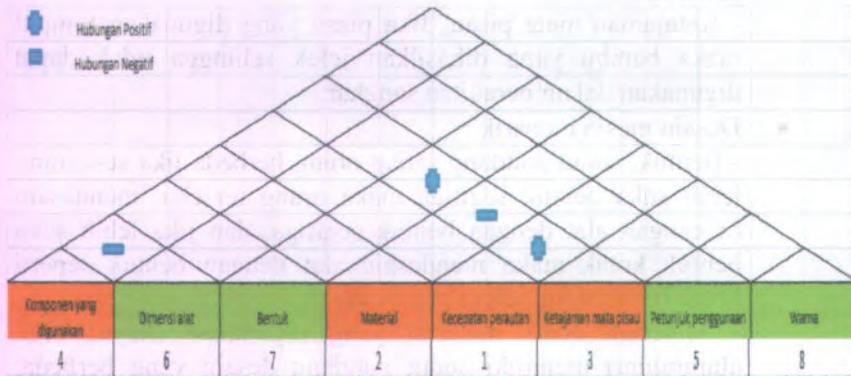
- Ketajaman mata pisau, Jika pisau yang digunakan tumpul maka bambu yang dihasilkan jelek sehingga tidak dapat digunakan dalam perakitan sangkar.

- Desain mesin menarik :
 - Bentuk, sudut pandang setiap orang berbeda jika seseorang lebih suka bentuk segitiga maka orang tersebut mendesain rancangan alat dengan bentuk segitiga, dan jika lebih suka bentuk kotak maka mendesain alat dengan bentuk seperti kotak (tergantung selera perancang)
 - Material, Jenis material yang digunakan (kayu, besi, aluminium) memiliki sudut pandang desain yang berbeda. Pada hal ini ditekankan lagi pada selera perancang.
 - Warna, pilihan warna yang digunakan dalam perancangan alat menentukan menarik tidaknya suatu produk.
- Keamanan penggunaan :
 - Material, Menggunakan material besi baja lebih kuat sehingga mesin tidak mudah rubuh. Sedangkan menggunakan material kayu lama kelamaan kayu mudah rapuh sehingga dapat melukai operatornya jika alat roboh.
 - Petunjuk penggunaan, jika alat tidak diberi petunjuk cara penggunaan dan alat ini dioperasikan oleh operator baru (belum pernah mengoperasikan mesin perutan) maka dapat membahayakan keselamatan operator.

4.3 *Theoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch (TRIZ)*

Dari hasil akhir matriks HoQ, terpilih respon teknis dengan rangking empat teratas yang memiliki korelasi negatif dengan respon teknis lain. Gambar 4.9 di bawah ini menunjukkan ruang atap dari matriks HoQ yang berisi hubungan antar respon teknis. Warna kuning menunjukkan keempat respon teknis tersebut. Kontradiksi antar yang diselesaikan dalam TRIZ adalah kontradiksi antar respon teknis yang termasuk dalam empat

teratas. Apabila salah satu respon teknis berkontradiksi dengan yang selain rangking empat teratas maka tidak diselesaikan.



Gambar 4.9 Kontradiksi yang Diselesaikan dengan TRIZ

Seperti yang telah dijelaskan di bab 2 bahwa TRIZ mampu menyelesaikan suatu permasalahan (*inventive problem solver*) dengan menggunakan prinsip-prinsip *inventive* dan dari prinsip-prinsip tersebut dihasilkan ide-ide kreatif. Alur proses TRIZ adalah permasalahan kontradiktif dicari, dari permasalahan tersebut *breakdown* menjadi parameter yang ingin diperbaiki dan parameter yang menjadi lebih buruk akibat perbaikan parameter yang lain, parameter dapat dilihat dari tabel 39 parameter yang tersedia kemudian dicari solusinya dari *separation principles* dan *the 40 inventive principles*.

4.3.1 Specific Problem – General Problem

Dari hasil perhitungan HoQ (*House of Quality*), didapatkan respon teknis yang memiliki nilai tertinggi dan memiliki hubungan antar respon teknis yang negatif. Dan yang akan dijadikan *specific problem* dalam TRIZ adalah respon teknis yang saling berkorelasi negatif, yaitu material dan ketajaman mata pisau. *Specific problem* tersebut akan diubah menjadi *general problem* dengan menggunakan 39 parameter. Pengertian

useful feature adalah sesuatu yang ingin diperbaiki namun mungkin menimbulkan masalah yang lain, sedangkan *harmful feature* adalah sesuatu yang akan menjadi lebih buruk ketika penyelesaian suatu masalah.

1. Respon teknis material *Versus* respon teknis ketajaman mata pisau.

Respon teknis material berkontradiksi dengan ketajaman mata pisau. Perbaikan yang diharapkan adalah keawetan ketajaman pisau. Semakin sering alat digunakan maka ketajaman pisau yang digunakan semakin berkurang (tumpul). Padahal ketahanan mata pisau pada alat raut bambu ini adalah aspek yang sangat penting.

Tabel 4.14 Material *Versus* Ketajaman Mata Pisau

	<i>Spesific Problem</i>	<i>General Problem</i>
<i>Useful Feature</i>	Ketajaman Mata Pisau	<i>Reliability (27)</i>
Keterangan	Ketajaman Pisau akan lemah jika sering digunakan	Keandalan pisau dalam proses perautan
<i>Harmful Feature</i>	Material	<i>Durability of moving object (15)</i>
Keterangan	Sifat ketahanan material	Daya tahan suatu objek

Penjelasan respon teknis ketajaman mata pisau pada Tabel 4.14 adalah tingkat penggunaan mata pisau. Semakin sering alat digunakan maka mata pisau yang ada semakin melemah/tumpul. Baik juga sebaliknya semakin jarang alat digunakan maka mata pisau lebih awet dalam arti tetep tajam.

4.3.2 General Problem – General Solution

Setelah mengetahui kontradiksi yang terjadi maka TRIZ digunakan sebagai *problem solver* dari kontradiksi-kontradiksi tersebut. Sebagaimana yang telah dipaparkan pada bab 2 tinjauan pustaka bahwa TRIZ mampu menyelesaikan masalah-masalah *inventive* dan dari prinsip-prinsip tersebut dihasilkan ide-ide baru dan kreatif.

Berikut ini merupakan alternatif solusi yang ditawarkan TRIZ untuk menyelesaikan kontradiksi dari beberapa parameter di atas. Adapun dari beberapa alternatif solusi yang diberikan akan dipilih satu untuk menjadi *specific solution*.

1. Material Versus Ketajaman mata pisau

Material (*durability of moving object*) berkontradiksi dengan ketajaman mata pisau (*Reliability*). *Altshuller Table of Contradiction* seperti yang tertera pada table 4.15 didapatkan prinsip – prinsip no 2, 35, 3 dan 25. Prinsip – prinsip tersebut dijelaskan dalam *The 40 Inventive Principles of Triz Yang berbunyi taking out, parameter change, local quality dan self service*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4.15 Matriks Kontradiksi *Durability of Moving Object Versus Reliability*

TRIZ is a theory that considers engineering problems and suggested solutions based on their structure. TRIZ states that:

- Technical systems evolve towards the increase of ideality by OVERCOMING CONTRADICTIONS, mostly with minimal introduction of resources.
- Most of the innovations are transpositions of **KNOWN SOLUTIONS** in other fields.

The TRIZ Matrix is a database of **KNOWN SOLUTIONS** (principles) able to **OVERCOME CONTRADICTIONS**.

1.6. You need a stationary object to be longer without becoming heavier. This is a contradiction. The improving feature is " #1, length of stationary object " and the worsening factor is " #2, weight of stationary object ". Use the matrix to discover possible ways of solutions: the **PRINCIPLES**.

The TRIZ Matrix proposes the following Principles to solve this contradiction:
Improving 27: Reliability without damaging 15: Durability of moving obj.

2. Taking out

- Separate an interfering part or property from an object, or single out the only necessary part (or property) of an object.

35. Parameter changes

- Change an object's physical state (e.g. to a gas, liquid, or solid.)
- Change the concentration or consistency.
- Change the degree of flexibility.
- Change the temperature.

3. Local quality

- Change an object's structure from uniform to non-uniform, change an external environment (or external influence) from uniform to non-uniform.
- Make each part of an object function in conditions most suitable for its operation.
- Make each part of an object fulfill a different and useful function.

25. Self-service

- Make an object serve itself by performing auxiliary/helpful functions.
- Use waste resources, energy, or substances.

Interactive TRIZ Contradiction Matrix:

27: Reliability ▼

15: Durability of moving obj. ▼

[TRIZ Matrix Lookup](#)

Tip: Select the features then click on the TRIZ lookup button

Penjelasan dari keempat prinsip diatas secara umum ialah :
 Prinsip 2 Pisahkan dari benda yang mengganggu atau pilih satu benda yang diperlukan. prinsip 35 memberikan ide untuk merubah parameter baik merubah suhu, konsentrasi atau konsistensi, atau merubah bentuk fisik objek, Prinsip 3 menyelesaikan dengan cara membuat setiap bagian objek memiliki fungsi sendiri yang paling sesuai dengan operasinya, sedangkan prinsip 25 membuat fungsi tambahan agar produk bekerja dengan sendirinya, menggunakan sisa sumber daya, energy atau zat.

4.3.3 General Solution – Specific Solution

Dalam subbab ini, solusi-solusi umum yang didapat dari *The 40 Inventive Problem Solving* akan dispesifikasikan menjadi satu solusi yang paling tepat diaplikasikan pada perancangan mesin raut bambu.

1. Respon teknis material *Versus* ketajaman mata pisau
 Dari penjelasan prinsip – prinsip tersebut, maka digunakan ide solusi prinsip No.3 yang ke tiga yang berbunyi *Make each part of an object function in conditions most suitable for its operation*. Prinsip diatas memberikan ide tentang menyesuaikan mata pisau dengan kondisi operasinya.

4.4 Mendesain Konsep produk

Pembahasan mendesain konsep produk meliputi perancangan fisik keseluruhan dari alat yang akan dibuat.

4.4.1 Rancangan Fisik

Setelah dilakukan pengolahan data pada hasil QFD dan TRIZ, maka tahap berikutnya adalah melakukan mendesain konsep produk sesuai dengan solusi-solusi yang telah terpilih dari metode TRIZ. Selain itu juga dilakukan perancangan dengan menggunakan spesifikasi awal yang ditentukan dalam matrik

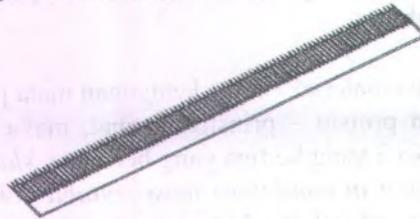
house of quality. Rancangan fisik ini dijelaskan dengan menggunakan sketsa gambar (ditampilkan pada lampiran).

- **Material :**

Dari hasil QFD : secara keseluruhan alat peraut ini disarankan untuk menggunakan material besi karena konsumen menginginkan alat peraut yang kuat dan tahan lama. Dalam hal ini dapat diartikan material kuat dalam berproduksi secara terus menerus dan mata pisau yang digunakan mampu meraut batang bambu yang keras.

- **Bentuk Mata pisau**

Bentuk mata pisau berbentuk seperti sisir dimana dipasang pada rol berdiameter 58 mm, dimana rol ini berputar sangat kencang agar bambu dapat diraut dengan baik.



Gambar 4.10 Bentuk Mata Pisau

- **Bentuk Rol yang berputar**

Bentuk rol ini seperti penggiling tebu dimana rol ini akan berputar dengan bantuan dinamo $\frac{1}{2}$ pk yang memiliki daya 400 watt. Rol ini memiliki 10 buah lubang ulir yang berfungsi membuat mata pisau.

Gambar 4.11 Rol yang Berputar

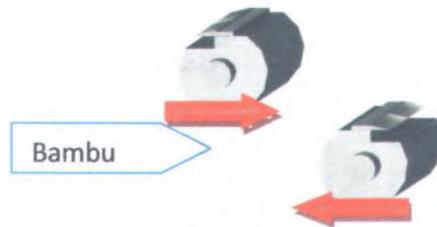


- Penentuan Dinamo yang digunakan
Dinamo yang digunakan yaitu $\frac{1}{2}$ pk yang memiliki daya 450 watt. Diperkirakan dinamo ini akan mampu memutar rol pada alat raut bambu tersebut.



Gambar 4.12 Dinamo

- Prinsip kerja rol
Rol pada mesin raut bambu ini memiliki arah putaran saling berlawanan. Sehingga posisi mata pisau saat bertemu dengan bambu seperti mencabik bagian permukaan bambu.



Gambar 4.13 Rotasi Mata Pisau

- Mesin raut bambu



Gambar 4.14 Mesin Keseluruhan

4.5 Prototyping

Proses pembuatan prototype dilakukan selama 40 hari terhitung sejak 26 November 2010 hingga 5 Januari 2011. Proses penyusunan prototype sendiri diawali dengan pembuatan rangka berbahan besi. Besi – besi dipotong kemudian dilakukan pengelasan dan pada proses pembuatan rol besi, aluminium di bubut sesuai diameter yang diinginkan. Kemudian rol diapit dengan dua plat besi yang sudah diberi lubang. Setelah proses perakitan selesai maka alat tersebut diberi dinamo. Dinamo tersebut digunakan untuk memutar rol. Gambar rangka mesin raut bambu dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 4.15 Perakitan



Gambar 4.16 Samping



Gambar 4.17 Samping Kanan

4.6 Perhitungan biaya pembuatan

Setelah Pembuatan dan perangkaian mesin raut, kemudian di lanjutkan dengan perhitungan biaya pembuatan produksi yang berdasarkan tiap komponen beserta upah kerja. Dimana harga tiap komponen dapat diketahui dari nota yang didapat sewaktu belanja. Biaya protipe dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4.16 Biaya Pembuatan Prototipe

banyak	nama barang	harga satuan	jumlah
Biaya Bahan			
2 kg	plat seko	Rp 7,000.00	Rp 14,000.00
1	dinamo 1/2 pk		Rp 570,000.00
1	beld AGS		Rp 18,200.00
1.2 kg	besi tabung	Rp 9,750.00	Rp 11,700.00
12.08 kg	besi tabung	Rp 11,000.00	Rp 132,900.00
3	plat pot	Rp 10,000.00	Rp 30,000.00
5	laker	Rp 2,500.00	Rp 12,500.00
1	ppli diameter 10 cm		Rp 34,000.00
1	poli diameter 8 cm		Rp 12,000.00
37 kg	plat pot myz	Rp 10,500.00	Rp 393,750.00
4	logam	Rp 2,000.00	Rp 8,000.00
5	laker	Rp 2,500.00	Rp 12,500.00
10 kg	plat pot		Rp 100,000.00
4.2 kg	as aluminium 2 1/4"	Rp 55,000.00	Rp 231,000.00
3 kg	as aluminium 2 1/4"	Rp 55,000.00	Rp 165,000.00
25.5 kg	besi st40 2" pj 145cm	Rp 10,000.00	Rp 255,000.00
6 bh	as 6004	Rp 7,000.00	Rp 42,000.00
Total Biaya Bahan			Rp 2,042,550.00
Biaya Tenaga kerja			
	ongkos tukang		Rp 800,000.00
Biaya Overhead			
	Ongkos listrik las		Rp 300,000.00
Total Biaya			Rp 3,142,550.00

4.7 Petunjuk penggunaan mesin raut bambu

1. Persiapan

- Bambu dipotong sesuai panjang yang diinginkan.



Gambar 4.18 Pemotongan

- Bambu dibelah menjadi 8 bagian.



Gambar 4.19 Dibelah 8 Bagian

- Kemudian bambu ditipisin agar menghemat bahan baku.



Gambar 4.20 Penipisan

- Bambu siap di masukkan ke mesin.

2. proses permesinan

- Mengecek mata pisau yang digunakan apakah sudah benar (2mm, 3mm, 4mm, 5mm).



Gambar 4.21 Mata Pisau

- Cek baut – baut pada mesin apakah sudah kencang semuanya.
- Nyalakan mesin raut bambu.
- Masukkan bambu yang sudah disiapkan tadi kedalam mesin. Dan kemudian didorong perlahan – lahan (hati – hati dalam proses ini, karena putaran rol mesin menarik bambu yang dimasukkan).



Gambar 4.22 Bambu Dimasukkan

- Bambu siap digunakan untuk perancangan sangkar burung.

4.8 Pengujian alat

Setelah proses pembuatan mesin raut bambu, Selanjutnya dilakukan pengujian mesin untuk mengetahui apakah mesin tersebut bekerja sesuai dengan mekanisme yang diharapkan. Dengan mengaju pada tujuan yang ditetapkan di awal bahwa tercapainya peningkatan produktivitas proses perautan bambu.

Tabel 4.17 Mesin Raut Bambu Baru

Variabel	Mesin Eksisting	Mesin Baru
Biaya Investasi	Rp 470.000	Rp 3.142.550
Biaya Operator	Rp 25.000/orang/hari	Rp 25.000/orang/hari
Kebutuhan Operator	2 orang	2 orang
Kebutuhan Energi	2400 watt	220 Volt, 1/2 Pk, 450 watt
Dimensi	18 cm X 10 cm	77 cm X 50 Cm
Komponen	Plat Gergaji pita, kayu, paku	Dinamo, 2 rol bermata pisau
Jumlah bambu	1 - 2 biji/menit	90-96 biji/menit
40 cm bambu apus diameter 11 cm	86 batang bambu diameter 3 mm	112 batang bambu diameter 3 mm
Kapasitas	1 biji bambu	2 ros bambu

BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pengumpulan dan pengolahan data maka tahap selanjutnya adalah menganalisa data-data yang diperoleh, analisa yang dimaksud adalah analisa perbandingan kondisi penggunaan mesin raut bambu eksisting dengan kondisi penggunaan rancangan mesin raut baru.

5.1 Analisa Proses Perancangan

Analisa proses perancangan terdiri dari analisis QFD, analisis TRIZ, dan analisa perancangan prototype.

5.1.1 Analisa Perancangan menggunakan *Quality Function Deployment* (QFD)

Dalam melakukan perancangan mesin Raut bambu baru ini pada tahap awal dilakukan pengumpulan suara pelanggan (*VoC*) dalam hal ini adalah perusahaan. Pengumpulan ini dilakukan dengan menggunakan metode *judgement* sampling. Dari tahapan ini didapatkan data kepuasan pelanggan terhadap penggunaan mesin eksisting dan didapatkan tingkat kepentingan yang diharapkan dari mesin raut bambu yang baru. Dan terlihat adanya *gap* antara kebutuhan perusahaan yang tidak terpenuhi dari mesin eksisting. *Gap* terbesar terdapat pada atribut jumlah bambu 1x proses dan mesin tahan lama. Perusahaan menginginkan adanya mesin yang mampu meraut bambu dalam waktu yang relatif singkat namun didapatkan hasil yang akurat. Sedangkan *gap* terendah berada pada atribut harga. Ini artinya bahwa keinginan konsumen akan harga sudah didapatkan dari produsen. Harga mesin raut bambu yang dibuat acuan ini memang relatif lebih murah dari pada alat raut bambu lainnya.

Berdasarkan kebutuhan perusahaan seperti dijabarkan diatas, maka dilakukan pendefinisian terhadap kebutuhan rancangan mesin raut yang baru. Proses pendefinisian kebutuhan ini melalui tahapan penyusunan konsep yang mana didefinisikan

beberapa alternatif konsep berdasarkan respon teknis produk (respon teknis utama dan respon teknis sekunder). Dalam tahapan penyusunan konsep ini melibatkan pihak perusahaan dan orang-orang yang menguasai permesinan. Dari penyusunan alternatif konsep ini didapatkan dua buah mekanisme kerja mesin. Mekanisme yang didefinisikan adalah dengan mekanisme putaran dan mekanisme ketajaman pada pisau. Kedua mekanisme ini dianggap sebagai mekanisme yang paling memungkinkan untuk diwujudkan dengan berbagai batasan yang ada selama melakukan penelitian ini. Pada prinsipnya mesin raut bambu ini bekerja seperti mesin penghalus kayu. Dimana pada bagian bawahnya terdapat rol yang berputar sangat kencang dan kuat sehingga mampu mengupas permukaan kayu yang tidak rata.

Beberapa masalah yang timbul selama perancangan mesin raut bambu baru ini adalah menentukan diameter puli yang digunakan. Karena besar kecilnya diameter puli yang digunakan mempengaruhi kecepatan dan keandalan dalam perautan.

5.1.2 Analisa perancangan dengan *Theoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch* (TRIZ)

Input respon teknis yang saling berkontradiksi diproses melalui tahapan TRIZ menghasilkan output berupa solusi-solusi yang nantinya akan dipilih sebagai desain rancangan akhir. Pada penelitian ini, TRIZ hanya menyelesaikan satu buah permasalahan kontradiktif.

Untuk memberikan ide ataupun solusi yang paling sesuai dengan kebutuhan maka harus memilih satu solusi dari beberapa solusi yang ditawarkan. Kontradiksi yang ditemukan adalah kontradiksi antara material dengan ketajaman mata pisau. Dari pertimbangan antara peneliti, produsen sangkar burung, dan perancang mesin. Solusi yang dipilih adalah prinsip 3C yang berbunyi *Make each part of an object function in conditions most suitable for its operation*. Dari prinsip diatas memberikan ide tentang menyesuaikan mata pisau dengan kondisi operasinya.

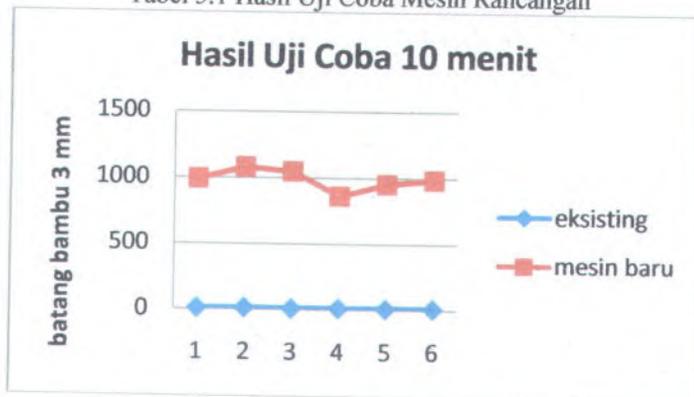
Sehingga berdasarkan prinsip di atas, nantinya jika mata pisau yang digunakan sudah aus/tumpul karena terus menerus digunakan maka mata pisau tersebut harus bisa menyesuaikan sebagai mana fungsi dari pisau tersebut ,yaitu dengan cara material pisau tersebut diasah atau ditajamkan kembali.

5.2 Analisa Hasil (*output*)

Berdasarkan jumlah perautan dalam satu kali proses perautan yang telah diuji coba diperusahaan dalam waktu 10 menit menghasilkan 10 batang bambu diameter 3 mm. Lamanya proses perautan ini dikarenakan alat yang digunakan saat ini masih manual. Dimana batang bambu masih melalui beberapa *step* untuk mendapatkan bambu yang diinginkan.

Sedangkan dengan menggunakan alat hasil rancangan yang baru ini didapatkan 989 batang bambu diameter 3 mm dalam waktu 10 menit. Jumlah bambu ini lebih banyak dibandingkan dengan alat eksisting karena kapasitas dalam satu kali proses perautan mesin ini menghasilkan rata - rata 93 - 96 batang bambu diameter 3 mm.

Tabel 5.1 Hasil Uji Coba Mesin Rancangan



5.3 Analisa Teknologi

Mesin raut bambu hasil rancangan baru ini memiliki mekanisme seperti mesin penghalus kayu. Dimana rol dapat berputar dan pada bagian rol memiliki mata pisau sehingga dapat mengupas permukaan bambu. Mata pisau ini dapat diganti – ganti sesuai diameter bambu yang akan dibuat. Ada 4 jenis mata pisau yaitu 2 mm, 3 mm, 4mm, 6mm.

Teknologi permesinan yang digunakan dalam mesin baru ini tergolong cukup sederhana. Hanya dengan menggunakan dinamo. Dinamo yang digunakan untuk menggerakkan dua rol yang memiliki arah putaran yang berbeda. Dipilihnya dinamo dengan spesifikasi $\frac{1}{2}$ pk berdaya 450 watt, karena agar menghemat listrik pada perusahaan yang nantinya menggunakan alat ini. Jenis dinamo ini merupakan yang paling kecil dayanya dan merupakan dinamo yang standard digunakan secara luas baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun industri. Sehingga ketersediaan atau *availability* dari komponen mesin yang digunakan ini, tersedia secara umum dan dijual luas dalam pasar masyarakat.

5.4 Analisa NPV dan *Payback Period* (Sederhana)

Dengan mengetahui biaya yang dikeluarkan oleh pihak perusahaan untuk pembuatan prototipe mesin raut baru ini dan kemudian dibandingkan dengan mesin eksisting, dilakukan perhitungan NPV untuk mesin dengan menggunakan data:

Asumsi nilai sisa eksisting = Rp. 50.000

Asumsi nilai sisa mesin baru = Rp. 500.000

Rate bunga (i) = 12%

Biaya listrik UKM = Rp 600 /Kwh

Tenaga kerja = Rp 25.000 /orang /hari

Harga sangkar burung 22x22x40 = Rp 25.000

Bahan baku mesin baru = Rp 7.000/1 lonjor /hari

Bahan baku eksisting = Rp 6.000/1 lonjor kurang /hari

Jumlah pegawai = 2 orang

Eksisting:

(1 th = 250 hr)	umur alat = 2 th	
Investasi awal (harga alat eksisting)		= Rp 470.000
Biaya bahan baku (Rp6000 /hr x250hr)		= Rp 1.500.000
Biaya pegawai (Rp 50.000/hr x 250hr)		= Rp 12.500.000
Biaya perawatan (4 kali/th @ Rp 100.000)		= Rp 100.000 +
		= Rp 14.100.000

Pendapatan (3 sangkar @ Rp 25000) x250hr = Rp 18.750.000

Annual cost = Rp 4.650.000

Tabel 5.2 Perhitungan NPV dan Payback Period Eksisting

Tahun	Investasi (a)	Biaya operasional (b)	Nilai sisa (c)	Pendapatan (d)	Net Cashflow (e)
0	Rp 470,000				Rp (470,000)
1		Rp 14,100,000		Rp 18,750,000	Rp 4,650,000
2	Rp 470,000	Rp 14,100,000	Rp 50,000.00	Rp 18,750,000	Rp 4,230,000
3		Rp 14,100,000		Rp 18,750,000	Rp 4,650,000
4	Rp 470,000	Rp 14,100,000	Rp 50,000.00	Rp 18,750,000	Rp 4,230,000
5		Rp 14,100,000		Rp 18,750,000	Rp 4,650,000
6	Rp 470,000	Rp 14,100,000	Rp 50,000.00	Rp 18,750,000	Rp 4,230,000
7		Rp 14,100,000		Rp 18,750,000	Rp 4,650,000
8	Rp 470,000	Rp 14,100,000	Rp 50,000.00	Rp 18,750,000	Rp 4,230,000
9		Rp 14,100,000		Rp 18,750,000	Rp 4,650,000
10	Rp 470,000	Rp 14,100,000	Rp 50,000.00	Rp 18,750,000	Rp 4,230,000
	npv				Rp 24,684,153

- Investasi (a) : harga mesin (umur alat 2 th)
- Biaya operasional (b) : Meliputi biaya bahan baku, pegawai, biaya perawatan
- Nilai sisa (c) : harga bekas mesin saat dijual
- Pendapatan (d) : Jumlah sangkar yang dapat diproduksi perhari x harga satu sangkar (@ Rp25.000) x satu tahun.
- Net Cashflow (e) : Pendapatan (d) + Nilai sisa (c) - Biaya operasional (b) - Investasi (a)

Dari perhitungan diatas didapatkan *Net Present Value* alat eksisting adalah Rp 24.684.153

Mesin baru:

(1 th = 250 hr)	umur alat = 10 th	
Investasi awal (harga alat eksisting)		= Rp 3.142.550
Biaya bahan baku (Rp7000 /hr x250hr)		= Rp 1.750.000
Biaya pegawai (Rp 50.000/hr x 250hr)		= Rp 12.500.000
Biaya mesin ((450 watt/1000)x(600 x 8 jam)) x 250 hr		= Rp 540.000
Biaya perawatan (4 kali/th @ Rp 200.000)		= Rp 800.000 +
		= Rp 15.590.000

Tambahan biaya dinamo per 3 tahun		=Rp 570.000 +
		= Rp 16.160.000

Pendapatan (6 sangkar @ Rp 25000)	x250hr	= Rp 37.500.000
-----------------------------------	--------	-----------------

<i>Annual cost</i>		= Rp 21.910.000
--------------------	--	-----------------

Tabel 5.3 Perhitungan NPV dan Payback Period Mesin Baru

Tahun	Investasi(a)	Biaya per 3 tahun (b)	Biaya Operasional (c)	nilai sisa (d)	Pendapatan (e)	Net Cashflow (f)
0	Rp 3,142,550					Rp (3,142,550)
1			Rp 15,590,000		Rp 37,500,000	Rp 21,910,000
2			Rp 15,590,000		Rp 37,500,000	Rp 21,910,000
3		Rp 570,000.00	Rp 15,590,000		Rp 37,500,000	Rp 21,340,000
4			Rp 15,590,000		Rp 37,500,000	Rp 21,910,000
5			Rp 15,590,000		Rp 37,500,000	Rp 21,910,000
6		Rp 570,000.00	Rp 15,590,000		Rp 37,500,000	Rp 21,340,000
7			Rp 15,590,000		Rp 37,500,000	Rp 21,910,000
8			Rp 15,590,000		Rp 37,500,000	Rp 21,910,000
9		Rp 570,000.00	Rp 15,590,000		Rp 37,500,000	Rp 21,340,000
10			Rp 15,590,000	Rp 500,000.00	Rp 37,500,000	Rp 22,410,000
			npv			Rp 119,914,781

- Investasi (a) : Harga mesin (umur alat 10 th)
- Biaya per 3 th (b) : Dinamo (umur 3 th)
- Biaya operasional (c) : Meliputi biaya bahan baku, pegawai, biaya perawatan
- Nilai sisa (d) : harga bekas mesin saat dijual

- Pendapatan (e) : Jumlah sangkar yang dapat diproduksi perhari x harga satu sangkar (@ Rp25.000) x satu tahun.
- Net Cashflow (f) : Pendapatan (d) + Nilai sisa (c) - Biaya operasional (c) - biaya per 3 th (b) - Investasi (a)

Dari perhitungan diatas didapatkan *Net Present Value* mesin baru adalah Rp 119.914.781 Nilai tersebut menunjukkan nilai mesin pada saat ini dengan mempertimbangkan *time value of money*. dan *Payback Period* selama 35 hari kerja.

5.5 Analisa Line Balancing

Berdasarkan hasil waktu perautan yang didapat saat proses eksisting ± 2 jam dapat menghasilkan jumlah bambu ± 300 batang (3 sangkar burung) sedangkan jika menggunakan mesin baru dalam waktu ± 8 menit mampu menghasilkan ± 600 batang bambu (6 sangkar burung). Hal ini mungkin terjadi karena pekerja saat menggunakan mesin baru dapat mempersingkat proses perautannya sehingga dapat melakukan beberapa kegiatan dilantai produksi lain. Baik proses pemotongan, penyayatan bahkan proses perakitan yang dinilai proses perakitan ini hampir sama dengan proses perautan dengan menggunakan mesin eksisting.

5.6 Analisa Ergonomis

Di awal penyusunan rancangan mesin ini, faktor ergonomis yang ingin dicapai adalah pencapaian efisiensi kerja untuk peningkatan produktivitas dan penyesuaian mesin rancangan baru dengan operator. Untuk penyesuaian rancangan dengan operator didefinisikan lagi dengan kemudahan pengoperasian, keamanan pengoperasian dan kenyamanan posisi operator selama bekerja menggunakan mesin.

Dari segi kemudahan pengoperasian, mesin rancangan baru ini telah dirancang dengan prinsip *user friendly*, dimana operator baik yang mengerti permesinan maupun yang masih

awam dapat menggunakannya dengan mudah. Hal ini ditunjukkan dengan adanya tombol untuk menghidupkan dan mematikan mesin ini. Hanya dengan menekan tombol tersebut maka mesin sudah dapat digunakan.

Dari segi keamanan pengoperasian, mesin rancangan baru ini menggunakan penggerak dinamo yang dihubungkan ke listrik. Spesifikasi dinamo yang digunakan adalah 1 phase. Dengan spesifikasi ini, keamanan penggunaan mesin pun masih cukup tinggi. Ditambah lagi dengan adanya tombol untuk menghidupkan mesin menjadikan tidak terhubung secara langsung antara operator dengan sumber energi listrik yang digunakan sehingga lebih aman dalam penggunaannya.

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penggunaan mesin raut bambu:

- Saat proses perautan berlangsung pekerja menggunakan sarung tangan
- Karena berhubungan dengan serbuk bambu pada proses perautan, maka pekerja sebaiknya menggunakan masker.

Dalam segi kenyamanan operator selama pengoperasian sudah terpenuhi dalam perancangan mesin ini. Dimana tinggi rendahnya mesin dapat disesuaikan dengan keinginan operator.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan tentang simpulan dari keseluruhan penelitian tugas akhir yang telah dilakukan, dan beberapa saran untuk penelitian lebih lanjut yang berhubungan dengan penelitian ini.

6.1 Kesimpulan

Dari pengolahan data dan analisis dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Adanya gap antara tingkat kepentingan dengan tingkat kepuasan menunjukkan bahwa perusahaan membutuhkan mesin dengan kecepatan perautan yang baik dan tahan lama, sehingga dari proses perancangan dihasilkan mesin perautan baru dengan mekanisme dua rol yang berputar dan digerakkan dengan dinamo *single phase* untuk dapat meraut bambu.
2. Produk mesin raut hasil rancangan baru telah dapat memenuhi kebutuhan perusahaan dalam hal efisiensi waktu pemisahan yaitu mampu menghasilkan 989 batang bambu berdiameter 3 mm dalam waktu 10 menit.
3. Mesin raut baru layak secara ekonomis, ditunjukkan dengan *net present value* mesin eksisting sebesar Rp 24.684.153,00 lebih rendah daripada *net present value* mesin baru sebesar Rp 119.914.781,00, sedangkan *payback period* untuk mesin baru selama 35 hari kerja.

6.2 Saran

Terdapat beberapa saran yang berguna untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut :

1. Perancangan mesin raut seharusnya memenuhi seluruh faktor ergonomis yang ditetapkan di awal yaitu kemudahan pengoperasian, keamanan pengoperasian dan kenyamanan operator.

2. Dalam perancangan selanjutnya termasuk pembuatan rancangan dan prototipe untuk mengotomasi semua proses perautan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini, D. 2010. *Perancangan Mesin Sizing Teri Nasi Berdasarkan Prinsip Length Grader Dengan Menggunakan Quality Function Deployment*. Surabaya: Jurusan Teknik Industri ITS.
- Aprianto, S. 2008. *Reduksi Waste Melalui Pendekatan Lean SixSigma dan Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ) (Studi kasus : PT. DOMUSINDO PERDANA)*. Surabaya: Jurusan Teknik Industri ITS.
- Barry, K., Domb, & Slocum, M. 2006. *TRIZ – what is TRIZ?* Retrieved January 3, 2010, from The Triz Journal: <http://triz-journal.com>
- Cohen, L. 1995. *Quality Function Deployment: How To Make QFD Work For You*. Addison Wesley.
- Gasperz, V. 2001. *Total Quality Management*. Jakarta: Gramedia.
- Laksmi, A. 2010 *Pendekatan Quality Function Deployment (QFD) dan Teoriya Resheniya Izobletatelskikh Zadatch (TRIZ) dalam Perancangan Ulang Kompor Bioetanol*. Surabaya: Jurusan Teknik Industri ITS.
- Nurmianto, E. 1998. *Ergonomi: Konsep Dasar Dan Aplikasinya*. Edisi Pertama Cetakan Kedua. Jakarta: Guna Widya.
- Soebastian, J. 2007. *Desain Tenda Sementara Untuk Tim SAR Dengan Menggunakan Metode TRIZ*. Surabaya: Universitas Kristen Petra

LAMPIRAN 1

PERANCANGAN PROTOTIPE DAN KOMPONEN





LAMPIRAN 2

KUISIONER

Nama	<i>Andi Sulistyawan</i>
Usia	<i>27 th</i>
Bagian pekerjaan	<i>Perawatan</i>

Tingkat kepuasan: Berdasarkan alat yang sudah ada diperusahaan

Tingkat kepentingan: Yang diharapkan adanya dengan mesin/alat baru

No.	atribut	Tingkat kepentingan				Tingkat kepuasan			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Kemudahan perawatan alat			✓				✓	
2.	Keakuratan dimensi bambu				✓				✓
3.	Jumlah bambu 1x proses			✓					✓
4.	Kemudahan penggunaan				✓			✓	
5.	Irit bahan baku				✓			✓	
6.	Mesin tahan lama				✓		✓		
7.	Harga terjangkau			✓				✓	
8.	Keberhasilan perawatan				✓				✓
9.	Desain mesin menarik			✓			✓		
10.	Keamanan penggunaan				✓			✓	

*bambu 2mm
sering diproduksi
dengan perawatan
yang baik
bagian atas*

Keterangan:

Tingkat kepuasan	Tingkat kepentingan
1. Tidak puas	1. Tidak penting
2. Cukup puas	2. Cukup penting
3. Puas	3. Penting
4. Sangat puas	4. Sangat penting

td

[Signature]
(082133261842)

Nama	Margono
Usia	57 th
Bagian pekerjaan	pekerjaan kawat/galva. kalangan

Tingkat kepuasan: Berdasarkan alat yang sudah ada diperusahaan

Tingkat kepentingan: Yang diharapkan adanya dengan mesin/zat baru

No.	atribut	Tingkat kepentingan				Tingkat kepuasan			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Kemudahan perawatan alat			✓				✓	
2.	Keakuratan dimensi bambu				✓				✓
3.	Jumlah bambu 1x proses							✓	
4.	Kemudahan penggunaan			✓					✓
5.	Irit bahan baku				✓				✓
6.	Mesin tahan lama				✓			✓	
7.	Harga terjangkau			✓					✓
8.	Keberhasilan perautan			✓				✓	✓
9.	Desain mesin menarik			✓				✓	
10.	Kearifan penggunaan				✓				✓

Keterangan:

Tingkat kepuasan	Tingkat kepentingan
1. Tidak puas	1. Tidak penting
2. Cukup puas	2. Cukup penting
3. Puas	3. Penting
4. Sangat puas	4. Sangat penting

ttd

()
Margono

Nama	Kuntadadi
Usia	33th
Bagian pekerjaan	Manajemen Rumi

Tingkat kepuasan: Berdasarkan alat yang sudah ada diperusahaan

Tingkat kepentingan: Yang diharapkan adanya dengan mesin/alat baru

No.	atribut	Tingkat kepentingan				Tingkat kepuasan			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Kemudahan perawatan alat				✓				✓
2.	Kesukuran dimensi bambu				✓				✓
3.	Jumlah bambu 1x proses				✓		✓		✓
4.	Kemudahan penggunaan			✓					✓
5.	Irit bahan baku				✓				✓
6.	Mesin tahan lama				✓				✓
7.	Harga terjangkau			✓					✓
8.	Keberhasilan perautan				✓				✓
9.	Desain mesin menarik		✓				✓		✓
10.	Keamanan penggunaan				✓				✓

Lama sampai
selesai
.....
.....
.....
.....
.....

Keterangan:

Tingkat kepuasan	Tingkat kepentingan
1. Tidak puas	1. Tidak penting
2. Cukup puas	2. Cukup penting
3. Puas	3. Penting
4. Sangat puas	4. Sangat penting

ttt

Kuntadadi

Nama	Suprianto
Usia	39 th
Bagian pekerjaan	Pemasang rui

Tingkat kepuasan: Berdasarkan alat yang sudah ada diperusahaan

Tingkat kepentingan: Yang diharapkan adanya dengan mesin/alat baru

No.	atribut	Tingkat kepentingan				Tingkat kepuasan			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Kemudahan perawatan alat			✓			✓		
2.	Keakuratan dimensi bambu			✓			✓		
3.	Jumlah bambu 1x proses				✓		✓		
4.	Kemudahan penggunaan			✓			✓		
5.	Irit bahan baku				✓			✓	
6.	Mesin tahan lama				✓		✓		
7.	Harga terjangkau			✓				✓	
8.	Keberhasilan perautan				✓				✓
9.	Desain mesin menarik			✓			✓		
10.	Keamanan penggunaan			✓			✓		

Keterangan:

Tingkat kepuasan	Tingkat kepentingan
1. Tidak puas	1. Tidak penting
2. Cukup puas	2. Cukup penting
3. Puas	3. Penting
4. Sangat puas	4. Sangat penting

ttd

Suprianto
Suprianto.

Nama	Dipolius P. Muband
Usia	31 th
Bagian pekerjaan	PEKERJAAN

Tingkat kepuasan: Berdasarkan alat yang sudah ada diperusahaan

Tingkat kepentingan: Yang diharapkan adanya dengan mesin/alat baru

No.	atribut	Tingkat kepentingan				Tingkat kepuasan			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Kemudahan perawatan alat				✓				✓
2.	Keakuratan dimensi bambu			✓					✓
3.	Jumlah bambu ix proses			✓	✓				
4.	Kemudahan penggunaan				✓			✓	
5.	Irit bahan baku			✓		✓			
6.	Mesin tahan lama				✓				✓
7.	Harga terjangkau				✓				✓
8.	Keberhasilan perautan				✓				✓
9.	Desain mesin menarik				✓				✓
10.	Kemudahan penggunaan				✓				✓

hasil Produk
tidak mengambang
lapis bambu

Keterangan:

Tingkat kepuasan	Tingkat kepentingan
1. Tidak puas	1. Tidak penting
2. Cukup puas	2. Cukup penting
3. Puas	3. Penting
4. Sangat puas	4. Sangat penting

ttd


Ramiyanti Dewi M.

Nama	Yasminova Purwati
Usia	30 th
Bagian pekerjaan	teknisi

Tingkat kepuasan: Berdasarkan alat yang sudah ada diperusahaan

Tingkat kepentingan: Yang diharapkan adanya dengan mesin/alat baru

No.	atribut	Tingkat kepentingan				Tingkat kepuasan			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Kemudahan perawatan alat				✓				✓
2.	Keakuratan dimensi bambu				✓			✓	✓
3.	Jumlah bambu 1x proses				✓		✓		
4.	Kemudahan penggunaan			✓				✓	
5.	Irit bahan baku				✓			✓	
6.	Mesin tahan lama			✓			✓		
7.	Harga terjangkau				✓				✓
8.	Keberhasilan perawatan				✓				✓
9.	Desain mesin menarik			✓				✓	
10.	Koamanan penggunaan			✓				✓	

Lama dan

Cukup

Keterangan:

Tingkat kepuasan	Tingkat kepentingan
1. Tidak puas	1. Tidak penting
2. Cukup puas	2. Cukup penting
3. Puas	3. Penting
4. Sangat puas	4. Sangat penting

ttd


(Yasminova Purwati)

Nama	A. Zulfan
Usia	25 th
Bagian pekerjaan	produksi

Tingkat kepuasan: Berdasarkan alat yang sudah ada diperusahaan

Tingkat kepentingan: Yang diharapkan adanya dengan mesin/alat baru

No.	atribut	Tingkat kepentingan				Tingkat kepuasan			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Kemudahan perawatan alat				✓				✓
2.	Kesukuran dimensi bambu				✓				✓
3.	Jumlah bambu 1x proses				✓				✓
4.	Kemudahan penggunaan				✓				✓
5.	Irri bahan baku				✓				✓
6.	Mesin tahan lama				✓				✓
7.	Harga terjangkau				✓				✓
8.	Keberhasilan perautan				✓				✓
9.	Desain mesin menarik				✓				✓
10.	Keamanan penggunaan				✓				✓

Spesifikasi sulit
dan lama

Keterangan:

Tingkat kepuasan	Tingkat kepentingan
1. Tidak puas	1. Tidak penting
2. Cukup puas	2. Cukup penting
3. Puas	3. Penting
4. Sangat puas	4. Sangat penting

ttid


A. Zulfan

Nama	PURWANTO
Usia	31 th
Bagian pekerjaan	perawatan

Tingkat kepuasan: Berdasarkan alat yang sudah ada diperusahaan

Tingkat kepentingan: Yang diharapkan adanya dengan mesin/alat baru

No.	atribut	Tingkat kepentingan				Tingkat kepuasan			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Kemudahan perawatan alat			✓				✓	
2.	Keakuratan dimensi bambu				✓				✓
3.	Jumlah bambu 1x proses				✓			✓	
4.	Kemudahan penggunaan				✓				✓
5.	Irit bahan baku				✓				✓
6.	Mesin tahan lama				✓			✓	
7.	Harga terjangkau			✓				✓	
8.	Keberhasilan perawatan			✓			✓		
9.	Desain mesin menarik			✓			✓		
10.	Keamanan penggunaan			✓				✓	

Keterangan:

Tingkat kepuasan	Tingkat kepentingan
1. Tidak puas	1. Tidak penting
2. Cukup puas	2. Cukup penting
3. Puas	3. Penting
4. Sangat puas	4. Sangat penting

ttt

Purwanto
PURWANTO

Nama	SUKATMAN
Usia	42
Bagian pekerjaan	Pembuat Rangka Kuching

Tingkat kepuasan: Berdasarkan alat yang sudah ada diperusahaan

Tingkat kepentingan: Yang diharapkan adanya dengan mesin/alat baru

No.	atribut	Tingkat kepentingan				Tingkat kepuasan			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Kemudahan perawatan alat				√	√			
2.	Keakuratan dimensi bambu				√		√		
3.	Jumlah bambu 1x proses			√			√		
4.	Kemudahan penggunaan			√			√		
5.	Irit bahan baku				√			√	
6.	Mesin tahan lama				√		√		
7.	Harga terjangkau				√		√		
8.	Keberhasilan perautan			√				√	
9.	Desain mesin menarik		√				√		
10.	Keamanan penggunaan			√				√	

Keterangan:

Tingkat kepuasan	Tingkat kepentingan
1. Tidak puas	1. Tidak penting
2. Cukup puas	2. Cukup penting
3. Puas	3. Penting
4. Sangat puas	4. Sangat penting

tid


SUKATMAN

Nama	HERI
Usia	31
Bagian pekerjaan	Perawatan

Tingkat kepuasan: Berdasarkan alat yang sudah ada diperusahaan

Tingkat kepentingan: Yang diharapkan adanya dengan mesin/alat baru

No.	atribut	Tingkat kepentingan				Tingkat kepuasan			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Kemudahan perawatan alat				✓		✓		
2.	Keakuratan dimensi bambu				✓		✓		
3.	Jumlah bambu 1x proses				✓	✓			
4.	Kemudahan penggunaan				✓			✓	
5.	Irit bahan baku			✓		✓			
6.	Mesin tahan lama			✓		✓			
7.	Harga terjangkau			✓				✓	
8.	Keberhasilan perawatan			✓		✓			
9.	Desain mesin menarik			✓		✓			
10.	Keamanan penggunaan				✓			✓	

Keterangan:

Tingkat kepuasan	Tingkat kepentingan
1. Tidak puas	1. Tidak penting
2. Cukup puas	2. Cukup penting
3. Puas	3. Penting
4. Sangat puas	4. Sangat penting

tttd


Heri

Nama	PE-20010000
Usia	37 TH
Bagian pekerjaan	ORBITAL GERAKAN

Tingkat kepuasan: Berdasarkan alat yang sudah ada diperusahaan

Tingkat kepentingan: Yang diharapkan adanya dengan mesin/alat baru

No.	atribut	Tingkat kepentingan				Tingkat kepuasan			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Kemudahan perawatan alat				✓				
2.	Keakuratan dimensi bambu				✓			✓	
3.	Jumlah bambu 1x proses				✓	✓			
4.	Kemudahan penggunaan			✓		✓			
5.	Inti bahan baku			✓			✓		
6.	Mesin tahan lama				✓		✓		
7.	Harga terjangkau				✓		✓		
8.	Keberhasilan perautan				✓		✓		
9.	Desain mesin menarik			✓				✓	
10.	Keamanan penggunaan				✓		✓		

meningkatkan alat manual
pembuatan t. ora

Keterangan:

Tingkat kepuasan	Tingkat kepentingan
1. Tidak puas	1. Tidak penting
2. Cukup puas	2. Cukup penting
3. Puas	3. Penting
4. Sangat puas	4. Sangat penting

ttt

(D. D. ...)

LAMPIRAN 3

SURAT IZIN PERUSAHAAN

Semarang, 5 oktober 2010

Kepada:

Yth. Ketua Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus ITS Sukofilo
Surabaya 60111

Dengan ini kami (UKM Enggal Jaya) sampaikan bahwa mahasiswa berikut ini:

Nama : Iron Toshahir
NRP : 2506.100.067
Jurusan : Teknik Industri

Dapat kami terima untuk mengadakan penelitian dan pengumpulan data sebagai bahan penulisan tugas akhir di tempat kami.

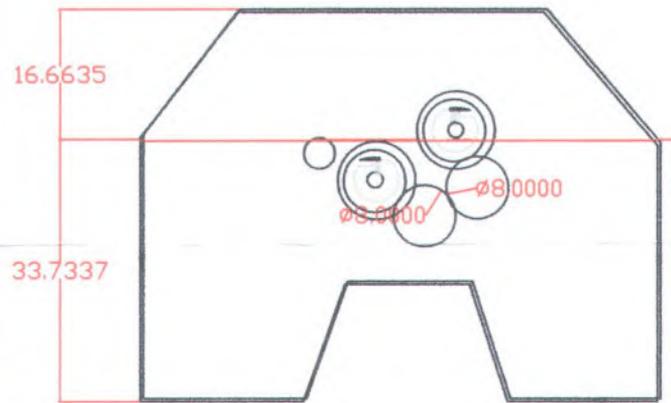
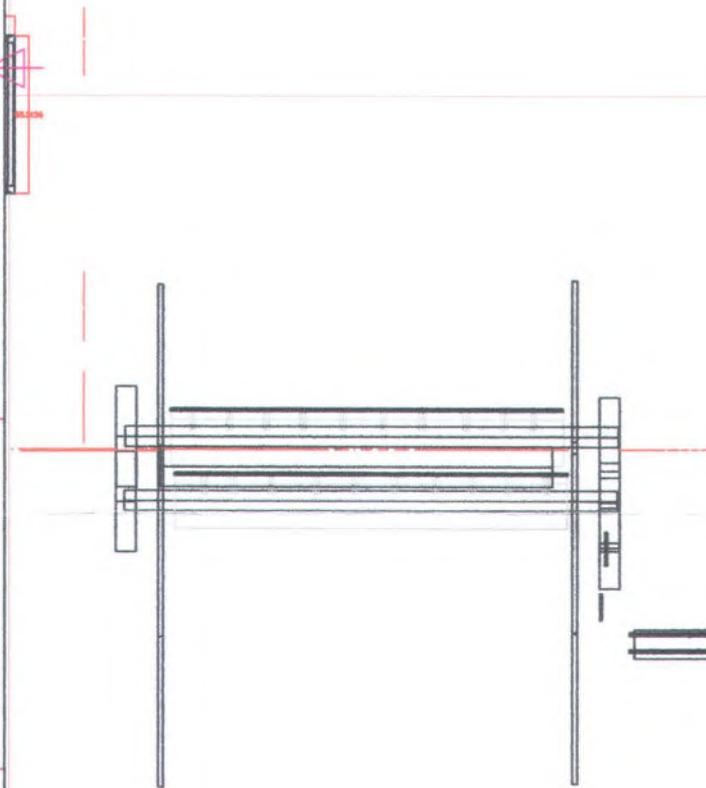
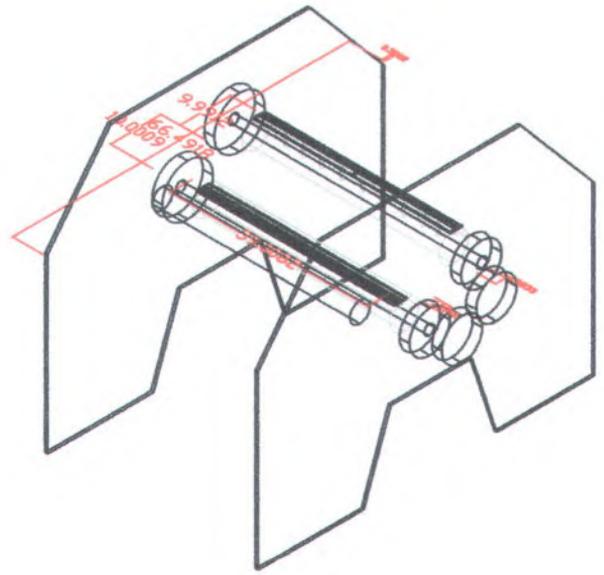
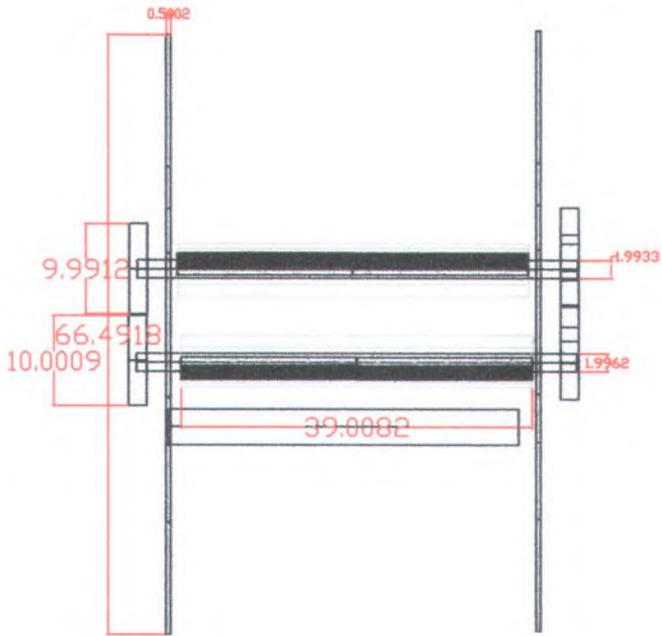
Adapun waktu pelaksanaan dari tanggal 1 Nopember 2010 sampai dengan 31 Desember 2010

Demikian disampaikan atas perhatiannya diucapkan terima kasih



Joko Sulistyono

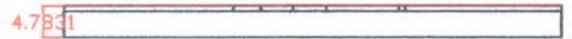
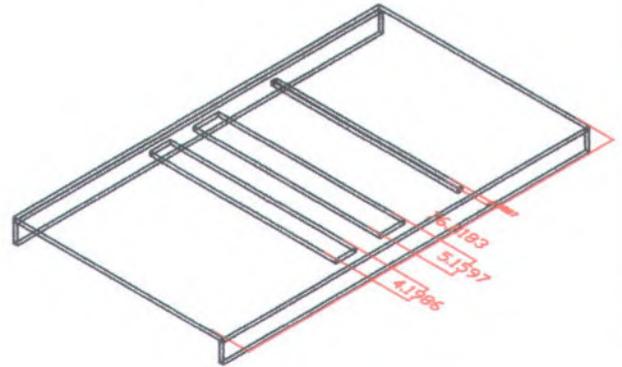
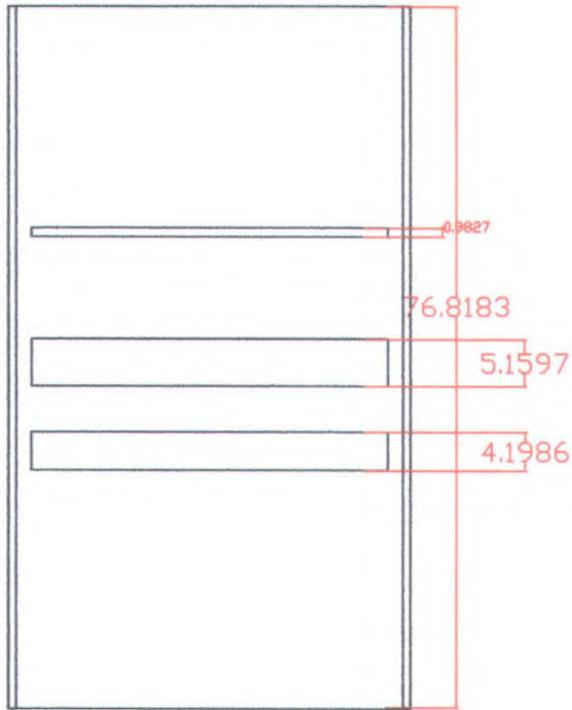
A
B
C
D
E
F



Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc			Article No./Reference	
Designed by XXX	Checked by XXX	Approved by - date XXX - 00/00/00	File name gambar 2 rol	Date 01/02/11	Scale 1:1	
Iron Toshahir			perautan			
			1	Edition 0	Sheet 1/1	

1

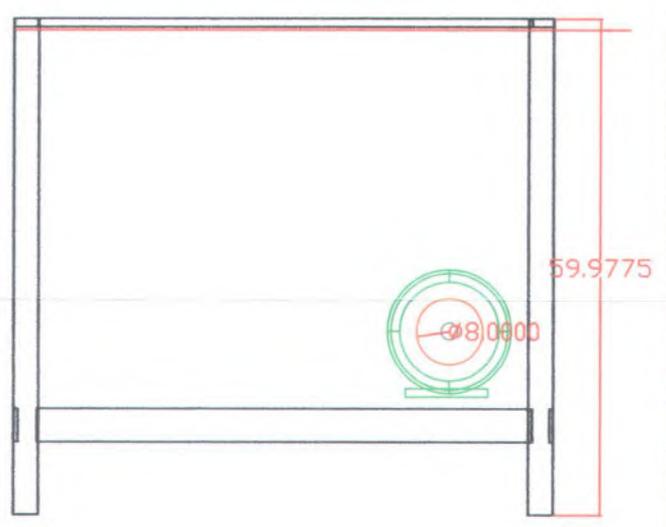
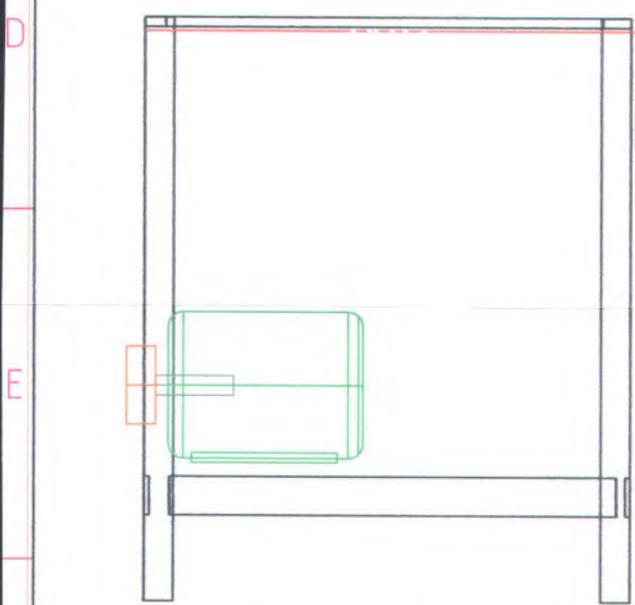
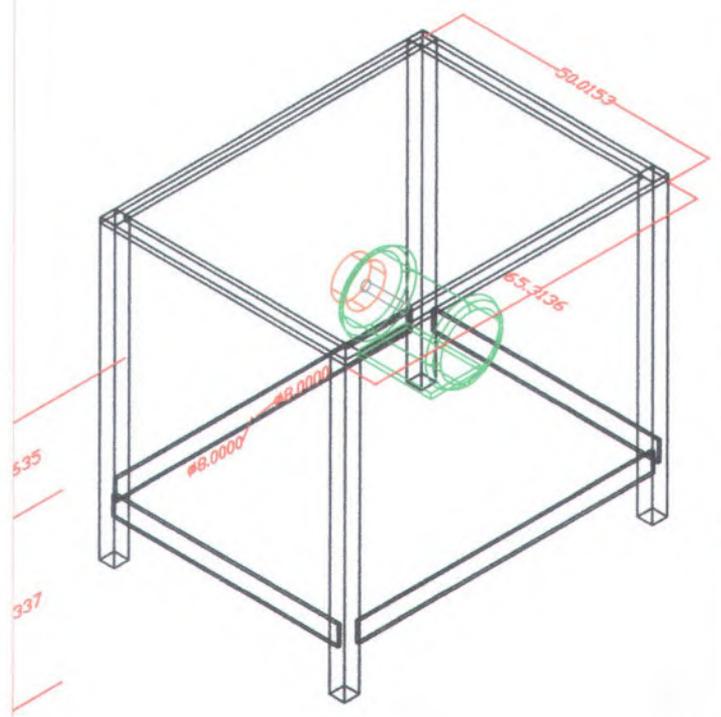
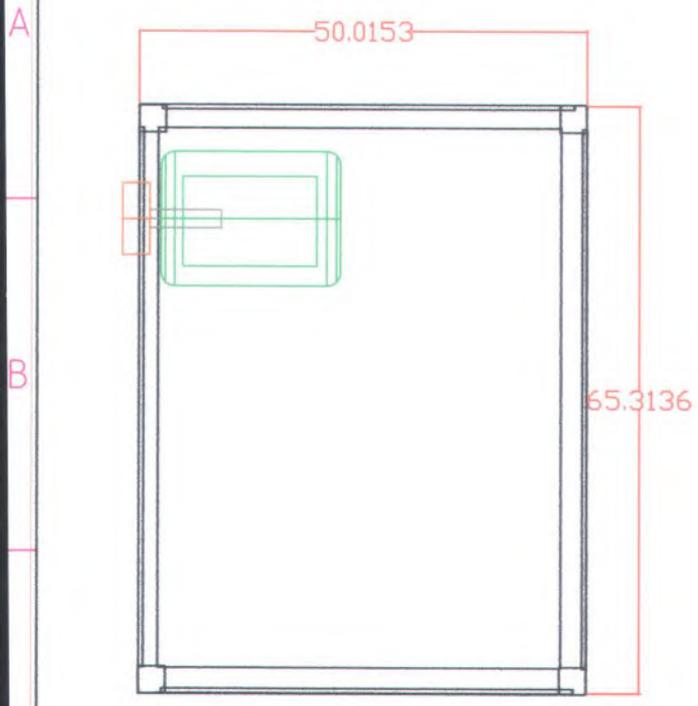
4



Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc			Article No./Reference	
Designed by XXX	Checked by XXX	Approved by - date XXX - 00/00/00	File name alas perautan	Date 01/02/11	Scale 1:1	
iron toshahir			alas perutan			
			3	Edition 0	Sheet 1/1	

1

4



Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc			Article No./Reference	
Designed by XXX	Checked by XXX	Approved by - date XXX - 00/00/00	File name kaki perautan	Date 01/02/11	Scale 1:1	
iron toshahir			kaki perautan			
			2	Edition 1	Sheet 1/1	



BIODATA PENULIS



Iron Toshahir, yang akrab dipanggil Iron ini dilahirkan di Bandung pada tanggal 18 Januari 1988 merupakan anak ketiga dari 3 bersaudara pasangan Suparno dan Pri Handani. Penulis menempuh jenjang pendidikan formal di TK Aisyiyah Bustanul Athfal Medan (1992-1994), SD Negeri Kabluk 04 Semarang (1994-2000), SLTP Negeri 14 Semarang (2000-2003), SMA Negeri 1 Semarang (2003–2006). Penulis diterima melalui PMDK di Jurusan Teknik Industri ITS Surabaya pada tahun 2006. Selama menempuh pendidikan di jurusan Teknik Industri penulis melakukan kerja praktek di Unit Bisnis Pembangkit PT Indonesia Power Semarang dengan judul Analisa Hasil Pembebanan Listrik Pada Unit PLTGU Dengan Variable Jam Operasi Menggunakan *Metode Seven Tools* PT Indonesia Power UBP Semarang. Penulis dapat dihubungi pada alamat email iron_volks@yahoo.com.