

**PERANCANGAN ALAT BANTU PELATIHAN
EXPERIMENTAL DESIGN UNTUK PEMAHAMAN DAN
PEMBELAJARAN *EXPERIMENTAL DESIGN* BAGI
KALANGAN INDUSTRI OTOMOTIF**

SKRIPSI

**ARTADO PARULIAN
0405070054**



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JULI 2009**

**PERANCANGAN ALAT BANTU PELATIHAN
EXPERIMENTAL DESIGN UNTUK PEMAHAMAN DAN
PEMBELAJARAN *EXPERIMENTAL DESIGN* BAGI
KALANGAN INDUSTRI OTOMOTIF**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi Reguler Teknik Industri
Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

**ARTADO PARULIAN
0405070054**



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JULI 2009**

HALAMAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Artado Parulian
NPM : 0405070054

Tanda Tangan :
Tanggal : Juli 2009

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Artado Parulian
NPM : 0405070054
Program Studi : Sarjana Teknik Industri
Judul Skripsi : Perancangan Alat Bantu Pelatihan *Experimental design*
untuk Pemahaman dan Pembelajaran *Experimental Design* bagi Kalangan Industri Otomotif

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing: Ir. Fauzia Dianawati, MSi (.....)

Penguji : Ir. Hj. Erlinda Muslim, MEE (.....)

Penguji : Ir. M. Dachyar, MSc (.....)

Penguji : Ir. Boy Nurtjahyo M., MSIE (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal :

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "Perancangan Alat Bantu Pelathian *Experimental design* untuk Pemahaman dan Pembelajaran *Experimental Design* bagi Kalangan Industri Otomotif". Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Fauzia Dianawati, MSi selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran dan dengan sabar mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
2. PT. Motor Indonesia dimana tempat saya melakukan penelitian dan pengambilan data selama skripsi;
3. anggota keluarga yang selalu mendukung dan mendoakanku;
4. teman-teman yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, semoga tulisan ini dapat terus menjadikan sebuah inspirasi untuk karya-karya berikutnya dan saya berharap Tuhan Yang Maha Esa membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Depok, Juli 2009

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Artado Parulian
NPM : 0405070054
Program Studi : Sarjana
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi mengembangkan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneklusif** (*Non-exclusive Royaltyfree Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PERANCANGAN ALAT BANTU PELATIHAN *EXPERIMENTAL DESIGN*
UNTUK PEMAHAMAN DAN PEMBELAJARAN *EXPERIMENTAL DESIGN*
BAGI KALANGAN INDUSTRI OTOMOTIF

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya,

Dibuat di : Depok
Pada Tanggal : Juli 2009
Yang menyatakan

(Artado Parulian)

ABSTRAK

Nama : Artado Parulian

Program Studi : Sarjana Teknik Industri

Judul : Perancangan Alat Bantu Pelatihan *Experimental design* untuk
Pemahaman dan Pembelajaran *Experimental Design* bagi
Kalangan Industri Otomotif

Tugas akhir ini membahas masalah perancangan alat bantu untuk meningkatkan proses pembelajaran dan pelatihan *experimental design* bagi kalangan industri otomotif. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan suatu desain alat yang dapat digunakan dalam pelatihan *experimental design* bagi kalangan industri otomotif. Dalam proses penelitian, dilakukan analisa terhadap kebutuhan perancangan eksperimen sebagai dasar dalam proses perancangan desain alat bantu. Dari penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa hasil rancangan alat bantu yang diperoleh dapat memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen.

Kata kunci :

DOE, perancangan, kebutuhan perancangan eksperimen, *house of quality*

ABSTRACT

Name : Artado Parulian

Study Program : Bachelor of Industrial Engineering

Title : Tools Design of Experimental Design Training for Learning and Comprehension of Experimental Design towards the Automotive Industry

The focus of this study is tools design for improving the learning and training process of experimental design for the automotive industry. The purpose of this study is to get a tool design which can be used in experimental design training for the automotive industry. Analysis of experimental design needs have done as basic consideration for tools design process. We get a conclusion that the result of tool design obtained can fulfill experimental design needs.

Key words:

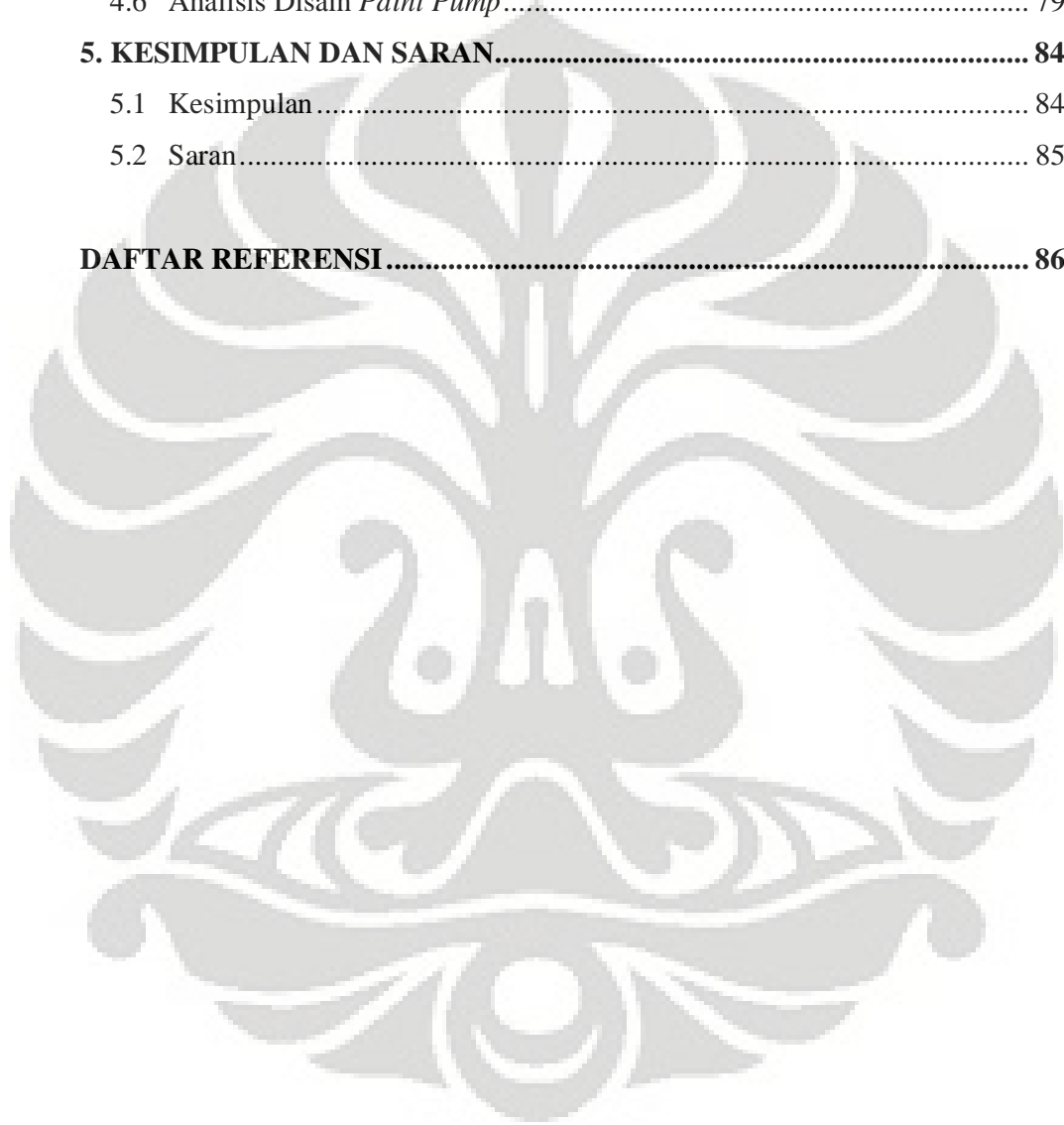
DOE, design, experimental design need, house of quality

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN JUDUL	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Pembatasan Masalah	7
1.5 Diagram Keterkaitan Masalah	8
1.6 Metodologi Penelitian	9
1.7 Sistematika Penulisan.....	11
2. TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1 Perancangan Produk.....	13
2.1.1 Produk	13
2.1.2 Perancangan.....	14
2.1.3 Tahapan Proses Perancangan.....	15
2.2 Alat Bantu Perancangan Eksperimen.....	18
2.2.1 <i>Catapult</i>	18
2.2.2 <i>DOE-Golfer</i>	18
2.3 <i>Quality Function Deployment (QFD)</i>	19

2.3.1 Sejarah dan Definisi QFD	19
2.3.2 Tujuan Penggunaan QFD	19
2.3.3 Keuntungan Menggunakan QFD	20
2.3.4 Proses QFD.....	21
2.3.4.1 Proses QFD berbasis manufaktur	21
2.3.4.2 Proses QFD berbasis jasa.....	22
2.3.5 HOQ (<i>House of Quality</i>)	24
2.4 <i>Computer Aided Design</i>	30
3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	32
3.1 Penentuan Fokus Penelitian	32
3.2 Proses <i>Plastic Painting</i>	33
3.3 Pengembangan <i>House of Quality</i> (HOQ).....	35
3.3.1 <i>House of Quality</i> Tahap 1	35
3.3.2 <i>House of Quality</i> Tahap 2.....	41
3.3.3 <i>House of Quality</i> Tahap 3.....	44
3.3.4 <i>House of Quality</i> Tahap 4.....	49
3.4 Perancangan Alat Bantu	53
3.4.1 Pengembangan Konsep	53
3.4.1.1 Memperjelas Masalah.....	53
3.4.1.2 Mencari Informasi Keluar.....	54
3.4.1.3 Menggali Konsep Secara Sistematis.....	58
3.4.2 Pemilihan Konsep	61
4. ANALISIS DAN PERANCANGAN.....	64
4.1 Analisis Penentuan Fokus Penelitian	64
4.2 Analisis Proses <i>Plastic Painting</i>	64
4.3 Analisis Pengembangan <i>House of Quality</i>	66
4.3.1 Analisis <i>House of Quality</i> Tahap 1	66
4.3.2 Analisis <i>House of Quality</i> Tahap 2	67
4.3.3 Analisis <i>House of Quality</i> Tahap 3	69
4.3.4 Analisis <i>House of Quality</i> Tahap 4	70
4.4 Analisis Perancangan Alat Bantu.....	72
4.4.1 Analisis Pengembangan Konsep.....	72

4.4.1.1 Memperjelas Masalah.....	72
4.4.1.2 Mencari Informasi Keluar.....	73
4.4.1.3 Menggali Konsep Secara Sistematis.....	74
4.4.2 Analisis Pemilihan Konsep.....	75
4.5 Analisis Disain <i>Spray Gun</i>	78
4.6 Analisis Disain <i>Paint Pump</i>	79
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	84
5.1 Kesimpulan.....	84
5.2 Saran.....	85
DAFTAR REFERENSI.....	86



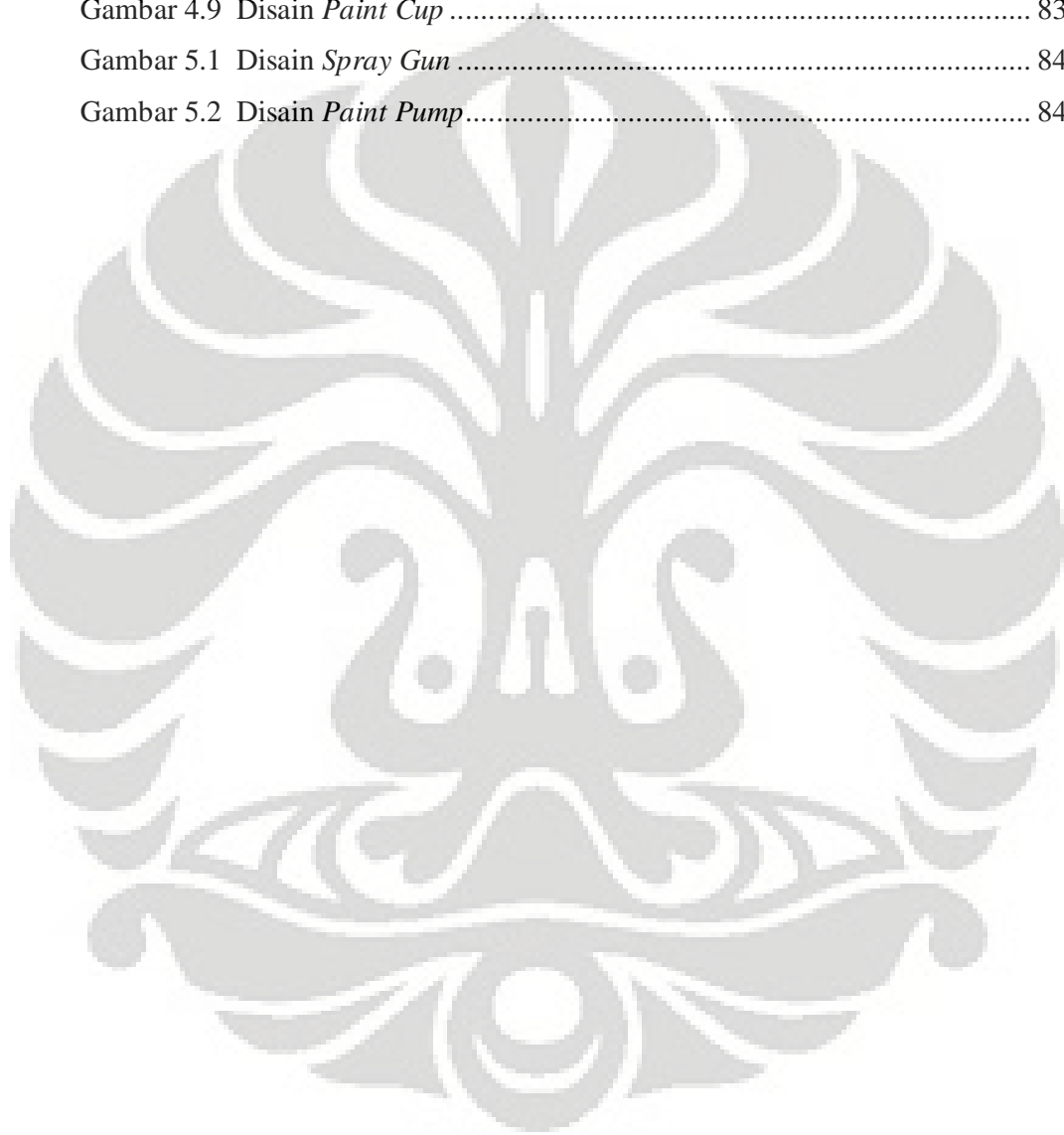
DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Produksi Motor YAMAHA di Indonesia 5 Tahun Terakhir	17
Tabel 3.1	Faktor Terkontrol Proses Produksi	32
Tabel 3.2	Rekapan Data Histori <i>Reject</i> Painting Bulan Februari 2009	36
Tabel 3.3	Rekapan Data Histori <i>Reject</i> Painting Bulan Maret 2009.....	37
Tabel 3.4	Persentase <i>Reject</i> Jenis Part Berdasarkan Warna	40
Tabel 3.5	<i>House of Quality</i> Tahap 1.....	41
Tabel 3.6	Persentase <i>Reject</i> Warna Berdasarkan Kriteria <i>Reject</i>	43
Tabel 3.7	<i>House of Quality</i> Tahap 2.....	44
Tabel 3.8	Rekapan Data Kuesioner Untuk Kriteria <i>Reject</i> Tipis	46
Tabel 3.9	Rekapan Data Kuesioner Untuk Kriteria <i>Reject</i> Meleleh.....	47
Tabel 3.10	Rekapan Data Kuesioner Untuk Kriteria <i>Reject</i> DII	48
Tabel 3.11	<i>House of quality</i> Tahap 3.....	49
Tabel 3.12	Fungsi-fungsi Alat Bantu DOE.....	50
Tabel 3.13	<i>House of quality</i> Tahap 4.....	52
Tabel 3.14	Daftar Kebutuhan Perancangan Eksperimen	53
Tabel 3.15	Daftar <i>Technical Requirement</i>	54
Tabel 3.16	Spesifikasi Kebutuhan Perancangan Eksperimen	54
Tabel 3.17	Spesifikasi <i>Spray Gun</i>	56
Tabel 3.18	Daftar Spesifikasi Alat Bantu	58
Tabel 3.19	Tabel Kombinasi Konsep	59
Tabel 3.20	<i>Concept Screening Matrix</i>	61
Tabel 3.21	<i>Concept Screening Matrix</i> (lanjutan)	62
Tabel 3.22	Matriks Penilaian Konsep (<i>Concept Scoring Matrix</i>)	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Grafik Penjualan Motor Honda, Yamaha & Lainnya.....	1
Gambar 1.2	Frekuensi Kegagalan Proses <i>Painting</i>	2
Gambar 1.3	Catapult.....	3
Gambar 1.4	DOE-Golfer.....	4
Gambar 1.5	Diagram Keterkaitan Masalah	8
Gambar 1.6	Diagram Alir Metodologi Penelitian	10
Gambar 2.1	Siklus Kehidupan Produk	13
Gambar 2.2	Diagram Alir Proses Perancangan.....	14
Gambar 2.3	Diagram Alir Tahapan Proses Perancangan.....	15
Gambar 2.4	Proses QFD untuk Perencanaan Kualitas Proses Manufaktur	22
Gambar 2.5	Proses QFD untuk Perencanaan Kualitas Pelayanan.....	23
Gambar 2.6	Struktur <i>House of Quality</i>	25
Gambar 2.7	Aplikasi <i>software</i> CAD (<i>Computer Aided Design</i>).....	30
Gambar 3.1	Flow Process Lini Produksi <i>Plastic Painting</i>	34
Gambar 3.2	Grafik <i>Reject</i> Berdasarkan Warna (Februari 2009).....	38
Gambar 3.3	Grafik <i>Reject</i> Berdasarkan Warna (Maret 2009)	38
Gambar 3.4	Grafik <i>Reject</i> Berdasarkan Jenis Part (Februari 2009).....	39
Gambar 3.5	Grafik <i>Reject</i> Berdasarkan Jenis Part (Maret2009).....	40
Gambar 3.6	Grafik <i>Reject</i> Berdasarkan Kriteria <i>Reject</i> (Februari 2009)	42
Gambar 3.7	Grafik <i>Reject</i> Berdasarkan Kriteria <i>Reject</i> (Maret 2009).....	43
Gambar 3.8	Diagram Lingkaran Bidang Responden.....	45
Gambar 3.9	Diagram Lingkaran Jenis Kelamin Responden.....	45
Gambar 3.10	SOP Lini Produksi <i>Plastic Painting</i> PT Motor Indonesia	55
Gambar 3.11	Spesifikasi <i>Paint Pump</i>	57
Gambar 3.12	Konsep <i>Spray Gun</i>	58
Gambar 3.13	Konsep <i>Paint Pump</i>	59
Gambar 4.1	Tahapan Proses <i>Plastic Painting</i>	65
Gambar 4.2	Disain <i>Spray Gun</i>	77
Gambar 4.3	Disain <i>Paint Pump</i>	77

Gambar 4.4 Lepasn <i>Spray Gun</i>	78
Gambar 4.5 Lepasn <i>Fluid Filter Set</i>	80
Gambar 4.6 Lepasn <i>Fluid Regulator</i>	81
Gambar 4.7 Lepasn <i>Diaphragm Pump</i>	82
Gambar 4.8 Lepasn <i>Air Regulator Set</i>	83
Gambar 4.9 Disain <i>Paint Cup</i>	83
Gambar 5.1 Disain <i>Spray Gun</i>	84
Gambar 5.2 Disain <i>Paint Pump</i>	84



DAFTAR LAMPIRAN

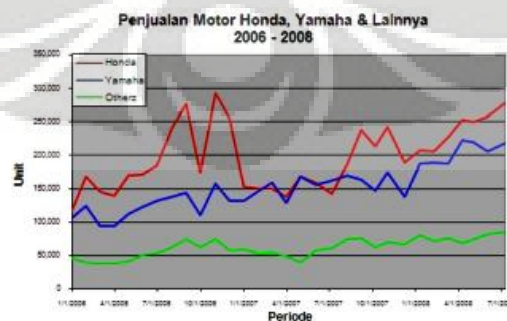
Lampiran 1	: Profil PT Motor Indonesia
Lampiran 2	: Kuesioner
Lampiran 3	: Data Histori Reject Painting
Lampiran 4	: Gambar Proyeksi Disain <i>Spray Gun</i>
Lampiran 5	: Gambar Proyeksi Disain <i>Fluid Filter Set</i>
Lampiran 6	: Gambar Proyeksi Disain <i>Fluid Regulator</i>
Lampiran 7	: Gambar Proyeksi Disain <i>Air Regulator</i>
Lampiran 8	: Gambar Proyeksi Disain <i>Diaphragm Pump</i>
Lampiran 9	: Gambar Proyeksi Disain <i>Paint Cup</i>
Lampiran 10	: Gambar Proyeksi Disain <i>Suction Hose Set</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Persaingan bisnis yang semakin ketat di Indonesia mendorong banyak perusahaan bersaing untuk dapat memberikan pelayanan (*service*) terbaik dalam meningkatkan kepuasan pelanggan (*customer satisfaction*). Data Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI) menunjukkan AHM sebagai pemegang pangsa pasar sepeda motor terbesar di Indonesia mengalami penurunan pangsa pasar dari 52% pada akhir tahun 2006 menjadi 43% pada akhir tahun 2007, sedangkan pesaing terdekat mereka, YAMAHA mengalami peningkatan pangsa pasar yang signifikan dari 21% menjadi 39% dalam periode waktu yang sama. Peningkatan pangsa pasar YAMAHA membuktikan bahwa YAMAHA berhasil membangun *brand* di mata masyarakat. AHM sebagai saingan terdekat YAMAHA, tidak tinggal diam. Sepanjang tahun 2008, AHM terus melakukan penetrasi pasar dengan memperkenalkan produk-produk baru. Selama periode ini, AHM tercatat telah meluncurkan 5 produk barunya, yaitu: New Revo, CS 1, Honda Beat, Honda Blade, dan New Tiger. Penetrasi pasar yang dilakukan oleh AHM berhasil meningkatkan jumlah penjualan dan pangsa pasar menjadi 47% pada akhir tahun 2008. Penjualan motor Honda dan Yamaha untuk periode 2006-2008 dapat dilihat pada Gambar 1.1. Berdasarkan gambar 1.1, penjualan motor Honda dan Yamaha cenderung meningkat tiap periodenya. Meningkatnya jumlah penjualan motor di Indonesia disebabkan karena permintaan masyarakat yang semakin tinggi.



Gambar 1.1 Grafik Penjualan Motor Honda, Yamaha & Lainnya

(Sumber: AISI)

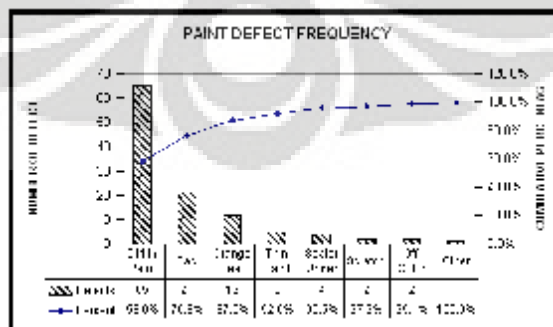
Munculnya brand baru dan permintaan yang terus meningkat mendorong produksi sepeda motor juga semakin meningkat. Tabel 1.1 menunjukkan bahwa dalam lima tahun terakhir YAMAHA Indonesia selalu meningkatkan kapasitas produksinya.

Tabel 1.1 Produksi Motor YAMAHA di Indonesia 5 Tahun Terakhir

TAHUN	JUMLAH PRODUKSI
2004	830.000 unit
2005	1.200.000 unit
2006	1.500.000 unit
2007	1.800.000 unit
2008	2.200.000 unit

(Sumber: YAMAHA Indonesia)

Banyaknya variasi produk yang ditawarkan membuat pelanggan semakin pintar dalam memilih produk yang akan dibeli. Tentu saja, pelanggan menginginkan produk yang berkualitas dan dengan harga yang terjangkau. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas dari suatu produk adalah keberhasilan proses pembuatan produk tersebut. Proses pengecatan (*painting*) merupakan salah satu rangkaian proses dalam memproduksi sepeda motor. Kegagalan dalam proses ini menyebabkan terjadinya *rework*. *Rework* mengakibatkan biaya produksi semakin besar. Gambar 1.1 menunjukkan bahwa persentase terbesar kegagalan dalam proses pengecatan diakibatkan karena adanya kotoran pada hasil pengecatan.



Gambar 1.2 Frekuensi Kegagalan Proses *Painting*

(Sumber: Motor Cycle Industrial Association)

Proses *rework* dapat dihindari dengan memberikan pelatihan yang dapat meningkatkan kemampuan dan pemahaman operator terhadap suatu proses. Pelatihan tersebut dapat dipenuhi dengan memberikan pelatihan DOE yang sesuai kebutuhan industri. DOE adalah sebuah pendekatan eksperimen yang terstruktur untuk mengetahui sebuah proses, mempelajari pengaruh variabel potensial yang mempengaruhi proses, dan juga membantu menentukan pada level berapa variabel tersebut dapat menghasilkan output yang optimal¹. Untuk membantu visualisasi dalam pelatihan DOE dan membantu SDM dalam melakukan simulasi DOE diperlukan suatu alat bantu².

Alat bantu untuk proses pengajaran DOE yang ada sekarang umumnya digunakan untuk dunia pendidikan di sekolah maupun perguruan tinggi. Pada tahun 1994, Launsby dan Schmidt pertama kali memperkenalkan alat bantu pengajaran DOE yang dinamakan Catapult. Catapult adalah sejenis alat pelontar bola. Alat ini kemudian digunakan secara luas oleh para pelajar di sekolah. Pelajar yang menggunakan alat ini dapat melakukan percobaan melontar bola dengan menentukan variasi faktor-faktor yang akan mempengaruhi tingkat akurasi jatuhnya bola. Faktor-faktor tersebut diantaranya adalah jenis bola yang digunakan, ketinggian alat dari lantai, sudut kemiringan pelontar bola, posisi penahan bola, *stopping angle* dan sudut kemiringan catapult.



Gambar 1.3 Catapult

(Sumber: Whitcomb, 2000)

¹ Montgomery, "Design and Analysis of Experiments", 2005

² Whitcomb, "DOE Simplified: Practical Tools for Effective Experimentation", 2000

Catapult lebih diterima oleh para pelajar di sekolah sebagai alat bantu pengajaran DOE dan kurang diterima oleh kalangan mahasiswa. Berangkat dari kekurangan alat tersebut, kemudian dikembangkan suatu produk/alat bantu yang lebih diterima di kalangan mahasiswa. Alat ini dinamakan dengan DOE-Golfer³. Inspirasi pembuatan DOE-Golfer berasal dari buku Douglas Montgomery yang menyertakan permainan golf sebagai contoh eksperimen dalam perancangan eksperimen. Di samping itu, permainan golf merupakan permainan yang universal sehingga nantinya diharapkan alat ini lebih dapat diterima baik oleh kalangan mahasiswa maupun masyarakat. Alat ini merupakan sejenis pemukul bola golf (*golf stick*). Mahasiswa yang menggunakan alat ini dapat mengatur faktor-faktor yang akan mempengaruhi akurasi bola meluncur memasuki lubang. Faktor-faktor tersebut adalah panjang club/*stick*, sudut ayunan, berat club/*stick*, jenis bola, jenis karpet, dan *direction*.



Gambar 1.4 DOE-Golfer

(Sumber: Lye, 2005)

Alat bantu pengajaran DOE di atas, The Catapult dan DOE-Golfer, kurang cocok untuk digunakan sebagai sarana pelatihan DOE bagi kalangan industri otomotif. Pada umumnya kalangan industri lebih tertarik dengan alat yang aplikatif dengan bidangnya. Melalui penelitian ini, penulis bermaksud untuk

³ Lye, "Tools and Toys for Teaching Design of Experiments Methodology", Juni 2005

mendesain suatu alat bantu yang dapat digunakan sebagai sarana untuk proses pembelajaran dan pelatihan DOE bagi kalangan industri otomotif.

Penelitian ini dilakukan di PT Motor Indonesia. PT Motor Indonesia merupakan pelopor industri sepeda motor di Indonesia. Didirikan pada 11 Juni 1971 dengan nama awal PT Federal Motor, yang sahamnya secara mayoritas dimiliki oleh PT Astra International. Saat itu, PT Federal Motor hanya merakit, sedangkan komponennya diimpor dari Jepang dalam bentuk CKD (*completely knock down*).

Tipe sepeda motor yang pertama kali diproduksi adalah tipe bisnis, S 90 Z bermesin 4 tak dengan kapasitas 90cc. Jumlah produksi pada tahun pertama selama satu tahun hanya 1500 unit, namun melonjak menjadi sekitar 30 ribu pada tahun dan terus berkembang hingga saat ini. Sepeda motor terus berkembang dan menjadi salah satu moda transportasi andalan di Indonesia.

Kebijakan pemerintah dalam hal lokalisasi komponen otomotif mendorong PT Federal Motor memproduksi berbagai komponen sepeda motor tahun 2001 di dalam negeri melalui beberapa anak perusahaan, diantaranya PT Honda Federal (1974) yang memproduksi komponen-komponen dasar sepeda motor seperti rangka, roda, knalpot dan sebagainya, PT Showa Manufacturing Indonesia (1979) yang khusus memproduksi peredam kejut, PT Honda Astra Engine Manufacturing (1984) yang memproduksi mesin sepeda motor serta PT Federal Izumi Mfg.(1990) yang khusus memproduksi piston.

Seiring dengan perkembangan kondisi ekonomi serta tumbuhnya pasar sepeda motor terjadi perubahan komposisi kepemilikan saham di pabrikan sepeda motor Honda ini. Pada tahun 2000 PT Federal Motor dan beberapa anak perusahaan di merger menjadi satu dengan nama PT Motor Indonesia, yang komposisi kepemilikan sahamnya menjadi 50% milik PT Astra International Tbk dan 50% milik Honda Motor Co. Japan.

Saat ini PT Motor Indonesia memiliki 3 fasilitas pabrik perakitan, pabrik pertama berlokasi Sunter, Jakarta Utara yang juga berfungsi sebagai kantor pusat. Pabrik ke dua berlokasi di Pegangsaan Dua, Kelapa Gading, serta pabrik ke 3 yang sekaligus pabrik paling mutakhir berlokasi di kawasan MM 2100 Cikarang

Barat, Bekasi. Pabrik ke 3 ini merupakan fasilitas pabrik perakitan terbaru yang mulai beroperasi sejak tahun 2005.

Dengan keseluruhan fasilitas ini PT Motor Indonesia saat ini memiliki kapasitas produksi 3 juta unit sepeda motor per-tahunnya, untuk permintaan pasar sepeda motor di Indonesia yang terus meningkat.

Salah satu puncak prestasi yang berhasil diraih PT Motor Indonesia adalah pencapaian produksi ke 20 juta pada tahun 2007. Prestasi ini merupakan prestasi pertama yang berhasil diraih oleh industri sepeda motor di Indonesia bahkan untuk tingkat ASEAN. Secara dunia pencapaian produksi sepeda motor 20 juta unit adalah yang ke tiga, setelah pabrik sepeda motor Honda di Cina dan India.

Guna menunjang kebutuhan serta kepuasan pelanggan sepeda motor, PT Motor Indonesia didukung oleh 1.600 showroom dealer penjualan yang diberi kode H1, 3.800 layanan service atau bengkel AHASS (Astra Honda Authorized Service Station) dengan kode H2, serta 6.500 gerai suku cadang atau H, yang siap melayani jutaan penggunaan sepeda motor PT Motor Indonesia di seluruh Indonesia.

Industri sepeda motor saat ini merupakan suatu industri yang besar di Indonesia. Karyawan PT Motor Indonesia saja saat ini berjumlah sekitar 13.000 orang, ditambah 130 vendor dan suplier serta ribuan jaringan lainnya, yang kesemuanya ini memberikan dampak ekonomi berantai yang luar biasa. Keseluruhan rantai ekonomi tersebut diperkirakan dapat memberika kesempatan kerja kepada sekitar 500 ribu orang. PT Motor Indonesia akan terus berkarya menghasilkan sarana transportasi roda 2 yang menyenangkan, aman dan ekonomis sesuai dengan harapan dan kebutuhan masyarakat Indonesia.

Proses perancangan alat bantu dimulai dengan melakukan studi lapangan di PT Motor Indonesia dan studi literatur dari penelitian yang akan dilakukan. Kemudian peneliti melakukan identifikasi *customer need* berdasarkan *voice of customer*. Dari hasil ini akan diperoleh kebutuhan perancangan eksperimen yang sesuai dengan kebutuhan industri. Setelah itu, penulis akan merancang spesifikasi produk/alat bantu yang dapat mengakomodasi kebutuhan perancangan eksperimen sesuai kebutuhan industri. Langkah selanjutnya adalah menggali konsep produk dan memilih konsep terbaik. Dari konsep yang terpilih kemudian dilakukan proses

perancangan desain alat bantu. Hasil desain yang diperoleh akan dilakukan analisis apakah desain tersebut telah sesuai dengan kebutuhan perancangan eksperimen yang diinginkan oleh industri.

Desain alat bantu yang diperoleh nantinya diharapkan dapat meningkatkan proses pembelajaran dan pelatihan DOE bagi kalangan industri otomotif dan meningkatkan kualitas proses *painting* di industri otomotif.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya dan gambaran studi lapangan di Astra Honda Motor, maka perumusan masalah yang dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Belum adanya produk yang tepat untuk digunakan sebagai alat bantu dalam pelatihan DOE bagi kalangan industri otomotif
2. Kalangan industri membutuhkan alat bantu sebagai media visualisasi dalam pelatihan DOE
3. Peserta pelatihan DOE membutuhkan alat bantu untuk melakukan simulasi perancangan eksperimen

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah memperoleh suatu desain alat bantu untuk pelatihan DOE bagi kalangan industri otomotif.

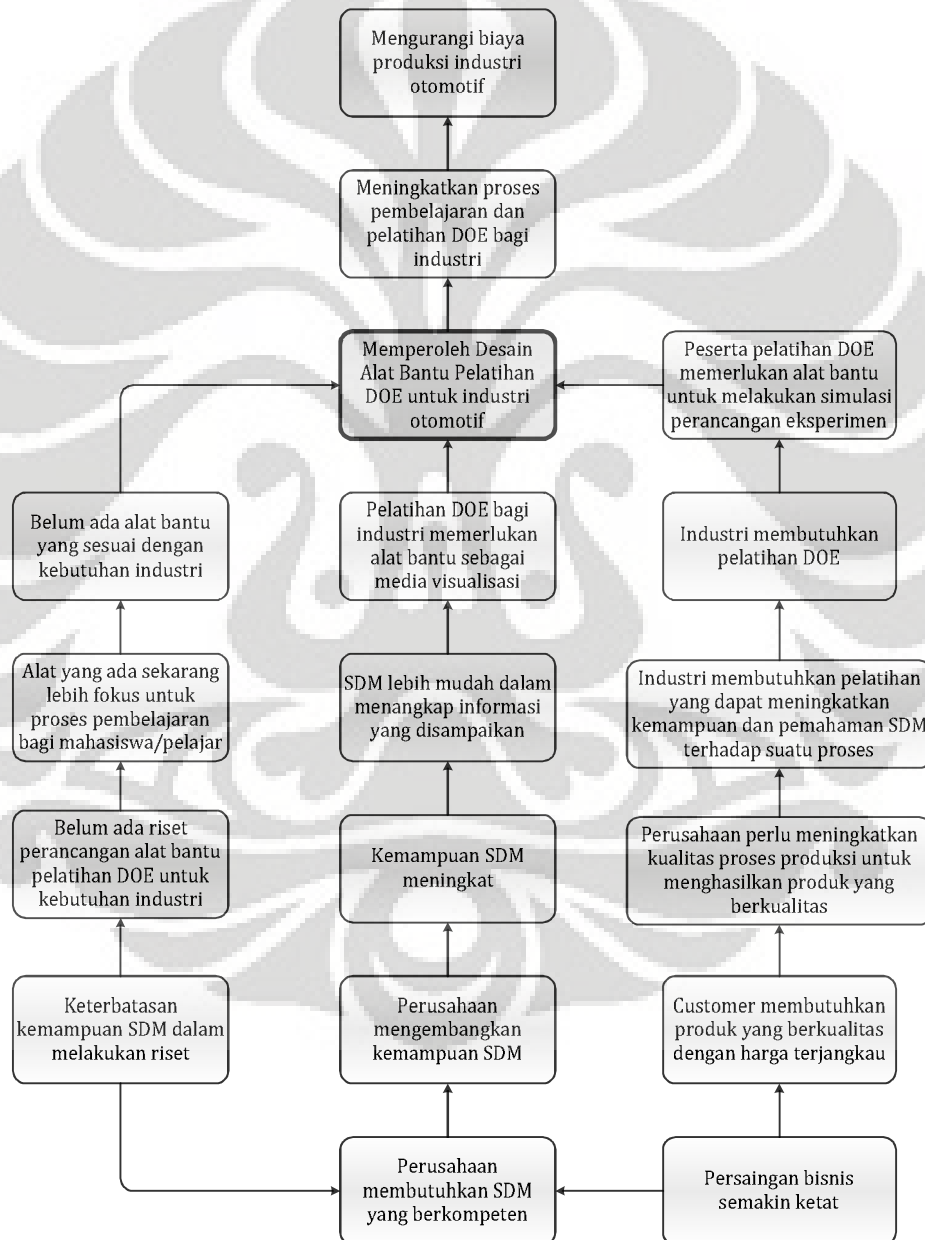
1.4 Pembatasan Masalah

Perancangan alat bantu untuk pelatihan DOE bagi kalangan industri otomotif dibatasi oleh:

1. Penelitian ini difokuskan untuk memperoleh desain produk yang dapat digunakan sebagai alat bantu pelatihan DOE bagi kalangan industri otomotif
2. Desain alat bantu disesuaikan dengan kebutuhan perancangan eksperimen berdasarkan studi lapangan yang dilakukan di lini produksi *plastic painting* Astra Honda Motor

3. Respon teknis untuk pembuatan HOQ didapatkan dari studi literatur, hasil pengamatan, dan wawancara yang dilakukan dengan pihak AHM
4. Tidak dilakukan analisa desain terhadap biaya minimal proses manufakturnya
5. Proses perancangan dilakukan dengan bantuan *software* CAD

1.5 Diagram Keterkaitan Masalah



Gambar 1.5 Diagram Keterkaitan Masalah

1.6 Metodologi Penelitian

Berikut akan dijelaskan mengenai metodologi atau langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian, sebagaimana tergambar pada diagram alir metodologi penelitian pada gambar 1.5. Metodologi penelitian dibagi menjadi beberapa tahap.

Tahap 1 merupakan tahap awal penelitian. Pada tahap ini peneliti menetapkan topik penelitian. Setelah menentukan topik penelitian, kemudian dilakukan perumusan tujuan penelitian untuk selanjutnya dilakukan pembatasan masalah. Di samping itu, pada tahap ini peneliti juga melakukan studi lapangan dan literatur sebelum melangkah ke tahap pengumpulan data.

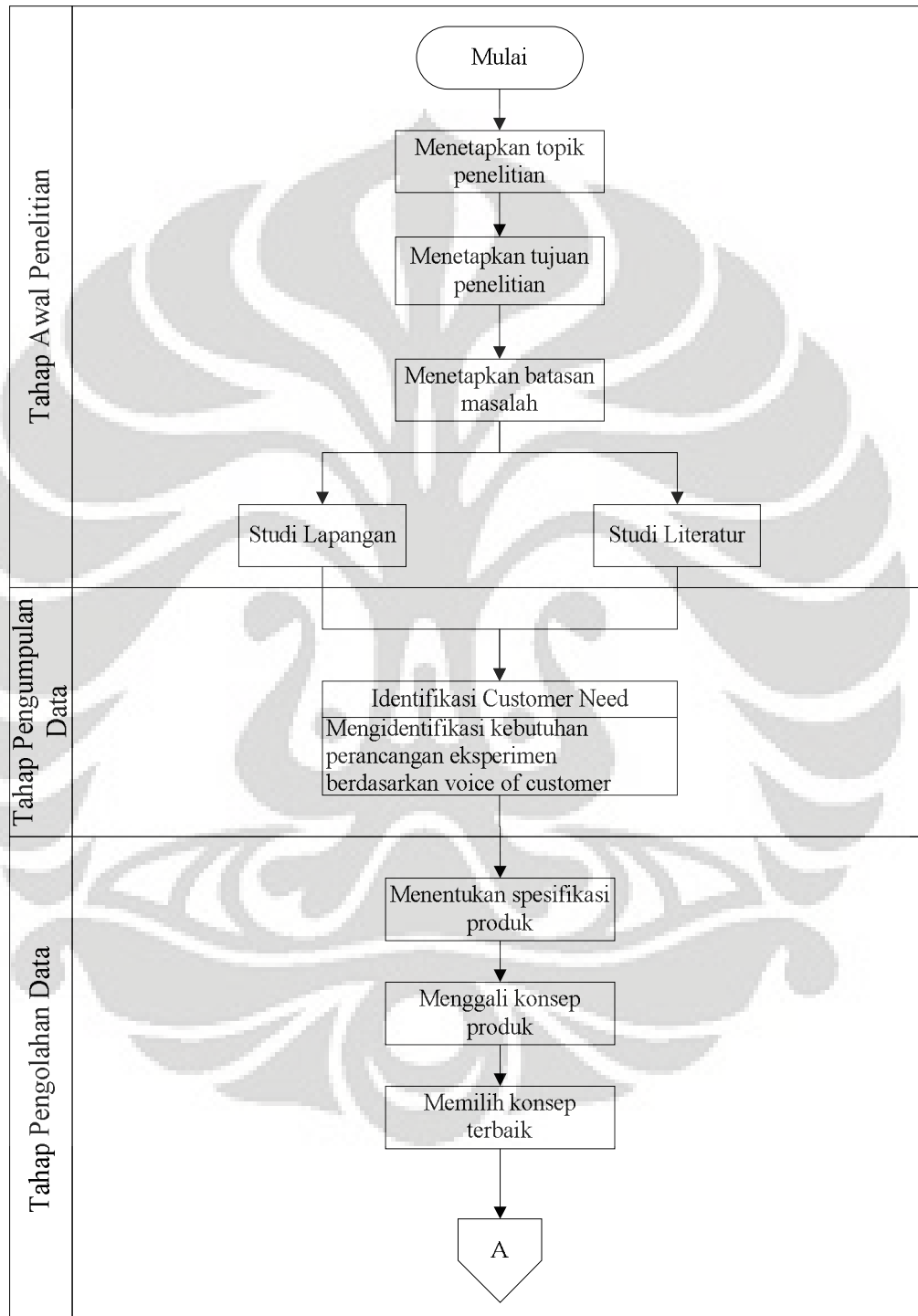
Tahap 2 merupakan tahap pengumpulan data. Pada tahap ini peneliti mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk merumuskan kebutuhan perancangan eksperimen dari alat bantu. Di samping itu, peneliti juga melakukan pengumpulan data mengenai produk yang terkait untuk keperluan proses perancangan alat bantu.

Tahap 3 merupakan tahap pengolahan data. Pada tahap ini, peneliti melakukan proses pengolahan data berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan pada tahap sebelumnya. Proses pengolahan data dibagi menjadi dua bagian, yaitu proses pengolahan data untuk menentukan kebutuhan perancangan eksperimen dari alat bantu dan proses pengolahan data dalam pemilihan konsep alat bantu terbaik. Proses pengolahan data untuk menentukan kebutuhan perancangan eksperimen menggunakan *house of quality*. Sedangkan untuk memilih konsep alat bantu yang paling sesuai untuk memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen menggunakan *concept screening matrix* dan *concept scoring matrix*.

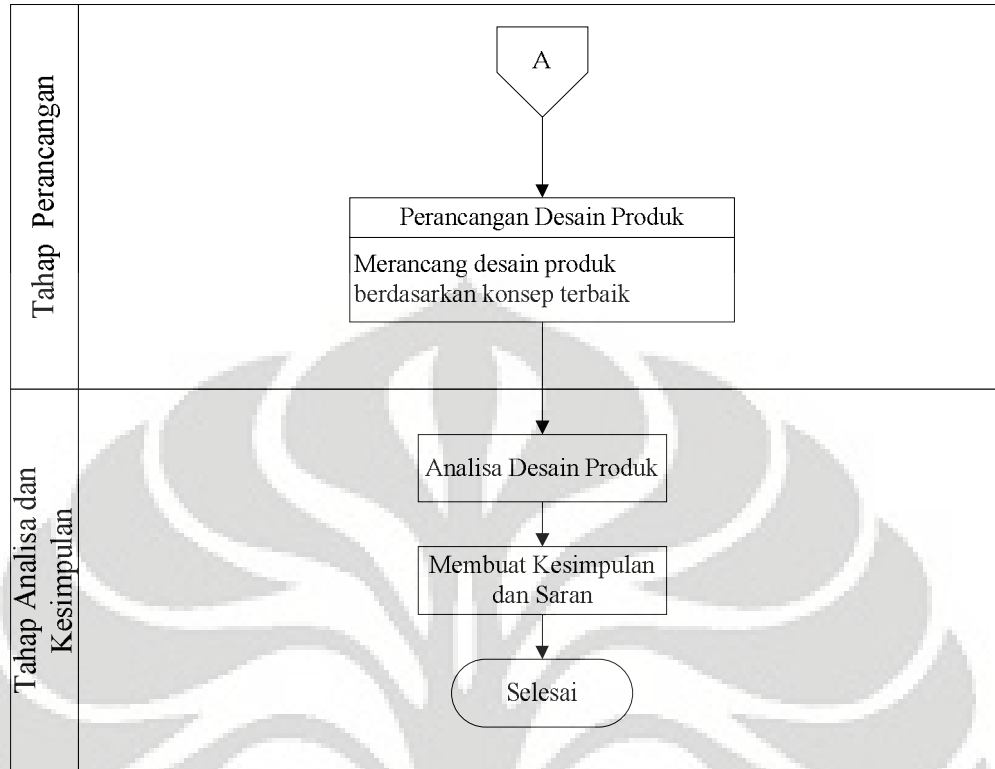
Tahap 4 merupakan tahap perancangan. Pada tahap ini, peneliti melakukan proses perancangan alat bantu dengan menggunakan software CAD berdasarkan konsep yang terpilih dari proses sebelumnya. Dalam proses perancangan alat bantu, peneliti juga melakukan *benchmarking* dengan produk terkait.

Tahap 5 merupakan tahap analisis dan kesimpulan. Pada tahap ini, peneliti melakukan analisis dari disain alat bantu yang diperoleh. Analisis dilakukan untuk bagian-bagian dari alat bantu yang sesuai untuk pemenuhan kebutuhan perancangan eksperimen. Apabila disain yang diperoleh telah sesuai dan dapat

memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen, kemudian peneliti merumuskan kesimpulan dari keseluruhan penelitian.



Gambar 1.6 Diagram Alir Metodologi Penelitian



Gambar 1.6. Diagram Metodologi Penelitian (lanjutan)

1.7 Sistematika Penulisan

Secara umum, pembahasan penelitian ini terbagi atas beberapa bab dengan sistematika sebagai berikut:

Bab 1 merupakan bab pendahuluan yang menjelaskan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penulisan, pembatasan masalah, diagram keterkaitan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab 2 merupakan teori penunjang yang berhubungan dengan penelitian ini. Teori penunjang yang dibahas meliputi alat bantu pelatihan perancangan eksperimen, teori *quality function deployment*, dasar perancangan dan metode-metode perancangan.

Bab 3 berisi tentang pelaksanaan pengumpulan dan pengolahan data. Pada bab ini akan dibahas mengenai tahap pengumpulan data yang meliputi data proses pengecatan ABS (*plastic painting*) di PT Motor Indonesia, data *reject* produksi, data kuesioner dan data untuk keperluan perancangan alat bantu. Di samping itu,

bagian ini juga menjelaskan mengenai tahapan dan proses pengolahan data dari data-data yang telah dikumpulkan.

Bab 4 berisi tentang analisis dan perancangan. Bagian ini menjelaskan tentang analisis data dan hasil pengolahan data. Selain itu, bab ini juga menampilkan hasil disain alat bantu yang diperoleh beserta analisis dari disain alat bantu tersebut

Bab 5 merupakan bab penutup berisi kesimpulan dari keseluruhan hasil penelitian yang telah dilakukan.



BAB 2

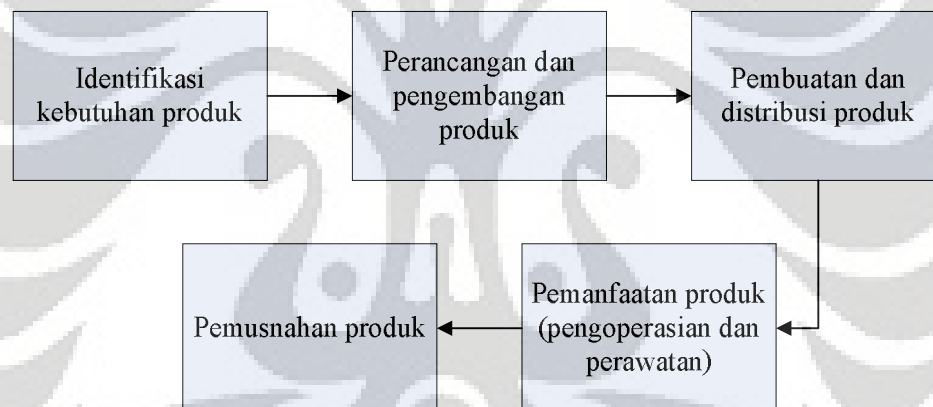
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perancangan Produk

2.1.1 Produk

Produk adalah sebuah benda teknik yang keberadaannya merupakan hasil karya keteknikan, yaitu hasil perancangan, pembuatan, dan kegiatan teknik lainnya yang terkait, sehingga produk tidak dapat ditemukan secara alamiah. Setiap produk memiliki fungsi, yaitu membantu dan meringankan masalah yang dihadapi oleh manusia.

Suatu produk memiliki siklus kehidupan dengan tahapan yang dapat digambarkan pada diagram alir berikut:



Gambar 2.1 Siklus Kehidupan Produk

(Sumber: Ulrich, Karl T., *Product Design and Development* 3th Edition, 2000)

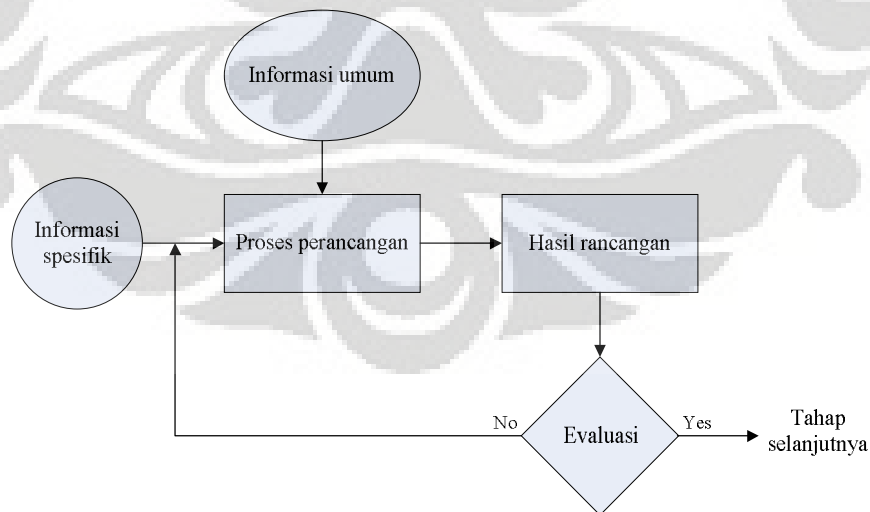
Pada gambar di atas, siklus kehidupan produk digambarkan dalam empat tahap, yaitu tahap pengembangan produk, tahap pembuatan dan pendistribusian produk, tahap pemanfaatan produk dan tahap akhir kehidupan produk/tahap pemusnahan produk. Suatu produk dapat dibedakan berdasarkan kandungan originalitasnya. Berdasarkan segi originalitasnya, produk dibagi menjadi:

- produk original
produk original adalah produk baru yang merupakan hasil kreativitas penemunya. Produk ini adalah produk yang belum pernah ada sebelumnya.

- produk hasil inovasi
produk inovasi adalah produk lama (produk yang telah ada) yang mengalami perubahan-perubahan baik perubahan dalam segi bentuk maupun ukurannya tetapi terutama perubahan fungsi sebagai hasil inovasi perancang, sehingga menjadi produk baru dengan fungsi baru.
- produk varian
produk varian adalah produk yang hanya berbeda dimensinya dari produk yang telah ada. Tidak diperlukan kreativitas maupun daya inovasi untuk merancang produk varian.

2.1.2 Perancangan

Perancangan adalah kegiatan awal dari suatu rangkaian kegiatan dalam proses pembuatan produk. Dalam tahap perancangan dibuat keputusan-keputusan penting yang mempengaruhi kegiatan-kegiatan lain yang menyusul. Kegiatan perancangan dimulai dengan didaptkannya persepsi tentang kebutuhan manusia, kemudian disusul oleh penciptaan konsep produk, dilanjutkan dengan perancangan, pengembangan dan penyempurnaan produk, dan diakhiri dengan pembuatan produk. Proses perancangan yang paling sederhana dapat digambarkan dengan diagram alir berikut ini:



Gambar 2.2 Diagram Alir Proses Perancangan

(Sumber: Ulrich, Karl T., Product Design and Development 3th Edition, 2000)

Orang yang melakukan proses perancangan produk disebut sebagai perancang. Dalam melaksanakan proses perancangan, perancang memakai dan memanfaatkan ilmu pengetahuan, ilmu dasar teknik, pengetahuan empiric, hasil-hasil penelitian serta informasi dan teknologi yang ada. Dengan merealisasikan hasil rancangannya menjadi sebuah produk, perancang dapat ikut berkontribusi dalam peningkatan kesejahteraan dan kualitas hidup manusia.

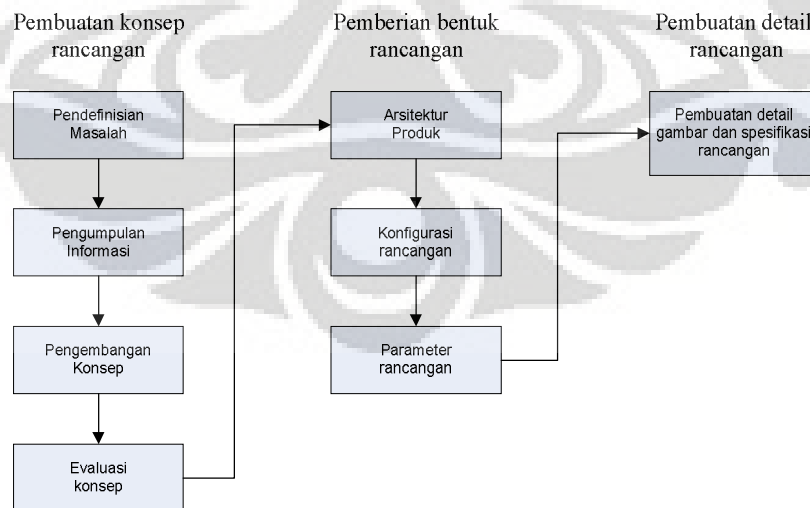
Keluaran dari kegiatan perancangan adalah gambar hasil rancangan produk. Gambar tersebut berupa gambar teknik yang dapat menjadi penghubung atau alat komunikasi antara perancang dan pembuat produk. Gambar teknik juga bisa disebut sebagai bahasa universal yang dipakai dalam kegiatan dan komunikasi antara orang-orang teknik.

2.1.3 Tahapan Proses Perancangan

Proses perancangan produk terbagi menjadi beberapa kegiatan atau tahapan. Tahapan dalam proses perancangan produk tersebut adalah:

1. Pembuatan konsep rancangan
2. Pemberian bentuk rancangan
3. Pembuatan detail rancangan

Diagram alir dari tahapan proses di atas adalah:



Gambar 2.3 Diagram Alir Tahapan Proses Perancangan

(Sumber: Ulrich, Karl T., Product Design and Development 3th Edition, 2000)

Tahapan proses di atas merupakan tahapan proses lengkap dari suatu proses perancangan yang biasa disebut sebagai morfologi perancangan. Berikut ini adalah penjelasan lengkap dari tahapan proses di atas.

1. Pembuatan konsep rancangan

Pembuatan konsep rancangan adalah suatu kegiatan yang merupakan awal dari proses perancangan. Pada tahap ini dilakukan pencarian sebanyak mungkin alternative solusi dari masalah yang ada untuk kemudian dipilih yang terbaik dan dijadikan dasar pembuatan konsep rancangan. Pada tahap ini dibutuhkan kreativitas yang tinggi dan koordinasi yang baik dari seluruh pihak yang terlibat dalam proses perancangan dan pembuatan produk. Berikut ini adalah aktivitas yang dilakukan dalam melakukan pembuatan konsep rancangan:

- a. Identifikasi kebutuhan

Tujuan dari aktivitas ini adalah untuk memahami secara jelas apa yang dibutuhkan oleh konsumen dan menyampaikannya pada tim perancangan.

- b. Definisi masalah

Tujuan dari aktivitas ini adalah memberikan penjelasan masalah yang harus dapat diantisipasi oleh produk yang akan dirancang.

- c. Pengumpulan informasi

Aktivitas ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi yang dibutuhkan dalam proses perancangan teknik

- d. Pengembangan konsep rancangan

Pada aktivitas ini dilakukan pembuatan dan pengembangan konsep-konsep yang dapat digunakan untuk merancang produk.

- e. Pemilihan konsep rancangan

Pada aktivitas ini dilakukan evaluasi dan modifikasi terhadap konsep-konsep yang ada, dan kemudian dilakukan pemilihan satu konsep rancangan terbaik yang akan digunakan.

- f. Evaluasi rancangan

Tujuan dari aktivitas ini adalah untuk memastikan bahwa rancangan produk yang telah dibuat dapat direalisasikan secara fisik dan proses pembuatannya ekonomis.

2. Pemberian bentuk rancangan

Pemberian bentuk pada rancangan untuk menghasilkan fungsi yang diinginkan dibuat dengan memperhatikan arsitektur produk, konfigurasi rancangan, dan parameter rancangan. Dalam menentukan arsitektur produk haruslah memperhatikan setiap bagian dari rancangan produk. Pada tahap ini ditentukan bagaimana setiap komponen dari rancangan disusun dan dikombinasikan untuk dapat menjalankan fungsinya.

Bagian lain yang diperhatikan dalam pemberian bentuk adalah konfigurasi rancangan, yang merupakan keseluruhan dari arsitektu, struktur dan pengaturan tata letak elemen dan komponen pada produk. Pada saat menentukan konfigurasi produk, elemen-elemen produk dipisahkan dan dianggap sebagai satu elemen terpisah. Kemudian dilakukan penentuan lokasi dan orientasi elemen produk yang satu relatif terhadap yang lain.

Dalam melakukan pemberian bentuk rancangan juga harus ditentukan parameter rancangan. Parameter rancangan adalah berupa dimensi dan toleransi dari rancangan, material yang digunakan dan proses manufaktur yang akan dilakukan pada rancangan.

Pada proses pemberian bentuk, disamping pemberian bentuk itu sendiri, telah dipertimbangkan pemilihan material elemen/produk dan proses pembuatan produk, termasuk di dalamnya pertimbangan biaya dan cara merakit produk. Keempat kegiatan yang terkait dalam proses pemberian bentuk tersebut, yaitu pemenuhan fungsi produk, pemberian bentuk, pemilihan material dan proses pembuatan produk.

3. Pembuatan detail rancangan

Setelah proses perancangan, dilakukan pembuatan detail rancangan yang berupa gambar dan spesifikasi rancangan. Gambar dan spesifikasi rancangan menjelaskan gambar layout produk, susunan komponen, gambar detail elemen dan daftar material yang digunakan. Di samping itu, pada gambar dan spesifikasi rancangan juga dicantumkan jumlah dari setiap elemen.

2.2 Alat Bantu Perancangan Eksperimen

2.2.1 Catapult

Catapult adalah sebuah alat bantu yang digunakan untuk mengajarkan metode dan prinsip perancangan eksperimen. Alat ini pertama kali diperkenalkan pada tahun 1994 oleh Schmidt dan Launsby. Pada awalnya, catapult digunakan untuk mengajarkan perancangan eksperimen kepada para pelajar di sekolah. Kemudian alat ini berkembang dan menjadi komersial. Catapult merupakan sejenis alat pelontar bola. Alat ini dapat melakukan eksperimen pelemparan bola dengan mengatur beberapa variabel terkontrol. Variabel terkontrol yang dapat diatur meliputi jumlah karet tali yang digunakan, ketinggian catapult dari atas lantai, sudut kemiringan catapult, sudut ayunan dari lengan catapult, *stopping angle*, posisi cup penahan bola, dan jenis bola yang digunakan. Variabel-variabel tersebut tentunya akan mempengaruhi seberapa jauh bola akan terlempar. Jarak jatuhnya bola dari catapult merupakan respon yang dapat diukur dari alat ini. Respon kedua yang juga dapat dilakukan eksperimen adalah ketinggian maksimum yang dicapai bola.

2.2.2 DOE Golfer

Semakin berkembangnya kebutuhan alat bantu dalam proses pengajaran metode dan prinsip perancangan eksperimen, mendorong munculnya beberapa alat bantu pelatihan DOE lainnya. Salah satu alat bantu pelatihan DOE yang secara umum telah banyak digunakan adalah DOE-Golfer. Alat ini dibuat dan diperkenalkan secara umum oleh Dr. Lye pada tahun 2005. DOE-golfer merupakan suatu alat bantu dalam melakukan eksperimen atau permainan golf. Alat ini memiliki beberapa faktor atau variabel terkontrol yang dapat diatur. Variabel terkontrol tersebut meliputi panjang lengan pemukul bola, sudut ayunan, berat pemukul bola, jenis bola yang digunakan, dan arah (*direction*). Selain itu, faktor lain yang dapat dijadikan variabel terkontrol dalam melakukan eksperimen ini adalah jenis karpet yang digunakan. Jenis karpet yang digunakan akan berpengaruh terhadap besarnya gaya gesek yang ditimbulkan antara bola dengan karpet. Tentunya hal ini akan mempengaruhi akurasi dari pukulan. Pada

kenyataannya, DOE-Golfer lebih diterima oleh kalangan mahasiswa dibanding catapult.

2.3 *Quality Function Deployment (QFD)*

2.3.1 Sejarah dan Definisi QFD

Quality Function Deployment (QFD) dikembangkan pada tahun 1960 oleh Yoji Akao dan Mizuone sebagai metode pengembangan produk yang bertujuan untuk memenuhi keinginan konsumen⁴. *Quality Function Deployment (QFD)* merupakan suatu metode terstruktur untuk mengetahui apa yang diinginkan atau dibutuhkan konsumen dan mengubahnya menjadi rencana yang spesifik untuk menciptakan produk yang dapat memenuhi keinginan konsumen tersebut, dan kemudian mengevaluasinya. Hal-hal yang diinginkan konsumen, baik hal tersebut diungkapkan ataupun tidak, dikenal dengan istilah *voice of customer*.

Yoji Akao mendefinisikan QFD sebagai metode (teknik) yang digunakan untuk mengembangkan kualitas desain yang bertujuan untuk memuaskan konsumen dan menerjemahkan apa yang konsumen inginkan ke dalam target desain dan jaminan kualitas utama untuk digunakan pada tahap produksi.⁵

QFD lahir sebagai sebuah metode atau konsep baru untuk pengembangan produk, di dalam konteks *Total Quality Control*. Karena memberikan banyak keuntungan, penggunaan QFD pun mulai meluas di seluruh dunia. Di Amerika QFD mulai diaplikasikan pada awal 1980-an. Pada dekade yang sama, beberapa negara di Eropa juga telah mulai menggunakan metode ini.

2.3.2 Tujuan Penggunaan QFD

Pada masa awal pengembangan QFD, terdapat dua isu yang mendorong perkembangannya, yaitu⁶:

⁴ José Antônio Carnevalli dan Paulo Augusto Cauchick Miguel, *QFD Application in Different Countries: A Comparison of an exploratory Study In Brazil with Other Surveys*, hal. 1.

⁵ K. F. Pun et. al., "A QFD / Hoshin Approach for Service Quality Deployment: a Case Study", *Managing Service Quality*, Vol. 10 No. 3, 2000, hal. 157.

⁶ Yoji Akao, "QFD: Past, Present, and Future", *International Symposium on QFD '97 – Linköping*, 1997, hal. 1.

1. Orang-orang mulai menyadari akan pentingnya kualitas disain, namun cara untuk mencapai kualitas disain yang baik belum dapat ditemukan di buku manapun.
2. Penerapan *quality control* di perusahaan-perusahaan dilakukan setelah produk yang dihasilkan menyimpang dari kualitas yang diinginkan.

Berdasarkan kedua isu di atas, tujuan utama pengembangan QFD pertama kali adalah menjamin kualitas sejak tahap pengembangan produk. Selanjutnya, tujuan ini berkembang dimana QFD merupakan metode yang memungkinkan pembangunan dan pengembangan keinginan konsumen menjadi karakteristik kualitas dalam rangka menciptakan produk dan jasa yang bisa memenuhi semua keinginan konsumen tadi.⁷ Selain itu QFD bertujuan untuk meningkatkan kepuasan pelanggan, mengurangi kebutuhan waktu, meningkatkan komunikasi internal, pendokumentasian yang lebih baik, dan menghemat uang.

2.3.3 Keuntungan Menggunakan QFD

Penggunaan QFD sebagai alat pengembangan produk memiliki banyak keuntungan. Keuntungan tersebut antara lain⁸:

1. Mengurangi jumlah *reengineering*, komplain dan keluhan konsumen, serta biaya yang dikeluarkan.
2. Meningkatkan kepuasan pelanggan.
3. Mengidentifikasi *bottleneck* dalam proses *engineering*.
4. Meningkatkan komunikasi antar departemen.
5. Meningkatkan kemampuan dan kemungkinan transmisi informasi dari proyek pada produksi.
6. Meningkatkan pangsa pasar.
7. Memperkuat hubungan antara pihak perusahaan dengan konsumen.

Keuntungan lain dari penerapan QFD adalah dapat mempertahankan sebuah sistem sehingga dapat dengan mudah diaplikasikan pada disain lain yang similar. QFD juga membantu mengidentifikasi *competitive advantages* dari sebuah perusahaan dan menciptakan kesempatan untuk memproduksi produk

⁷ José Antônio Carnevalli dan Paulo Augusto Cauchick Miguel *Op. Cit.* hal. 1

⁸ José Antônio Carnevalli dan Paulo Augusto Cauchick Miguel *Op. Cit.* hal. 2.

ataupun jasa yang sesuai dengan keinginan pasar⁹. Griffin dan Hauser menyatakan bahwa dengan menggunakan QFD, perusahaan dapat mengurangi jumlah perubahan desain, menurunkan biaya *startup*, siklus desain yang lebih pendek, mengurangi keluhan pelanggan, meningkatkan komunikasi internal, dan meningkatkan penjualan¹⁰.

2.3.4 Proses QFD

Keseluruhan prosedur QFD menggunakan matriks yang disebut dengan *houses* untuk memperlihatkan hubungan antara input dan output pada tahap-tahap pengembangan yang berbeda. Namun, aplikasi utama dari QFD adalah terletak pada penyelesaian matriks pertama. Proses QFD ada dua yaitu proses QFD yang berbasis manufaktur dan proses QFD yang berbasis jasa.¹¹ Berikut ini merupakan penjelasan dari proses QFD berbasis manufaktur dan jasa.

2.3.4.1 Proses QFD Berbasis Manufaktur

Proses QFD berbasis manufaktur terdiri dari 4 tahap, yaitu¹² :

1. Perencanaan produk (*product planning*)

Tahap ini dikenal sebagai tahap pembuatan *house of quality*. Tahap ini memuat unsur-unsur “*what*”, yaitu keinginan pelanggan, dan unsur-unsur “*how*” yang merupakan rencana teknis untuk mengatasi keinginan pelanggan. Yang dilakukan dalam perencanaan produk adalah mendefinisikan dan memprioritaskan kebutuhan pelanggan. Selanjutnya adalah menganalisis peluang persaingan dan merencanakan produk untuk merespon kebutuhan dan peluang. Terakhir adalah membuat karakteristik penting dari target nilai.

2. Perencanaan desain (*design planning*)

Berisikan karakteristik teknis dan komponen-komponen produk. Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap komponen-komponen kritis

⁹ S. Bruce Han, et. al. , “A Conceptual QFD Planning Model”, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 18 No. 8, 2001, hal. 798.

¹⁰ *Ibid.*

¹¹ Chao-Ton Su, “Using QFD Concept to Resolve Customer Satisfaction Strategy Decisions”, *International Journal of Quality and Reliability Management*, Vol. 20 No. 3, 2003, hal. 345.

¹² Hefin Bouchereau, “Methods and Techniques to Help QFD Benchmarking”, *An International Journal*, Vol. 7 No. 1, 2000, hal. 12.

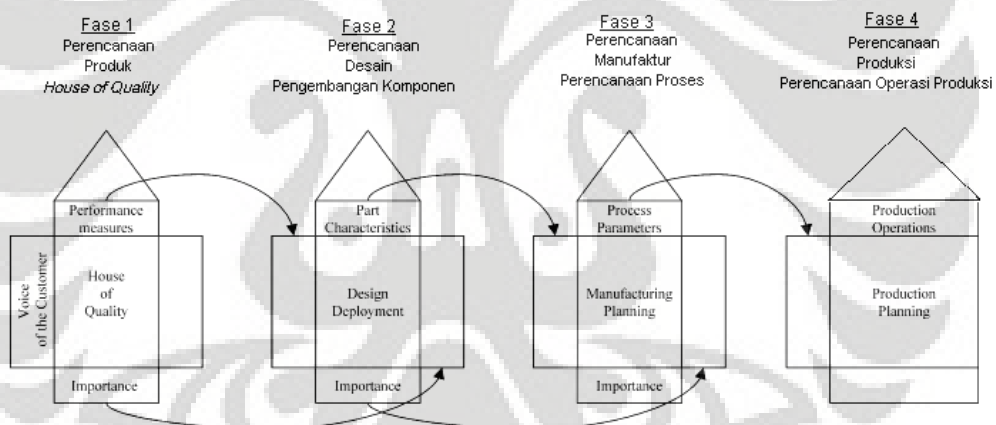
dan dihubungkan dengan karakteristik produk yang diperoleh pada tahap 1, serta menerjemahkannya ke dalam karakteristik komponen. Dari tahap ini akan diperoleh desain produk yang akan dikembangkan.

3. Perencanaan proses (*process planning*)

Tiga tahap dalam perencanaan proses meliputi penentuan proses yang kritis dan aliran proses, mengembangkan kebutuhan perlengkapan produk, dan membuat parameter untuk proses yang kritis. Di sini akan teridentifikasi aliran proses dan proses apa saja yang tergolong kritis. Tahap ini menghasilkan parameter proses.

4. Perencanaan operasi produksi (*production planning*)

Pada tahap ini akan dihasilkan metode inspeksi dan *test*, serta parameter untuk kualitas. Dari tahap ini akan diketahui langkah-langkah untuk memproduksi barang yang diinginkan.



Gambar 2.4 Proses QFD untuk Perencanaan Kualitas Proses Manufaktur

(Sumber: M. Benner, et. al., 2002, hal. 330)

2.3.4.2 Proses QFD Berbasis Jasa

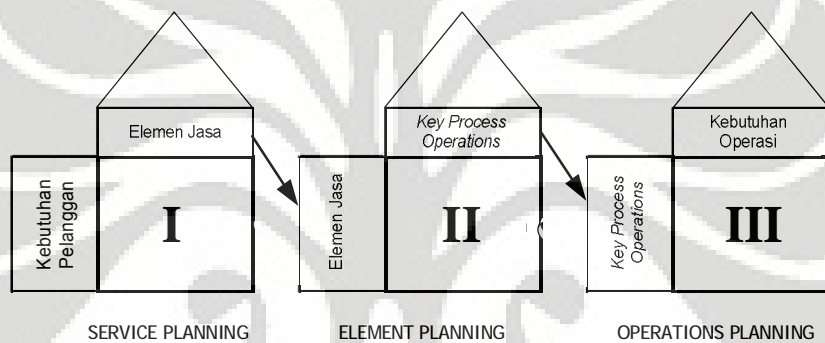
Proses QFD berbasis jasa meliputi tiga tahap yaitu¹³ :

1. *Service planning*. Pada tahap ini sama dengan proses QFD berbasis manufaktur yaitu *product planning*. *Customer requirement* adalah hal pertama yang diidentifikasi kemudian dihubungkan dengan *service*

¹³ H. Brian Hwang dan Cynthia Teo, "Translating Customer's Voices into Operations Requirements: A QFD Application in Higher Educations", *International Journal of Quality and Reliability Management*, Vol. 18 No. 2, 2001, hal. 201.

element yang pada proses QFD berbasis manufaktur adalah *design requirement*.

2. *Element planning*. Tahap ini menghubungkan antara *service element* yang diidentifikasi pada proses pertama dengan *key process operations*.
3. *Operations planning*. Pada tahap ini sama dengan *production planning* yang merupakan tahap terakhir pada proses QFD berbasis manufaktur di mana tahap tersebut menghubungkan antara *key process operations* yang diidentifikasi pada tahap sebelumnya dengan *service operations requirement*.



Gambar 2.5 Proses QFD untuk Perencanaan Kualitas Pelayanan

(Sumber: H. Brian Hwang dan Cynthia Teo, 2001, hal. 202)

Quality Function Deployment atau QFD adalah proses terstruktur untuk merencanakan desain produk baru atau sistem pelayanan baru ataupun merancang ulang produk atau jasa yang sudah ada¹⁴. Untuk melaksanakan proses QFD, langkah pertama adalah memahami kebutuhan konsumen. Kemudian, kebutuhan konsumen tersebut akan diartikan ke dalam karakteristik produk atau pelayanan jasa. Dan akhirnya, karakteristik tersebut dikembangkan menjadi detail proses di dalam sebuah organisasi yang akan mengembangkan produk atau jasa. Kebutuhan konsumen memang diperlukan agar dapat menyampaikan produk sesuai dengan kebutuhan konsumen, bahkan dalam pelayanan elektronik (*e-services*), *software* untuk konsumen didasarkan kebutuhan dan keinginan konsumen¹⁵.

¹⁴ Tague, *Ibid.*, hal. 17.

¹⁵ Baida, "How e-Services Satisfy Customer Needs: a Software-aided Reasoning".

Keuntungan dari proses QFD adalah adalah memperpendek waktu desain produk dan mengurangi biaya untuk memperkenalkan produk baru¹⁶. Waktu perencanaan QFD memang akan lebih panjang, tetapi koreksi-koreksi desain yang mahal akan berkurang. Disamping itu, dengan QFD keluhan pelanggan akan berkurang, kepuasan pelanggan yang lebih baik, dan meningkatkan market share, serta keuntungan. Dengan QFD kualitas karakteristik yang penting dan tingkat level yang diperlukan untuk memuaskan konsumen dapat diidentifikasi¹⁷.

Penerapan QFD mengharapkan dukungan dari keseluruhan bagian organisasi, karena strategi ini terutama memfokuskan pada pelanggan. Keberhasilan QFD diukur dari kepuasan pelanggan, setelah proses baru diterapkan. Namun, karena dibutuhkan kerja sama organisasi dan berfokus pada pelanggan, maka seringkali penerapan fungsi QFD berbenturan dengan budaya organisasi yang sudah ada. Jadi, jika penerapan QFD berbenturan dengan budaya organisasi maka penerapan QFD kemungkinan besar akan gagal. Namun, jika dapat diterapkan secara maksimal, maka selain dapat meningkatkan kepuasan pelanggan, dapat pula meningkatkan kerja sama organisasi dan fokus pelanggan. Metode dan alat (*tools*) utama dari QFD adalah *House of Quality* (HOQ). Awal dari HOQ adalah kebutuhan pelanggan yang dijelaskan dalam *voice of customer* dan kemudian dihubungkan dengan karakteristik kualitas produk atau jasa. Dari diagram HOQ, keputusan dapat dibuat dengan melihat karakteristik produk yang menjadi target untuk dicapai. Terkadang, HOQ dianggap sama dengan QFD, tetapi QFD tidak hanya satu diagram saja. Pada sebuah proses QFD, setelah menetapkan target karakteristik yang ingin ditingkatkan, maka karakteristik tersebut harus dijadikan fungsi dari spesifikasi komponen produk atau fungsi aplikasi pelayanan.

2.3.5 HOQ (*House of Quality*)

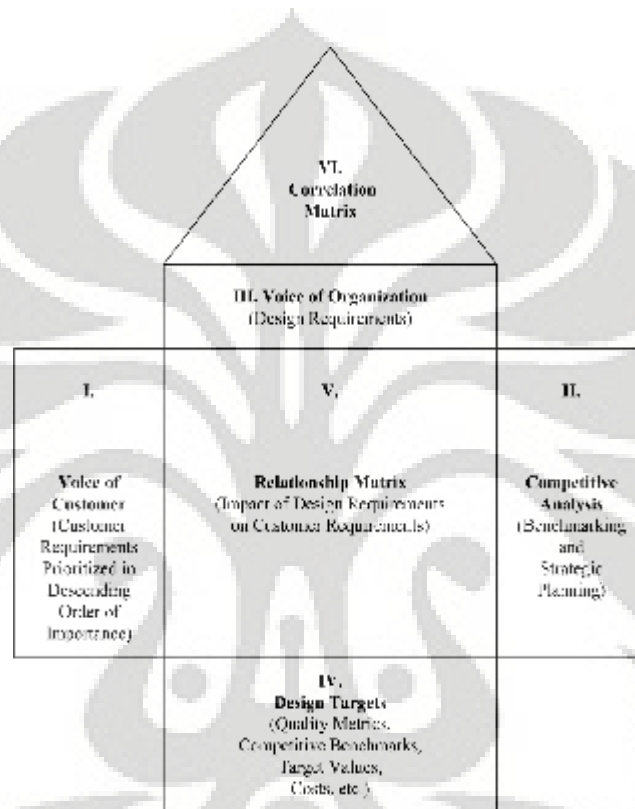
House of Quality merupakan langkah awal dalam proses *Quality Function Deployment* dan merupakan matriks yang paling mendasar. Dari tahap ini dapat diketahui keinginan konsumen sehingga dapat dibuat rencana teknis untuk

¹⁶ Tague, *Op.Cit.*, hal. 17.

¹⁷ Duraivelu, “‘ProducQual’—A conceptual model for quality gap analysis across PLC”, *J. Indian Inst. Sci.*, Mar.–Apr. 2006, hal. 113-126.

memenuhi keinginan konsumen tersebut. Dalam konsep *'ProduceQual'*, *House of Quality* dapat digunakan untuk mengukur perbedaan (*gap*) antara kebutuhan konsumen dengan produk ingin yang diproduksi¹⁸.

HOQ terdiri dari enam ruang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6 berikut.



Gambar 2.6 Struktur *House of Quality*

(Sumber: S. Bruce Han, et. al. 2001, hal. 798)

Bagian-bagian dalam HOQ adalah sebagai berikut¹⁹ :

1. Bagian kiri (*Voice of Customer*)

- o *Voice of Customer*

Bagian kiri atas dari HOQ yang berisi *customer requirements*. Hal ini akan dijawab dengan pertanyaan 'Permintaan apa yang seharusnya dipuaskan, adakah beberapa keistimewaan yang pelanggan ingin dapatkan?'

¹⁸ Duraivelu, Loc.Cit.

¹⁹ Jim Walden, "Performance Excellence: A QFD Approach", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 20, No. 1, 2003, hal. 123.

2. Bagian kanan (*Competitive Analysis* / Penilaian Pelanggan)

○ *Degree of Importance*

Nilai ini menunjukkan tingkat kepentingan dari *customer requirements* yang didapat dari hasil *survey*.

○ *Competitive evaluation*

Melihat bagaimana posisi tingkat kepuasan *customer* terhadap produk yang dihasilkan dibandingkan dengan produk perusahaan kompetitor.

○ *Goal (Quality plan)*

Menunjukkan besarnya sasaran akhir posisi perusahaan yang ingin dicapai dalam rangka pemenuhan kepuasan konsumen terhadap pelayanan yang diberikan. Nilai dari sasaran ini ditentukan dengan memepertimbangkan posisi perusahaan dibandingkan dengan perusahaan kompetitor dan kemampuan usaha perusahaan dalam usaha memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen.

○ *Improvement ratio (Rate of improvement)*

Rate of improvement merupakan nilai rasio perbandingan antara tujuan yang ingin dicapai dengan tingkat kepuasan konsumen terhadap produk / jasa perusahaan (performa perusahaan) saat ini.

○ *Sales point*

Sales point diberikan pada atribut yang memiliki daya jual produk yang tinggi, di mana dapat ditunjang dengan usaha promosi. Nilai *sales point* dibagi atas tiga kriteria pembobotan nilai sesuai dengan kemampuan atau daya jualnya, yaitu :

1 = tidak memiliki *sales point*

1,2 = nilai *sales point* medium

1,5 = nilai *sales point* yang tinggi

○ *Row weight*

Row weight merupakan besar bobot untuk tiap baris atribut konsumen yang menjadi dasar evaluasi terhadap penentuan prioritas pemenuhan kebutuhan dan keinginan konsumen. *Row weight* dihitung dengan rumus :

$$RW_i = IW_i \times SP_i \times IR_i$$

di mana : RW_i = *Row Weight* atribut i

IWi = Bobot tingkat kepentingan untuk atribut konsumen i

SPi = *Sales point* untuk atribut konsumen i

IRi = *Improvement ratio* atribut konsumen i

○ *Normalized row weight*

Merupakan kontribusi dari besarnya *row weight* secara keseluruhan.

Normalized row weight dihitung dengan rumus :

$$NRWi = \frac{RWi}{\sum RW}$$

di mana : $NRWi$ = *Normalized Row Weight* atribut i

RWi = *Row Weight* atribut i

$\sum RW$ = *Total Row Weight*

3. Bagian atas (*Voice of Organization*)

○ *Technical responses (service element)*

Technical responses pada HOQ berbasis jasa disebut juga *service element*.

Service element merupakan bagian dari HOQ yang mengidentifikasi karakteristik produk yang dapat diukur untuk memenuhi keinginan pelanggan. Hal ini akan dijawab dengan pertanyaan: 'Bagaimana kebutuhan pelanggan bertemu dengan kebutuhan desain yang diperlukan?'

○ *Direction of improvement*

Direction of improvement digunakan untuk mengetahui arah pengembangan dari masing-masing respon teknis yang akan memberikan peningkatan terhadap kepuasan pelanggan. Terdapat tiga jenis arah pengembangan yaitu:

↑ : Konsumen menyukai bila respon teknis semakin besar,

↓ : Konsumen menyukai bila respon teknis semakin kecil,

○ : Konsumen menyukai bila respon teknis pada target tertentu.

4. Bagian bawah (*Design Targets / Penilaian Teknis*)

○ Perhitungan *Absolute Importance* dan *Relative Importance*

Absolute dan *relative importance* berguna untuk membantu dalam menentukan respon teknis mana yang akan mendapatkan prioritas untuk

dilaksanakan terlebih dahulu. *Absolute importance* adalah suatu ukuran yang menunjukkan prioritas untuk dilaksanakan dengan melihat hubungan antara *technical response*, *customer requirements*, dan tingkat kepentingan *customer requirement*. *Absolute importance* diperoleh dengan rumus :

$$AI = \sum (\text{normalized row weight} \times \text{nilai hubungan})$$

Sedangkan *relative importance* adalah nilai dari *absolute importance* yang dinyatakan dengan persen kumulatif. *Relative importance* diperoleh dengan rumus :

$$RI = \frac{\text{Nilai absolute untuk 1 item technical response}}{\sum (\text{absolute importance seluruh technical response})}$$

Perhitungan *Absolute Importance* dan *Relative Importance* dilakukan setelah nilai *relationship matrix* ditentukan.

- *Target*

Merupakan target dari karakteristik desain. Untuk HOQ bidang jasa, target dapat berupa jangka waktu terlaksananya respon teknis, anggaran pelaksanaan, atau target lainnya.

- *Technical difficulties*

Merupakan bagian dari HOQ yang mengestimasi tingkat kesulitan yang dapat diantisipasi oleh perusahaan untuk menjalankan tujuan desain.

- *Competitive evaluation*

Bagian ini digunakan untuk mengukur kinerja respon teknis dibandingkan dengan kemampuan perusahaan kompetitor.

5. Bagian tengah (*Relationship Matrix*)

- *Relationship matrix*

Merupakan bagian dari HOQ yang menghubungkan antara ruang *hows* dan *whats*. Matriks ini mengaitkan hubungan respon teknis / *technical requirements* dengan *voice of customer*. Simbol yang digunakan pada matriks hubungan ini adalah:

- hubungan kuat – merupakan hubungan yang terjadi bila respon teknis berhubungan sangat erat atau sangat mempengaruhi

terpenuhinya keinginan pelanggan. Dalam perhitungan bobot, hubungan kuat diberi nilai 9.

○ hubungan sedang – merupakan hubungan yang terjadi bila respon teknis berhubungan erat atau mempengaruhi terpenuhinya keinginan pelanggan. Dalam perhitungan bobot, hubungan sedang diberi nilai 3.

△ hubungan lemah – merupakan hubungan yang terjadi bila respon teknis tidak begitu mempengaruhi terpenuhinya keinginan pelanggan. Dalam perhitungan bobot, hubungan lemah diberi nilai 1.

6. Bagian atas (*Correlation Matrix*)

○ *Correlation matrix*

Merupakan bagian atas pada HOQ yang mengidentifikasi apakah respon teknis saling mendukung atau saling mengganggu di dalam desain produk.

Hubungan yang digunakan adalah:

● hubungan positif kuat – hubungan yang searah, yaitu bilamana salah satu *technical response* mengalami peningkatan atau penurunan maka akan berdampak kuat pada peningkatan atau penurunan item lain yang terkait.

○ hubungan positif – hubungan yang searah, yaitu bilamana salah satu *technical response* mengalami peningkatan atau penurunan maka akan berdampak pada peningkatan atau penurunan item lain yang terkait.

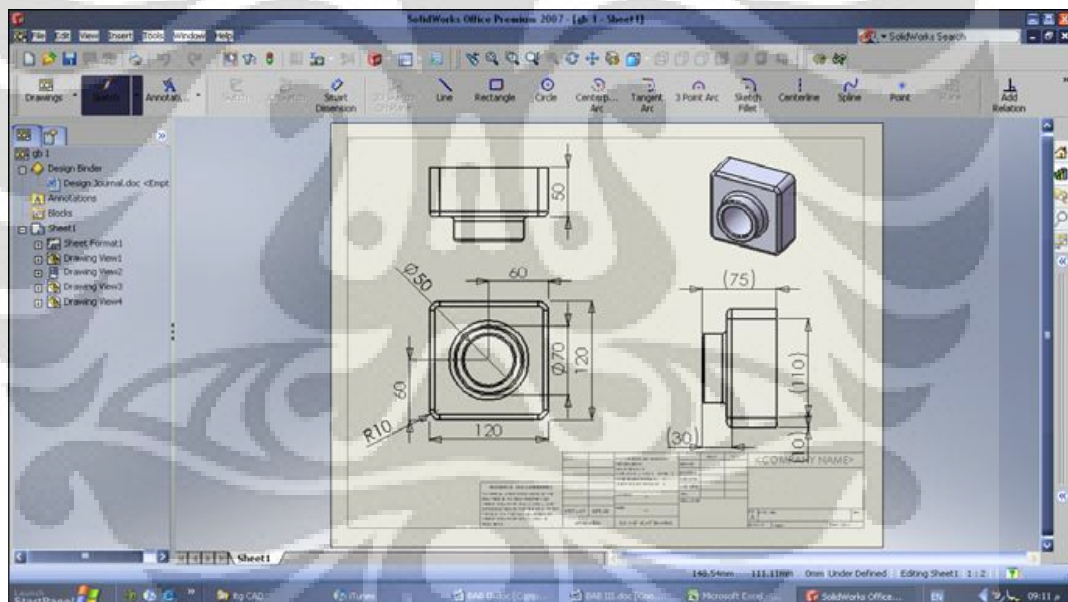
× hubungan negatif - hubungan yang tidak searah, yaitu bilamana salah satu *technical response* mengalami peningkatan atau penurunan maka akan berdampak pada penurunan atau peningkatan item lain yang terkait.

⊗ hubungan negatif kuat - hubungan yang tidak searah, yaitu bilamana salah satu *technical response* mengalami peningkatan atau penurunan maka akan berdampak kuat pada penurunan atau peningkatan item lain yang terkait.

Pengisian dan perhitungan yang diperoleh dari matriks-matriks pada *House of Quality* akan digunakan sebagai pertimbangan utama dalam pengembangan apa yang akan dilakukan.

2.4 Computer Aided Design

CAD pada mulanya diartikan sebagai *Computer Aided Drafting* atau dalam bahasa Indonesia berarti penggambaran berbantu komputer karena fungsi CAD yang benar-benar dapat menggantikan meja gambar tradisional. Pada zaman sekarang ini CAD biasanya diartikan sebagai *Computer Aided Design* atau dalam bahasa Indonesia berarti merancang berbantu komputer yang mencerminkan fungsi peralatan CAD modern yang melakukan berbagai hal lebih dari sekedar penggambaran. Dalam dunia rekayasa (*engineering*) CAD sangat membantu dalam merancang, mengembangkan dan mengoptimalkan fungsi suatu produk.

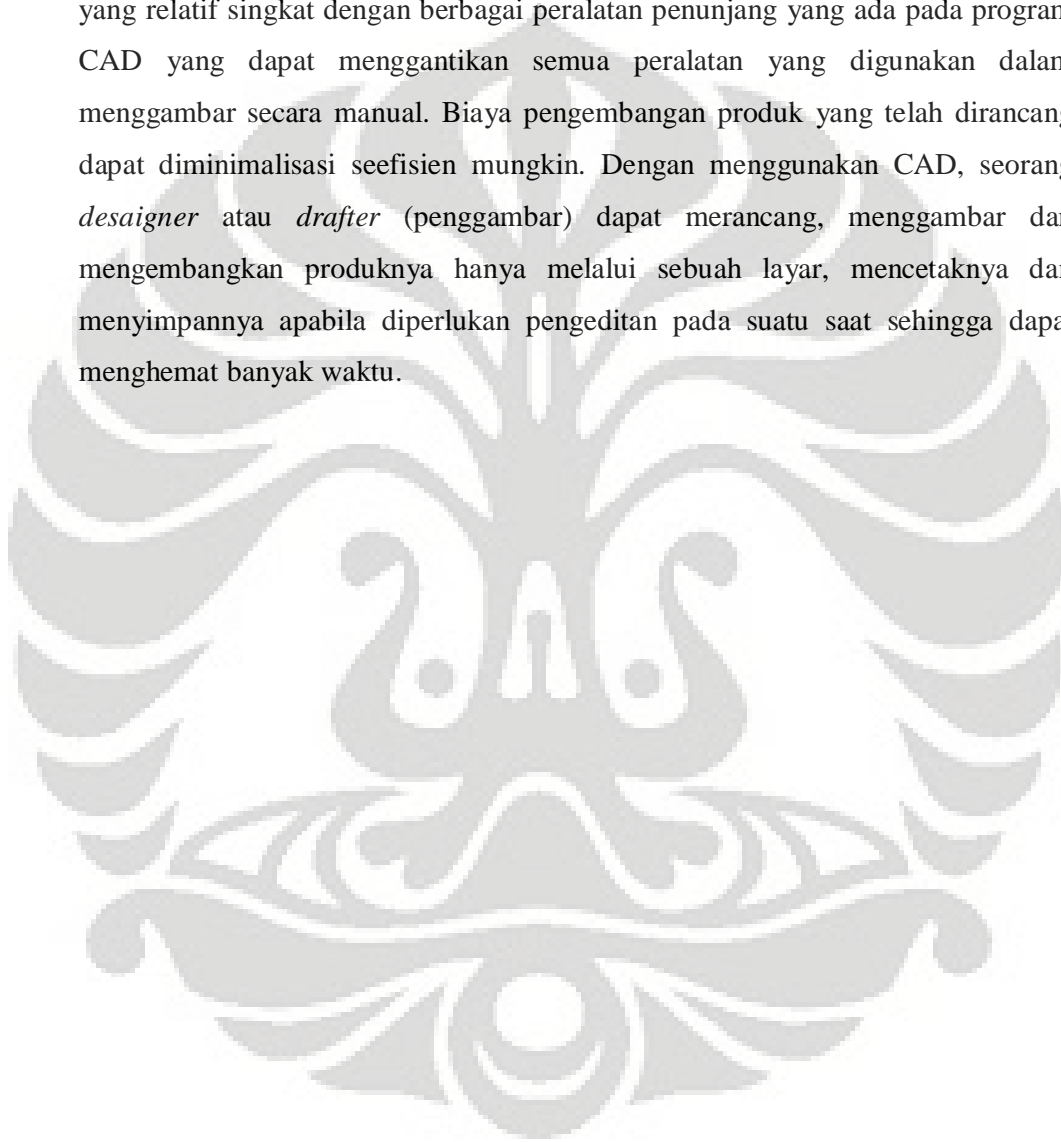


Gambar 2.7 Aplikasi software CAD (*Computer Aided Design*)

Secara lebih luas CAD juga digunakan dalam merancang berbagai peralatan dan komponen-komponen dalam industri manufaktur, mulai dari rancangan konseptual, layout produk sampai pemasangan serta analisa produk yang telah dirancang dan yang akan diimplementasikan. Dalam dunia rekayasa

bangunan, CAD digunakan untuk merancang berbagai bangunan mulai dari skala yang kecil (rumah) sampai skala komersial (perkantoran) dan perindustrian (pabrik).

Dalam dunia rekayasa CAD menjadi teknologi yang sangat penting karena kemampuannya yang dapat menyelesaikan perancangan produk dalam waktu yang relatif singkat dengan berbagai peralatan penunjang yang ada pada program CAD yang dapat menggantikan semua peralatan yang digunakan dalam menggambar secara manual. Biaya pengembangan produk yang telah dirancang dapat diminimalisasi seefisien mungkin. Dengan menggunakan CAD, seorang *designer* atau *drafter* (penggambar) dapat merancang, menggambar dan mengembangkan produknya hanya melalui sebuah layar, mencetaknya dan menyimpannya apabila diperlukan pengeditan pada suatu saat sehingga dapat menghemat banyak waktu.



BAB 3

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3.1 Penentuan Fokus Penelitian

Dalam menentukan fokus penelitian, peneliti melakukan wawancara dengan dosen pembimbing dan karyawan PT Motor Indonesia. Wawancara dilakukan untuk memilih salah satu proses produksi di PT Motor Indonesia yang akan dijadikan sebagai objek penelitian dalam proses perancangan alat bantu. Dari hasil wawancara, diperoleh tiga alternatif proses produksi yang dapat dijadikan objek penelitian, yaitu proses pengecatan (*painting*), pemesinan (*machining*), dan pencetakan (*casting*). Setiap proses produksi tersebut memiliki faktor terkontrol yang berbeda-beda. Penentuan objek penelitian berdasarkan proses produksi yang memiliki faktor-faktor terkontrol yang dapat dilakukan perancangan eksperimen dan membutuhkan alat bantu dalam melakukan eksperimen tersebut. Dari wawancara yang dilakukan, diperoleh informasi seperti tercantum dalam tabel 3.1.

Tabel 3.1 Faktor Terkontrol Proses Produksi

No	Proses produksi	Faktor-faktor terkontrol
1	Pengecatan (<i>painting</i>)	Jarak semprot (<i>spray</i>)
		Sudut semprot (<i>spray</i>)
		Lebar <i>pattern spray</i>
		Viskositas cat
		Kontur sudut benda kerja
		Jarak antar part
2	Pencetakan (<i>casting</i>)	Waktu pendinginan (<i>cooling time</i>)
		<i>Holding time</i>
		Suhu <i>molten</i>
		Kecepatan <i>plunger</i>
3	Pemotongan (<i>machining</i>)	Sudut potong
		Kecepatan putaran cekam
		Material <i>cutting tools</i>
		Ketebalan pemotongan

Setelah berdiskusi dengan dosen pembimbing, peneliti memilih proses pengecatan (*plastic painting*) sebagai fokus penelitian.

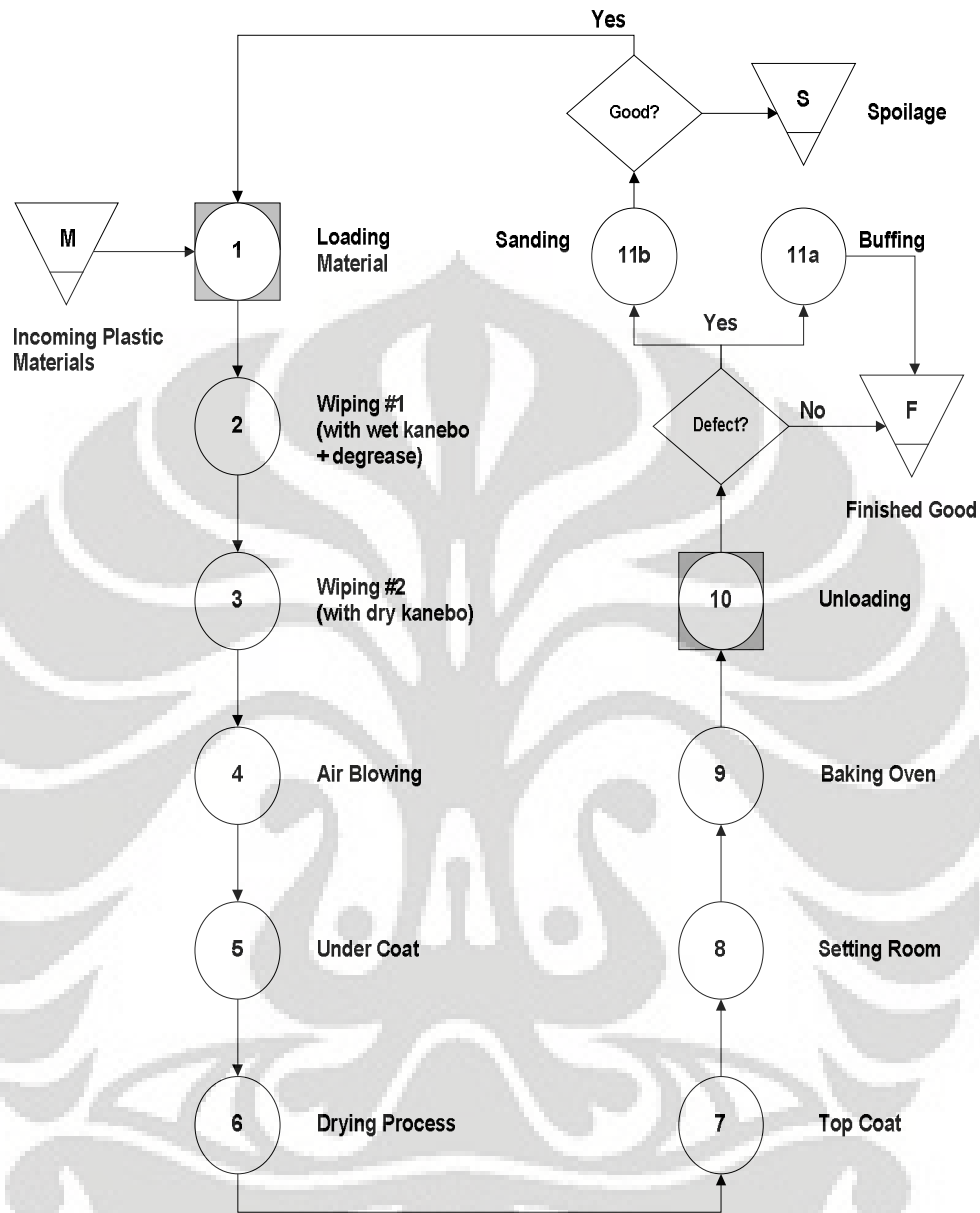
3.2 Proses *Plastic Painting*

Lini produksi *plastic painting* merupakan suatu rangkaian proses. Proses yang terdapat dalam lini produksi ini meliputi *pre-treatment*, pengecatan, pengeringan, dan pengecekan (*quality control*). Pada proses *pre-treatment*, part/komponen yang akan dicat digantung di atas hanger (*loading*). Part ini kemudian akan dibersihkan melalui proses pengelapan (*wiping*). Dalam proses pengelapan, part mengalami dua kali perlakuan yaitu pengelapan dengan *wet kanebo* dan *dry kanebo*. Tujuan dari proses ini adalah menghilangkan kotoran dan minyak yang menempel di part. Setelah proses pengelapan, part akan melalui proses *air blowing*. Proses ini bertujuan untuk menghilangkan bintik air dari proses sebelumnya.

Part yang telah melalui proses *pre-treatment*, selanjutnya akan melalui proses pengecatan (*coating*). Proses pengecatan terdiri dari dua proses yaitu pengecatan dasar (*under coating*) dan pengecatan akhir (*top coating*). Proses pengecatan dasar bertujuan untuk melapisi part yang telah dibersihkan. Sehingga cat tidak menyerap ketika dilakukan proses pengecatan akhir. Sebelum melalui proses pengecatan akhir, part akan melalui ruang *flash off*. Tujuannya adalah mengeringkan cat dari proses pengecatan dasar.

Setelah proses pengecatan akhir selesai dilakukan, part kemudian akan masuk ke dalam *setting room* (proses pengeringan). Part yang telah dikeringkan, selanjutnya akan mengalami proses pemanasan di dalam *baking oven*.

Proses terakhir adalah inspeksi/pengecekan. Part yang keluar dari *baking oven* selanjutnya akan diturunkan (*unloading*) dan dicek kualitasnya. Jika kualitas part baik/tidak *reject*, maka part tersebut disimpan sebagai *finished good* dan dikirim untuk dilakukan proses selanjutnya (proses perakitan). Sedangkan jika kualitas part tidak baik (*reject*), maka akan dilakukan proses *buffing* atau *sanding*. *Flow process* lini produksi *plastic painting* di divisi plant 1 PT Motor Indonesia dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 *Flow Process* Lini Produksi *Plastic painting*

(Sumber: PT Motor Indonesia)

Setelah mempelajari *flow process* yang terjadi di lini produksi *plastic painting*, peneliti melakukan pengumpulan data untuk pengembangan disain alat bantu. Pengembangan disain alat bantu dilakukan dengan menggunakan HOQ (*House of quality*) dan metode pengembangan produk seperti pengembangan konsep (*concept generation*) dan pemilihan konsep (*concept selection*). Proses

pengembangan HOQ dilakukan dalam 4 tahap. HOQ tahap 1 bertujuan untuk menentukan kriteria warna part yang sering terjadi *reject* dan akan dijadikan objek penelitian selanjutnya. HOQ tahap 2 bertujuan untuk menentukan 3 kriteria *reject* terbesar untuk dilakukan proses pengembangan lebih lanjut. Sedangkan HOQ tahap 3 bertujuan untuk menentukan faktor-faktor terkontrol dari proses *platic painting* yang signifikan mempengaruhi terjadinya 3 kriteria *reject* tersebut. Hasil pengembangan HOQ tahap 3 selanjutnya akan menjadi *customer requirement* pada HOQ tahap 4. Tujuan HOQ tahap 4 adalah menentukan spesifikasi atau fungsi-fungsi dari alat bantu yang dapat memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen tersebut (*customer requirement*).

Untuk keperluan pengembangan HOQ tersebut, peneliti membutuhkan beberapa data. Data-data yang dikumpulkan oleh peneliti meliputi data histori *reject painting*, data kuesioner, data hasil wawancara dan data *benchmarking* dengan produk terkait untuk keperluan perancangan alat bantu. Data histori *reject painting* digunakan untuk pengembangan HOQ tahap 1 dan 2. Data kuesioner digunakan untuk pengembangan HOQ tahap 3. Sedangkan data hasil wawancara digunakan untuk pengembangan HOQ tahap 4 dan menentukan spesifikasi kebutuhan perancangan eksperimen.

3.3 Pengembangan House Of Quality (HOQ)

3.3.1 House of quality Tahap 1

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, Pengembangan HOQ tahap 1 bertujuan untuk memfokuskan penelitian pada kriteria warna tertentu dan akan menjadi objek penelitian untuk proses pengembangan selanjutnya. Untuk mengetahui bagaimana persentase tingkat *reject* yang terjadi berdasarkan kriteria warna tertentu, dilakukan pengumpulan data histori *reject painting*. Data histori *reject painting* digunakan untuk menentukan *relationship matrix* dalam pengembangan *house of quality*. Data *reject painting* untuk bulan februari dan maret 2009 dapat dilihat selengkapnya pada lampiran. Rekap data histori *reject painting* untuk bulan februari 2009 dapat dilihat pada tabel 3.2 sedangkan untuk rekap data histori *reject painting* untuk bulan maret 2009 dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.2 Rekap Data Histori *Reject* Painting Bulan Februari 2009

PTPL 1B : Line F			TOTAL														
No	Nama Part	Warna	Produksi				Penyebab Reject										TOTAL REJECT
			Hanger	In	Buffing	Reject	meleleh	Kotor	Tipis	Minyak	Nyerep	Air	Orange Peels	Gores Dasar	Amplas	DII	
1	Cover Main Pipe Side R	Black	6502	3076	2901	525	103	25	265	27	0	0	0	0	51	53	525
2	Cover Main Pipe Side L	Black	6450	3243	2782	425	72	11	238	31	0	0	0	0	29	44	425
3	Cover Main Pipe Front	Black	6264	2555	3415	294	7	13	176	23	0	0	0	0	20	55	294
4	Cover Body R	Black	6314	4999	1086	229	18	9	136	10	2	0	0	4	17	33	229
5		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7		Anchor Grey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Cover Body L	Black	5630	4483	970	177,3	20	10	44	4	58	0	6,3	0	3	32	177
9		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11		Anchor Grey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Cover R Center Side	Black	5884	4949	722	213	29	8	120	2	0	0	0	0	15	39	213
13	Cover L Center Side	Black	5835	5100	618	117	7	4	76	13	0	0	0	0	5	12	117
14	Cover Handle Top	Black	6218	2991	2943	284	35	14	158	14	0	0	0	0	30	35	286
15		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17		Anchor Grey	5111	3021	1710	380	65	14	213	0	0	0	0	0	30	58	380
18	Cover Front Top	Black	6218	1803	4088	327	52	16	107	46	34	0	0	0	36	33	327
19		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21		Anchor Grey	5649	4213	992	438	70	20	210	25	14	0	0	0	35	64	438
22	Front Fender A	Black	5464	2604	2546	314	65	9	124	3	0	0	0	0	12	101	314
TOTAL			71539	43037	24773	3729,3	543	153	1867	198	108	0	6,3	4	283	559	3722
Prosentase				60,2%	34,6%	5,2%	0,8%	0,2%	2,6%	0,3%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,8%	5,2%

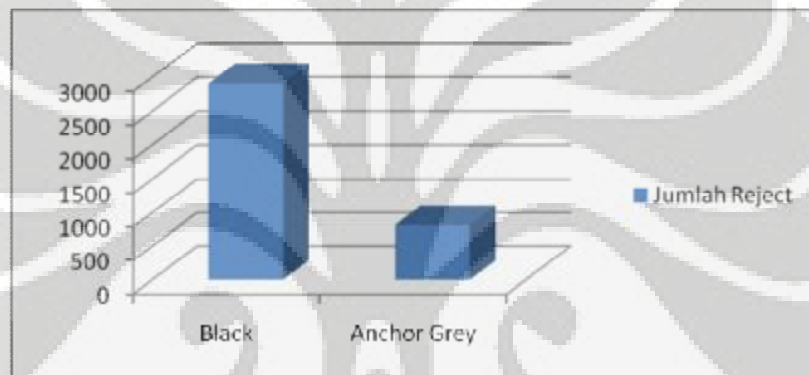
(sumber: PT Motor Indonesia)

Tabel 3.3 Rekap Data Histori *Reject* Painting Bulan Maret 2009

PTPL 1B : Line F			TOTAL															
No	Nama Part	Warna	Produksi				Penyebab Reject											TOTAL REJECT
			Hanger	In	Buffing	Reject	meleleh	Kotor	Tipis	Minyak	Nyerep	Air	Orange Peels	Gores Dasar	Amplas	DII		
1	Cover Main Pipe Side R	Black	4520	1930	2175	415	75	20	200	3	0	0	0	0	0	27	90	415
2	Cover Main Pipe Side L	Black	4219	2083	1873	263	30	9	128	7	0	1	0	0	13	75	263	
3	Cover Main Pipe Front	Black	4518	1775	2534	209	13	61	113	0	0	0	0	0	7	15	209	
4	Cover Body R	Black	4581	3576	822	183	10	7	113	6	0	1	0	5	7	34	183	
5		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7		Anchor Grey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	Cover Body L	Black	4119	3107	776	236	9	1	116	5	0	0	0	0	2	103	236	
9		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11		Anchor Grey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	Cover R Center Side	Black	4606	3437	896	273	50	8	40	3	0	0	0	0	39	133	273	
13	Cover L Center Side	Black	4379	3397	815	167	8	7	68	0	0	0	0	0	12	72	167	
14	Cover Handle Top	Black	4779	1654	2866	259	29	11	136	26	0	1	0	0	26	30	259	
15		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17		Anchor Grey	4809	3242	1247	320	49	15	162	18	0	0	1	0	25	50	320	
18	Cover Front Top	Black	4461	1160	3075	226	45	21	60	9	0	0	0	0	29	62	226	
19		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21		Anchor Grey	5181	3378	1433	370	56	12	198	20	0	0	0	1	28	55	370	
22	Front Fender A	Black	4555	1996	2182	377	30	19	161	3	0	0	3	0	26	135	377	
TOTAL			54727	30735	20694	3298	404	191	1495	100	0	3	4	6	241	854	3298	
Prosentase				56,2%	37,8%	6,0%	0,7%	0,3%	2,7%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	1,6%	6,0%	

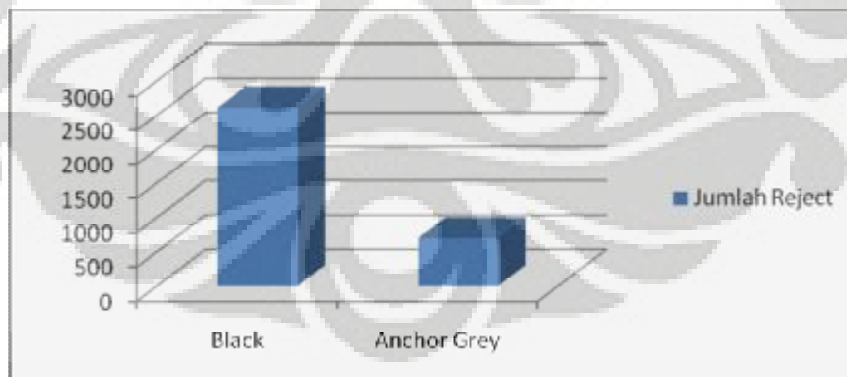
(sumber: PT Motor Indonesia)

Kriteria warna di lini produksi *plastic painting* terdiri dari 4 kriteria warna, yaitu hitam, merah, silver, dan abu-abu. Pada bulan februari 2009, jumlah part yang *reject* untuk warna hitam mencapai 2905 unit dan pada bulan maret 2009 jumlah part yang *reject* untuk warna hitam menurun menjadi 2608 unit. Part yang *reject* untuk warna abu-abu lebih kecil dibandingkan part warna hitam. Pada bulan februari 2009, jumlah part yang *reject* sebesar 818 unit (15% dari total *reject*) dan jumlah ini menurun pada bulan maret 2009 menjadi 690 unit (11,54% dari total *reject*). Grafik *reject* berdasarkan kriteria warna untuk bulan februari dan maret 2009 dapat dilihat pada gambar 3.2 dan 3.3 di bawah ini.



Gambar 3.2 Grafik *Reject* Berdasarkan Warna (Februari 2009)

(Sumber: PT Motor Indonesia)



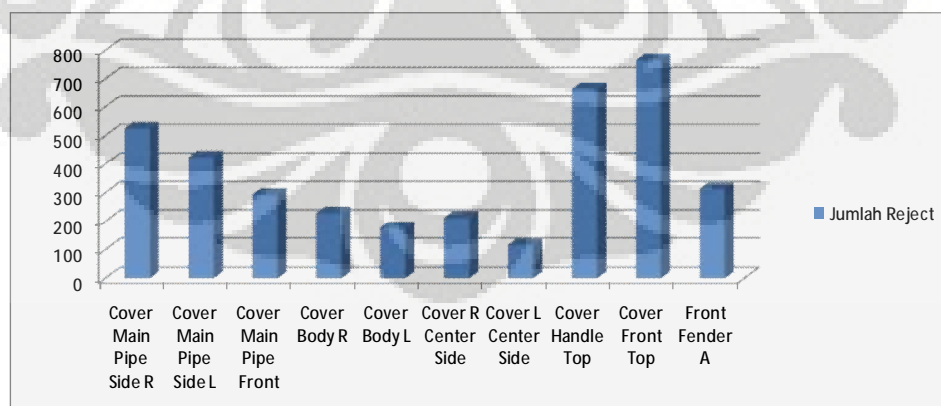
Gambar 3.3 Grafik *Reject* Berdasarkan Warna (Maret 2009)

(Sumber: PT Motor Indonesia)

Di lini produksi *plastic painting* khususnya lini F, terdapat 10 jenis part yang diproduksi. Kesepuluh jenis part tersebut adalah sebagai berikut:

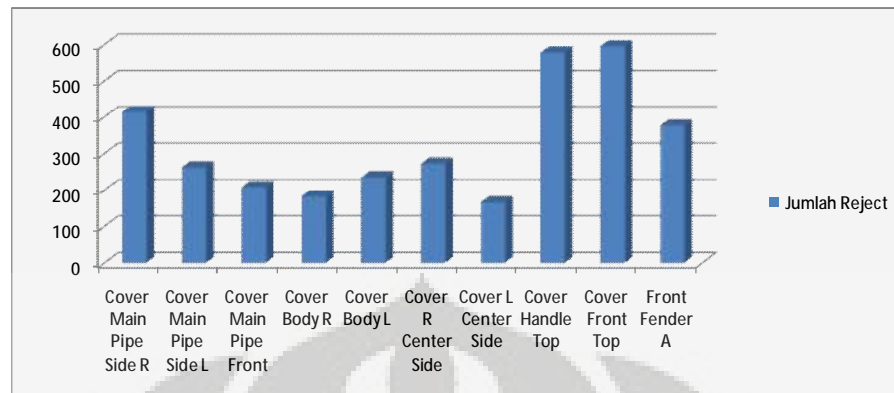
- Cover Main Pipe Side R
- Cover Main Pipe Side L
- Cover Main Pipe Front
- Cover Body R
- Cover Body L
- Cover R Center Side
- Cover L Center Side
- Cover Handle Top
- Cover Front Top
- Cover Fender A

Tingkat *reject* untuk masing-masing part berbeda-beda. Untuk part cover front top tingkat *reject* yang terjadi lebih besar dibandingkan part lainnya. Sedangkan part yang paling sedikit terjadi *reject* adalah cover l center side. Pada bulan februari 2009, jumlah *reject* untuk part cover front top mencapai 765 unit (20,54% dari total *reject*) dan pada bulan maret 2009 jumlah cover front top yang *reject* berkurang menjadi 596 unit (18,07% dari total *reject*). Sedangkan untuk part cover l center side, jumlah *reject* pada bulan februari 2009 mencapai 117 unit (3,14% dari total *reject*) dan jumlah ini naik menjadi 167 unit (5,04% dari total *reject*). Grafik *reject* berdasarkan jenis part untuk bulan februari dan maret 2009 dapat dilihat pada gambar 3.4 dan 3.5 di bawah ini.



Gambar 3.4 Grafik *Reject* Berdasarkan Jenis Part (Februari 2009)

(Sumber: PT Motor Indonesia)



Gambar 3.5 Grafik *Reject* Berdasarkan Jenis Part (Maret 2009)

(Sumber: PT Motor Indonesia)

House of quality tahap 1 menunjukkan hubungan antara jenis part dengan tingkat *reject* yang terjadi berdasarkan warna. Penentuan hubungan didasarkan persentase terjadinya *reject* antara suatu part dengan kriteria warna tertentu. Tingkat kepentingan untuk setiap jenis part adalah 5. Angka ini menunjukkan bahwa setiap jenis part memiliki kontribusi kepentingan yang sama. Persentase *reject* tiap part berdasarkan warna dapat dilihat pada tabel 3.4 di bawah ini:

Tabel 3.4 Persentase *Reject* Jenis Part Berdasarkan Warna

No	Jenis Part	Persentase <i>Reject</i> Berdasarkan Warna			
		Black	Scarlet Red	Silver Metallic	Anchor Grey
1	Cover Main Pipe Side R	13,54%	0,00%	0,00%	0,00%
2	Cover Main Pipe Side L	9,91%	0,00%	0,00%	0,00%
3	Cover Main Pipe Front	7,25%	0,00%	0,00%	0,00%
4	Cover Body R	5,94%	0,00%	0,00%	0,00%
5	Cover Body L	5,96%	0,00%	0,00%	0,00%
6	Cover R Center Side	6,14%	0,00%	0,00%	0,00%
7	Cover L Center Side	3,37%	0,00%	0,00%	0,00%
8	Cover Handle Top	8,24%	0,00%	0,00%	10,09%
9	Cover Front Top	7,97%	0,00%	0,00%	11,64%
10	Front Fender A	9,96%	0,00%	0,00%	0,00%

(Sumber: PT Motor Indonesia)

Data diatas digunakan untuk menentukan *relationship matrix* pada pengembangan *house of quality* tahap 1 dengan kriteria sebagai berikut: *strong*

relationship (9 % - 15%), *medium relationship* (4 % - 8 %), dan *weak relationship* (1 % - 3%). Tingkat *reject* untuk part Cover Main Pipe Side R, Cover Handle Top, Cover Front Top dan Front Fender A memiliki hubungan yang sangat kuat (*strong relationship*) dengan kriteria warna hitam. Informasi selengkapnya dapat dilihat pada tabel 3.5 di bawah ini.

Tabel 3.5 *House of quality* Tahap 1

Jenis Part	Tingkat Kepentingan	Tingkat <i>reject</i> berdasarkan warna				Total Nilai
		Black	Scarlet Red	Silver Metallic	Anchor Grey	
Cover Main Pipe Side R	5	●				45
Cover Main Pipe Side L	5	●				45
Cover Main Pipe Front	5	○				15
Cover Body R	5	○				15
Cover Body L	5	○				15
Cover R Center Side	5	○				15
Cover L Center Side	5	△				5
Cover Handle Top	5	○			●	60
Cover Front Top	5	○			●	60
Front Fender A	5					45
Total Nilai		230	0	0	90	320
Presentase		71,88%	0,00%	0,00%	28,13%	100%

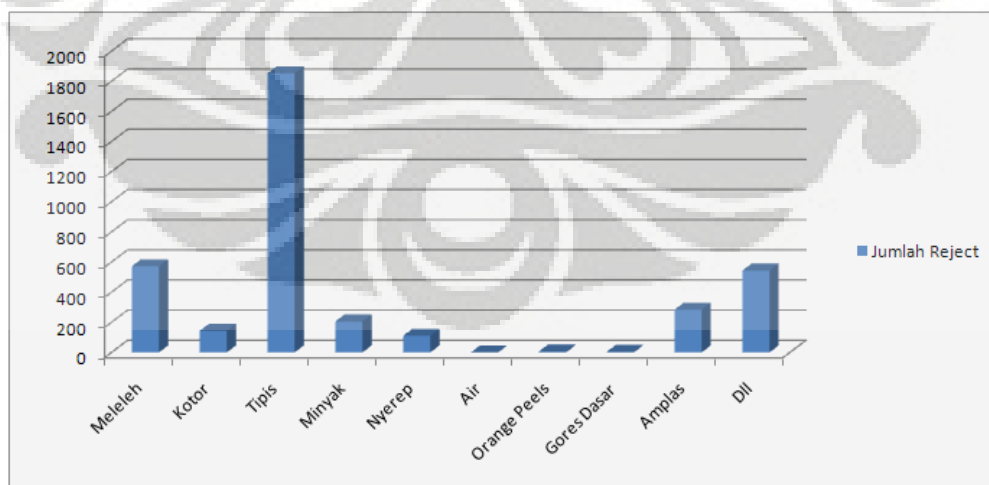
Relationships		
Strong	●	9
Medium	○	3
Weak	△	1

Berdasarkan *house of quality* diatas, part-part dengan warna hitam memiliki persentase nilai sebesar 88,46 % dan warna abu-abu sebesar 11,54 %. Sehingga yang menjadi fokus penelitian untuk dilakukan proses pengembangan lebih lanjut adalah part-part dengan kriteria warna hitam dan abu-abu.

3.3.2 *House of quality* Tahap 2

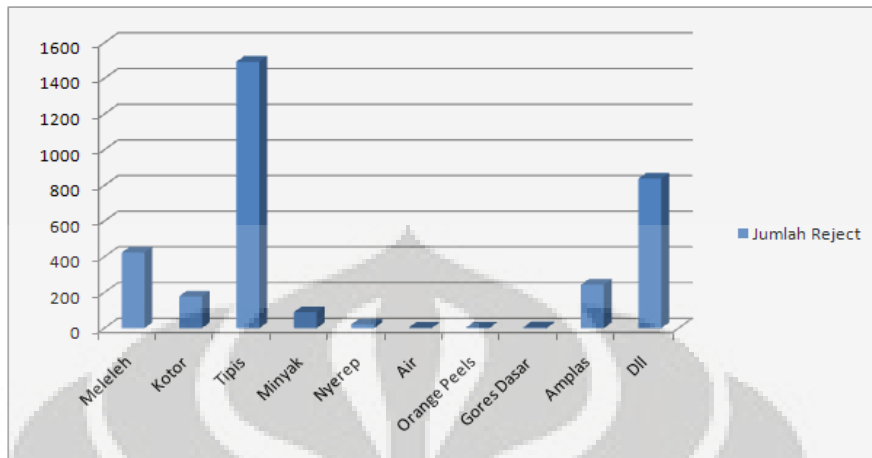
Dari hasil pengembangan *house of quality* tahap 1, selanjutnya akan dilakukan pengembangan *house of quality* tahap 2. Pengembangan *house of quality* tahap 2 bertujuan untuk memfokuskan penelitian pada kriteria *reject* tertentu. Kriteria *reject* di lini produksi *plastic painting* dibagi menjadi 10 kriteria,

yaitu: meleleh, kotor, tipis, minyak, menyerap, air, *orange peels*, gores dasar, amplas, dan dll. Distribusi jumlah *reject* yang terjadi untuk masing-masing kriteria *reject* dapat dilihat pada gambar 3.6 dan 3.7 di bawah ini. Berdasarkan gambar tersebut, jumlah *reject* terbesar terjadi untuk kriteria *reject* tipis. Pada bulan februari 2009, jumlah *reject* untuk kriteria ini mencapai 1853 unit (50% dari total *reject*). Sedangkan pada bulan maret 2009, jumlah *reject* untuk kriteria ini menurun menjadi 1494 unit (45% dari total *reject*). Untuk kriteria *reject* meleleh, jumlah *reject* yang terjadi pada bulan februari 2009 mencapai 572 unit (15,35% dari total *reject*) dan jumlah ini menurun pada bulan maret 2009 menjadi 424 unit (12,8% dari total *reject*). Sedangkan untuk kriteria *reject* dll, jumlah *reject* yang terjadi pada bulan februari 2009 mencapai 544 unit (14,6% dari total *reject*) dan jumlah ini semakin tinggi pada bulan maret 2009 yakni mencapai 839 unit (25,4% dari total *reject*). Untuk kriteria *reject* amplas, jumlah *reject* yang terjadi relatif sama untuk bulan februari dan maret 2009 yakni sebesar 7,5 % dari total *reject* yang terjadi. Sedangkan jumlah *reject* untuk kriteria kotor, pada bulan februari dan maret 2009 rata-rata mencapai 160 unit atau sekitar 4,5% dari total *reject* yang terjadi. Informasi selengkapnya mengenai tingkat *reject* berdasarkan kriteria *reject* untuk bulan februari 2009 dapat dilihat pada gambar 3.6 di bawah ini sedangkan informasi tingkat *reject* berdasarkan kriteria *reject* untuk bulan maret 2009 dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.6 Grafik *Reject* Berdasarkan Kriteria *Reject* (Februari 2009)

(Sumber: PT Motor Indonesia)



Gambar 3.7 Grafik *Reject* Berdasarkan Kriteria *Reject* (Maret 2009)

(Sumber: PT Motor Indonesia)

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, pengembangan HOQ tahap 2 bertujuan untuk memfokuskan penelitian pada kriteria *reject* tertentu berdasarkan kriteria warna yang terpilih berdasarkan pengembangan HOQ sebelumnya. Pada tahap ini, ada 2 kriteria warna yaitu hitam dan abu-abu (*anchor grey*). Penentuan tingkat kepentingan untuk masing-masing kriteria warna berdasarkan persentase jumlah *reject* yang terjadi. Sedangkan penentuan hubungan antara kriteria warna dengan kriteria *reject* ditentukan berdasarkan persentase *reject* yang terjadi antara kriteria warna tertentu dengan kriteria *reject* yang berkaitan. Hubungan antara kriteria warna tertentu dengan kriteria *reject* terdiri dari 3 hubungan yaitu hubungan yang lemah (*weak relationships*) (1 % - 3 %), *medium relationships* (4 % - 9%) dan *strong relationships* (10 % - 40%).

Tabel 3.6 Persentase *Reject* Warna Berdasarkan Kriteria *Reject*

No	Warna	Persentase <i>reject</i> berdasarkan jenis <i>reject</i>									
		Meleleh	Kotor	Tipis	Minyak	Menyerap	Air	Orange peels	Gores dasar	Amplas	Dll
1	Hitam	10.07 %	4.03%	36.74 %	3.35%	1.34%	0.06 %	0.13%	0.13%	5.78%	16.89 %
2	Abu-abu	4.10 %	0.55%	10.94 %	0.86%	0.53%	0.00 %	0.00%	0.00%	1.72%	2.79 %

(Sumber: PT Motor Indonesia)

Dari data pada tabel 3.6, hubungan antara kriteria *reject* dengan kriteria warna tertentu dapat dilihat pada tabel 3.7 di bawah ini. Pada tabel tersebut, kriteria warna hitam memiliki hubungan yang kuat dengan kriteria *reject* tipis, meleleh, dan dll. Sedangkan untuk kriteria warna abu-abu memiliki hubungan yang kuat dengan kriteria *reject* tipis. Informasi selengkapnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.7 House of quality Tahap 2

Warna	Tingkat Kepentingan	Tingkat reject berdasarkan jenis reject										Total Nilai
		Meleleh	Kotor	Tipis	Minyak	Nyerep	Air	Orange Peels	Gores Dasar	Amplas	Dll	
Black	5	●	○	●	▲	▲				○	●	130
Anchor Grey	3	○	▲	●	▲	▲				▲	▲	48
Total Nilai		54	18	72	8	8	0	0	0	18	48	178
Persentase		30,3%	10,1%	40,4%	4,5%	4,5%	0,0%	0,0%	0,0%	10,1%	27,0%	100%

Relationships		
Strong	●	9
Medium	○	3
Weak	▲	1

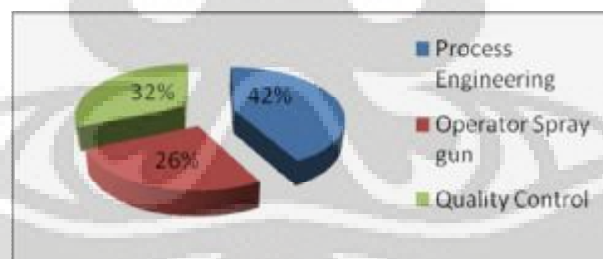
Hasil pengembangan *house of quality* tahap 2 menunjukkan bahwa kriteria *reject* tipis memiliki persentase nilai terbesar yaitu sebesar 40,4%. Diikuti oleh kriteria *reject* meleleh dengan persentase 30,31 % dan kriteria *reject* dll dengan persentase sebesar 27,0 %. Dari hasil tersebut, kemudian peneliti memfokuskan penelitian untuk ketiga kriteria *reject* tersebut untuk dilakukan proses pengembangan selanjutnya.

3.3.3 House of quality Tahap 3

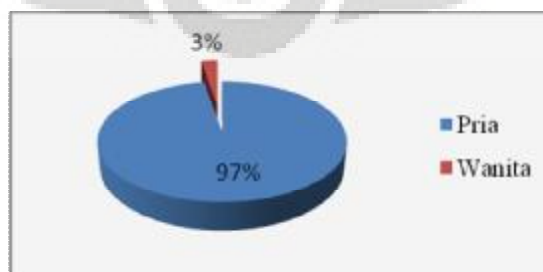
Pengembangan *house of quality* tahap 3 bertujuan untuk menentukan faktor-faktor terkontrol apa saja yang secara signifikan mempengaruhi terjadinya kriteria *reject* yang terpilih dari hasil pengembangan *house of quality* sebelumnya. Penentuan tingkat kepentingan untuk kriteria *reject* berdasarkan persentase *reject* yang terjadi. Skala kepentingan yang digunakan adalah skala *likert* 1-5. Sedangkan penentuan hubungan antara kriteria *reject* tertentu dengan faktor-faktor terkontrol yang mempengaruhinya ditentukan berdasarkan hasil pengolahan data kuesioner. Hubungan tersebut dibagi menjadi 3 kriteria yaitu hubungan yang

kuat/*strong relationships* (total nilai: 176 - 350), *medium relationships* (total nilai: 50 - 175), dan *weak relationships* (total nilai: 5 - 49).

Penyusunan kuesioner dilakukan dengan berdiskusi dengan bagian *process engineering* dan dosen pembimbing. Dari hasil diskusi, diperoleh 11 faktor terkontrol yang akan diteliti lebih lanjut. Kesebelas faktor terkontrol tersebut adalah jarak *spray*, sudut *spray*, tekanan angin, suhu oven, kecepatan konveyor, viskositas cat, tekanan cat, kontur part, lebar pattern *spray*, penambahan *degrease* /tidak, dan kualitas *cat/thinner*. Tentunya tidak semua faktor-faktor terkontrol tersebut secara signifikan mempengaruhi terjadinya kriteria *reject* tertentu. Untuk menentukan faktor terkontrol apa saja yang signifikan mempengaruhi kriteria *reject* (*reject* meleleh, tipis, dan dll), peneliti menyebarkan kuesioner kepada bagian *process engineering*, operator *spray gun*, dan *quality control*. Tujuannya adalah untuk memperoleh data yang valid dan tidak bias. Dari kuesioner yang disebarkan, jumlah kuesioner yang kembali kepada peneliti adalah sebanyak 38 kuesioner. Responden yang mengembalikan kuesioner adalah 16 orang bagian *process engineering*, 10 orang operator *spray gun*, dan 12 orang bagian *quality control*. Rekapitan data kuesioner dapat dilihat pada tabel 3.8, 3.9 dan 3.10 di bawah ini.



Gambar 3.8 Diagram Lingkaran Bidang Responden



Gambar 3.9 Diagram Lingkaran Jenis Kelamin Responden

Tabel 3.8 Rekap Data Kuesioner Untuk Kriteria *Reject* Tipis

Responden	Kriteria Reject	Faktor																					
		Jarak Spray		Sudut Spray		Tekanan Angin/Spray		Suhu Oven		Kecepatan Konveyor		Viskositas Cat		Tekanan Cat		Kontur Part		Lebar Pattern		Penambahan Degrease		Kualitas Cat/Thinner	
		Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai
1	TIPIS	4	9	4	9	3	3	2	1	1	0	4	9	4	9	2	1	4	9	1	0	1	0
2		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	4	9	4	9	1	0	4	9	0	0	2	1
3		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	4	9	3	3	1	0	3	3	0	0	2	1
4		4	9	3	3	3	3	1	0	1	0	4	9	3	3	1	0	3	3	0	0	1	0
5		3	3	4	9	3	3	1	0	1	0	4	9	4	9	2	1	3	3	1	0	2	1
6		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	4	9	3	3	2	1	3	3	0	0	1	0
7		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	4	9	3	3	2	1	3	3	0	0	1	0
8		4	9	3	3	3	3	1	0	1	0	4	9	3	3	1	0	3	3	1	0	1	0
9		4	9	4	9	3	3	1	0	1	0	4	9	4	9	1	0	3	3	0	0	1	0
10		4	9	3	3	4	9	2	1	1	0	4	9	4	9	1	0	4	9	0	0	2	1
11		3	3	3	3	4	9	2	1	1	0	4	9	4	9	1	0	3	3	0	0	1	0
12		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	3	3	3	3	2	1	3	3	1	0	2	1
13		4	9	3	3	3	3	3	3	1	0	4	9	3	3	2	1	3	3	0	0	2	1
14		4	9	3	3	3	3	3	3	1	0	4	9	4	9	2	1	3	3	0	0	1	0
15		4	9	3	3	3	3	1	0	2	1	4	9	3	3	2	1	3	3	0	0	2	1
16		4	9	4	9	3	3	1	0	2	1	4	9	4	9	1	0	3	3	1	0	2	1
17		4	9	3	3	3	3	1	0	2	1	4	9	3	3	1	0	4	9	0	0	2	1
18		4	9	4	9	2	1	2	1	1	0	4	9	4	9	1	0	3	3	0	0	2	1
19		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	4	9	4	9	2	1	4	9	1	0	2	1
20		4	9	4	9	3	3	2	1	1	0	3	3	4	9	2	1	4	9	0	0	1	0
21		4	9	3	3	3	3	1	0	1	0	3	3	4	9	2	1	4	9	0	0	1	0
22		4	9	3	3	3	3	1	0	1	0	4	9	4	9	2	1	3	3	0	0	1	0
23		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	4	9	4	9	1	0	3	3	0	0	2	1
24		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	4	9	4	9	1	0	3	3	0	0	2	1
25		4	9	3	3	3	3	1	0	1	0	4	9	3	3	1	0	3	3	0	0	2	1
26		4	9	4	9	4	9	2	1	1	0	4	9	4	9	1	0	3	3	0	0	2	1
27		4	9	4	9	4	9	2	1	1	0	4	9	4	9	2	1	3	3	0	0	1	0
28		4	9	4	9	4	9	2	1	1	0	4	9	4	9	2	1	3	3	0	0	1	0
29		4	9	2	1	3	3	2	1	1	0	4	9	4	9	2	1	4	9	0	0	1	0
30		4	9	2	1	3	3	2	1	1	0	3	3	4	9	1	0	4	9	0	0	1	0
31		2	1	3	3	3	3	2	1	1	0	4	9	4	9	1	0	4	9	0	0	2	1
32		4	9	3	3	3	3	1	0	1	0	4	9	4	9	1	0	3	3	0	0	1	0
33		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	4	9	4	9	2	1	3	3	0	0	1	0
34		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	4	9	4	9	2	1	3	3	0	0	2	1
35		4	9	3	3	3	3	3	3	1	0	4	9	4	9	2	1	3	3	0	0	2	1
36		4	9	3	3	4	9	2	1	1	0	4	9	4	9	3	3	3	3	0	0	2	1
37		4	9	3	3	3	3	2	1	2	1	4	9	4	9	1	0	3	3	0	0	2	1
38		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	4	9	4	9	2	1	3	3	0	0	2	1
Total		322		164		148		33		4		318		282		22		174		0		21	

Tabel 3.9 Rekapitan Data Kuesioner Untuk Kriteria *Reject* Meleleh

Responden	Kriteria Reject	Faktor																					
		Jarak Spray		Sudut Spray		Tekanan Angin/Spray		Suhu Oven		Kecepatan Konveyor		Viskositas Cat		Tekanan Cat		Kontur Part		Lebar Pattern		Penambahan Degrease		Kualitas Cat/Thinner	
		Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai
1	MELELEH	4	9	3	3	4	9	1	0	1	0	3	3	3	3	1	0	2	1	1	0	1	0
2		3	3	3	3	3	3	1	0	1	0	3	3	3	3	2	1	2	1	0	0	1	0
3		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	3	3	3	3	2	1	2	1	0	0	1	0
4		4	9	3	3	3	3	1	0	1	0	3	3	3	3	1	0	2	1	0	0	1	0
5		3	3	3	3	3	3	1	0	1	0	3	3	3	3	2	1	2	1	1	0	0	0
6		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	3	3	3	3	1	0	2	1	0	0	1	0
7		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	3	3	3	3	2	1	2	1	0	0	1	0
8		4	9	3	3	3	3	1	0	1	0	2	1	3	3	1	0	2	1	1	0	1	0
9		4	9	3	3	3	3	1	0	1	0	3	3	3	3	1	0	2	1	0	0	1	0
10		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	3	3	3	3	2	1	2	1	0	0	0	0
11		3	3	3	3	3	3	2	1	1	0	3	3	3	3	2	1	2	1	0	0	1	0
12		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	3	3	3	3	2	1	2	1	1	0	1	0
13		3	3	4	9	3	3	2	1	1	0	3	3	3	3	2	1	2	1	0	0	1	0
14		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	4	9	3	3	2	1	2	1	0	0	1	0
15		4	9	3	3	3	3	1	0	2	1	3	3	3	3	2	1	1	0	0	0	0	0
16		4	9	4	9	3	3	1	0	2	1	3	3	3	3	1	0	1	0	1	0	0	0
17		4	9	3	3	3	3	1	0	2	1	3	3	3	3	2	1	2	1	0	0	0	0
18		4	9	4	9	3	3	2	1	1	0	3	3	4	9	1	0	1	0	0	0	0	0
19		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	3	3	3	3	2	1	2	1	1	0	0	0
20		4	9	4	9	3	3	2	1	1	0	3	3	3	3	2	1	2	1	0	0	1	0
21		4	9	3	3	3	3	1	0	1	0	3	3	3	3	1	0	2	1	0	0	1	0
22		4	9	3	3	3	3	1	0	1	0	3	3	3	3	2	1	1	0	0	0	1	0
23		3	3	3	3	3	3	2	1	1	0	3	3	3	3	1	0	1	0	0	0	1	0
24		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	3	3	3	3	1	0	2	1	0	0	1	0
25		4	9	3	3	3	3	1	0	1	0	3	3	3	3	2	1	2	1	0	0	1	0
26		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	3	3	3	3	1	0	2	1	0	0	1	0
27		4	9	4	9	4	9	2	1	1	0	3	3	3	3	2	1	2	1	0	0	1	0
28		4	9	4	9	4	9	2	1	1	0	3	3	3	3	2	1	2	1	0	0	1	0
29		4	9	2	1	3	3	2	1	1	0	2	1	3	3	2	1	2	1	0	0	1	0
30		4	9	2	1	3	3	2	1	1	0	3	3	3	3	2	1	2	1	0	0	1	0
31		2	1	3	3	3	3	2	1	1	0	4	9	3	3	1	0	2	1	0	0	0	0
32		4	9	3	3	3	3	1	0	1	0	3	3	3	3	2	1	2	1	0	0	1	0
33		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	3	3	3	3	2	1	2	1	0	0	1	0
34		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	3	3	3	3	2	1	2	1	0	0	1	0
35		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	3	3	4	9	2	1	2	1	0	0	1	0
36		4	9	3	3	4	9	2	1	1	0	3	3	4	9	2	1	2	1	0	0	1	0
37		4	9	3	3	3	3	2	1	2	1	3	3	4	9	1	0	2	1	0	0	1	0
38		4	9	3	3	3	3	2	1	1	0	4	9	4	9	2	1	2	1	0	0	1	0
Total		304		146		138		25		4		128		144		25		33		0		0	

Tabel 3.10 Rekapitan Data Kuesioner Untuk Kriteria *Reject* DII

Responden	Kriteria Reject	Faktor																					
		Jarak Spray		Sudut Spray		Tekanan Angin/Spray		Suhu Oven		Kecepatan Konveyor		Viskositas Cat		Tekanan Cat		Kontur Part		Lebar Pattern		Penambahan Degrease		Kualitas Cat/Thinner	
		Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai	Tingkat signifikansi	Nilai
1	DLL	3	3	1	0	3	3	1	0	1	0	4	9	2	1	2	1	4	9	1	0	0	0
2		3	3	2	1	3	3	1	0	2	1	4	9	2	1	2	1	4	9	2	1	1	0
3		3	3	2	1	3	3	1	0	2	1	3	3	1	0	2	1	3	3	2	1	0	0
4		3	3	2	1	3	3	1	0	2	1	3	3	2	1	1	0	4	9	2	1	1	0
5		3	3	2	1	3	3	1	0	2	1	3	3	1	0	1	0	4	9	1	0	0	0
6		3	3	2	1	3	3	1	0	2	1	3	3	2	1	2	1	4	9	2	1	1	0
7		3	3	2	1	3	3	1	0	2	1	3	3	1	0	2	1	4	9	2	1	1	0
8		3	3	1	0	3	3	1	0	2	1	2	1	1	0	2	1	3	3	1	0	1	0
9		3	3	2	1	3	3	1	0	2	1	3	3	2	1	1	0	4	9	2	1	1	0
10		3	3	1	0	3	3	1	0	2	1	3	3	2	1	2	1	4	9	2	1	0	0
11		3	3	1	0	3	3	0	0	1	0	3	3	2	1	2	1	4	9	2	1	1	0
12		3	3	2	1	3	3	0	0	2	1	3	3	1	0	2	1	4	9	1	0	0	0
13		3	3	2	1	3	3	0	0	2	1	3	3	1	0	2	1	3	3	0	0	1	0
14		3	3	2	1	3	3	0	0	2	1	4	9	2	1	2	1	4	9	2	1	1	0
15		3	3	1	0	3	3	1	0	2	1	3	3	2	1	2	1	4	9	2	1	0	0
16		3	3	2	1	3	3	1	0	2	1	3	3	2	1	3	3	4	9	1	0	0	0
17		3	3	2	1	3	3	1	0	2	1	3	3	1	0	1	0	3	3	2	1	0	0
18		3	3	2	1	3	3	0	0	2	1	3	3	2	1	2	1	4	9	2	1	0	0
19		3	3	2	1	3	3	0	0	2	1	3	3	1	0	2	1	4	9	1	0	0	0
20		3	3	2	1	3	3	2	1	2	1	3	3	2	1	2	1	4	9	0	0	1	0
21		3	3	2	1	3	3	1	0	2	1	3	3	1	0	2	1	4	9	2	1	1	0
22		3	3	2	1	3	3	1	0	2	1	3	3	2	1	2	1	4	9	2	1	1	0
23		3	3	2	1	3	3	0	0	2	1	3	3	1	0	2	1	4	9	2	1	1	0
24		3	3	2	1	4	9	0	0	2	1	3	3	2	1	2	1	4	9	2	1	1	0
25		3	3	2	1	3	3	1	0	2	1	3	3	2	1	2	1	3	3	2	1	1	0
26		3	3	2	1	3	3	0	0	2	1	3	3	2	1	2	1	4	9	2	1	1	0
27		3	3	2	1	4	9	0	0	2	1	3	3	2	1	2	1	4	9	2	1	1	0
28		3	3	2	1	2	1	0	0	2	1	3	3	1	0	2	1	4	9	2	1	1	0
29		3	3	2	1	3	3	0	0	2	1	2	1	2	1	2	1	4	9	2	1	1	0
30		3	3	2	1	3	3	0	0	1	0	3	3	2	1	2	1	4	9	2	1	1	0
31		4	9	2	1	3	3	0	0	1	0	4	9	2	1	2	1	3	3	2	1	0	0
32		3	3	2	1	3	3	1	0	2	1	3	3	2	1	2	1	4	9	2	1	1	0
33		3	3	2	1	3	3	1	0	2	1	3	3	2	1	2	1	4	9	2	1	1	0
34		3	3	2	1	3	3	2	1	2	1	3	3	2	1	1	0	4	9	2	1	1	0
35		3	3	2	1	3	3	0	0	2	1	3	3	2	1	2	1	4	9	2	1	1	0
36		3	3	2	1	4	9	1	0	2	1	4	9	2	1	1	0	3	3	2	1	1	0
37		3	3	2	1	3	3	1	0	2	1	3	3	2	1	2	1	4	9	2	1	1	0
38		4	9	2	1	3	3	0	0	2	1	4	9	2	1	2	1	4	9	2	1	1	0
Total		126		33		130		2		34		146		27		34		300		30		0	

Berdasarkan rekapan data kuesioner di atas, hubungan antara kriteria *reject* tertentu dengan faktor terkontrol yang signifikan mempengaruhi terjadinya *reject* dapat dilihat pada tabel 3.11 di bawah ini. Pada tabel 3.11, kriteria *reject* tipis memiliki hubungan yang sangat kuat dengan jarak *spray*, viskositas cat, dan tekanan angin. Sedangkan kriteria *reject* meleleh, memiliki hubungan yang sangat kuat dengan faktor jarak *spray*. Di sisi lain, kriteria *reject* dll memiliki hubungan yang sangat kuat dengan faktor lebar *pattern* dari *spray gun*. Informasi selengkapnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.11 *House of quality* Tahap 3

Jenis Reject	Tingkat Kepentingan	Faktor-faktor Terkontrol											Total Nilai
		Jarak Spray	Sudut Spray	Tekanan Cat	Suhu Oven	Kecepatan Konveyor	Viskositas Cat	Tekanan Angin/spray	Kontur Part	Lebar Pattern	Penambahan Degrease	Kualitas Cat/Thinner	
Tipis	5	●	○	○	▲		●	●	▲	○		▲	205
Meleleh	5	●	○	○	▲		○	○	▲	▲			130
Dll	3	○	▲	○		▲	○	▲	▲	●	▲		69
Total Nilai		99	33	39	10	3	69	63	13	47	3	5	384
Persentase		25,78%	8,59%	10,16%	2,60%	0,78%	17,97%	16,41%	3,39%	12,24%	0,78%	1,30%	100%

Relationships	
Strong	9
Medium	3
Weak	1

Hasil pengembangan *house of quality* tahap 3 menunjukkan bahwa faktor jarak *spray* memiliki persentase nilai terbesar yaitu 25,78 %. Diikuti oleh faktor viskositas cat dan tekanan angin pada posisi kedua dan ketiga masing-masing dengan persentase nilai sebesar 17,98 % dan 16,41 %. Faktor lebar *pattern*, tekanan cat, dan sudut *spray* diposisi berikutnya dengan persentase nilai masing-masing 12,24 %, 10,16 %, dan 8,59 %. Dari hasil ini, kemudian peneliti memilih keenam faktor terkontrol tersebut untuk dilakukan pengembangan selanjutnya.

3.3.4 *House of quality* Tahap 4

Dari hasil pengembangan *house of quality* tahap 3, dilakukan pengembangan *house of quality* lebih lanjut untuk menentukan fungsi-fungsi atau spesifikasi alat bantu untuk memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen. Berdasarkan hasil pengembangan *house of quality* tahap 3, dihasilkan 6 faktor terkontrol yaitu jarak *spray*, sudut *spray*, tekanan *spray*, tekanan cat, viskositas cat, dan lebar *pattern* dari *spray gun* yang signifikan mempengaruhi terjadinya

reject tipis, meleleh, dll. Keenam faktor terkontrol tersebut akan menjadi *customer requirement* dalam pengembangan *house of quality* tahap 4. Tingkat kepentingan untuk masing-masing *customer requirement* ditentukan berdasarkan hasil pengembangan HOQ tahap 3. Tingkat kepentingan yang digunakan adalah skala *likert* 1-5 dimana angka 1 menunjukkan kurang penting dan angka 5 menunjukkan sangat penting. Berdasarkan hasil pengembangan HOQ tahap 3, faktor jarak *spray* dan viskositas cat yang dapat diatur memiliki tingkat kepentingan yang paling tinggi.

Technical requirement merupakan fungsi-fungsi dari alat bantu yang akan dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen. *Technical requirement* tersebut ditentukan dengan melakukan *benchmarking* dengan alat bantu perancangan eksperimen yang telah ada sebelumnya dan alat *spray gun* yang digunakan untuk proses pengecatan di industri otomotif. Dari hasil *benchmarking*, diperoleh beberapa fungsi yang mungkin untuk dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen, diantaranya adalah:

Tabel 3.12 Fungsi-fungsi Alat Bantu DOE

No	Alat bantu DOE	Fungsi
1	DOE-Golfer	Panjang <i>club</i>
		Sudut ayunan
		Berat <i>club</i>
		Jenis bola
		Jenis karpet
		Arah
2	Catapult	Jumlah <i>rubber bands</i> yang digunakan
		Ketinggian dari lantai
		<i>Angle of tilt of catapult</i>
		<i>Pull back angle of the arm</i>
		<i>Stopping angle</i>
		Posisi penahan bola
		Jenis bola

Sedangkan fungsi-fungsi alat bantu yang merupakan hasil *benchmarking* dengan alat *spray gun* yang ada adalah sebagai berikut:

- *fluid nozzle*
- ukuran wadah penampung cat (*cup*)
- pengatur tekanan angin (*air regulator*)
- panjang *air hose*
- pengatur tekanan cat (*paint regulator*)

Penentuan hubungan antara *customer requirement* dengan *technical requirement* berdasarkan hasil wawancara peneliti dengan seorang yang ahli dibidang perancangan eksperimen dan mengenal dengan baik alat bantu seperti DOE-Golfer dan Catapult. Di samping itu, peneliti juga melakukan wawancara dengan bagian *process engineering* dalam menentukan hubungan tersebut. Sama halnya dengan penentuan *relationships matrix*, penentuan korelasi antar *technical requirement*/fungsi-fungsi alat bantu yang ada juga berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan peneliti dengan seorang yang ahli di bidang perancangan eksperimen dan juga bagian *process engineering* dari lini produksi *plastic painting* di PT Motor Indonesia. Hubungan antara *customer requirement* dan *technical requirement* terdiri dari 3 kriteria yaitu hubungan yang kuat (*strong*), biasa (*medium*) dan lemah (*weak*). Sedangkan korelasi antar *technical requirement* terdiri dari 4 kriteria yaitu positif kuat, positif, negatif, dan negatif kuat.

Berdasarkan hasil wawancara tersebut, viskositas cat yang dapat diatur memiliki hubungan yang kuat dengan ukuran wadah penampung cat. Sedangkan tekanan angin yang dapat di-set memiliki hubungan yang kuat dengan *air regulator*. Sementara itu, lebar *pattern* yang dapat diatur memiliki hubungan yang kuat dengan *fluid nozzle*. Di sisi lain, hasil wawancara menunjukkan bahwa fungsi *fluid nozzle* memiliki hubungan positif kuat dengan fungsi *air regulator*. Ukuran wadah penampung cat juga memiliki hubungan positif kuat dengan *paint regulator*. Informasi selengkapnya mengenai *relationship* dan *correlation matrix* dapat dilihat pada tabel 3.13.

Tabel 3.13 House of quality Tahap 4

Correlation	
++	Strong positive
+	Positive
-	Negative
--	Strong negative

Customer Requirements	Technical Requirements	Tingkat Kepentingan	DOE-GOLFER							Catapult					Additional Functions					Total Nilai	Persentase	
			Length of club	angle of swing	weight of club	type of ball	type of green	direction	Number of rubber bands used	Height above the floor	angle of tilt of the catapult	pull back angle of the arm	stopping angle	position of the cup that holds the ball	type of ball	Fluid Nozzle	Ukuran Wadah Penampung cat	Air regulator	Panjang air hose			Paint regulator
Jarak spray yang dapat diatur		5																○		15	6,9%	
Viskositas cat yang dapat diset		5																●		45	20,7%	
Tekanan spray/angin yang dapat diset		4													△			●	○	76	35,0%	
Tekanan cat yang dapat diatur		3							△									○	●	27	12,4%	
Lebar pattern yang dapat diset		4													●					36	16,6%	
Sudut spray yang dapat diubah-ubah		2		○						△	○	△	△							18	8,3%	
Satuan			A. Cm	B. °	C. lbs	D. subj.	E. subj.	F. subj.	G. subj.	H. Cm	I. °	J. °	K. °	L. subj.	M. subj.	N. mm	O. liter	P. Mpa	Q. Cm	R. Mpa		
Kepentingan Absolut			0	6	0	0	0	0	3	0	2	6	2	2	0	40	54	36	27	27		
Kepentingan Relatif			0%	3%	0%	0%	0%	1%	0%	1%	3%	1%	1%	0%	20%	26%	18%	13%	13%			

Relationships	
Strong	● 9
Medium	○ 3
Weak	△ 1

Hasil pengembangan *house of quality* tahap 4 menunjukkan bahwa fungsi ukuran wadah penampung cat memiliki nilai terbesar yaitu 54. Diikuti oleh fungsi *fluid nozzle* dan *air regulator* pada posisi kedua dan ketiga masing-masing dengan nilai sebesar 40 dan 36. Fungsi panjang *air hose* dan *paint regulator* diposisi berikutnya dengan nilai masing-masing yaitu 27. Untuk pengembangan desain alat bantu tersebut, peneliti memfokuskan kepada fungsi/*technical requirement* yang memiliki hubungan kuat dengan pemenuhan kebutuhan perancangan eksperimen. Fungsi tersebut adalah ukuran wadah penampung cat, *fluid nozzle*, *air regulator*, dan *paint/fluid regulator*.

3.4 Perancangan Alat Bantu

3.4.1 Pengembangan Konsep

3.4.1.1 Memperjelas Masalah

Berdasarkan pengembangan *house of quality* tahap 3, diperoleh persentase kebutuhan perancangan eksperimen dari masing-masing faktor terkontrol. Persentase kebutuhan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.14.

Tabel 3.14 Daftar Kebutuhan Perancangan Eksperimen

No	Kebutuhan	Persentase Relatif	% Kumulatif
1	Jarak <i>spray</i> yang dapat diatur	25,78 %	25,78%
2	Viskositas cat yang dapat diatur	17,97 %	43,75%
3	Tekanan angin yang dapat diatur	16,41 %	60,16%
4	Lebar pattern yang dapat di-set	12,24 %	72,40%
5	Tekanan cat yang dapat diatur	10,16 %	82,55%
6	Sudut <i>spray</i> yang dapat diatur	8,59 %	91,15%
7	Kontur part yang berbeda-beda	3,39 %	94,53%
8	Suhu oven yang dapat di-set	2,60 %	97,14%
9	Kualitas cat yang berbeda-beda	1,30 %	98,44%
10	Kecepatan konveyor yang dapat diatur	0,78 %	99,22%
11	Penambahan degrease atau tidak	0,78 %	100,00%

Namun, tidak semua faktor-faktor terkontrol diatas menjadi kebutuhan perancangan eksperimen pada proses pengembangan selanjutnya. Faktor-faktor terkontrol yang menjadi kebutuhan perancangan eksperimen adalah jarak *spray*, viskositas cat, tekanan angin, lebar *pattern spray*, tekanan cat dan sudut *spray*. Setelah kebutuhan perancangan eksperimen diperoleh, langkah selanjutnya adalah menentukan *technical requirement* untuk memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen. Dari pengembangan HOQ tahap 4, diperoleh hasil seperti tabel 3.15.

Tabel 3.15 Daftar *Technical Requirement*

No	Kebutuhan	<i>Technical Requirement</i>	Kepentingan Absolut	Kepentingan Relatif	Satuan
1	2	Ukuran wadah penampung cat (cup)	54	26 %	ml
2	4	Fluid nozzle	40	20 %	mm
3	3	Air regulator	36	18 %	Mpa
4	5	Paint Regulator	27	13 %	Mpa

3.4.1.2 Mencari Informasi Keluar

Setelah *technical requirement* dari alat bantu diperoleh, langkah selanjutnya adalah menentukan spesifikasi alat bantu (*technical requirement*). Penentuan spesifikasi alat bantu berdasarkan spesifikasi kebutuhan perancangan eksperimen dan *benchmarking* dengan produk terkait. Dari hasil wawancara dan studi literatur, diperoleh informasi mengenai spesifikasi kebutuhan perancangan eksperimen sebagai berikut:

Tabel 3.16 Spesifikasi Kebutuhan Perancangan Eksperimen

No	Jenis Kebutuhan	Spesifikasi	Satuan
1	Viskositas cat yang dapat di-set (ukuran cup)	5000 (max)	ml
2	Lebar pattern yang dapat di-set	300 (max)	mm
3	Tekanan angin yang dapat di-set	0.4 – 0.6	MPa
4	Tekanan cat yang dapat di-set	0.15 – 0.4	MPa

Pencarian informasi mengenai spesifikasi kebutuhan perancangan eksperimen di atas juga berdasarkan SOP (*Standard Operation Procedure*) yang ada di lini produksi *plastic painting* PT Motor Indonesia. Gambar 3.10 merupakan bagian dari SOP yang ada di lini produksi *plastic painting*. Informasi yang diperoleh dari SOP tersebut adalah spesifikasi kebutuhan perancangan eksperimen untuk tekanan angin yang dapat diatur dan tekanan cat yang dapat diatur. Berdasarkan SOP tersebut, standar tekanan angin yang digunakan di lini produksi *plastic painting* adalah antara 0,4 - 0,6 Mpa atau 4 – 6 Bar. Sedangkan standar tekanan cat yang digunakan adalah antara 0,15 – 0,4 Mpa atau 1,5 – 4 Bar. Informasi mengenai spesifikasi kebutuhan perancangan eksperimen untuk standar lebar pattern yang digunakan diperoleh berdasarkan hasil wawancara peneliti dengan operator *spray gun*. Pada umumnya, setiap operator *spray gun* memiliki konfigurasi pengaturan lebar *pattern spray* yang berbeda-beda. Dari hasil wawancara diperoleh informasi bahwa standar maksimal dari lebar *pattern spray* adalah sekitar 300 mm. Sedangkan informasi mengenai spesifikasi kebutuhan perancangan eksperimen untuk viskositas cat yang dapat diatur diperoleh dari hasil wawancara peneliti dengan bagian *process engineering*.










PROSES				WORK STATION INSPECTION RESULT DATA				Date	
NO	DESCRIPTION	INSPECTION POINT	REMARKS	DATE	TIME	INSPECTOR	RESULT	TIME	PAGE
1	1. Tekanan Angin	Press G	0,4 - 0,6 Mpa						
2	2. Tekanan Cat	Press G	0,15 - 0,4 Mpa						

Gambar 3.10 SOP Lini Produksi *Plastic Painting* PT Motor Indonesia

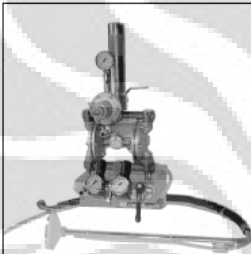



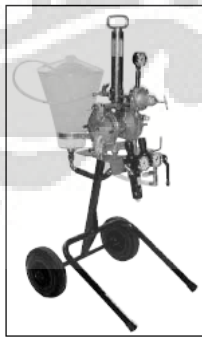
(Sumber: PT Motor Indonesia)

Sedangkan *benchmarking* dengan produk terkait dilakukan dengan mencari informasi mengenai spesifikasi dari alat *spray gun* dan *paint pump* melalui internet. Hasil pencarian informasi mengenai spesifikasi *spray gun* dapat dilihat pada tabel 3.17 di bawah ini sedangkan informasi mengenai spesifikasi *paint pump* dapat dilihat pada gambar 3.11.

Tabel 3.17 Spesifikasi *Spray Gun*

No	Model	Type of Feed	Fluid Nozzle (mm)	Atomizing air pressure (MPa)	Pattern Width (mm)	Mass (gram)	Desain
1	W-101-082P	Pressure	0.8	0.35	190	295	
	W-101-102P		1.0	0.35	220	295	
	W-101-132P		1.3	0.35	210	295	
	W-101-152P		1.5	0.35	240	295	
2	W-101-101S	Suction	1.0	0.35	120	295	
	W-101-131S		1.3	0.35	155	295	
	W-101-151S		1.5	0.35	170	295	
	W-101-181S		1.8	0.35	170	295	
3	W-101-101G	Gravity	1.0	0.35	130	295	
	W-101-131G		1.3	0.35	170	295	
	W-101-151G		1.5	0.35	180	295	
	W-101-181G		1.8	0.35	190	295	
4	W-200-152S	Suction	1.5	0.42	290	380	
	W-200-182S		1.8	0.42	340	380	
	W-200-202S		2.0	0.42	290	380	
	W-200-251S		2.5	0.42	279	380	
5	W-400-122G	Gravity	1.2	0.29	249	380	
	W-400-132G		1.3	0.29	259	380	
	W-400-162G		1.6	0.29	340	380	
	W-400-251G		2.5	0.42	340	380	
6	W-200-122P	Pressure	1.2	0.42	399	380	
7	LPH-100-124LVG	Gravity	1.2	0.14	180	320	
	LPH-100-144LVG		1.4	0.14	180	320	
	LPH-100-164LVG		1.6	0.18	216	320	
	LPH-101-184LVG		1.8	0.18	216	320	
8	LPH-200-102P	Pressure	1.0	0.28	272	380	
	LPH-200-122P		1.2	0.28	300	380	
	LPH-200-142P		1.4	0.28	318	380	
9	LPH-100-124LVS	Suction	1.2	0.14	170	320	
	LPH-100-144LVS		1.4	0.14	180	320	
	LPH-100-164LVS		1.6	0.14	190	320	

(Sumber: www.anestiwata.com)

DPS 90 4 D		DPS 90 1 D DPS 90 2 D																																																																																	
<p>ANEST IWATA</p> <p>MODELS DPS 90 4 D</p> <table border="1"> <tr><td>Dimensions</td><td>360x260x600 mm</td></tr> <tr><td>Weight</td><td>11,400 Kg</td></tr> <tr><td>Air inlet</td><td>G 1/4"</td></tr> <tr><td>Fluid outlet</td><td>G 3/8"</td></tr> <tr><td>Fluid suction filter</td><td>50 mesh</td></tr> <tr><td>Fluid delivery filter</td><td>100 mesh</td></tr> <tr><td>Max air working pressure</td><td>7.0 bar</td></tr> <tr><td>Min air working pressure</td><td>2.0 bar</td></tr> <tr><td>Max fluid working pressure</td><td>(See PR 3E or PRS)</td></tr> <tr><td>Max fluid viscosity</td><td>85 sec/Ford # 4 (100 sec/NK-2)</td></tr> <tr><td>Max fluid delivery</td><td>(See PR 3E or PRS)</td></tr> <tr><td>Working temperature</td><td>from 5 to 40 °C</td></tr> <tr><td>Noise level</td><td>75.3 dB(A)*</td></tr> <tr><td>Compressor (required power)</td><td>from 0.4 to 0.75 kW (only for pump)</td></tr> <tr><td>Pressure regulator</td><td>PR 3E or PRS</td></tr> </table> <p>*This noise level has been measured in compliance with Machinery Directive 89/392 and with ISO 3744 standards.</p> 		Dimensions	360x260x600 mm	Weight	11,400 Kg	Air inlet	G 1/4"	Fluid outlet	G 3/8"	Fluid suction filter	50 mesh	Fluid delivery filter	100 mesh	Max air working pressure	7.0 bar	Min air working pressure	2.0 bar	Max fluid working pressure	(See PR 3E or PRS)	Max fluid viscosity	85 sec/Ford # 4 (100 sec/NK-2)	Max fluid delivery	(See PR 3E or PRS)	Working temperature	from 5 to 40 °C	Noise level	75.3 dB(A)*	Compressor (required power)	from 0.4 to 0.75 kW (only for pump)	Pressure regulator	PR 3E or PRS	<p>ANEST IWATA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>MODELS</th> <th>DPS 90 1 D</th> <th>DPS 90 2 D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Dimensions</td><td>500x430x1015 mm</td><td>360x335x750 mm</td></tr> <tr><td>Weight</td><td>11,900 Kg</td><td>11,120 Kg</td></tr> <tr><td>Air inlet</td><td>G 1/4"</td><td>G 1/4"</td></tr> <tr><td>Fluid outlet</td><td>G 3/8"</td><td>G 3/8"</td></tr> <tr><td>Fluid suction filter</td><td>50 mesh</td><td>50 mesh</td></tr> <tr><td>Fluid delivery filter</td><td>100 mesh</td><td>100 mesh</td></tr> <tr><td>Max air working pressure</td><td>7.0 bar</td><td>7.0 bar</td></tr> <tr><td>Min air working pressure</td><td>2.0 bar</td><td>2.0 bar</td></tr> <tr><td>Max fluid working pressure</td><td>(See PR 3E or PRS)</td><td>(See PR 3E or PRS)</td></tr> <tr><td>Max fluid viscosity</td><td>85 sec/Ford # 4 (100 sec/NK-2)</td><td>85 sec/Ford # 4 (100 sec/NK-2)</td></tr> <tr><td>Max fluid delivery</td><td>(See PR 3E or PRS)</td><td>(See PR 3E or PRS)</td></tr> <tr><td>Working temperature</td><td>from 5 to 40 °C</td><td>from 5 to 40 °C</td></tr> <tr><td>Noise level</td><td>75.3 dB(A)*</td><td>75.3 dB(A)*</td></tr> <tr><td>Compressor (required power)</td><td>from 0.4 to 0.75 kW (only for pump)</td><td>from 2.2 to 3.7 kW (for pump and gun)</td></tr> <tr><td>Pressure regulator</td><td>PR 3E (or PRS)</td><td>PR 3E (or PRS)</td></tr> </tbody> </table> <p>*This noise level has been measured in compliance with Machinery Directive 89/392 and with ISO 3744 standards.</p>  		MODELS	DPS 90 1 D	DPS 90 2 D	Dimensions	500x430x1015 mm	360x335x750 mm	Weight	11,900 Kg	11,120 Kg	Air inlet	G 1/4"	G 1/4"	Fluid outlet	G 3/8"	G 3/8"	Fluid suction filter	50 mesh	50 mesh	Fluid delivery filter	100 mesh	100 mesh	Max air working pressure	7.0 bar	7.0 bar	Min air working pressure	2.0 bar	2.0 bar	Max fluid working pressure	(See PR 3E or PRS)	(See PR 3E or PRS)	Max fluid viscosity	85 sec/Ford # 4 (100 sec/NK-2)	85 sec/Ford # 4 (100 sec/NK-2)	Max fluid delivery	(See PR 3E or PRS)	(See PR 3E or PRS)	Working temperature	from 5 to 40 °C	from 5 to 40 °C	Noise level	75.3 dB(A)*	75.3 dB(A)*	Compressor (required power)	from 0.4 to 0.75 kW (only for pump)	from 2.2 to 3.7 kW (for pump and gun)	Pressure regulator	PR 3E (or PRS)	PR 3E (or PRS)		
Dimensions	360x260x600 mm																																																																																		
Weight	11,400 Kg																																																																																		
Air inlet	G 1/4"																																																																																		
Fluid outlet	G 3/8"																																																																																		
Fluid suction filter	50 mesh																																																																																		
Fluid delivery filter	100 mesh																																																																																		
Max air working pressure	7.0 bar																																																																																		
Min air working pressure	2.0 bar																																																																																		
Max fluid working pressure	(See PR 3E or PRS)																																																																																		
Max fluid viscosity	85 sec/Ford # 4 (100 sec/NK-2)																																																																																		
Max fluid delivery	(See PR 3E or PRS)																																																																																		
Working temperature	from 5 to 40 °C																																																																																		
Noise level	75.3 dB(A)*																																																																																		
Compressor (required power)	from 0.4 to 0.75 kW (only for pump)																																																																																		
Pressure regulator	PR 3E or PRS																																																																																		
MODELS	DPS 90 1 D	DPS 90 2 D																																																																																	
Dimensions	500x430x1015 mm	360x335x750 mm																																																																																	
Weight	11,900 Kg	11,120 Kg																																																																																	
Air inlet	G 1/4"	G 1/4"																																																																																	
Fluid outlet	G 3/8"	G 3/8"																																																																																	
Fluid suction filter	50 mesh	50 mesh																																																																																	
Fluid delivery filter	100 mesh	100 mesh																																																																																	
Max air working pressure	7.0 bar	7.0 bar																																																																																	
Min air working pressure	2.0 bar	2.0 bar																																																																																	
Max fluid working pressure	(See PR 3E or PRS)	(See PR 3E or PRS)																																																																																	
Max fluid viscosity	85 sec/Ford # 4 (100 sec/NK-2)	85 sec/Ford # 4 (100 sec/NK-2)																																																																																	
Max fluid delivery	(See PR 3E or PRS)	(See PR 3E or PRS)																																																																																	
Working temperature	from 5 to 40 °C	from 5 to 40 °C																																																																																	
Noise level	75.3 dB(A)*	75.3 dB(A)*																																																																																	
Compressor (required power)	from 0.4 to 0.75 kW (only for pump)	from 2.2 to 3.7 kW (for pump and gun)																																																																																	
Pressure regulator	PR 3E (or PRS)	PR 3E (or PRS)																																																																																	
<p>ANEST IWATA</p> <p>DPS 90 3 D DPS 90 3 C WB</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>MODELS</th> <th>DPS 90 3 D</th> <th>DPS 90 3 C WB</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Dimensions</td><td>500x500x1055 mm</td><td>500x500x1055 mm</td></tr> <tr><td>Weight</td><td>15,900 Kg</td><td>15,900 Kg</td></tr> <tr><td>Air inlet</td><td>G 1/4"</td><td>G 1/4"</td></tr> <tr><td>Fluid outlet</td><td>G 3/8"</td><td>G 3/8"</td></tr> <tr><td>Fluid suction filter</td><td>50 mesh</td><td>50 mesh</td></tr> <tr><td>Fluid delivery filter</td><td>100 mesh</td><td>100 mesh</td></tr> <tr><td>Max air working pressure</td><td>7.0 bar</td><td>7.0 bar</td></tr> <tr><td>Min air working pressure</td><td>2.0 bar</td><td>2.0 bar</td></tr> <tr><td>Max fluid working pressure</td><td>(See PR 3E or PRS)</td><td>(See PR 3E or PRS)</td></tr> <tr><td>Max fluid viscosity</td><td>85 sec/Ford # 4 (100 sec/NK-2)</td><td>85 sec/Ford # 4 (100 sec/NK-2)</td></tr> <tr><td>Max fluid delivery</td><td>(See PR 3E or PRS)</td><td>(See PR 3E or PRS)</td></tr> <tr><td>Working temperature</td><td>from 5 to 40 °C</td><td>from 5 to 40 °C</td></tr> <tr><td>Noise level</td><td>75.3 dB(A)*</td><td>75.3 dB(A)*</td></tr> <tr><td>Compressor (required power)</td><td>from 0.4 to 0.75 kW (only for pump)</td><td>from 2.2 to 3.7 kW (for pump and gun)</td></tr> <tr><td>Pressure regulator</td><td>PR 3E or PRS</td><td>PR 3E WB</td></tr> </tbody> </table> <p>*This noise level has been measured in compliance with Machinery Directive 89/392 and with ISO 3744 standards.</p> 		MODELS	DPS 90 3 D	DPS 90 3 C WB	Dimensions	500x500x1055 mm	500x500x1055 mm	Weight	15,900 Kg	15,900 Kg	Air inlet	G 1/4"	G 1/4"	Fluid outlet	G 3/8"	G 3/8"	Fluid suction filter	50 mesh	50 mesh	Fluid delivery filter	100 mesh	100 mesh	Max air working pressure	7.0 bar	7.0 bar	Min air working pressure	2.0 bar	2.0 bar	Max fluid working pressure	(See PR 3E or PRS)	(See PR 3E or PRS)	Max fluid viscosity	85 sec/Ford # 4 (100 sec/NK-2)	85 sec/Ford # 4 (100 sec/NK-2)	Max fluid delivery	(See PR 3E or PRS)	(See PR 3E or PRS)	Working temperature	from 5 to 40 °C	from 5 to 40 °C	Noise level	75.3 dB(A)*	75.3 dB(A)*	Compressor (required power)	from 0.4 to 0.75 kW (only for pump)	from 2.2 to 3.7 kW (for pump and gun)	Pressure regulator	PR 3E or PRS	PR 3E WB	<p>ANEST IWATA</p> <p>DPS 90 36 D</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>MODELS</th> <th>DPS 90 36 D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Dimensions</td><td>535x500x1055 mm</td></tr> <tr><td>Weight</td><td>16,600 Kg</td></tr> <tr><td>Air inlet</td><td>G 1/4"</td></tr> <tr><td>Fluid outlet</td><td>G 3/8"</td></tr> <tr><td>Fluid suction filter</td><td>50 mesh</td></tr> <tr><td>Fluid delivery filter</td><td>100 mesh</td></tr> <tr><td>Max air working pressure</td><td>7.0 bar</td></tr> <tr><td>Min air working pressure</td><td>2.0 bar</td></tr> <tr><td>Max fluid working pressure</td><td>(See PR 3E or PRS)</td></tr> <tr><td>Max fluid viscosity</td><td>85 sec/Ford # 4 (100 sec/NK-2)</td></tr> <tr><td>Max fluid delivery</td><td>(See PR 3E or PRS)</td></tr> <tr><td>Working temperature</td><td>from 5 to 40 °C</td></tr> <tr><td>Noise level</td><td>75.3 dB(A)*</td></tr> <tr><td>Compressor (required power)</td><td>from 0.4 to 0.75 kW (only for pump)</td></tr> <tr><td>Pressure regulator</td><td>PR 3E (or PRS)</td></tr> </tbody> </table> <p>*This noise level has been measured in compliance with Machinery Directive 89/392 and with ISO 3744 standards.</p> 		MODELS	DPS 90 36 D	Dimensions	535x500x1055 mm	Weight	16,600 Kg	Air inlet	G 1/4"	Fluid outlet	G 3/8"	Fluid suction filter	50 mesh	Fluid delivery filter	100 mesh	Max air working pressure	7.0 bar	Min air working pressure	2.0 bar	Max fluid working pressure	(See PR 3E or PRS)	Max fluid viscosity	85 sec/Ford # 4 (100 sec/NK-2)	Max fluid delivery	(See PR 3E or PRS)	Working temperature	from 5 to 40 °C	Noise level	75.3 dB(A)*	Compressor (required power)	from 0.4 to 0.75 kW (only for pump)	Pressure regulator	PR 3E (or PRS)
MODELS	DPS 90 3 D	DPS 90 3 C WB																																																																																	
Dimensions	500x500x1055 mm	500x500x1055 mm																																																																																	
Weight	15,900 Kg	15,900 Kg																																																																																	
Air inlet	G 1/4"	G 1/4"																																																																																	
Fluid outlet	G 3/8"	G 3/8"																																																																																	
Fluid suction filter	50 mesh	50 mesh																																																																																	
Fluid delivery filter	100 mesh	100 mesh																																																																																	
Max air working pressure	7.0 bar	7.0 bar																																																																																	
Min air working pressure	2.0 bar	2.0 bar																																																																																	
Max fluid working pressure	(See PR 3E or PRS)	(See PR 3E or PRS)																																																																																	
Max fluid viscosity	85 sec/Ford # 4 (100 sec/NK-2)	85 sec/Ford # 4 (100 sec/NK-2)																																																																																	
Max fluid delivery	(See PR 3E or PRS)	(See PR 3E or PRS)																																																																																	
Working temperature	from 5 to 40 °C	from 5 to 40 °C																																																																																	
Noise level	75.3 dB(A)*	75.3 dB(A)*																																																																																	
Compressor (required power)	from 0.4 to 0.75 kW (only for pump)	from 2.2 to 3.7 kW (for pump and gun)																																																																																	
Pressure regulator	PR 3E or PRS	PR 3E WB																																																																																	
MODELS	DPS 90 36 D																																																																																		
Dimensions	535x500x1055 mm																																																																																		
Weight	16,600 Kg																																																																																		
Air inlet	G 1/4"																																																																																		
Fluid outlet	G 3/8"																																																																																		
Fluid suction filter	50 mesh																																																																																		
Fluid delivery filter	100 mesh																																																																																		
Max air working pressure	7.0 bar																																																																																		
Min air working pressure	2.0 bar																																																																																		
Max fluid working pressure	(See PR 3E or PRS)																																																																																		
Max fluid viscosity	85 sec/Ford # 4 (100 sec/NK-2)																																																																																		
Max fluid delivery	(See PR 3E or PRS)																																																																																		
Working temperature	from 5 to 40 °C																																																																																		
Noise level	75.3 dB(A)*																																																																																		
Compressor (required power)	from 0.4 to 0.75 kW (only for pump)																																																																																		
Pressure regulator	PR 3E (or PRS)																																																																																		

Gambar 3.11 Spesifikasi Paint Pump

(Sumber: www.anestiwata.com)

3.4.1.3 Menggali Konsep secara Sistematis

Berdasarkan informasi yang telah dikumpulkan, peneliti kemudian menentukan spesifikasi dari alat bantu yang akan dikembangkan. Spesifikasi alat bantu yang akan dikembangkan tercantum pada tabel 3.18 di bawah ini.

Tabel 3.18 Daftar Spesifikasi Alat Bantu

No	Fungsi alat bantu	Spesifikasi kebutuhan	Spesifikasi produk terkait	Spesifikasi alat bantu	Satuan
1	Fluid nozzle (pattern width)	300 (max)	120-400	300 (max)	mm
2	Ukuran cup	5000 (max)	500-10.000	2000	ml
3	Air regulator	0.4 – 0.6	0.7 (max)	0 – 0.7	MPa
4	Paint regulator	0.15 – 0.4	0.6 (max)	0 – 0.6	MPa

Setelah spesifikasi alat bantu diperoleh, langkah selanjutnya adalah mengembangkan konsep dari alat bantu. Konsep alat bantu yang akan dikembangkan dibagi menjadi dua bagian yaitu konsep *spray gun* dan *paint pump*. Kedua konsep tersebut dapat dilihat pada gambar 3.12 dan 3.13. Penggalian konsep berdasarkan hasil *benchmarking* dengan produk terkait dan studi literatur. Dari hasil tersebut, diperoleh 3 konsep produk untuk alat *spray gun* dan 4 konsep produk untuk *paint pump*.



Gambar 3.12 Konsep *Spray Gun*

(Sumber: www.anestiwata.com)



Gambar 3.13 Konsep *Paint Pump*

(Sumber: www.anestiwata.com)

Dari kedua konsep produk di atas kemudian dikombinasikan sehingga menghasilkan kombinasi-kombinasi konsep produk yang akan disaring lagi. Dalam hal ini, diperoleh dua belas kombinasi konsep produk yang mungkin dapat dikembangkan dimana masing-masing kombinasi tertuang dalam konsep-konsep berikut ini:

Tabel 3.19 Tabel Kombinasi Konsep

Konsep	Jenis <i>spray gun</i>	Jenis paint pump	Fungsi alat bantu	Spesifikasi alat bantu	Satuan
A	Pressure	Stand Mount	Fluid nozzle/Pattern width	1.2/400	mm
			Ukuran cup	500	ml
			Air regulator	0 – 0.7	MPa
			Paint regulator	0 – 0.6	MPa
B	Pressure	Pail Mount	Fluid nozzle/Pattern width	1.2/400	mm
			Ukuran cup	500	ml
			Air regulator	0 – 0.7	MPa
			Paint regulator	0 – 0.6	MPa
C	Pressure	Cart Mount	Fluid nozzle/Pattern width	1.2/400	mm
			Ukuran cup	500	ml
			Air regulator	0 – 0.7	MPa
			Paint regulator	0 – 0.6	MPa

Konsep	Jenis <i>spray gun</i>	Jenis paint pump	Fungsi alat bantu	Spesifikasi alat bantu	Satuan
D	Pressure	Wall Mount	Fluid nozzle/Pattern width	1.2/400	mm
			Ukuran cup	500	ml
			Air regulator	0 – 0.7	MPa
			Paint regulator	0 – 0.6	MPa
E	Gravity	Stand Mount	Fluid nozzle/Pattern width	2.5/340	mm
			Ukuran cup	500	ml
			Air regulator	0 – 0.7	MPa
			Paint regulator	0 – 0.6	MPa
F	Gravity	Pail Mount	Fluid nozzle/Pattern width	2.5/340	mm
			Ukuran cup	500	ml
			Air regulator	0 – 0.7	MPa
			Paint regulator	0 – 0.6	MPa
G	Gravity	Cart Mount	Fluid nozzle/Pattern width	2.5/340	mm
			Ukuran cup	500	ml
			Air regulator	0 – 0.7	MPa
			Paint regulator	0 – 0.6	MPa
H	Gravity	Wall Mount	Fluid nozzle/Pattern width	2.5/340	mm
			Ukuran cup	500	ml
			Air regulator	0 – 0.7	MPa
			Paint regulator	0 – 0.6	MPa
I	Suction	Stand Mount	Fluid nozzle/Pattern width	1.8/340	mm
			Ukuran cup	500	ml
			Air regulator	0 – 0.7	MPa
			Paint regulator	0 – 0.6	MPa
J	Suction	Pail Mount	Fluid nozzle/Pattern width	1.8/340	mm
			Ukuran cup	500	ml
			Air regulator	0 – 0.7	MPa
			Paint regulator	0 – 0.6	MPa

Konsep	Jenis <i>spray gun</i>	Jenis paint pump	Fungsi alat bantu	Spesifikasi alat bantu	Satuan
K	Suction	Cart Mount	Fluid nozzle/Pattern width	1.8/340	mm
			Ukuran cup	500	ml
			Air regulator	0 – 0.7	MPa
			Paint regulator	0 – 0.6	MPa
L	Suction	Wall Mount	Fluid nozzle/Pattern width	1.8/340	mm
			Ukuran cup	500	ml
			Air regulator	0 – 0.7	MPa
			Paint regulator	0 – 0.6	MPa

3.4.2 Pemilihan Konsep

Dari kedua belas konsep yang dihasilkan, kemudian dilakukan penyaringan dengan menggunakan *concept screening matrix* dan *concept scoring matrix*. Berdasarkan *concept screening matrix*, diperoleh delapan konsep yang layak untuk dikembangkan. Kedelapan konsep tersebut adalah konsep produk untuk jenis *spray gun* dengan teknik *pressure* dan *gravity*. Konsep-konsep tersebut kemudian akan dilakukan pemilihan konsep terbaik dengan menggunakan *concept scoring matrix*.

Tabel 3.20 *Concept Screening Matrix*

Kebutuhan	Konsep											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Viskositas cat yang dapat diatur	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tekanan cat yang dapat diatur	+	+	+	+	0	0	0	0	-	-	-	-
Tekanan angin yang dapat diatur	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pattern spray</i> yang dapat diatur	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ringan	+	+	+	+	0	0	0	0	-	-	-	-
<i>Portable</i>	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-
Jumlah +	5	5	6	5	3	3	4	3	3	3	4	3

Tabel 3.20 *Concept Screening Matrix* (lanjutan)

Kebutuhan	Konsep											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Jumlah -	1	1	0	1	1	1	2	1	3	3	2	3
Jumlah 0	0	0	0	0	2	2	0	2	0	0	0	0
Peringkat	2	3	1	4	5	6	8	7	10	11	9	12
Lanjutkan?	Yes								No			

Konsep-konsep yang terpilih dari hasil *concept screening matrix* akan dilakukan proses pemilihan konsep terbaik dengan menggunakan *concept scoring matrix*. Berdasarkan matriks pada tabel 3.21, konsep C memiliki nilai terbaik yaitu sebesar 4,999. Konsep produk ini merupakan konsep alat bantu antara *pressure spray gun* dan *cart paint pump*. Konsep inilah yang dipilih menjadi konsep alat bantu yang selanjutnya akan dilakukan proses perancangan/disain. Informasi selengkapnya mengenai proses pemilihan konsep terbaik dapat dilihat pada tabel 3.21.

Tabel 3.21 Matriks Penilaian Konsep (*Concept Scoring Matrix*)

Kebutuhan	Bobot	Konsep															
		A		B		C		D		E		F		G		H	
		Rating	Nilai	Rating	Nilai	Rating	Nilai	Rating	Nilai	Rating	Nilai	Rating	Nilai	Rating	Nilai	Rating	Nilai
Viskositas cat dapat diatur	17,97%	5	0,90	5	0,90	5	0,90	5	0,90	4	0,72	4	0,72	4	0,72	4	0,72
Tekanan angin dapat diatur	16,41%	5	0,82	5	0,82	5	0,82	5	0,82	5	0,82	5	0,82	5	0,82	5	0,82
<i>Pattern spray</i> dapat diatur	12,24%	5	0,61	5	0,61	5	0,61	5	0,61	5	0,61	5	0,61	5	0,61	5	0,61
Tekanan cat dapat diatur	10,16%	5	0,51	5	0,51	5	0,51	5	0,51	2	0,20	2	0,20	2	0,20	2	0,20
Ringan	21,60%	5	1,08	5	1,08	5	1,08	5	1,08	2	0,43	2	0,43	2	0,43	2	0,43
<i>Portable</i>	21,60%	2	0,43	3	0,65	5	1,08	1	0,22	2	0,43	3	0,65	5	1,08	1	0,22
TOTAL NILAI		4,351		4,567		4,999		4,135		3,2185		3,4345		3,8665		3,0025	
PERINGKAT		3		2		1		4		7		6		5		8	
Lanjutkan?		<i>No</i>		<i>No</i>		<i>Yes</i>		<i>No</i>		<i>No</i>		<i>No</i>		<i>No</i>		<i>No</i>	

BAB IV

ANALISIS DAN PERANCANGAN

4.1 Analisis Penentuan Fokus Penelitian

Dari ketiga alternatif proses produksi, yaitu proses pengecatan, pencetakan, dan pemotongan, peneliti memilih proses pengecatan sebagai objek penelitian. Pemilihan ini didasarkan atas beberapa kriteria dan ditetapkan setelah berdiskusi dengan dosen pembimbing dan karyawan PT Motor Indonesia. Kriteria pemilihan meliputi kemudahan dalam perancangan alat bantu, banyaknya faktor-faktor terkontrol yang dapat disimulasikan, dan tingkat *reject* yang terjadi untuk masing-masing proses. Berdasarkan kriteria kemudahan perancangan alat bantu, proses pengecatan cenderung lebih mudah untuk dibuatkan alat bantu pelatihan DOE karena alat bantu yang ada dalam proses ini relatif lebih sederhana dibandingkan proses lainnya. Di samping itu, proses pengecatan juga memiliki faktor-faktor terkontrol yang lebih banyak dan mudah untuk disimulasikan. Sedangkan berdasarkan tingkat *reject* yang terjadi, proses pengecatan cenderung memiliki persentase *reject* yang lebih besar dibanding dengan proses lainnya. Hal ini disebabkan karena proses pencetakan dan pemotongan telah dilakukan secara otomatisasi sedangkan proses pengecatan masih bersifat semi-otomatif. Berdasarkan ketiga kriteria inilah akhirnya peneliti memfokuskan untuk melakukan penelitian di lini produksi proses pengecatan khususnya proses pengecatan ABS atau *plastic painting*.

4.2 Analisis Proses *Plastic Painting*

Proses pengecatan suatu benda didasarkan pada jenis bahan mentah yang akan dicat. Bentuk pengecatan bahan mentah misalnya pengecatan besi/baja (*steel painting*), pengecatan ABS (*plastic painting*) dan pengecatan alumunium. Secara umum aliran proses pengecatan material plastik maupun logam adalah sama. Secara detail proses pengecatan, ada sedikit perbedaan perlakuan terhadap bahan yang dicat terutama terhadap material logam. Misalnya pada pengecatan *steel* ataupun alumunium dilakukan proses *pretreatment* sebelum material dicat.

Proses pengecatan di lini produksi *plastic painting* PT Motor Indonesia terdiri dari 4 tahapan, seperti tercantum dalam gambar 4.1.



Gambar 4.1 Tahapan Proses *Plastic Painting*

Proses persiapan bertujuan untuk membersihkan benda kerja yang akan dicat dari segala hal (kotoran) yang dapat mengurangi ketahanan daya lekat cat pada benda kerja. Kotoran pada permukaan benda antara lain air, minyak, *grease*, debu, dan kontaminan lainnya (silicon pada part plastic yang terbuat dari ABS). Pembersihan benda kerja dilakukan secara mekanis ataupun secara kimia. Proses pembersihan benda kerja di lini produksi *plastic painting* dilakukan dengan proses *wiping* (pengelapan) dengan *wash benzene*, air dan kemudian disemprot dengan angin (*air blowing*).

Setelah proses pembersihan, benda kerja/part plastik akan dilakukan proses pengecatan. Proses pengecatan di lini produksi *plastic painting* dilakukan dengan cara *spray* (penyemprotan). Proses *spray* dilakukan dalam suatu ruangan yang disebut "*Painting Booth*". Proses aplikasi pengecatan dilakukan dengan menggunakan *spray gun* jenis LVLP (Low Volume Low Pressure) dengan teknik *pressure*. Penggunaan *spray gun* jenis ini dikarenakan *spray gun* relatif lebih ringan dan untuk mengurangi *setting time* jika cat yang digunakan habis. Proses pengecatan di lini produksi *plastic painting* terdiri dari dua tahap yaitu pengecatan dasar (*Under Coat*) dan pengecatan akhir (*Top Coat*). Aplikasi *spray* secara bertahap tergantung jumlah lapisan yang dikehendaki (*Under Coat*, *Top Coat*, *Clear Coat*, dll). Metode tahapan aplikasi lapisan cat yang diterapkan di lini produksi *plastic painting* adalah metode *Wet on Dry*. Metode *wet on dry* yang dimaksud adalah setelah benda dicat (pengecatan dasar), dilakukan proses *setting* untuk memberi kesempatan *solvent* menguap dan lapisan cat merata dan kering di permukaan benda sebelum masuk ke proses pengecatan akhir. Benda kerja yang telah mengalami proses pengecatan selanjutnya akan dilakukan proses

pengeringan. Proses pengeringan bertujuan untuk menguapkan solvent/thinner sebagai salah satu komponen cat sehingga diperoleh kondisi cat kering yang lebih keras. Dalam proses pengeringan ini, ada beberapa faktor yang diperhatikan antara lain: jenis material cat dan thinner, jenis benda yang dicat, waktu dan kecepatan pengeringan, dan temperatur pengeringan. Proses pengeringan di lini produksi *plastic painting* dilakukan dengan cara memasukkan benda kerja ke dalam *setting room* dan selanjutnya dimasukkan ke dalam *baking oven*. Setelah cat pada benda kerja kering, selanjutnya akan dilakukan proses pengecekan untuk memisahkan antara part yang *reject* dan *finished good*. Part yang *reject* akan mengalami proses sanding atau buffing. Part yang mengalami proses *sanding* akan dilakukan proses pengecatan ulang sedangkan part yang mengalami proses buffing dapat langsung menjadi *finished good* dan dikirim untuk proses selanjutnya (proses *assembling*)

4.3 Analisis Pengembangan *House of Quality*

4.3.1 Analisis *House of quality* Tahap 1

Pengembangan HOQ tahap 1 bertujuan untuk mengetahui hubungan tingkat *reject* antara jenis part tertentu dengan kriteria warna tertentu. Output dari pengembangan ini adalah peneliti dapat memfokuskan penelitian pada kriteria warna tertentu untuk dilakukan proses pengembangan selanjutnya. Pada pengembangan HOQ tahap1 terdapat 10 jenis part dengan 4 kriteria warna. Keempat warna tersebut adalah hitam, merah, silver, dan abu-abu. Hasil pengembangan *house of quality* tahap 1 menunjukkan kriteria warna hitam memiliki persentase hubungan tingkat *reject* sebesar 71,88% dengan 10 jenis part. Warna abu-abu memiliki persentase hubungan tingkat *reject* sebesar 28,13% dengan jenis *cover handle top* dan *cover front top*. Sedangkan kriteria warna merah dan silver tidak memiliki hubungan tingkat *reject* dengan jenis part tertentu. Hal ini disebabkan karena penentuan hubungan tingkat *reject* antara jenis part dengan kriteria warna tertentu berdasarkan data histori tingkat *reject* pada bulan februari dan maret 2009. Sedangkan pada bulan februari dan maret 2009, lini produksi *plastic painting* PT Motor Indonesia tidak melakukan proses pengecatan dengan warna merah dan silver untuk 10 jenis part tersebut.

Pada HOQ tahap 1, part-part yang memiliki hubungan tingkat *reject* yang kuat dengan warna hitam adalah part cover main pipe side R, cover main pipe side L, dan front fender A. Hubungan ini cukup kuat karena tingkat *reject* yang terjadi rata-rata diatas 10%. Sedangkan part cover main pipe front, cover body R, cover body L, cover R center side, cover handle top, dan cover front top memiliki hubungan tingkat *reject* yang biasa (medium) dengan warna hitam. Rata-rata tingkat *reject* yang terjadi adalah 6%. Dan hanya satu part yang memiliki hubungan tingkat *reject* yang lemah dengan warna hitam, yaitu part cover L center side dengan persentase tingkat *reject* sebesar 3,37%. Untuk kriteria warna abu-abu, part yang memiliki hubungan tingkat *reject* yang kuat adalah part *cover handle top* dan *cover front top*. Rata-rata persentase tingkat *reject* yang terjadi adalah 10,85%.

Berdasarkan hasil pengembangan HOQ tahap 1, kriteria warna yang menjadi fokus penelitian untuk dilakukan proses pengembangan selanjutnya adalah warna hitam (*black*) dan abu-abu (*anchor grey*).

4.3.2 Analisis *House of quality* Tahap 2

Pengembangan *house of quality* tahap 2 bertujuan untuk mengetahui hubungan tingkat *reject* antara kriteria warna tertentu dengan kriteria *reject* tertentu. Output dari pengembangan ini adalah peneliti dapat memfokuskan penelitian pada kriteria *reject* tertentu (3 kriteria *reject* terbesar) untuk dilakukan proses pengembangan selanjutnya. Pada pengembangan HOQ tahap 2, terdapat 2 kriteria warna dan 10 kriteria *reject*. Kedua kriteria warna tersebut adalah warna hitam dan abu-abu (output dari HOQ tahap 1). Sedangkan kriteria *reject* tersebut antara lain meleleh, kotor, tipis, minyak, nyerep, air, orange peels, gores dasar, amplas, dan dll.

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya *reject* seperti faktor kualitas proses/metode pengecatan, benda kerja, operator maupun faktor lingkungan. Untuk *reject* meleleh, biasanya terjadi karena viskositas cat yang terlalu tinggi. Ketika melalui proses pengeringan, cat yang menempel pada part menjadi meleleh. *Reject* tipis juga dapat disebabkan karena viskositas cat dimana viskositas cat terlalu rendah.

Terjadinya *reject* ini juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lainnya seperti ketidaksesuaian antara tekanan cat dan angin atau jarak *spray* yang terlalu jauh dengan benda kerja. Sedangkan *reject* kotor, minyak atau air disebabkan karena proses pembersihan/persiapan yang kurang baik. Sehingga masih terdapat kotoran pada permukaan benda ketika akan dilakukan proses pengecatan. *Reject* nyerep, gores dasar, dan amplas disebabkan karena kondisi part yang kurang baik seperti adanya goresan pada part atau permukaan part yang tidak rata. Untuk *reject* dll, umumnya disebabkan karena pada proses pengecatan partike cat tidak teratomisasi secara sempurna. Hal ini disebabkan karena nozzle yang kotor atau tekanan angin yang tidak stabil.

Hasil pengembangan *house of quality* tahap 2 menunjukkan kriteria *reject* tipis memiliki persentase hubungan tingkat *reject* terbesar yaitu 40,45% dengan kedua kriteria warna, *reject* meleleh sebesar 30,34%, *reject* dll sebesar 26,97%, serta *reject* kotor dan amplas sebesar 10,11%. Sedangkan kriteria *reject* lainnya relatif memiliki persentase hubungan tingkat *reject* yang kecil dengan kedua kriteria warna seperti *reject* minyak dan nyerep hanya sebesar 4,49%. Sedangkan kriteria *reject* air, gores dasar, dan orange peels di bawah 1%.

Pada HOQ tahap 2, kriteria *reject* yang memiliki hubungan tingkat *reject* yang kuat dengan warna hitam adalah kriteria *reject* meleleh, tipis, dan dll. Hubungan ini cukup kuat karena tingkat *reject* yang terjadi rata-rata diatas 10 %. Sedangkan kriteria *reject* yang memiliki hubungan tingkat *reject* yang kuat dengan warna abu-abu adalah kriteria *reject* tipis dengan persentase *reject* sebesar 10,94 %. Kriteria *reject* kotor dan amplas memiliki hubungan tingkat *reject* yang biasa (medium) dengan warna hitam. Begitu juga dengan kriteria *reject* meleleh, memiliki hubungan yang biasa dengan warna abu-abu. Rata-rata dengan persentase tingkat *reject* sebesar 4,5 %. Sedangkan hubungan tingkat *reject* yang lemah ditunjukkan antara kriteria *reject* minyak dan nyerep dengan warna hitam serta kriteria *reject* minyak, nyerep, kotor, amplas dan dll dengan warna abu-abu. Rata-rata dengan persentase *reject* sebesar 1,6 %.

Dari hasil pengembangan HOQ tahap 2, peneliti hanya memilih 3 kriteria *reject* yang akan dilakukan proses pengembangan selanjutnya. Penentuan kriteria *reject* berdasarkan persentase relatif dari masing-masing kriteria *reject*. Semakin

besar persentase relatif menunjukkan semakin besar hubungan antara kriteria *reject* tersebut terhadap kriteria warna tertentu. Sehingga ketiga kriteria *reject* yang terpilih adalah *reject* tipis, meleleh, dan dll.

4.3.3 Analisis *House of quality* Tahap 3

Pengembangan *house of quality* tahap3 bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kriteria *reject* tertentu dengan faktor terkontrol yang mempengaruhinya. Output dari pengembangan ini adalah peneliti dapat memfokuskan penelitian pada faktor-faktor terkontrol apa saja yang perlu dilakukan perancangan eksperimen dan menjadi *customer requirement* pada proses pengembangan *house of quality* selanjutnya. Pada pengembangan HOQ tahap3, terdapat 3 kriteria *reject* dan 11 faktor terkontrol. Ke-3 kriteria *reject* adalah *reject* tipis, meleleh, dan dll (hasil pengembangan HOQ tahap 2). Sedangkan faktor-faktor terkontrol tersebut antara lain jarak *spray*, sudut *spray*, tekanan angin, suhu oven, kecepatan konveyor, viskositas cat, tekanan cat, kontur part, lebar *pattern*, penambahan degrease, dan kualitas cat/thinner. Penentuan faktor-faktor tersebut berdasarkan hasil diskusi peneliti dengan bagian *process engineering* dan dosen pembimbing.

Hasil pengembangan HOQ tahap 3 menunjukkan faktor jarak *spray* memiliki persentase pengaruh sebesar 25,78% terhadap terjadinya *reject* tipis, meleleh dan dll. Sedangkan faktor viskositas cat memiliki persentase pengaruh sebesar 17,97% terhadap terjadinya ketiga kriteria *reject* tersebut. Faktor tekanan angin memiliki persentase pengaruh sebesar 16,41 %, faktor lebar *pattern* sebesar 12,24 %, faktor tekanan cat sebesar 10,16 % serta faktor sudut *spray* sebesar 8,59 %. Faktor lainnya seperti kontur part, suhu oven, kecepatan konveyor, penambahan degrease, dan kualitas cat relatif memiliki persentase pengaruh yang kecil terhadap terjadinya *reject* meleleh, tipis, dan dll. Rata-rata di bawah 3 %.

Penentuan *relationship matrix* pada *house of quality* tahap3 berdasarkan hasil pengolahan data kuesioner. Pada kuesioner tersebut, responden diminta untuk menentukan tingkat signifikansi pengaruh antara suatu faktor tertentu dengan kriteria *reject* tertentu. Hasil pengolahan menunjukkan bahwa faktor jarak *spray*, viskositas cat, dan tekanan angin memiliki pengaruh yang kuat (*strong*)

terhadap terjadinya *reject* tipis. Pengaruh faktor jarak *spray* terhadap terjadinya *reject* tipis adalah semakin jauh jarak *spray* dengan benda kerja maka kemungkinan terjadinya *reject* tipis semakin besar. Pengaruh faktor viskositas cat terhadap *reject* tipis adalah jika viskositas cat semakin rendah maka kemungkinan terjadinya *reject* tipis akan semakin besar. Sedangkan pengaruh faktor tekanan angin terhadap terjadinya *reject* tipis adalah semakin besar tekanan angin maka kemungkinan terjadinya *reject* tipis juga akan semakin besar. Faktor yang memiliki pengaruh kuat terhadap terjadinya *reject* meleleh adalah jarak *spray*. Pengaruh jarak *spray* terhadap terjadinya *reject* meleleh adalah jika jarak *spray* dengan benda kerja semakin dekat maka kemungkinan terjadinya *reject* meleleh akan semakin besar. Sedangkan faktor lebar *pattern* memiliki pengaruh yang kuat terhadap terjadinya kriteria *reject* dll. Faktor tekanan cat memiliki pengaruh yang cukup kuat (*medium*) terhadap terjadinya ketiga kriteria *reject* tersebut. Sedangkan faktor sudut *spray* memiliki pengaruh yang cukup kuat terhadap terjadinya *reject* tipis dan meleleh. Faktor lainnya relatif memiliki pengaruh yang kecil terhadap terjadinya *reject* tipis, meleleh dan dll.

Berdasarkan hasil pengembangan HOQ tahap3, peneliti menentukan faktor-faktor terkontrol yang menjadi *customer requirement* pada proses pengembangan *house of quality* selanjutnya adalah faktor jarak *spray*, sudut *spray*, tekanan angin, tekanan cat, viskositas cat, dan lebar *pattern*. Penentuan faktor ini berdasarkan tingkat signifikansi pengaruh suatu faktor terhadap terjadinya *reject* yang diwakili oleh persentase relatif masing-masing faktor. Semakin besar persentase relatif maka menunjukkan semakin signifikan pengaruh faktor tersebut terhadap terjadinya *reject*. Besarnya persentase relatif yang mewakili suatu faktor signifikan atau tidak adalah sebesar 5 %. Sehingga nantinya yang menjadi kebutuhan teknis perancangan eksperimen adalah faktor-faktor yang secara signifikan mempengaruhi terjadinya *reject*.

4.3.4 Analisis *House of quality* Tahap 4

Pengembangan *house of quality* tahap 4 merupakan tahap terakhir dari pengembangan HOQ. Tujuannya adalah untuk menentukan fungsi-fungsi apa saja yang perlu dikembangkan untuk memenuhi *customer requirement* (faktor-faktor

terkontrol yang perlu dilakukan perancangan eksperimen). Dari pengembangan HOQ tahap 3, diperoleh 6 faktor terkontrol yang menjadi *customer requirement* pada pengembangan HOQ tahap 4 yaitu faktor jarak *spray*, sudut *spray*, tekanan angin, tekanan cat, viskositas cat, dan lebar *pattern*. Sedangkan yang menjadi *technical requirement* adalah fungsi-fungsi dari alat bantu DOE yang telah ada sebelumnya seperti DOE-Golfer dan Catapult serta fungsi-fungsi dari *spray gun* yang digunakan dalam industri otomotif. Penentuan fungsi-fungsi dari *spray gun* berdasarkan hasil *benchmarking* dengan alat *spray gun* yang ada dan hasil diskusi peneliti dengan bagian *process engineering*.

Penentuan *relationship matrix* dan *correlation matrix* berdasarkan hasil wawancara peneliti dengan orang yang ahli di bidang perancangan eksperimen dan mengenal dengan baik alat bantu DOE seperti DOE-Golfer dan Catapult. Di samping itu, peneliti juga melakukan wawancara dengan bagian *process engineering* dalam menentukan *relationship* dan *correlation matrix*. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan, fungsi ukuran wadah penampung cat memiliki hubungan yang kuat untuk memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen akan viskositas cat yang dapat di-set dan juga memiliki hubungan yang cukup kuat (*medium*) untuk memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen akan tekanan cat yang dapat diatur. Persentase kemampuan fungsi ini adalah sebesar 26 %. Fungsi *fluid nozzle* memiliki hubungan yang kuat untuk memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen akan lebar *pattern* yang dapat diatur dan juga memiliki hubungan yang lemah untuk memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen akan tekanan angin/*spray* yang dapat di-set. Persentase kemampuan fungsi ini adalah sebesar 20 %. Fungsi *air regulator* memiliki hubungan yang kuat untuk memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen akan tekanan angin yang dapat diatur. Persentase kemampuan fungsi ini adalah sebesar 18 %. Fungsi *fluid regulator* memiliki hubungan yang kuat untuk memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen akan tekanan cat yang dapat diatur dengan persentase sebesar 13 %. Faktor panjang air hose memiliki hubungan yang cukup kuat (*medium*) untuk memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen akan jarak *spray* dan tekanan angin yang dapat diatur. Sedangkan fungsi lainnya relatif tidak dapat memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa alat

bantu DOE yang ada sekarang seperti DOE-Golfer dan Catapult belum dapat memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen yang dimaksud. Sehingga perlu dikembangkan alat bantu pelatihan DOE yang baru yang dapat memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen tersebut.

Hasil pengembangan HOQ tahap4 akan menjadi input dalam proses perancangan alat bantu selanjutnya. Fungsi-fungsi yang akan dikembangkan menjadi suatu desain alat bantu merupakan fungsi-fungsi yang memiliki hubungan yang kuat untuk memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen yang dimaksud. Dari pengembangan HOQ tahap4, diperoleh 4 fungsi yang memiliki hubungan yang kuat. Ke-4 fungsi tersebut adalah fungsi *fluid nozzle* untuk memenuhi kebutuhan akan lebar *pattern* yang dapat diatur, fungsi ukuran wadah penampung cat untuk memenuhi kebutuhan akan viskositas cat yang dapat diatur, fungsi *air regulator* untuk memenuhi kebutuhan akan tekanan angin yang dapat diatur, dan fungsi *fluid regulator* untuk memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen akan tekanan cat yang dapat diatur. Sedangkan kebutuhan perancangan eksperimen untuk jarak *spray* dan sudut *spray* yang dapat diatur belum dapat terpenuhi. Hal ini dikarenakan alat *spray gun* yang ada sekarang belum dapat mengakomodasi kebutuhan tersebut. Di samping itu, faktor sudut *spray* dan jarak *spray* dalam aplikasinya dilapangan sangat tergantung dari skill operator dan cenderung berubah-ubah.

4.4 Analisis Perancangan Alat Bantu

4.4.1 Analisis Pengembangan Konsep

4.4.1.1 Memperjelas Masalah

Dari pengembangan HOQ tahap 3, dihasilkan 6 faktor terkontrol yang menjadi kebutuhan teknis perancangan eksperimen yaitu jarak *spray*, viskositas cat, tekanan angin, lebar *pattern spray*, sudut *spray* dan tekanan cat. Pemilihan keenam faktor tersebut berdasarkan persentase hubungan (tingkat signifikansi) relatif antara faktor tersebut dengan terjadinya *reject* meleleh, tipis, dan dll. Semakin besar persentase relatif maka semakin signifikan pengaruh faktor tersebut terhadap terjadinya *reject*. Sebaliknya, semakin kecil persentase relatif maka pengaruh faktor tersebut terhadap terjadinya *reject* semakin kecil (dapat

diabaikan). Untuk memudahkan perancangan alat bantu dan memfokuskan penelitian pada faktor-faktor yang signifikan mempengaruhi terjadinya *reject*, peneliti memilih jenis kebutuhan yang memiliki persentase relatif di atas 5 %. Sedangkan *technical requirement* dari alat bantu yang terpilih untuk dikembangkan adalah *fluid nozzle*, ukuran cup (wadah penampung cat), *air regulator*, dan *fluid regulator*.

Dari hasil pengembangan HOQ tahap 4, *fluid nozzle* memiliki hubungan yang kuat dengan pemenuhan kebutuhan perancangan eksperimen akan lebar *pattern spray* yang dapat diatur, ukuran cup memiliki hubungan yang kuat dengan kebutuhan viskositas cat yang dapat diatur, *air regulator* dengan kebutuhan tekanan angin yang dapat diatur, dan *fluid regulator* dengan tekanan cat yang dapat diatur. Sedangkan untuk pemenuhan kebutuhan perancangan eksperimen akan jarak dan sudut *spray* belum dapat terpenuhi. Hal ini disebabkan karena faktor sudut dan jarak *spray* pada aplikasinya cenderung berubah-ubah dan tergantung dari perilaku operator saat melakukan proses pengecatan.

4.4.1.2 Mencari Informasi Keluar

Pencarian informasi ke luar merupakan langkah kedua dari pengembangan konsep. Pada tahap memperjelas masalah, peneliti telah memperoleh fungsi-fungsi dari alat bantu yang perlu dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen. Namun, peneliti belum dapat menentukan spesifikasi/ukuran dari fungsi-fungsi tersebut yang sesuai untuk kebutuhan perancangan eksperimen. Oleh karena itu, tahap ini ditujukan untuk mencari solusi permasalahan di atas dengan melakukan beberapa metode yaitu metode wawancara, literatur dan *benchmarking* produk terkait.

Sebelum menentukan spesifikasi dari alat bantu, langkah pertama adalah menentukan spesifikasi kebutuhan perancangan eksperimen. Berdasarkan hasil wawancara peneliti dengan bagian *process engineering*, spesifikasi ukuran cup untuk keperluan viskositas cat yang dapat diatur adalah 5 L. Ukuran cup ini didasarkan pada kebutuhan cat dalam satu shift produksi dan standar viskositas cat yang digunakan di PT Motor Indonesia. Spesifikasi tekanan angin yang dapat diatur adalah antara 0.4 – 0.6 Mpa dan tekanan cat antara 0.15 – 0.4 Mpa.

Informasi ini diperoleh dari SOP yang ada di lini produksi *plastic painting* PT Motor Indonesia. Sedangkan penentuan spesifikasi lebar *pattern spray* merupakan hasil wawancara peneliti dengan operator *spray booth*. Hal ini disebabkan karena pada aplikasinya, lebar *pattern spray* sangat bergantung dari konfigurasi pengaturan setiap operator, sehingga cenderung berbeda-beda untuk setiap operator. Di samping itu, lebar *pattern spray* yang digunakan juga disesuaikan dengan ukuran part yang akan dicat. Dari hasil wawancara peneliti dengan narasumber, diperoleh informasi mengenai lebar *pattern spray* maksimal yang biasa digunakan yaitu sebesar 300 mm.

Setelah spesifikasi kebutuhan perancangan eksperimen diketahui, langkah selanjutnya adalah melakukan *benchmarking* dengan produk terkait. Tujuannya adalah untuk memperoleh informasi mengenai spesifikasi dari alat *spray gun* dan *paint pump* yang digunakan di industri otomotif. Informasi ini kemudian akan digunakan oleh peneliti dalam mengembangkan konsep produk atau menentukan spesifikasi fungsi-fungsi alat bantu yang akan dikembangkan. *Benchmarking* terhadap alat *spray gun* dan *paint pump* dilakukan untuk produk-produk dari perusahaan Anest Iwata USA, Inc. Anest Iwata Corporation adalah salah satu perusahaan terbesar di dunia yang khusus bergerak di industri *air compressor* dan *spray equipment*. Spesifikasi dari alat *spray gun* dan *paint pump* yang diproduksi oleh Anest Iwata USA, Inc. dapat dilihat pada tabel 3.17 dan gambar 3.11. Berdasarkan informasi tersebut, ukuran fluid nozzle bervariasi dengan konfigurasi lebar *pattern spray* antara 120 – 400 mm, ukuran cup antara 0.5 – 10 L, *air regulator* dengan tekanan maksimum mencapai 0.7 Mpa, dan *fluid regulator* dengan tekanan maksimum mencapai 0.6 Mpa.

4.4.1.3 Menggali Konsep secara Sistematis

Penggalan konsep bermaksud untuk mengarahkan segala kemungkinan dalam ruang lingkup yang ada ke arah penggalangan dan pengumpulan solusi. Pada tahap ini, peneliti menentukan spesifikasi dari fungsi-fungsi alat bantu berdasarkan informasi yang diperoleh dari hasil wawancara dan *benchmarking* dengan produk terkait. Penentuan spesifikasi fungsi-fungsi alat bantu dilakukan dengan cara membandingkan antara spesifikasi kebutuhan perancangan

eksperimen dengan spesifikasi dari alat *spray gun* dan *paint pump* yang ada (produk terkait). Spesifikasi dari fungsi-fungsi alat bantu yang akan dikembangkan dapat dilihat pada tabel 3.18.

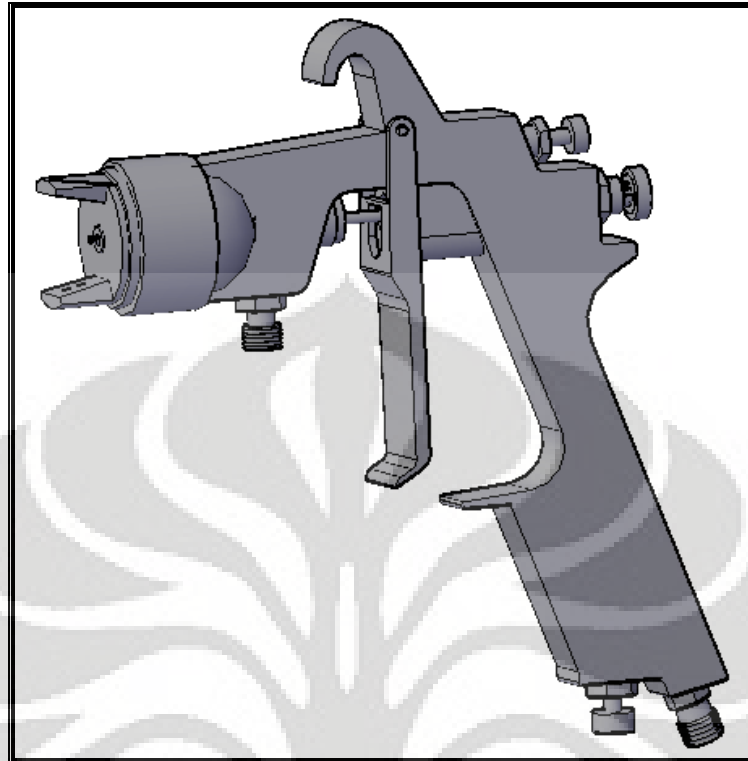
Setelah spesifikasi fungsi alat bantu diperoleh, langkah selanjutnya adalah mengembangkan konsep produk. Berdasarkan hasil studi literatur dan *benchmarking* produk terkait, terdapat 3 jenis *spray gun* berdasarkan *type of feed* yaitu *spray gun* dengan konsep gravitasi (*gravity*), tekanan (*pressure*), dan penghisapan (*suction*). Ketiga jenis *spray gun* tersebut akan menjadi konsep produk dari *spray gun* yang akan dikembangkan. Di samping itu, konsep produk dari *paint pump* yang akan dikembangkan adalah *paint pump* dengan konsep *stand mount*, *pail mount*, *cart mount*, dan *wall mount*. Konsep produk di atas kemudian dikombinasikan sehingga menghasilkan kombinasi-kombinasi konsep produk yang akan disaring lagi. Kombinasi konsep produk dapat dilihat pada tabel 3.19.

4.4.2 Analisis Pemilihan Konsep

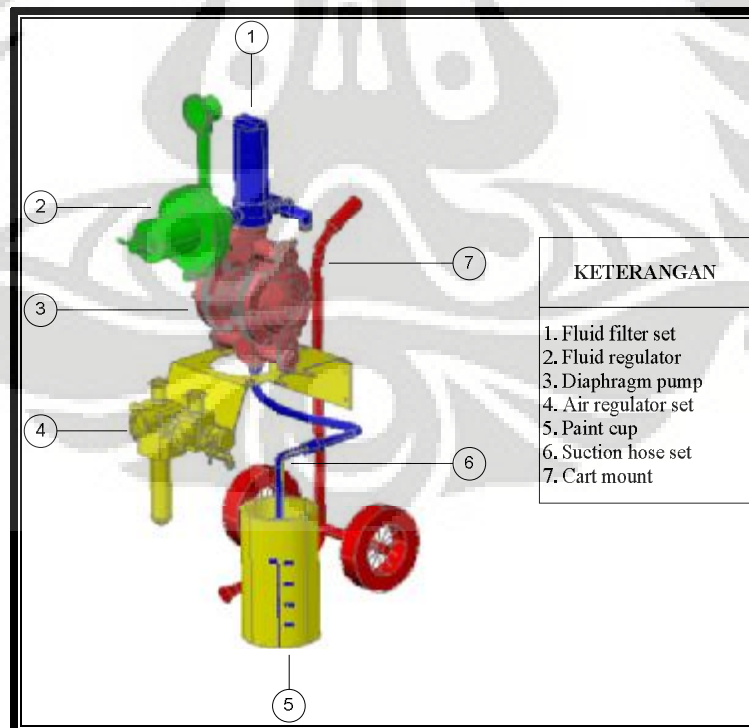
Dari konsep-konsep yang ada pada tabel 3.19, peneliti kemudian melakukan pemilihan konsep terbaik dengan menggunakan *concept screening* dan *concept selection matrix*. Pada *concept screening matrix*, yang menjadi kriteria penyaringan adalah kemampuan setiap konsep dalam memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen. Di samping itu, peneliti juga menambahkan dua kriteria yaitu ringan dan kemudahan alat bantu untuk dipindahkan (*portable*). Penambahan kedua kriteria ini didasarkan atas kemudahan dalam melakukan eksperimen. Dari hasil *concept screening matrix*, konsep produk untuk *spray gun* dengan teknik penghisapan tidak dapat memenuhi kebutuhan tekanan cat yang dapat diatur. Hal ini disebabkan *spray gun* jenis ini tidak menggunakan tekanan untuk mengalirkan cat. Sedangkan untuk *spray gun* jenis gravitasi, tekanan cat sangat bergantung dari volume cat yang tersedia dalam cup. Sehingga sulit untuk dilakukan pengontrolan. Di samping itu, *spray gun* dengan teknik penghisapan cenderung lebih berat dibandingkan dengan *spray gun* lainnya. Sehingga *spray gun* jenis ini lebih sulit digunakan dalam melakukan eksperimen. Dari hasil matriks penyaringan konsep, konsep produk dengan *spray gun* teknik penghisapan

tidak perlu dilakukan proses pemilihan lebih lanjut. Hal ini disebabkan karena *spray gun* jenis ini tidak dapat memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen untuk tekanan cat yang dapat diatur.

Konsep-konsep yang terpilih dari matriks penyaringan konsep, selanjutnya akan dilakukan pemilihan konsep terbaik dengan menggunakan matriks penilaian konsep. Penilaian akhir merupakan penjumlahan dari keenam kriteria penilaian yaitu nilai konsep produk untuk pemenuhan kebutuhan akan tekanan cat yang dapat diatur, tekanan angin yang dapat diatur, viskositas cat yang dapat diatur, lebar *pattern spray* yang dapat diatur, produk yang ringan dan mudah untuk dipindahkan. Sedangkan nilai dari setiap kriteria merupakan hasil perkalian antara bobot kriteria dengan rating masing-masing konsep. Berdasarkan matriks penilaian konsep pada tabel 3.21, konsep produk dengan *spray gun* teknik gravitasi memiliki nilai rating yang relatif kecil dalam pemenuhan kebutuhan untuk tekanan cat yang dapat diatur dan produk yang ringan. Hal ini disebabkan karena tekanan cat sangat bergantung dari volume cat yang tersedia di dalam cup dan posisi cup yang berada di atas *spray gun* membuat alat ini menjadi lebih berat dibandingkan konsep *spray gun* dengan teknik tekanan. Dalam pemenuhan kebutuhan akan produk yang mudah dipindahkan, konsep *paint pump* dengan model *cart mount* memiliki rating paling besar dibandingkan konsep *paint pump* lainnya. Sedangkan konsep *paint pump* untuk model *wall mount* memiliki nilai rating paling kecil. Dari hasil penilaian, konsep terbaik adalah konsep C, yaitu konsep produk untuk *spray gun* teknik tekanan dan *paint pump* jenis *cart mount*. Pemilihan konsep ini didasarkan karena konsep C dapat memenuhi keempat kebutuhan perancangan eksperimen. Di samping itu, konsep produk ini lebih ringan dan mudah dipindahkan dibandingkan dengan konsep lainnya. Dari konsep tersebut, kemudian peneliti melakukan proses disain untuk *spray gun* dengan teknik tekanan dan *paint pump* untuk model *cart mount* dengan menggunakan software CAD. Disain dari *spray gun* dan *paint pump* dapat dilihat pada gambar 4.2 dan 4.3.



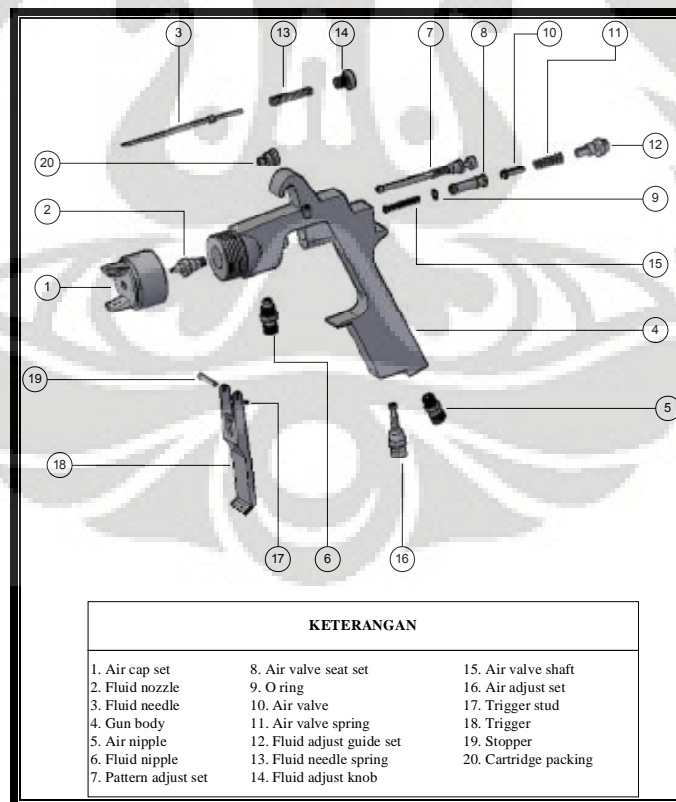
Gambar 4.2 *Disain Spray Gun*



Gambar 4.3 *Disain Paint pump*

4.5 Analisis Disain *Spray Gun*

Disain *spray gun* terdiri 20 part atau komponen. Informasi selengkapnya dapat dilihat pada gambar 4.4. Secara keseluruhan dimensi *spray gun* adalah 11 x 13 x 1.5 cm. Ukuran ini disesuaikan dengan ukuran *spray gun* yang ada di pasar. Di samping itu, ukuran ini juga disesuaikan dengan ukuran genggam tangan manusia. Diameter *fluid nozzle* yang digunakan adalah 1.2 mm dengan kemampuan pengaturan lebar *pattern spray* mencapai 300 mm. Dengan spesifikasi ini, kebutuhan perancangan eksperimen untuk lebar *pattern spray* yang dapat diatur dapat terpenuhi. Posisi *nipple* untuk tekanan angin dan cat berada di bagian bawah dari *spray gun*. Peletakan ini ditujukan agar operator tidak menerima beban terlalu besar ketika melakukan proses pengecatan. Sedangkan ukuran disain *trigger* dari *spray gun* disesuaikan dengan ukuran genggam jari telunjuk dan tengah dari tangan manusia. Di samping itu, pada bagian atas *spray gun*, terdapat kail yang dapat digunakan untuk menggantung *spray gun* ketika tidak digunakan.



Gambar 4.4 Lepasn *Spray Gun*

4.6 Analisis Disain *Paint pump*

Disain *paint pump* terdiri dari 7 bagian yaitu *fluid filter set*, *fluid regulator*, *diaphragm pump*, *air regulator*, *paint cup*, *suction hose set*, dan *cart mount*. Secara umum mekanisme kerja *paint pump* adalah sebagai berikut: cat yang berada di dalam cup akan dihisap oleh *diaphragm pump* dengan menggunakan *suction hose set*. Dari *diaphragm pump*, cat kemudian akan dialirkan ke dalam *fluid filter set* untuk dilakukan penyaringan. Tujuannya adalah agar kotoran atau partikel yang berukuran besar tidak masuk ke dalam *spray gun* yang dapat mengakibatkan penyumbatan. Cat yang telah disaring, kemudian akan dialirkan ke dalam *spray gun* dengan menggunakan selang. Pengaliran cat ke dalam *spray gun* diatur oleh *fluid regulator*. Sehingga *fluid regulator* berfungsi untuk mengatur tekanan cat dalam proses pengaliran cat dari *fluid filter set* ke dalam *spray gun*. Di samping itu, pada *paint pump* juga terdapat *air regulator*. Bagian ini berfungsi untuk mengatur tekanan angin yang mengalir ke dalam *spray gun* sehingga dapat mengatomisasi partikel cat menjadi lebih kecil.

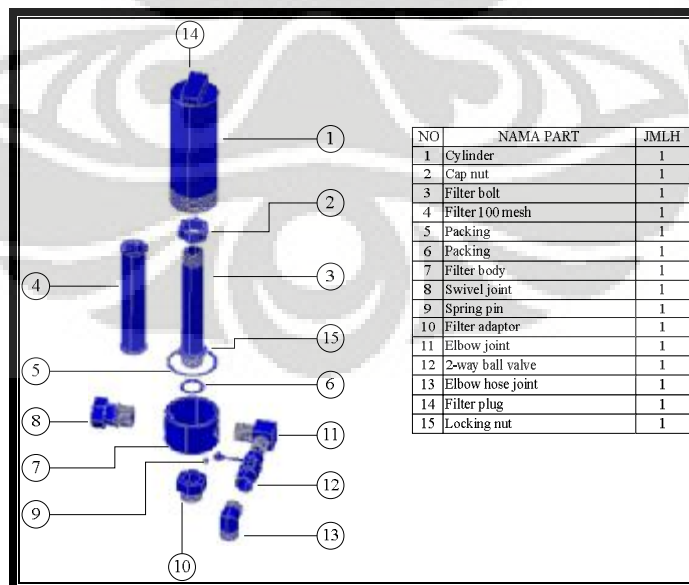
Sebagaimana telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, *diaphragm pump* adalah bagian dari *paint pump* yang berfungsi untuk menghisap cat yang ada dalam cup dan mengalirkannya ke dalam *fluid filter set*. Informasi selengkapnya mengenai part-part dari *diaphragm pump* dapat dilihat pada gambar 4.7. Sedangkan disain *fluid filter set* terdiri dari 15 part. Informasi mengenai part-part tersebut dapat dilihat pada gambar 4.5. *Fluid filter set* berhubungan dengan *diaphragm pump* dan *fluid regulator*. Pada bagian ini terdapat *filter adaptor*. *Filter adaptor* berfungsi untuk menghubungkan *fluid filter set* dengan *diaphragm pump*. Diameter *filter adaptor* disesuaikan dengan diameter *adaptor upper* pada *diaphragm pump*. Sedangkan part yang menghubungkan *fluid filter set* dengan *fluid regulator* adalah *swivel joint*. Diameter *swivel joint* disesuaikan dengan diameter *fluid inlet joint* pada *fluid regulator*. Pada bagian ini, part yang berfungsi untuk melakukan proses penyaringan cat adalah *filter bolt* dan *filter 100 mesh*. Cat yang telah disaring kemudian akan dialirkan ke *fluid regulator* melalui *swivel joint*.

Cat yang dialirkan ke dalam *fluid regulator* kemudian akan diteruskan ke dalam *spray gun* melalui *fluid outlet joint* dengan menggunakan selang. Pada *fluid*

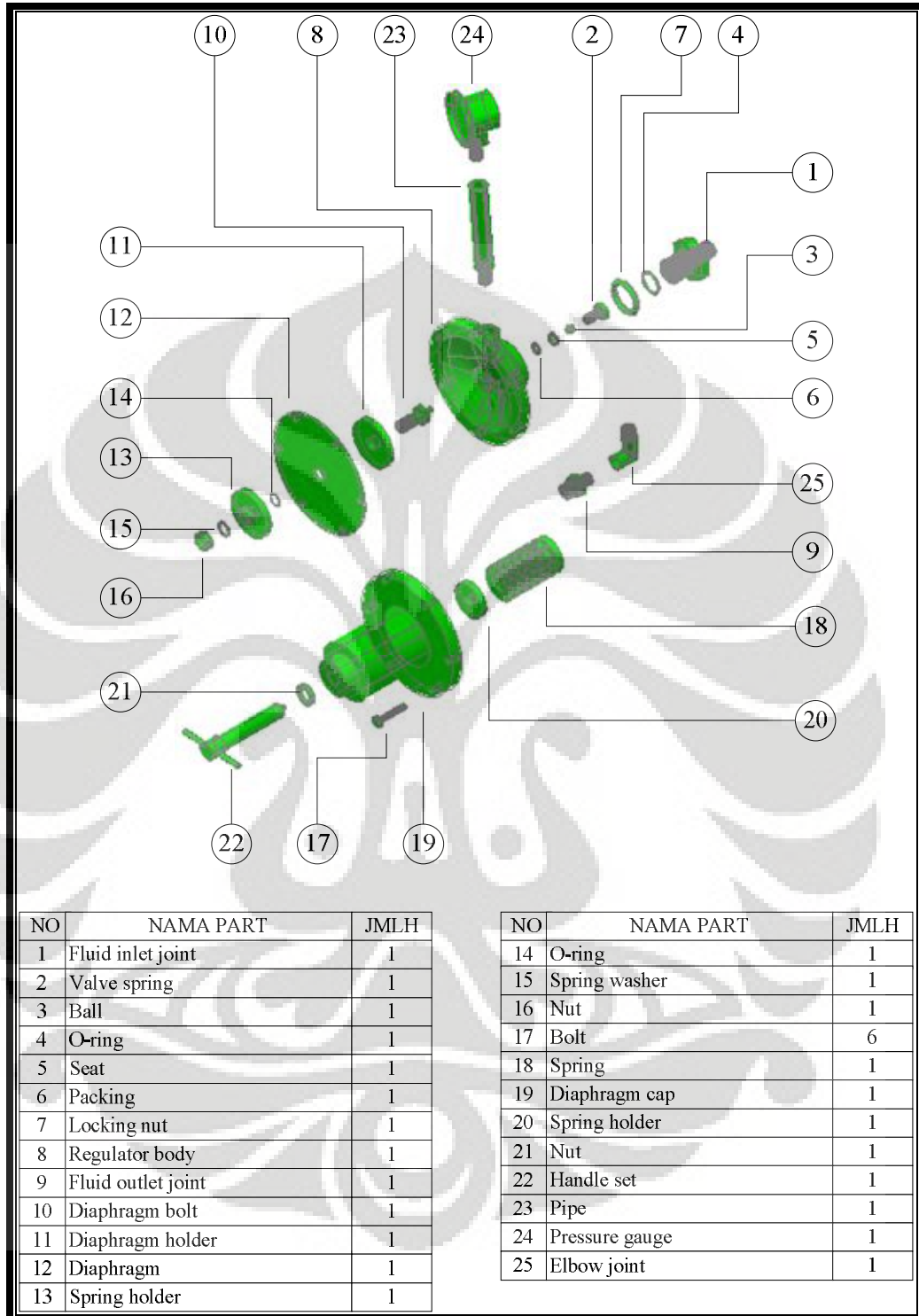
regulator terdapat *pressure gauge* yang berfungsi untuk menunjukkan besarnya tekanan cat. Besarnya tekanan cat yang dapat diatur mencapai 0.6 Mpa. Sehingga alat ini telah dapat memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen untuk tekanan cat yang dapat diatur. Disain *fluid regulator* terdiri dari 25 komponen. Informasi selengkapnya mengenai part-part dari *fluid regulator* dapat dilihat pada gambar 4.6.

Di samping *fluid regulator*, pada *paint pump* juga terdapat *air regulator*. *Air regulator* juga memiliki *pressure gauge* yang berfungsi untuk menunjukkan besarnya tekanan angin yang masuk ke dalam spray gun. Tekanan angin ini dapat diatur dengan memutar katup yang ada (*3 way ball valve*). Tekanan angin yang dapat diatur mencapai 0.7 Mpa. Sehingga alat ini telah dapat memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen untuk tekanan angin yang dapat diatur. Informasi selengkapnya mengenai part-part dari *air regulator* dapat dilihat pada gambar 4.8.

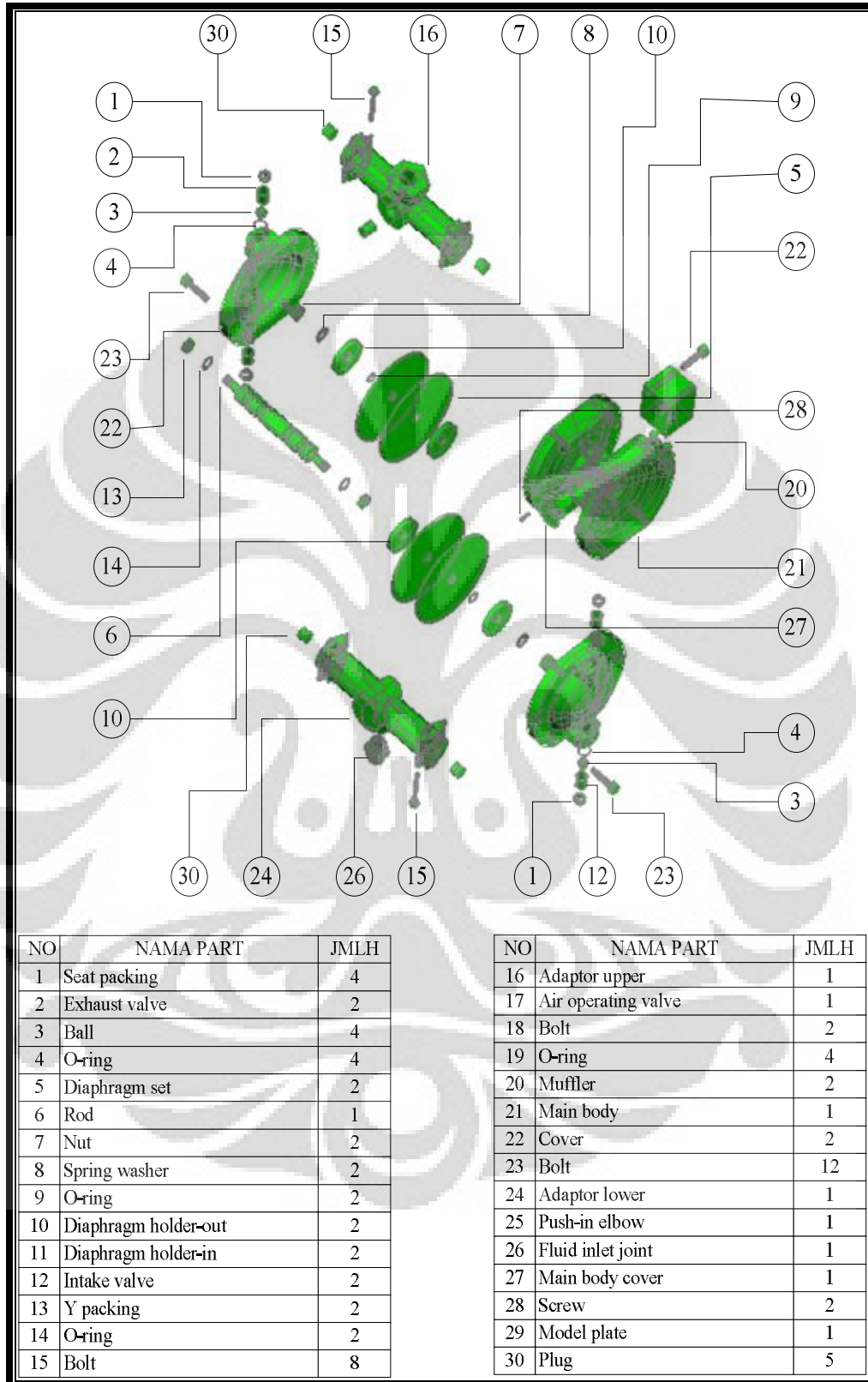
Disain *paint cup* berbentuk silinder dengan diameter sebesar 16 cm. tinggi silinder mencapai 30 cm. Volume cat maksimum yang dapat ditampung mencapai 3 Liter. Sehingga ukuran dari *paint cup* telah dapat memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen untuk viskositas cat yang dapat diatur. Disain *paint cup* dapat dilihat pada gambar 4.9.



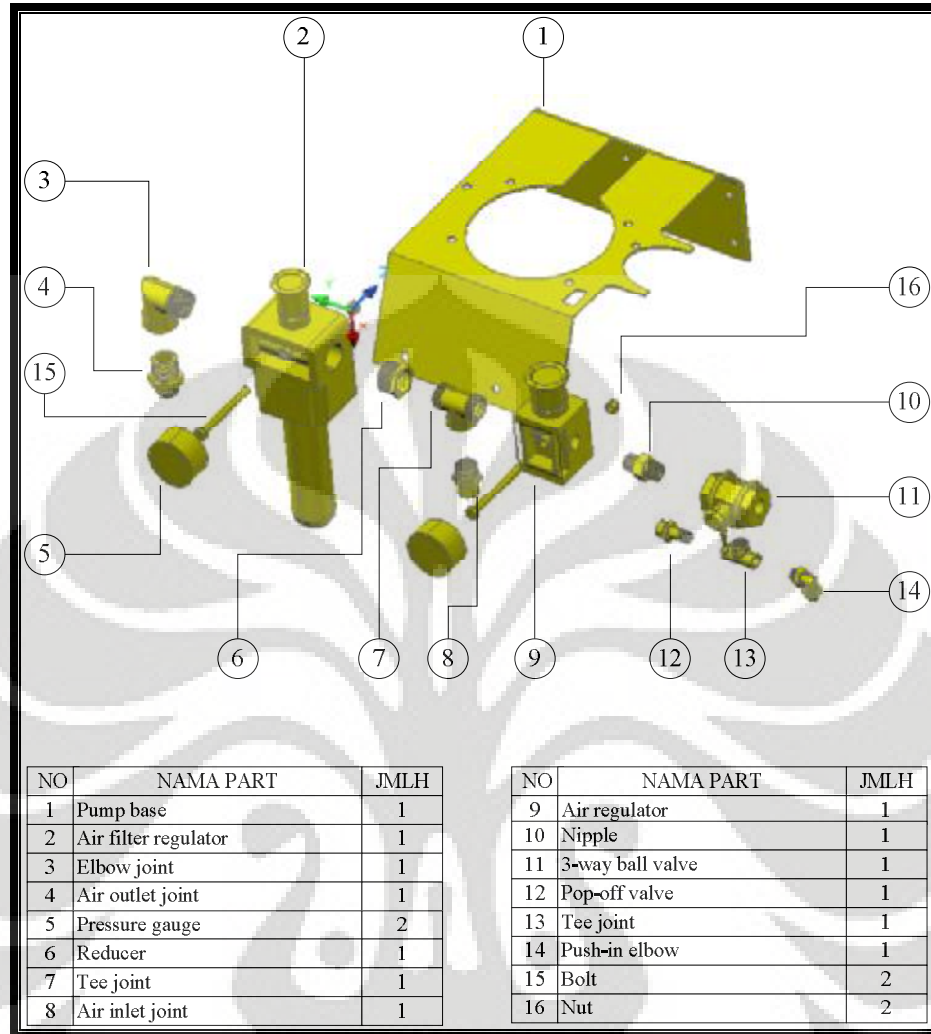
Gambar 4.5 Lepasn *Fluid Filter Set*



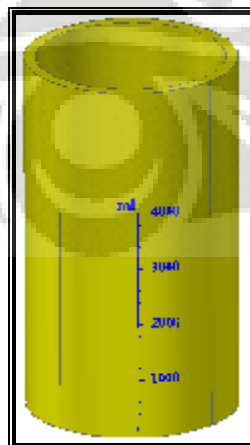
Gambar 4.6 Lepas-an *Fluid regulator*



Gambar 4.7 Lepasn Diaphragm pump



Gambar 4.8 Lepasn Air regulator Set



Gambar 4.9 Disain Paint Cup

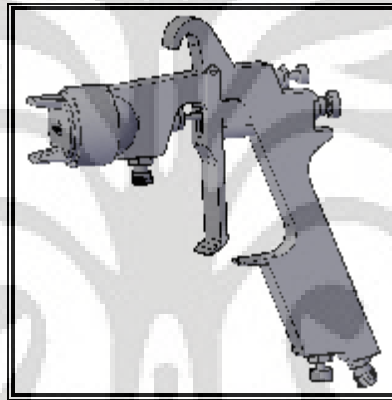
BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

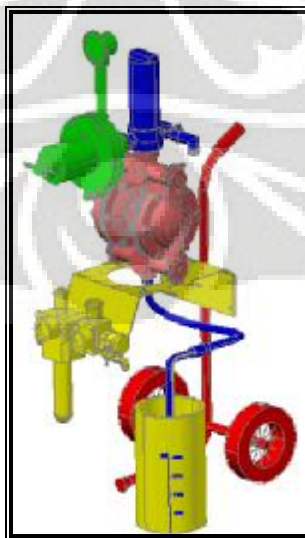
Dari penelitian yang telah dilakukan dengan judul “Perancangan Alat Bantu Pelatihan *Experimental Design* untuk Pemahaman dan Pembelajaran *Experimental Design* bagi Kalangan Industri Otomotif” dapat diambil kesimpulan bahwa hasil rancangan alat bantu yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan perancangan eksperimen bagi kalangan industri otomotif meliputi:

1. *Spray gun*



Gambar 5.1 Disain *Spray Gun*

2. *Paint pump*



Gambar 5.2 Disain *Paint Pump*

5.2 Saran

Dalam rangka perbaikan untuk penelitian-penelitian yang serupa sebaiknya dilakukan analisis terhadap faktor-faktor ekonomi untuk mendapatkan material dan disain dengan biaya manufaktur paling rendah.



DAFTAR REFERENSI

Ulrich, K.T., & Eppinger, D.S. (2003). *Product design and development* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.

Lye, L.M. (2005). Tools and toys for teaching design of experiments methodology. *Proceedings of the 33rd Annual Conference of the Canadian Society for Civil Engineering, Moncton, NB, June 2005.*

Anderson, M. J. & Whitcomb, P.J. (2000) *DOE Simplified: Practical Tools for Effective Experimentation*. Portland: Productivity, Inc.

Bouchereau, Hefin., (2000) “Methods and Techniques to Help QFD Benchmarking”, *An International Journal*, Vol. 7 No. 1

Maguad, B. A. (2009) Using QFD to integrate the voice of the customer into the academic planning process. *Proceedings of ASBBS*, Vol. 16 No.1.

<http://www.aisi.or.id/>

<http://www.anestiwata.com/>

http://www.qfdi.org/what_is_qfd/what_is_qfd.html/

LAMPIRAN



LAMPIRAN 1
PROFIL PT MOTOR INDONESIA

Nama Perusahaan : PT Motor Indonesia
Status Perusahaan : Perseroan Terbatas
Status Investasi : PMA (Penanaman Modal Asing)
Alamat Perusahaan : Jl. Laksda Yos Sudarso - Sunter I
Jakarta 14350, Indonesia
Tel. +6221.6518080, 30418080 (Hunting)
Fax. +6221.6521889, 651 88 14

Jam Kerja : Kantor : 07.30 – 16.30 WIB
Pabrik : Shift I : 07.00 – 16.00 WIB
Shift II : 16.00 – 24.00 WIB
Shift III : 24.00 – 07.00 WIB

Tanggal Pendirian : 11 Juni 1971 sebagai PT Federal Motor 31 Oktober 2000
merger menjadi PT Motor Indonesia

Kepemilikan : 50% PT. Astra International Tbk
50% Honda Motor Co., Ltd

Kapasitas Produksi : Terpasang : 3.000.000 unit/tahun

Referensi Standar : JIS (Japan Industrial Standard)
SII (Standar Industri Indonesia)
SNI (Standar Nasional Indonesia)
HES (Honda Engineering Standar)
ISO 9001
ISO 14001
ISO 17025
OHSAS 18001

Aktivitas : Agen Tunggal Pemegang Merek (ATPM), Manufaktur,
Perakitan dan Distributor Sepeda Motor HONDA

Jumlah Karyawan : 12.843 orang (Maret 2009)

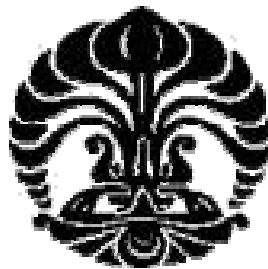
Visi : Kami senantiasa berusaha untuk mencapai yang terbaik
dalam industri

sepeda motor di Indonesia, untuk memberi manfaat bagi masyarakat luas, dalam menyediakan alat transportasi yang berkualitas tinggi, sesuai kebutuhan konsumen, dengan harga yang terjangkau, serta didukung oleh fasilitas manufaktur terpadu, teknologi mutakhir, jaringan pemeliharaan, suku cadang dan manajemen kelas dunia.

Misi : Kami bertekad untuk menyediakan sepeda motor yang berkualitas tinggi dan handal sebagai sarana transportasi bagi masyarakat yang sesuai kebutuhan konsumen, pada tingkat harga yang terjangkau.

Jumlah Produksi : 1998 : 286.000 unit
1999 : 288.888 unit
2000 : 488.888 unit
2001 : 940.000 unit
2002 : 1.460.000 unit
2003 : 1.570.000 unit
2004 : 2.037 000 unit
2005 : 2.652 000 unit
2006 : 2.350.000 unit
2007 : 2.138.000 unit
2008 : 2.874.576 unit

LAMPIRAN 2
KUESIONER



DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS INDONESIA

2009

Bapak / Ibu / Sdr / i yang saya hormati,

Saya, Artado Parulian adalah mahasiswa tingkat akhir program Sarjana Teknik Industri Universitas Indonesia dengan NPM 0405070054.

Pada saat ini, saya sedang melakukan penelitian dalam rangka penyelesaian skripsi dengan topik perancangan alat bantu pelatihan *experimental design* (DOE) untuk industri otomotif.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh desain alat bantu pelatihan DOE. Alat bantu ini nantinya dapat digunakan sebagai alat bantu pelatihan DOE dalam proses painting khususnya *painting plastic*. Dengan adanya alat bantu ini, diharapkan dapat meningkatkan proses pembelajaran dan pelatihan DOE bagi kalangan industri otomotif.

Untuk merancang alat bantu tersebut, saya membutuhkan data mengenai faktor-faktor yang signifikan mempengaruhi terjadinya reject pada proses painting.

Maka, saya mengharapkan partisipasi dari Bapak / Ibu untuk mengisi kuesioner berikut. Bantuan Bapak / Ibu akan membantu saya dalam menentukan faktor-faktor yang signifikan mempengaruhi terjadinya reject pada proses painting.

Apabila ada pertanyaan mengenai kuesioner ini, Bapak / Ibu dapat menghubungi:

Artado Parulian
Departemen Teknik Industri
Fakultas Teknik
Universitas Indonesia
Kampus UI Depok 16424
Telp. 021-92446224
Email: artado_ti05@yahoo.co.id

Atau

Dosen Pembimbing:
Ir. Fauzia Dianawati, Msi
Departemen Teknik Industri
Fakultas Teknik
Universitas Indonesia
Kampus UI Depok 16424
Telp. 021-788 88805
Email: fauziadiana@yahoo.com

Atas bantuan dan partisipasi Bapak / Ibu, peneliti mengucapkan terima kasih.

Hormat saya,

Artado Parulian
0405070054

Petunjuk Pengisian

Anda diminta untuk menentukan faktor-faktor yang signifikan mempengaruhi terjadinya reject pada proses *painting*.

Tingkat signifikansi menyatakan seberapa berpengaruh menurut anda sebuah faktor terhadap terjadinya reject.

Anda diminta untuk memberikan angka 1,2,3 atau 4 (yang paling mewakili pendapat anda) pada kotak yang tersedia.

Jika menurut anda faktor tersebut tidak mempengaruhi terjadinya reject, maka anda tidak perlu memberikan angka pada kotak yang tersedia.

Keterangan:

Tingkat Signifikansi
• = Kurang berpengaruh
, = Cukup Berpengaruh
<i>f</i> = Berpengaruh
” = Sangat Berpengaruh

1. Menurut anda, faktor-faktor apa saja yang signifikan mempengaruhi terjadinya reject **MELER**?

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Jarak Spray | <input type="checkbox"/> Viskositas | <input type="checkbox"/> Suhu Oven |
| <input type="checkbox"/> Lebar Pattern | <input type="checkbox"/> Tekanan Spray | <input type="checkbox"/> Penambahan Degrease |
| <input type="checkbox"/> Tekanan Cat | <input type="checkbox"/> Sudut Spray | <input type="checkbox"/> Kualitas cat/thinner |
| <input type="checkbox"/> Kontur part | <input type="checkbox"/> Kecepatan Konveyor | |
| <input type="checkbox"/> Lain-lain (sebutkan):..... | | |

2. Menurut anda, faktor-faktor apa saja yang signifikan mempengaruhi terjadinya reject **TIPIS**?

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Jarak Spray | <input type="checkbox"/> Viskositas | <input type="checkbox"/> Suhu Oven |
| <input type="checkbox"/> Lebar Pattern | <input type="checkbox"/> Tekanan Spray | <input type="checkbox"/> Penambahan Degrease |
| <input type="checkbox"/> Tekanan Cat | <input type="checkbox"/> Sudut Spray | <input type="checkbox"/> Kualitas cat/thinner |
| <input type="checkbox"/> Kontur part | <input type="checkbox"/> Kecepatan Konveyor | |
| <input type="checkbox"/> Lain-lain (sebutkan):..... | | |

3. Menurut anda, faktor-faktor apa saja yang signifikan mempengaruhi terjadinya reject **DI**?

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Jarak Spray | <input type="checkbox"/> Viskositas | <input type="checkbox"/> Suhu Oven |
| <input type="checkbox"/> Lebar Pattern | <input type="checkbox"/> Tekanan Spray | <input type="checkbox"/> Penambahan Degrease |
| <input type="checkbox"/> Tekanan Cat | <input type="checkbox"/> Sudut Spray | <input type="checkbox"/> Kualitas cat/thinner |
| <input type="checkbox"/> Kontur part | <input type="checkbox"/> Kecepatan Konveyor | |
| <input type="checkbox"/> Lain-lain (sebutkan):..... | | |

LAMPIRAN 3

DATA HISTORI REJECT PAINTING

BULAN FEBRUARI 2009

PTPL 1B : Line F			SHIFT 1															
No	Nama Part	Warna	Produksi				Penyebab Reject										TOTAL REJECT	
			Hanger	In	Buffing	Reject	Meler	Kotor	Tipis	Minyak	Nyerep	Air	Orange Peels	Gores Dasar	Amplas	Dil		
1	Cover Main Pipe Side R	Black	4492	2025	2089	378	70	25	201	27	0	0	0	0	31	23	377	
2	Cover Main Pipe Side L	Black	4585	2190	2049	346	49	11	214	31	0	0	0	0	21	20	346	
3	Cover Main Pipe Front	Black	4224	1839	2173	212	5	13	132	23	0	0	0	0	18	21	212	
4	Cover Body R	Black	4603	3692	724	187	11	9	123	10	2	0	0	4	11	17	187	
5		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7		Anchor Grey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Cover Body L	Black	4181	3362	684	135,3	17	10	42	4	41	0	6,3	0	2	13	135	
9		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11		Anchor Grey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	Cover R Center Side	Black	4397	3803	449	145	27	8	96	2	0	0	0	0	9	3	145	
13	Cover L Center Side	Black	4212	3737	368	107	3	4	71	13	0	0	0	0	4	12	107	
14	Cover Handle Top	Black	4422	2085	2098	239	33	14	131	14	0	0	0	0	30	19	241	
15		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17		Anchor Grey	5111	3021	1710	380	65	14	213	0	0	0	0	0	30	58	380	
18	Cover Front Top	Black	4493	1384	2877	232	24	14	69	46	34	1	0	0	24	18	230	
19		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21		Anchor Grey	5649	4213	992	438	70	20	210	25	14	0	0	0	35	64	438	
22	Front Fender A	Black	3594	1750	1627	217	42	9	86	3	0	0	0	0	12	65	217	
TOTAL			53963	33101	17840	3016,3	416	151	1588	198	91	1	6,3	4	227	333	3015	
Prosentase				61,3%	33,1%	5,6%	0,8%	0,3%	2,9%	0,4%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,6%	5,6%	

LAMPIRAN 3

DATA HISTORI REJECT PAINTING (SAMBUNGAN)

BULAN FEBRUARI 2009

PTPL 1B : Line F			SHIFT 2															
No	Nama Part	Warna	Produksi				Penyebab Reject										TOTAL REJECT	
			Hanger	In	Buffing	Reject	Meler	Kotor	Tipis	Minyak	Nyerep	Air	Orange Peels	Gores Dasar	Amplas	DII		
1	Cover Main Pipe Side R	Black	2010	1051	812	147	33	0	64	0	0	0	0	0	0	20	30	147
2	Cover Main Pipe Side L	Black	1865	1053	733	79	23	0	24	0	0	0	0	0	8	24	79	
3	Cover Main Pipe Front	Black	2040	716	1242	82	2	0	44	0	0	0	0	0	2	34	82	
4	Cover Body R	Black	1711	1307	362	42	7	0	13	0	0	0	0	0	6	16	42	
5		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7		Anchor Grey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	Cover Body L	Black	1449	1121	286	42	3	0	2	0	17	0	0	0	1	19	42	
9		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11		Anchor Grey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	Cover R Center Side	Black	1487	1146	273	68	2	0	24	0	0	0	0	0	6	36	68	
13	Cover L Center Side	Black	1623	1363	250	10	4	0	5	0	0	0	0	0	1	0	10	
14	Cover Handle Top	Black	1796	906	845	45	2	0	27	0	0	0	0	0	0	16	45	
15		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17		Anchor Grey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	Cover Front Top	Black	1725	419	1211	95	28	2	38	0	0	0	0	0	12	15	95	
19		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21		Anchor Grey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22	Front Fender A	Black	1870	854	919	97	23	0	38	0	0	0	0	0	0	36	97	
TOTAL			17576	9936	6933	707	127	2	279	0	17	0	0	0	56	226	707	
Prosentase				18,4%	12,8%	1,3%	0,2%	0,0%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,4%	1,3%	

LAMPIRAN 3

DATA HISTORI REJECT PAINTING (SAMBUNGAN)

BULAN FEBRUARI 2009

PTPL 1B : Line F			TOTAL															
No	Nama Part	Warna	Produksi				Penyebab Reject									TOTAL REJECT		
			Hanger	In	Buffing	Reject	Meler	Kotor	Tipis	Minyak	Nyerep	Air	Orange Peels	Gores Dasar	Amplas		Dil	
1	Cover Main Pipe Side R	Black	6502	3076	2901	525	103	25	265	27	0	0	0	0	51	53	525	
2	Cover Main Pipe Side L	Black	6450	3243	2782	425	72	11	238	31	0	0	0	0	29	44	425	
3	Cover Main Pipe Front	Black	6264	2555	3415	294	7	13	176	23	0	0	0	0	20	55	294	
4	Cover Body R	Black	6314	4999	1086	229	18	9	136	10	2	0	0	4	17	33	229	
5		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7		Anchor Grey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Cover Body L	Black	5630	4483	970	177,3	20	10	44	4	58	0	6,3	0	3	32	177	
9		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11		Anchor Grey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	Cover R Center Side	Black	5884	4949	722	213	29	8	120	2	0	0	0	0	15	39	213	
13	Cover L Center Side	Black	5835	5100	618	117	7	4	76	13	0	0	0	0	5	12	117	
14	Cover Handle Top	Black	6218	2991	2943	284	35	14	158	14	0	0	0	0	30	35	286	
15		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17		Anchor Grey	5111	3021	1710	380	65	14	213	0	0	0	0	0	30	58	380	
18	Cover Front Top	Black	6218	1803	4088	327	52	16	107	46	34	0	0	0	36	33	327	
19		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21		Anchor Grey	5649	4213	992	438	70	20	210	25	14	0	0	0	35	64	438	
22	Front Fender A	Black	5464	2604	2546	314	65	9	124	3	0	0	0	12	101	314		
TOTAL			71539	43037	24773	3729,3	543	153	1867	198	108	0	6,3	4	283	559	3722	
Prosentase				60,2%	34,6%	5,2%	0,8%	0,2%	2,6%	0,3%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,8%	5,2%	

LAMPIRAN 3

DATA HISTORI REJECT PAINTING (SAMBUNGAN)

BULAN MARET 2009

PTPL 1B : Line F			SHIFT 1														
No	Nama Part	Warna	Produksi				Penyebab Reject										TOTAL REJECT
			Hanger	In	Buffing	Reject	Meler	Kotor	Tipis	Minyak	Nyerup	Air	Orange Peels	Gores Dasar	Amplas	DII	
1	Cover Main Pipe Side R	Black	3561	1518	1718	325	62	20	139	3	0	0	0	0	27	74	325
2	Cover Main Pipe Side L	Black	3332	1608	1545	179	25	9	78	7	0	1	0	0	13	46	179
3	Cover Main Pipe Front	Black	3623	1486	1950	187	10	61	101	0	0	0	0	7	8	187	
4	Cover Body R	Black	3649	2885	599	165	9	7	110	6	0	1	0	5	7	20	165
5		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7		Anchor Grey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Cover Body L	Black	3455	2581	649	225	9	1	114	5	0	0	0	0	2	94	225
9		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11		Anchor Grey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Cover R Center Side	Black	3722	2751	730	241	47	8	24	1	0	0	0	39	122	241	
13	Cover L Center Side	Black	3473	2639	677	157	8	7	63	0	0	0	0	12	67	157	
14	Cover Handle Top	Black	3754	1217	2314	223	20	11	116	26	0	1	0	0	26	23	223
15		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17		Anchor Grey	4809	3242	1247	320	49	15	162	18	0	0	1	0	25	50	320
18	Cover Front Top	Black	3752	1011	2540	201	37	21	55	9	0	0	0	29	50	201	
19		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21		Anchor Grey	5181	3378	1433	370	56	12	198	20	0	0	0	1	28	55	370
22	Front Fender A	Black	3875	1701	1817	357	28	19	157	3	0	0	3	26	121	357	
TOTAL			46186	26017	17219	2950	360	191	1317	98	0	3	4	6	241	730	2950
Prosentase				56,3%	37,3%	6,4%	0,8%	0,4%	2,9%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%	1,6%	6,4%

LAMPIRAN 3

DATA HISTORI REJECT PAINTING (SAMBUNGAN)

BULAN MARET 2009

PTPL 1B : Line F			SHIFT 2															
No	Nama Part	Warna	Produksi				Penyebab Reject										TOTAL REJECT	
			Hanger	In	Buffing	Reject	Meler	Kotor	Tipis	Minyak	Nyerap	Air	Orange Peels	Gores Dasar	Amplas	DII		
1	Cover Main Pipe Side R	Black	959	412	457	90	13	0	61	0	0	0	0	0	0	0	16	90
2	Cover Main Pipe Side L	Black	887	475	328	84	5	0	50	0	0	0	0	0	0	0	29	84
3	Cover Main Pipe Front	Black	895	289	584	22	3	0	12	0	0	0	0	0	0	0	7	22
4	Cover Body R	Black	932	691	223	18	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	14	18
5		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7		Anchor Grey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Cover Body L	Black	664	526	127	11	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	9	11
9		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11		Anchor Grey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Cover R Center Side	Black	884	686	166	32	3	0	16	2	0	0	0	0	0	0	11	32
13	Cover L Center Side	Black	906	758	138	10	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5	10
14	Cover Handle Top	Black	1025	437	552	36	9	0	20	0	0	0	0	0	0	0	7	36
15		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17		Anchor Grey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	Cover Front Top	Black	709	149	535	25	8	0	5	0	0	0	0	0	0	0	12	25
19		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21		Anchor Grey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	Front Fender A	Black	680	295	365	20	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	14	20
TOTAL			8541	4718	3475	348	44	0	178	2	0	0	0	0	0	0	124	348
Prosentase				10,2%	7,5%	0,8%	0,1%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,8%

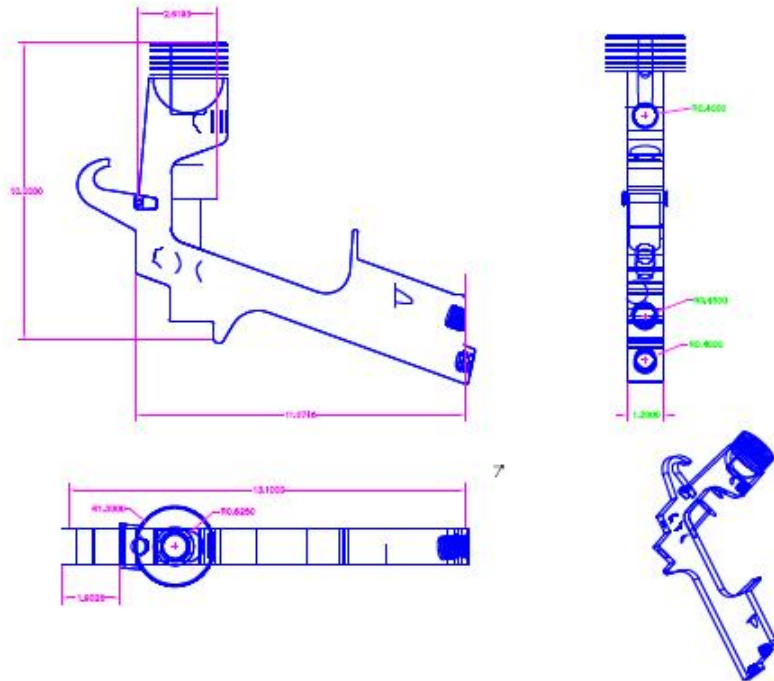
LAMPIRAN 3

DATA HISTORI REJECT PAINTING (SAMBUNGAN)

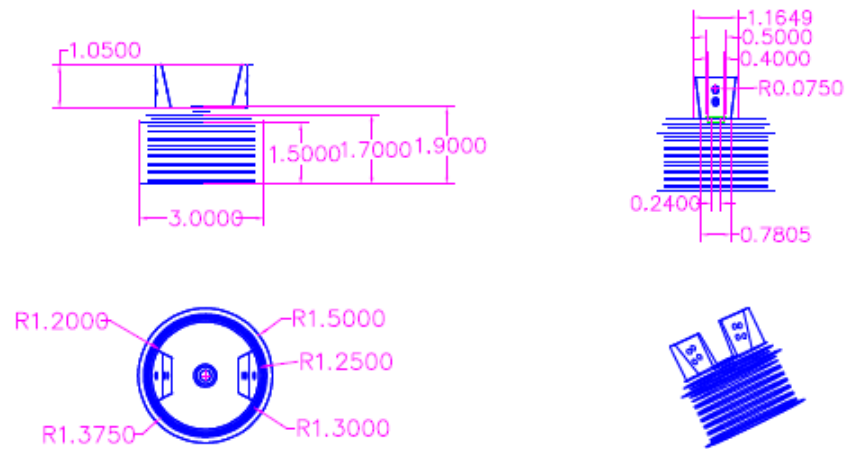
BULAN MARET 2009

PTPL 1B : Line F			TOTAL															
No	Nama Part	Warna	Produksi				Penyebab Reject										TOTAL REJECT	
			Hanger	In	Buffing	Reject	Meler	Kotor	Tipis	Minyak	Nyerap	Air	Orange Peels	Gores Dasar	Amplas	DII		
1	Cover Main Pipe Side R	Black	4520	1930	2175	415	75	20	200	3	0	0	0	0	27	90	415	
2	Cover Main Pipe Side L	Black	4219	2083	1873	263	30	9	128	7	0	1	0	0	13	75	263	
3	Cover Main Pipe Front	Black	4518	1775	2534	209	13	61	113	0	0	0	0	0	7	15	209	
4	Cover Body R	Black	4581	3576	822	183	10	7	113	6	0	1	0	5	7	34	183	
5		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7		Anchor Grey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Cover Body L	Black	4119	3107	776	236	9	1	116	5	0	0	0	0	2	103	236	
9		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11		Anchor Grey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Cover R Center Side	Black	4606	3437	896	273	50	8	40	3	0	0	0	0	39	133	273	
13	Cover L Center Side	Black	4379	3397	815	167	8	7	68	0	0	0	0	0	12	72	167	
14	Cover Handle Top	Black	4779	1654	2866	259	29	11	136	26	0	1	0	0	26	30	259	
15		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17		Anchor Grey	4809	3242	1247	320	49	15	162	18	0	0	1	0	25	50	320	
18	Cover Front Top	Black	4461	1160	3075	226	45	21	60	9	0	0	0	0	29	62	226	
19		Scarlet Red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20		Dig Silver Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21		Anchor Grey	5181	3378	1433	370	56	12	198	20	0	0	0	1	28	55	370	
22	Front Fender A	Black	4555	1996	2182	377	30	19	161	3	0	0	3	0	26	135	377	
TOTAL			54727	30735	20694	3298	404	191	1495	100	0	3	4	6	241	854	3298	
Prosentase				56,2%	37,8%	6,0%	0,7%	0,3%	2,7%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	1,6%	6,0%	

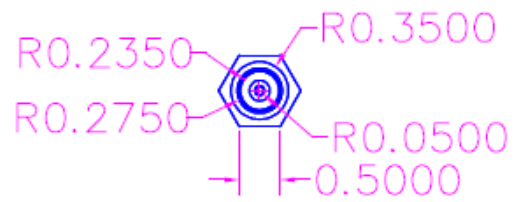
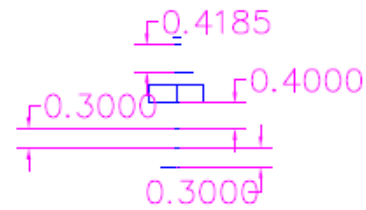
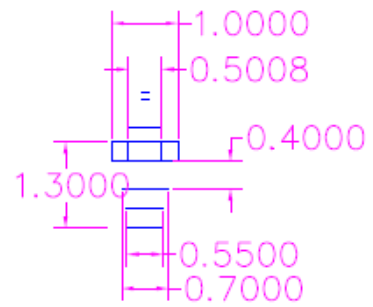
LAMPIRAN 4
GAMBAR PROYEKSI DISAIN *SPRAY GUN*



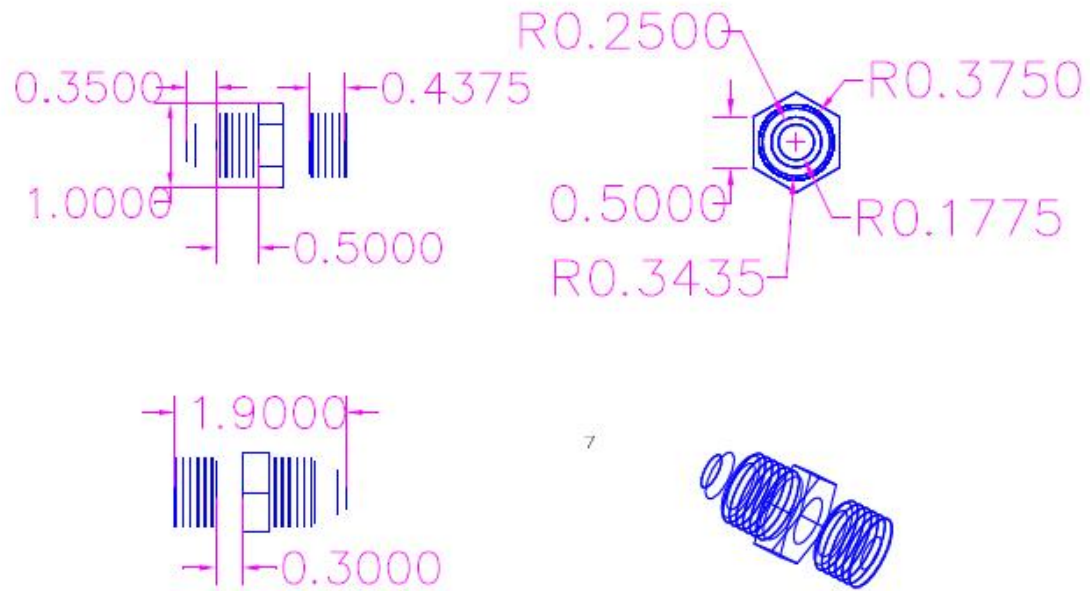
5	1	GUN BODY	STAINLESS STEEL		
NO	JML	NAMA	BAHAN	NORM	KETERANGAN
		SKALA :	DIGAMBAR : ARTADO PARULIAN		PERINGATAN :
		SATUAN : mm	NPM : 0405070054		
		TANGGAL : 20-6-2009			
		GUN BODY			D-01 A4



1	1	AIR CAP SET	STAINLESS STEEL		
NO	JML	NAMA	BAHAN	NORM	KETERANGAN
		SKALA :	DIGAMBAR :	PERINGATAN :	
		SATUAN : mm	NPM :		
		TANGGAL : 20-6-2009			
		AIR CAP SET			D-02 A4

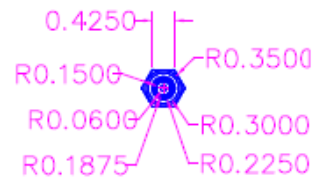
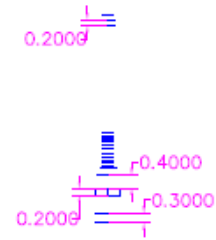
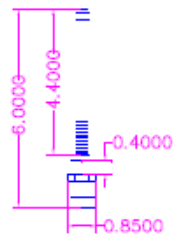


2	1	Fluid Nozzle	STAINLESS STEEL		
NO	JML	NAMA	BAHAN	NORM	KETERANGAN
		SKALA :	DIGAMBAR : ARTADO PARULIAN		PERINGATAN :
		SATUAN : mm	NPM : 0405070054		
		TANGGAL : 20-6-2009			
			Fluid Nozzle		D-03 A4



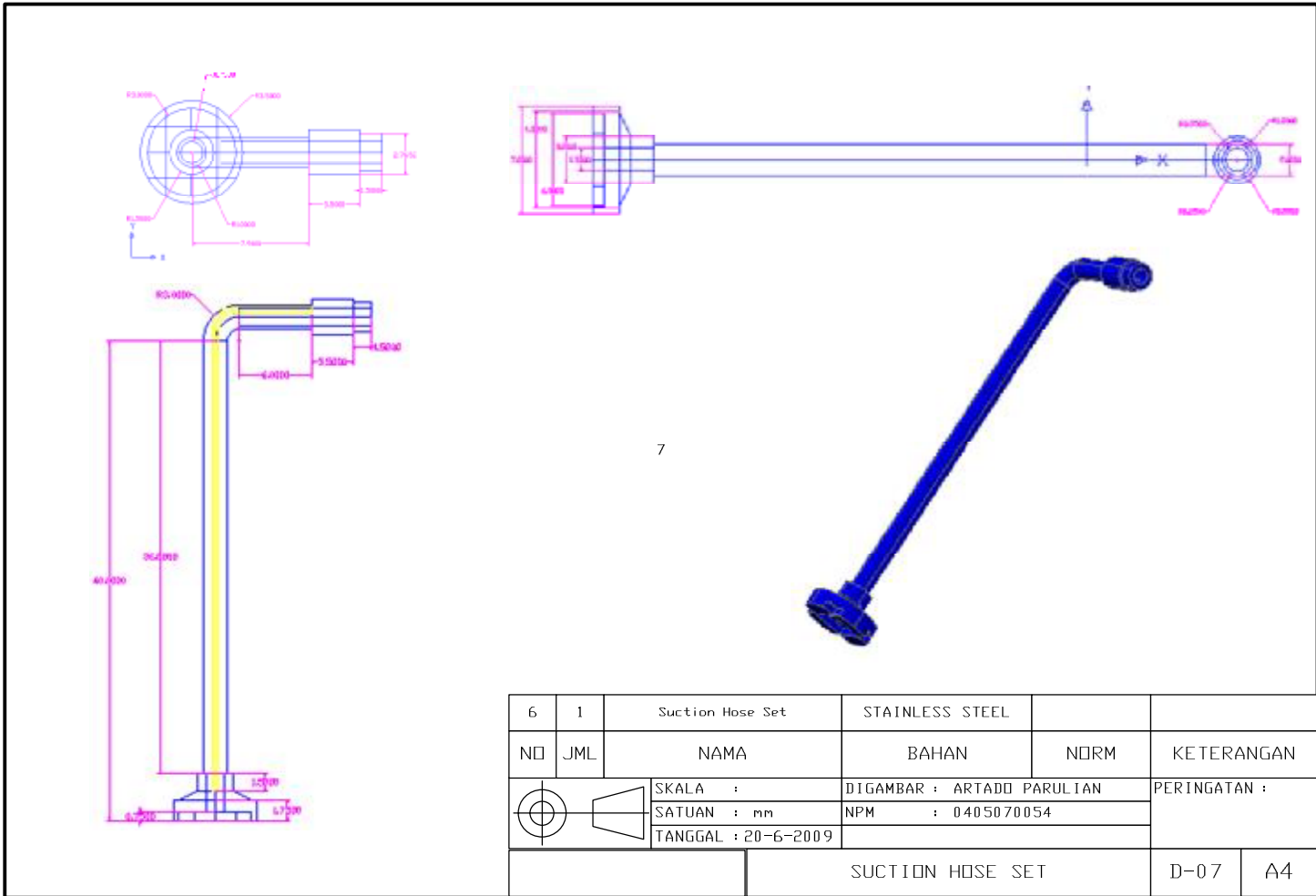
7

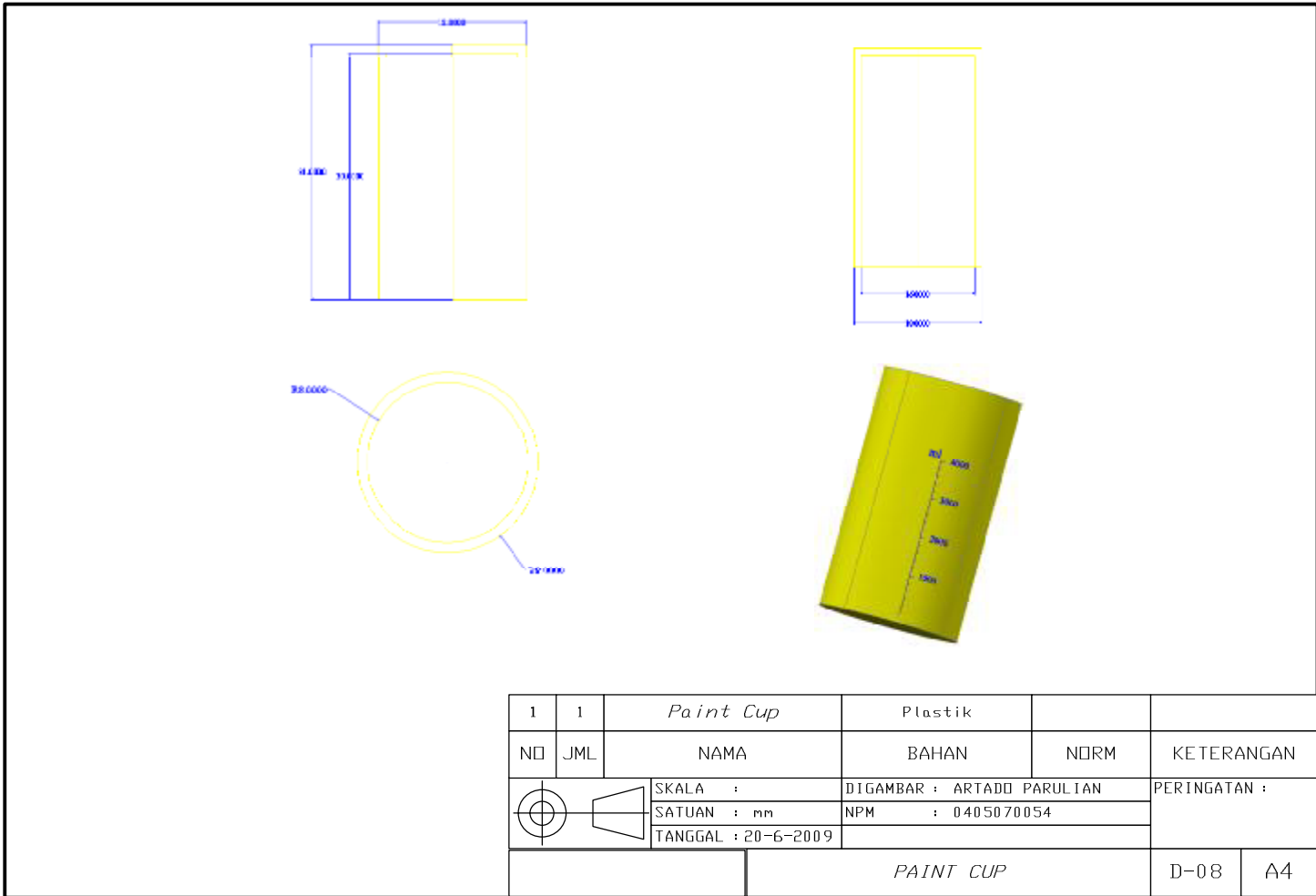
6	1	FLUID NIPPLE	STAINLESS STEEL		
NO	JML	NAMA	BAHAN	NORM	KETERANGAN
		SKALA :	DIGAMBAR : ARTADO PARULIAN		PERINGATAN :
		SATUAN : mm	NPM : 0405070054		
		TANGGAL : 20-6-2009			
		FLUID NIPPLE			D-05 A4



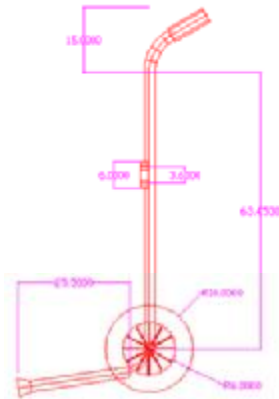
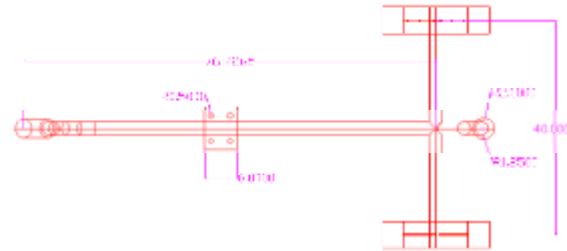
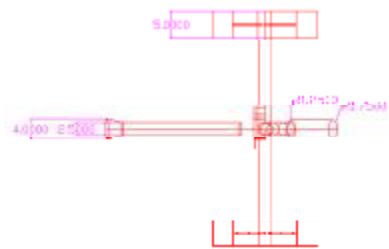
7	1	Fluid Pattern Set	STAINLESS STEEL		
NO	JML	NAMA	BAHAN	NORM	KETERANGAN
		SKALA :	DIGAMBAR : ARTADO PARULIAN		PERINGATAN :
		SATUAN : mm	NPM : 0405070054		
		TANGGAL : 20-6-2009			
			FLUID PATTERN SET		D-06 A4

LAMPIRAN 5
GAMBAR PROYEKSI DISAIN *PAINT PUMP*

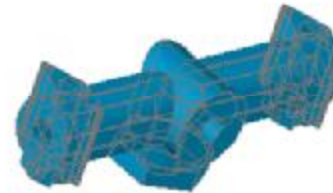
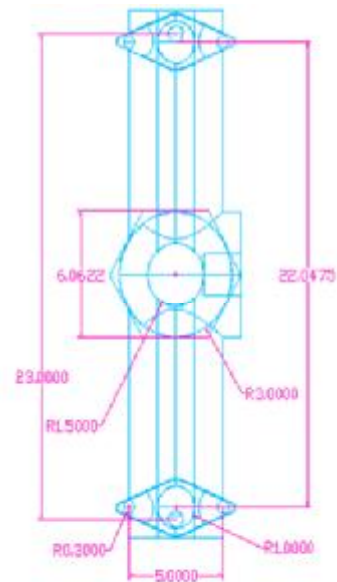
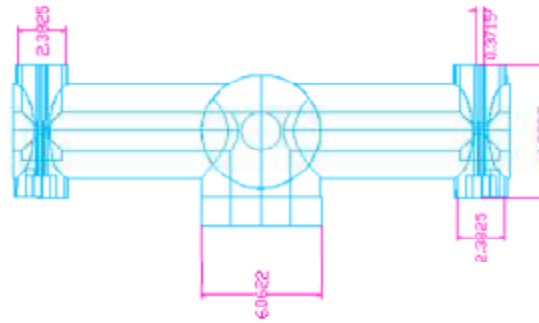
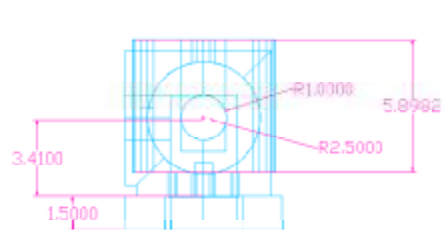




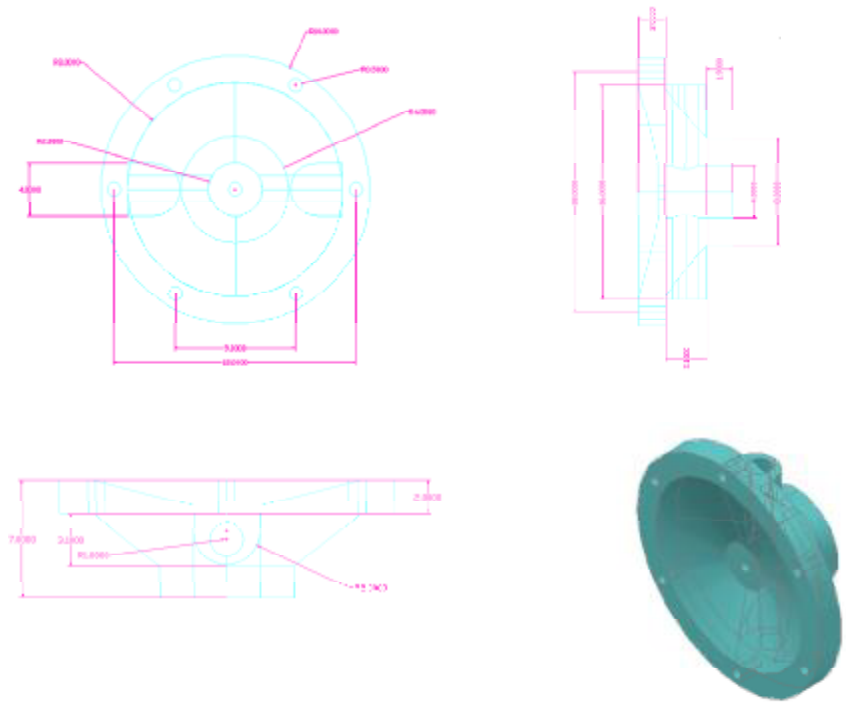
1	1	<i>Paint Cup</i>	Plastik		
NO	JML	NAMA	BAHAN	NORM	KETERANGAN
	SKALA :		DIGAMBAR :		PERINGATAN :
	SATUAN : mm		NPM : 0405070054		
	TANGGAL : 20-6-2009				
			<i>PAIN T CUP</i>		D-08 A4



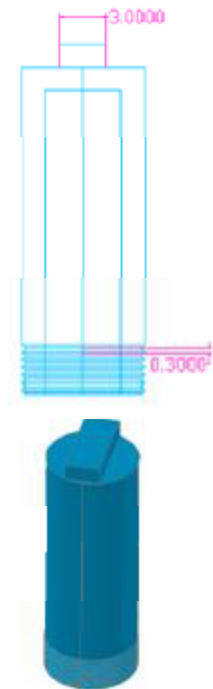
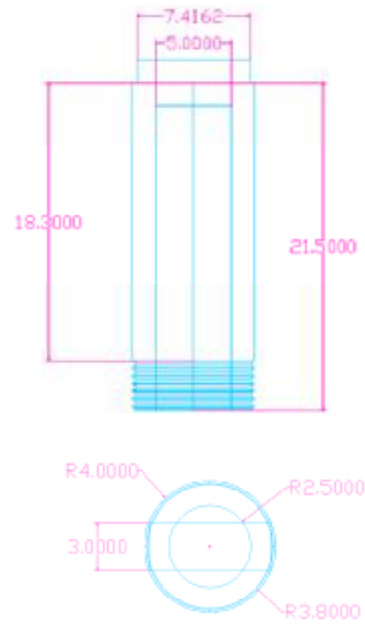
1	1	<i>Cart mount</i>	STAINLESS STEEL		
NO	JML	NAMA	BAHAN	NORM	KETERANGAN
		SKALA :	DIGAMBAR : ARTADO PARULIAN		PERINGATAN :
		SATUAN : mm	NPM : 0405070054		
		TANGGAL : 20-6-2009			
			<i>CART MOUNT</i>		D-09 A4



16	2	ADAPTOR	STAINLESS STEEL		
NO	JML	NAMA	BAHAN	NORM	KETERANGAN
		SKALA :	DIGAMBAR : ARTADO PARULIAN		PERINGATAN :
		SATUAN : mm	NPM : 0405070054		
		TANGGAL : 20-6-2009			
			ADAPTOR		D-10 A4



8	2	Regulator Body	STAINLESS STEEL		
NO	JML	NAMA	BAHAN	NORM	KETERANGAN
	SKALA :		DIGAMBAR :		PERINGATAN :
	SATUAN : mm		NPM : 0405070054		
	TANGGAL : 20-6-2009				
			REGULATOR BODY		D-11 A4



14	1	<i>Filter Plug</i>	Plastik		
NO	JML	NAMA	BAHAN	NORM	KETERANGAN
	SKALA :		DIGAMBAR :		PERINGATAN :
	SATUAN : mm		NPM : 0405070054		
	TANGGAL : 20-6-2009				
			<i>FILTER PLUG</i>		D-12 A4