

INTEGRASI *HOUSE OF QUALITY* (HOQ) DENGAN *AXIOMATIC DESIGN* DALAM PERENCANAAN DAN PENGEMBANGAN PRODUK *SHOPPING TROLLEY* SUPERMARKET DI MALANG

JURNAL
TEKNIK INDUSTRI

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



DELLA HASSIBA DAYANARA
NIM. 125060701111043

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2016

**INTEGRASI *HOUSE OF QUALITY* (HOQ) DENGAN *AXIOMATIC DESIGN*
DALAM PERENCANAAN DAN PENGEMBANGAN PRODUK *SHOPPING*
TROLLEY SUPERMARKET DI MALANG**

***INTEGRATION OF HOUSE OF QUALITY (HOQ) WITH AXIOMATIC DESIGN IN
PLANNING AND PRODUCT DEVELOPMENT OF SUPERMARKET SHOPPING
TROLLEY IN MALANG***

Della Hassiba Dayanara¹⁾, Ishardita Pambudi Tama²⁾, Ceria Farela Mada Tantrika³⁾

Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang, 65145, Indonesia

E-mail: dellahassiba18@gmail.com¹⁾, kangdith@ub.ac.id²⁾, ceria_fmt@ub.ac.id³⁾

Abstrak

Shopping trolley adalah sebuah alat yang digunakan pelanggan untuk mengumpulkan barang-barang belanja sebelum diakumulasikan harga di kasir. Bagi pasar modern adanya shopping trolley merupakan upaya untuk meningkatkan kepuasan pelanggan. Saat ini produk shopping trolley yang banyak digunakan masih memiliki beberapa permasalahan terkait spesifikasi yang terdapat pada shopping trolley tersebut, diantaranya roda yang sering macet, shopping trolley yang sudah berkarat, susah dalam penataan barang dan beberapa jenis barang belanjaan tidak dapat dibawa dengan baik. Sehingga perlu adanya perencanaan dan pengembangan produk untuk dapat memenuhi kepuasan pelanggan. Penelitian ini menggunakan metode Quality Function Deployment (QFD) dengan menggunakan HOQ yang diintegrasikan dengan axiomatic design. Tujuannya agar dapat mempersingkat waktu dan mengurangi kesalahan dalam penentuan spesifikasi produk. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah konsep baru dari produk shopping trolley dengan spesifikasi akhir tinggi 105 cm mengikuti tinggi siku sesuai dengan Antropometri Indonesia, sedangkan lebarnya adalah 57,6 cm disesuaikan dengan kebutuhan volume angkut 100 liter dan max load 100 kg. Fasilitas yang ada pada shopping trolley diantaranya adalah hand brake, sekat keranjang dan tempat duduk anak max 18 kg. Shopping trolley ini menggunakan roda polyurethane stainless steel yang berjumlah 4 dan semuanya berputar 360 derajat. Nilai tambah yang ditawarkan oleh konsep desain terpilih dibandingkan dengan objek penelitian adalah bahan dari plastik polymide, adanya hand brake, adanya sekat pada keranjang shopping trolley dan kombinasi warna yang lebih menarik.

Kata Kunci: *House of Quality, Axiomatic Design, Shopping trolley, Kebutuhan Pelanggan, Desain Produk.*

1. Pendahuluan

Dewasa ini, banyak pasar modern yang menawarkan kemudahan dalam berbelanja, salah satunya adalah keranjang belanja. Keranjang belanja atau *shopping trolley* adalah sebuah alat yang digunakan pelanggan untuk mengumpulkan barang-barang belanja sebelum diakumulasikan harga di kasir. Pada tahun 1936 Sylvian Goldman membuat *shopping trolley* yang bisa membawa belanjaan dengan kapasitas yang cukup banyak dengan konsep yang cukup sederhana. *Shopping trolley* terus mengalami peningkatan dari sisi spesifikasi, kualitas maupun jumlah produksinya yang sejalan dengan berbagai macam dan banyak nya kebutuhan pasar [1].

Shopping trolley yang biasanya digunakan saat ini pada pasar modern Kota Malang sebagian besar memiliki bentuk yang sama seperti seperti yang tampak pada Gambar 1. Pernyataan tersebut didukung dengan adanya

hasil observasi di beberapa pasar modern Kota Malang. *Shopping trolley* yang ada di beberapa pasar modern Kota Malang yang memiliki karakteristik yang berbeda namun pada dasarnya *shopping trolley* tersebut masih menggunakan konsep yang sama dengan produk sebelumnya, sebagian hanya berubah dengan inovasi warna dan bahan. Kekurangan *shopping trolley* yang digunakan berdasarkan hasil wawancara adalah roda yang sering macet, *shopping trolley* yang sudah berkarat, susah dalam penataan barang dan beberapa jenis barang belanjaan tidak dapat dibawa dengan baik. Sehingga perlu adanya perencanaan dan pengembangan produk *shopping trolley* baru untuk lebih memuaskan kebutuhan pelanggan pada saat berbelanja.

Saat ini permintaan pasar terhadap *shopping trolley* terus bertambah sejalan dengan perkembangan pasar modern, produk ini digunakan sebagai alat untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Permintaan pasar

terhadap *shopping trolley* akan terus berdatangan, hal ini memancing beberapa perusahaan untuk memproduksi *shopping trolley* dengan menawarkan berbagai macam spesifikasi sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Perusahaan yang membuat *shopping trolley* perlu membuat perencanaan yang matang terkait spesifikasi produk *shopping trolley* yang dibutuhkan agar dapat menutupi beberapa kekurangan *shopping trolley* yang diungkapkan sebelumnya sehingga dapat dipilih oleh pihak pasar modern.

Saat ini permintaan pasar terhadap *shopping trolley* terus bertambah sejalan dengan perkembangan pasar modern, produk ini digunakan sebagai alat untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Permintaan pasar terhadap *shopping trolley* akan terus berdatangan, hal ini memancing beberapa perusahaan untuk memproduksi *shopping trolley* dengan menawarkan berbagai macam spesifikasi sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Perusahaan yang membuat *shopping trolley* perlu membuat perencanaan yang matang terkait spesifikasi produk *shopping trolley* yang dibutuhkan agar dapat menutupi beberapa kekurangan *shopping trolley* yang diungkapkan sebelumnya sehingga dapat dipilih oleh pihak pasar modern.

Perancangan dan pengembangan produk merupakan serangkaian aktivitas yang dimulai dengan mengidentifikasi kebutuhan pelanggan dan keinginan pelanggan terhadap suatu produk. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam proses perencanaan dan pengembangan produk adalah *Quality Function Deployment* (QFD). QFD memungkinkan untuk memprioritaskan kebutuhan pelanggan, menemukan tanggapan inovatif terhadap kebutuhan tersebut dan memperbaiki proses sehingga tercapai efektifitas maksimal [2]. Langkah pertama QFD adalah menangkap *voice of customer* (VOC) terkait kebutuhan dan informasi dari pelanggan. Setelah mengidentifikasi VOC pada QFD dilakukan 4 tahapan dengan alat *House of Quality* (HOQ) yaitu : tahap perencanaan produk, tahap perencanaan komponen, tahap perencanaan proses dan tahap perencanaan produksi. HOQ memperlihatkan struktur untuk mendesain dan membentuk suatu siklus dan bentuknya menyerupai sebuah rumah kunci dengan minimal ada 6 komponen yang harus dibuat untuk menyusun HOQ.



Gambar 1. Shopping Trolley

Penelitian sebelum ini mengungkapkan pendapat tentang kelemahan QFD diantaranya, pada QFD kerap dijumpai kesulitan dalam menentukan hubungan antara kebutuhan *customer* dan *technical properties* [3]. QFD adalah metode kualitatif, sehingga sering terjadi keambiguan dalam menentukan *voice of customer* dan sulit untuk mengkategorikan menjadi kebutuhan pelanggan [4]. Noel (2001) mengungkapkan permasalahan utama dalam pembuatan HOQ adalah dibutuhkan waktu yang tidak sebentar dalam proses pengembangannya sehingga besar kemungkinan untuk kehilangan pelanggan dan hasil akhir yang belum sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan pelanggan. Kesimpulan dari pendapat yang diungkapkan sebelumnya adalah perlu adanya modifikasi metode QFD yang selama ini digunakan dalam pengembangan produk [5].

Evans & Linsay (2001) mengungkapkan untuk mendapatkan konsep desain suatu produk dibutuhkan 2 fase HOQ dalam QFD dan jika sampai manufaktur dibutuhkan keempat fasenya [6]. Sedangkan kenyataan yang sering dijumpai untuk mendapatkan suatu konsep desain produk hanya membuat 1 fase HOQ pada QFD, akibatnya hasil yang diperoleh terkait spesifikasi dan targetnya belum sesuai dengan kebutuhan. Pada penelitian Noel (2001) dinyatakan bahwa dengan integrasi HOQ dan *axiomatic design* (AD) dalam proses pengembangan produk dapat mengurangi waktu dan biaya, metode ini disebut *Axiomatic House of Quality* (AHOQ). AHOQ merupakan usulan metode dengan memodifikasi HOQ dengan tujuan mempersingkat waktu pengembangan dan mengurangi kesalahan hasil spesifikasi produk yang disebabkan sulitnya menerjemahkan pernyataan pelanggan menjadi sebuah kebutuhan produk. AHOQ merangkum 2 fase HOQ pada QFD menjadi 1 bentuk model dengan urutan-urutan yang sistematis untuk mendapatkan spesifikasi dan target suatu konsep

desain. Pada garis besarnya AD dapat membantu agar proses pengembangan produk menjadi lebih terstruktur dengan fokus pada *design* yang sesuai dengan fungsi produk.

Berdasarkan berbagai pertimbangan yang diperoleh dari integrasi antara HOQ dan AD sebelumnya, maka dilakukan perencanaan dan pengembangan produk *shopping trolley* dengan menggunakan model integrasi antara HOQ dan AD. Harapannya dalam tahap pengembangan produk *shopping trolley* dapat menghasilkan desain yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan oleh pelanggan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian evaluatif. Penelitian evaluatif adalah suatu penelitian yang diupayakan untuk mengevaluasi proses uji coba pengembangan suatu produk. Penelitian evaluatif dimaksudkan untuk mengukur keberhasilan suatu program, produk atau kegiatan tertentu. Objek penelitian ini adalah *shopping trolley* 90 - 100 liter yang ada di LOKA Mart, SuperINDO, Carrefour Express dan Giant Supermarket Malang, Jawa Timur. Tahap-tahap dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

2.1 Tahap Penelitian Pendahuluan

Tahap penelitian pendahuluan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Metode penelitian lapangan
Metode penelitian lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi lingkungan secara langsung dari permasalahan yang diteliti. Dalam melakukan penelitian lapangan menggunakan beberapa cara yaitu: observasi, dokumentasi dan *interview*
2. Metode studi kepustakaan
Metode studi kepustakaan adalah suatu cara yang digunakan untuk mendapatkan referensi mengenai permasalahan yang dikaji dan dianalisis berdasarkan literatur dari sumber pustaka dan jurnal penelitian sebelumnya.

2.2 Tahap Perencanaan Penelitian

Tahap perencanaan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan Identifikasi Masalah
Identifikasi masalah dilakukan berdasarkan tahap penelitian pendahuluan terhadap objek penelitian yaitu *shopping*

trolley di pusat perbelanjaan modern yang berada di Kota Malang.

2. Merumuskan Masalah
Rumusan masalah berisi beberapa pertanyaan yang dapat membantu penyelesaian masalah.
3. Menentukan Tujuan dan Manfaat Penelitian
Penentuan tujuan penelitian adalah sebagai arah yang perlu diperhatikan untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi terhadap objek penelitian, dimana dari penelitian yang dilakukan bisa dilakukan analisis dan interpretasi sehingga mampu memberikan penyelesaian dan perbaikan. Manfaat penelitian adalah sesuatu yang didapatkan setelah tujuan tercapai.
4. Menentukan Misi Produk
Pernyataan misi mencakup informasi terkait pembuatan *shopping trolley*. Isi yang ada didalam misi produk diantaranya adalah uraian produk, sasaran bisnis utama, pasar utama, pasar kedua, asumsi-asumsi, batasan dan *stakeholder*.

2.3 Tahap Pelaksanaan dan Analisis Penelitian

Tahap pelaksanaan dan analisis penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data
Data yang dikumpulkan adalah data primer yang didapatkan dari observasi langsung dan penyebaran kuisioner terbuka pada sejumlah sampel pengunjung supermarket yang pernah menggunakan salah satu *shopping trolley* yang ditetapkan sebelumnya sebagai objek penelitian.
2. Mengidentifikasi kebutuhan pelanggan,
Dari hasil pengumpulan data awal didapatkan pernyataan dari hasil observasi langsung dan jawaban kuesioner terbuka yang kemudian direkap menjadi *customer attribute* (CA), CA adalah domain yang menampung kebutuhan dari sudut pandang pengguna.
3. Menetapkan spesifikasi dan target ,
Pada tahap ini menentukan spesifikasi dan target dari produk *shopping trolley* berdasarkan domain CA. Berikut merupakan beberapa hal yang harus ditentukan:
 - a. *Functional requirements* (FR).
 - b. Identifikasi *constraints*.

- c. *Design parameters* (DP).
4. Menyusun model integrasi antara *house of quality* dan *axiomatic design*
Dalam menyusun model terdapat beberapa langkah yaitu:
- Merumuskan desain matriks antara FR dan DP.
 - Mengkorelasikan antar DP.
 - Menambahkan *constraints* dan bagaimana hubungannya terhadap DP.
 - Benchmarking* desain dengan produk yang ditetapkan sebagai objek penelitian.
 - Mengevaluasi model *Axiomatic House of Quality* (AHOQ) yang sudah dirangkai dari hasil tahap-tahap sebelumnya.
5. Mengembangkan konsep desain produk
Membuat beberapa konsep desain sesuai dengan spesifikasi yang sudah ditentukan pada model integrasi antara *house of quality* dan *axiomatic design* serta berdasarkan informasi dari pihak eksternal terkait produk *shopping trolley*.
Morphology chart yang harus dibuat adalah:
- Penyusunan alternatif bagian konsep AHOQ.
 - Penyusunan alternatif bagian konsep pelengkap.
- Penyusunan alternatif konsep desain produk merupakan pemilihan konsep dari gabungan bagian konsep AHOQ dan pelengkap.
6. Memilih konsep desain produk
Dalam memilih konsep produk kita membandingkan beberapa desain produk yang sudah ditentukan kemudian membuat matriks penyaringan konsep dan matriks penilaian konsep. Setelah terpilih dibuatlah *prototype* analitik untuk diuji.
7. Menguji konsep produk
Dalam menguji konsep digunakan 2 jenis alat uji, yaitu:
- Uji menggunakan simulasi *Software ANSYS*.
 - Uji menggunakan *customer attribute*.
8. Menentukan desain dan spesifikasi akhir
Menampilkan hasil konsep desain produk akhir beserta spesifikasi.
9. Analisis dan pembahasan

2.4 Tahap Kesimpulan

Pada tahap ini dilakukan pengambilan

kesimpulan yang sesuai dengan tujuan dilakukannya penelitian ini, sekaligus saran yang akan diberikan untuk penelitian selanjutnya.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini akan dijelaskan hasil dan pembahasan pada penelitian ini.

3.1 Penentuan misi produk

Sebelum memulai proyek perancangan dan pengembangan produk, perusahaan umumnya mengidentifikasi peluang pasar terlebih dahulu, mencatat kendala utama serta menetapkan tujuan proyek tersebut. Informasi yang memuat hal tersebut secara formal disebut dengan pernyataan misi. Pada penelitian ini pernyataan misi ditentukan dari hasil wawancara dengan pelanggan yang ditemui menggunakan *shopping trolley* di beberapa pasar modern Kota Malang dan hasil wawancara dengan salah satu HRD yang bertanggung jawab atas *shopping trolley* mulai dari pengadaan, perawatan sampai dengan pengelolaan *shopping trolley* yang rusak di salah satu pasar modern Kota Malang. Wawancara kepada HRD *shopping trolley* dilakukan dengan menunjukkan hasil rekam wawancara terhadap pelanggan *shopping trolley*. Tujuan wawancara ini adalah agar dapat mengetahui kebutuhan dari pihak pasar modern dan bagaimana usaha atau tanggapan pihak pasar modern terhadap sebagian pernyataan pelanggan. Misi produk *shopping trolley* penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

3.2 Pengumpulan data awal

3.2.1 Observasi Produk *Shopping Trolley* di Supermarket Kota Malang

Tabel 2 menampilkan hasil observasi terhadap objek produk *shopping trolley*. Hasil lain dari observasi langsung menunjukkan adanya beberapa kesalahan pada produk *shopping trolley* yang datang dari perilaku yang dilakukan oleh pelanggan yang menggunakannya dan kesalahan dari desain produk *shopping trolley* sendiri adalah:

- Pelanggan tidak nyaman dalam meletakkan barang di keranjang karena harus memisahkan barang-barang sesuai jenisnya dalam 1 tempat keranjang.
- Pelanggan meletakkan anak kecilnya tidak ditempat yang sudah disediakan pada produk *shopping trolley*.

Tabel 1. Pernyataan Misi

PERNYATAAN MISI: <i>smart shopping trolley</i> untuk pengunjung supermarket	
Deskripsi produk	Produk <i>shopping trolley</i> yang dapat digunakan untuk membantu membawa barang belanjaan pelanggan supermarket dengan cara mendorong sebuah wadah yang dapat menampung barang-barang dengan bantuan roda dibawahnya sehingga dapat memudahkan orang yang menggunakannya dalam berbelanja.
Pasar primer	Pelanggan supermarket
Pasar sekunder	Pihak supermarket
Sasaran Bisnis Utama	1. Membuat <i>shopping trolley</i> yang mudah dioperasikan 2. Menampung barang belanjaan dengan baik 3. Memberikan desain rancangan yang mudah perawatannya 4. Memberikan fasilitas tempat duduk anak pada <i>shopping trolley</i>
Batasan	1. Ukuran volume <i>trolley</i> 100 liter 2. Tidak menggunakan roda untuk elevator
Stakeholder	1. Konsumen atau pelanggan supermarket 2. <i>Trolley boy</i> 3. Service pusat 4. Pihak supermarket

3. Bahan *shopping trolley* dari besi kebanyakan sudah berkarat sehingga dapat mengotori barang yang dibawahnya.
4. Pelanggan membawa produk *shopping trolley* sampai diluar batas *trolley* yang ditentukan oleh pihak supermarket.
5. Barang kecil yang diletakkan pada *shopping trolley* sering terjatuh.

3.2.2 Penyebaran kuesioner terbuka

Pada penelitian ini menggunakan kuisoner sebagai salah satu alat untuk mengidentifikasi kebutuhan pelanggan yang datang ke supermarket dalam penggunaannya terhadap produk *shopping trolley*. Kuesioner awal yang digunakan adalah kuesioner terbuka yang terdiri dari beberapa pertanyaan untuk mengumpulkan pendapat serta kebutuhan pelanggan yang pernah mengunjungi dan menggunakan produk *shopping trolley* di salah satu supermarket yang menjadi tempat objek

penelitian. Berikut merupakan pertanyaan yang ada pada kuesioner terbuka:

1. Apa yang menjadi pertimbangan anda dalam memilih untuk menggunakan *shopping trolley* pada saat berbelanja dibandingkan dengan menggunakan tas keranjang atau tas keranjang dorong?
2. Apa saja yang biasanya anda letakkan dalam *shopping trolley* pada saat berbelanja?
3. Apa kekurangan dan kelebihan *shopping trolley* yang menjadi objek penelitian?

Tabel 2. Objek *Shopping Trolley*

Lokasi	Keterangan
LOKA Mart (Malang City Point, Jl. Terusan Dieng No.32)	<i>Shopping trolley</i> dengan volume 90 liter, bahan dari plastik, empat roda berputar 360 derajat dengan roda untuk elevator, disajikan dalam berbagai warna yang menarik dan dilengkapi dengan identitas logo LOKA pada bagian depan <i>trolley</i> .
Super INDO (Jalan Raya Sulfat RT.04 / RW.11, Purwantoro, Blimbing)	<i>Shopping trolley</i> dengan volume 100 liter, berwarna merah yang menjadi ciri khas SuperINDO, bahan dari besi, roda ada yang keempatnya roda berputar 360 derajat, menggunakan roda biasa tidak untuk elevator, dilengkapi dengan tempat duduk anak maksimal 12 kg yang terbuat dari plastik dan terdapat identitas nama SuperINDO pada pegangan <i>trolley</i> .
Carrefour Express (Jl. A. Yani 2A, Blimbing)	<i>Shopping trolley</i> dengan volume 100 liter, bahan dari besi, keempat rodanya berputar 360 derajat, menggunakan roda biasa tidak untuk elevator, dilengkapi dengan tempat duduk anak maksimal 12 kg yang terbuat dari plastic dan identitas nama Carrefour pada pegangan <i>trolley</i> .
Giant Supermarket (Jl. Kawi Atas 58)	<i>Shopping trolley</i> dengan volume 90 liter, bahan dari besi, keempat rodanya berputar 360 derajat, menggunakan roda biasa tidak untuk elevator, dilengkapi dengan tempat duduk anak maksimal 15 kg yang terbuat dari plastik dan identitas nama Giant pada pegangan <i>trolley</i> .

3.3 Identifikasi Kebutuhan Pelanggan

Pada penelitian pernyataan pelanggan yang digunakan untuk membuat *customer attribute* (CA) didapatkan dari observasi langsung ke supermarket dan hasil kuesioner terbuka dari pelanggan yang pernah datang ke

supermarket yang menjadi objek penelitian. Tabel 3 merupakan CA pada penelitian ini.

Tabel 3. *Customer Attributes*

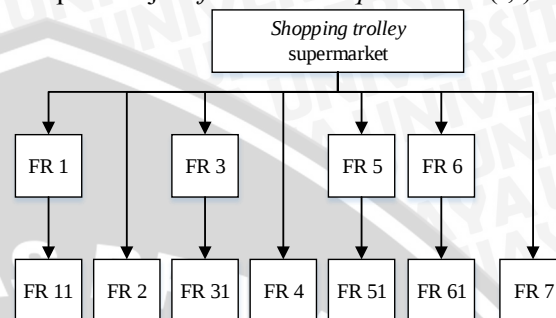
No	Customer Attribute
1	<i>Shopping trolley</i> menggunakan 4 roda
2	Roda <i>shopping trolley</i> berputar 360 derajat
3	<i>Shopping trolley</i> mempunyai volume angkut 100 liter.
4	<i>Shopping trolley</i> menggunakan bahan yang sesuai untuk membawa barang dengan <i>max load</i> tertentu.
5	<i>Shopping trolley</i> dilengkapi dengan fasilitas tempat duduk untuk anak.
6	Berat maksimal anak yang dapat menggunakan fasilitas tempat duduk pada <i>shopping trolley</i> .
7	Jenis roda <i>shopping trolley</i> tidak didesain khusus untuk melewati elevator.
8	Adanya identitas supermarket pada <i>shopping trolley</i> .
9	Adanya sejumlah pemisah barang yang dibutuhkan pada keranjang <i>shopping trolley</i> .
10	Adanya notifikasi yang bisa mengajarkan cara menggunakan <i>shopping trolley</i> sesuai dengan aturan penggunaan.
11	<i>Shopping trolley</i> dapat terhindar dari karatan.
12	<i>Shopping trolley</i> dapat membawa barang dengan baik tanpa terjatuh.
13	<i>Shopping trolley</i> mempunyai <i>max load</i> yang lebih besar dari pada keranjang angkat dan keranjang dorong.
14	Roda <i>shopping trolley</i> mudah untuk dibersihkan.
15	<i>Shopping trolley</i> mudah untuk dioperasikan.
16	<i>Shopping trolley</i> dapat memperingan seseorang dalam membawa barang.
17	<i>Shopping trolley</i> dapat membawa beberapa jenis barang.
18	<i>Shopping trolley</i> memiliki desain yang menarik.
19	<i>Shopping trolley</i> mudah untuk dikendalikan.
20	<i>Shopping trolley</i> memiliki <i>max load</i> yang besar.
21	<i>Shopping trolley</i> bersih dari kotoran yang dapat mengotori barang belanjaan.
22	Fasilitas tempat duduk untuk anak pada <i>shopping trolley</i> yang nyaman.
23	<i>Shopping trolley</i> menggunakan bahan yang sesuai untuk membawa barang yang mudah pecah.
24	<i>Shopping trolley</i> mudah perawatannya

3.4 Penetapan spesifikasi dan target

3.4.1 Penentuan *functional requirements*

Functional requirements dibentuk berdasarkan 24 *customer attribute* yang telah ditentukan sebelumnya. Produk *shopping trolley*

mempunyai tujuh fungsi utama yang harus dipenuhi dan masing – masing sebisa mungkin diselesaikan secara terpisah dengan prinsip independensi fungsi. Maka, ketujuh fungsi tersebut harus di-dekomposisi jika diperlukan untuk memperjelas tujuan desain yang hendak dicapai menjadi *functional requirements* (I,i)



Gambar 2. Diagram Pohon FR

Keterangan Gambar 2:

- FR₁= Memberikan kemudahan dalam mengoperasikan alat angkut
- FR₁₁= Kemampuan pengendalian
- FR₂= Menampung barang belanjaan dengan *max load* yang besar
- FR₃= Memastikan berbagai jenis barang yang dibawa dalam keadaan baik
- FR₃₁= Menampung barang dengan baik (tidak pecah, tidak terjatuh dll)
- FR₄= Memberikan kenyamanan berbelanja bagi pengguna yang membawa anak
- FR₅= Memudahkan supermarket dalam merawat *shopping trolley*
- FR₅₁= Menjaga kebersihan dari karat
- FR₆= Memberikan identitas supermarket
- FR₆₁= Menarik perhatian dengan warna yang menarik
- FR₇= Memberikan informasi kepada pengguna

3.4.2 Penentuan *Constraints*

Identifikasi *constraints* dari 6 *customer attribute* yang membutuhkan terlihat pada Tabel 4.

3.4.3 Penentuan Parameter Desain

Tujuan dari DP adalah untuk mempresentasikan elemen fisik atau variabel desain yang memenuhi FR yang telah ditentukan. Pada Tabel 5 disebutkan DP dari FR produk *shopping trolley*.

Tabel 4. Constraints Functional Requirement

No	Customer Attributes	constraints
1	Shopping trolley menggunakan 4 roda	4 buah
2	Roda shopping trolley berputar 360 derajat	360 derajat
3	Shopping trolley mempunyai volume angkut 100 liter.	≥100 liter
4	Shopping trolley memiliki max load yang besar.	≥118 kg
5	Adanya sejumlah pemisah barang yang dibutuhkan pada keranjang	2 bagian
6	Berat maksimal anak yang dapat menggunakan fasilitas tempat duduk.	18 Kg

Tabel 5. Design parameters

NO	FR	NO	DP
FR ₁	Memberikan kemudahan dalam mengoperasikan alat angkut	DP ₁	Roda trolley
FR ₁₁	Kemampuan pengendalian	DP ₁₁	Sistem rem
FR ₂	Menampung barang belanjaan dengan max load yang besar	DP ₂	Keranjang trolley
FR ₃	Memastikan berbagai jenis barang yang dibawa dalam keadaan baik	DP ₃	Sekat keranjang
FR ₃₁	Menampung barang dengan baik	DP ₃₁	Bahan keranjang
FR ₄	Memberikan kenyamanan berbelanja bagi pengguna yang membawa anak	DP ₄	Tempat duduk anak
FR ₅	Memudahkan pihak supermarket dalam merawat shopping trolley	DP ₅	Sistem bongkar pasang
FR ₅₁	Menjaga kebersihan dari karat	DP ₅₁	Bahan anti karat
FR ₆	Memberikan identitas supermarket	DP ₆	Tempat identitas supermarket
FR ₆₁	Menarik perhatian dengan warna yang menarik	DP ₆₁	Bagian dari shopping trolley multiwarna
FR ₇	Memberikan informasi kepada pengguna	DP ₇	Petunjuk penggunaan

3.4.4 Penyusunan Model Intergrasi House Of Quality dengan Axiomatic Design

1. Perumusan matriks functional requirements dan design parameters

Desain matriks dari korespondensi DPs terhadap FRs I adalah:

$$\begin{bmatrix} FR_1 \\ FR_2 \\ FR_3 \\ FR_4 \\ FR_5 \\ FR_6 \\ FR_7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} DP_1 \\ DP_2 \\ DP_3 \\ DP_4 \\ DP_5 \\ DP_6 \\ DP_7 \end{bmatrix}$$

Korespondensi level hirarki pada sub-fungsi adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} [FR_{11}] &= [1] \times [DP_{11}] \\ [FR_{31}] &= [1] \times [DP_{31}] \\ [FR_{41}] &= [1] \times [DP_{41}] \\ [FR_{51}] &= [1] \times [DP_{51}] \\ [FR_{61}] &= [1] \times [DP_{61}] \end{aligned}$$

Bentuk semua desain matriks diagonal, hal ini merupakan syarat desain yang *uncoupled* dan berarti desain telah memenuhi aksioma pertama.

2. Korelasi antar desain parameter

Korelasi Design Parameters dapat dilihat pada bagian atas model AHOQ. Korelasi positif antar design parameters:

- a. Keranjang trolley dengan petunjuk penggunaan
- b. Tempat duduk anak dengan petunjuk penggunaan
- c. Roda trolley dan sistem bongkar pasang
- d. Keranjang trolley dan sistem bongkar pasang

Korelasi negatif antar design parameters ada pada keranjang trolley dan tempat duduk anak.

3. Penambahan constraints

Dalam model AHOQ constraints dihubungkan dengan design parameter dapat dilihat pada bagian bawah model AHOQ. Ada 2 jenis hubungannya:

- a. N = constraints yang ditentukan sebelumnya tidak mempengaruhi design parameter.
- b. Y = constraints yang ditentukan sebelumnya dapat mempengaruhi design parameter sehingga perlu diperhatikan dalam pembuatan design parameter.

4. Benchmarking dengan beberapa produk Benchmarking terhadap objek penelitian

dapat dilihat pada bagian paling kanan model AHOQ. Objek *shopping trolley* di SuperINDO memiliki nilai penjumlahan skala terbesar dengan begitu akan dijadikan sebagai referensi dalam pemilihan konsep desain produk.

5. Evaluasi model AHOQ

Model AHOQ keseluruhan ada pada Gambar 3. Berikut merupakan hasil evaluasi model AHOQ:

- a. Desain matriks pada model AHOQ diatas menunjukkan konsep desain fisik produk yang independen.
- b. Desain *constraints* pada model AHOQ diatas dihubungkan dengan DP yang digunakan untuk menjawab setiap FR, hasilnya ada beberapa *constraints* yang harus diperhatikan pada saat merealisasikan DP.
- c. *Benchmarking* terhadap objek penelitian sebagai desain pembanding konsep desain yang dibuat, memberikan informasi menegani *sales point* dan pertimbangan dalam menentukan DP. *Sales point* pada produk ini yang sebaiknya di *improve* dari objek penelitian berdasarkan model AHOQ adalah:
 - 1) Kemampuan pengendalian
 - 2) Memastikan berbagai jenis barang yang dibawa dalam keadaan baik
 - 3) Menyajikan dalam berbagai warna yang menarik
 - 4) Pembagian keranjang dalam 2 bagian
 - 5) Berat maksimal anak didalam keranjang 18 Kg

3.5 Pengembangan Konsep Desain Produk
3.5.1 Penyusunan Alternatif Komponen Konsep AHOQ

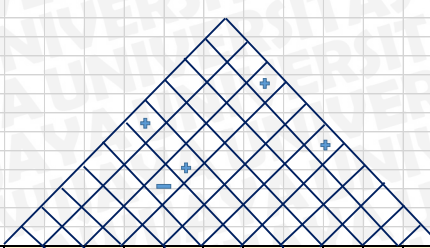
Penyusunan alternatif komponen konsep AHOQ terdiri dari 11 komponen dari DP dan maksimal 4 pilihan alternatif konsep. Dalam kemampuan mobilitas terdapat 4 pilihan alternatif pada masing-masing komponen jenis roda dan sistem rem. Jenis roda ada yang menggunakan *polyurethane stainless steel* dengan rem langsung, roda dari besi, *polyurethane stainless steel*, dan roda yang terbuat dari plastik. Sistem rem ada yang

langsung dari jenis rodanya, rem pada handle tangan dengan *fix handle*, rem pada handle tangan dengan menekan *handle* itu sendiri dan sistem rem dengan penggunaan kaki pada tombol di bagian bawah belakang.

Jenis keranjang *shopping trolley* memiliki bentuk yang berbeda-beda ada yang berbentuk trapesium melingkar, balok, trapesium dengan modifikasi bagian depan dan trapesium memanjang. Terdapat 2 pilihan alternatif sekat pada keranjang yaitu yang permukaannya polos atau berlubang. Terkait bahan keranjang ada 4 pilihan bahan yaitu *shopping trolley* dari *stainless steel*, *polymide*, kain serat dan *polycarbonate*.

Alternatif fasilitas tempat duduk anak pada *shopping trolley* memiliki bentuk yang berbeda-beda ada yang menggunakan konsep gabungan dengan penutuh *shopping trolley bagian belakang*, bombi seperti mobil-mobilan yang diletakkan pada bagian depan *shopping trolley*, ada yang bergabung dengan penutuh bagian belakang naum menggunakan material yang berbeda serta ada juga yang berbentuk seperti kursi pada bagian belakang *shopping trolley*.

Sistem bongkar pasang memiliki 3 alternatif, hal ini tidak harus menggunakan sistem bongkar pasang pada alternatif tetapi mengutamakan menggunakan alternatif semaksimal mungkin jika memungkinkan untuk digunakan. Pilihannya adalah menggunakan konsol, mur baut dan las. Selain itu, agar memudahkan dalam perawatannya terhadap karat ada beberapa alternatif solusi yaitu dengan mengecat anti karat, menggunakan material plastik dan dengan melumasi oli pelumas. Perihal identitas supermarket, memiliki beberapa alternatif pilihan tempatnya yaitu pada *handle* tangan *trolley*, kotak besar pada bagian depan keranjang, lingkaran kecil pada bagian depan keranjang kotak kecil tambahan pada keranjang. Pilihan desain warna *shopping trolley* ada yang membedakan antara keranjang dan bagian bawah *shopping trolley*, menggunakan 1 jenis warna pada *shopping trolley*, tidak memberikan pewarnaan dan hanya pewarnaan pada kerajng *shopping trolley*. Petunjuk penggunaan *shopping trolley* memiliki 4 alternatif tempat yaitu pada kotak besar bagian depan *shopping trolley*, dasar tempat duduk anak pada *shopping trolley*, pada *handle* tangan *shopping trolley* dan kotak tambahan yang diletakkan pada atas *handle trolley*.

DP FR													BENCHMARKING				
		Roda trolley	Sistem rem	Keranjang trolley	Skat keranjang	Bahan keranjang	Tempat duduk anak	Sistem bongkar pasang	Bahan anti karat	Identitas supermarket	Bagian dari shopping trolley multiwarna	Petunjuk penggunaan					
		DP1	DP12	DP2	DP3	DP31	DP4	DP5	DP51	DP6	DP61	DP7	LOKA	CARREFOUR	GIANT	SUPERINDO	SKALA
FR1	Mudah untuk dioperasikan	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	khusus untuk elevator dari besi & plastik	bahan plastik & karet	bahan plastik & karet	bahan plastik & karet	1 2 3 4 5
FR11	Kemampuan pengendalian	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	tidak ada sistem rem	tidak ada sistem rem	tidak ada sistem rem	tidak ada sistem rem	1 2 3 4 5
FR2	Menampung barang belanjaan dengan <i>max load</i> yang besar	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	>keranjang angkat & keranjang dorong	>keranjang angkat & keranjang dorong	>keranjang angkat & keranjang dorong	>keranjang angkat & keranjang dorong	1 2 3 4 5
FR3	Memastikan berbagai jenis barang yang dibawa dalam keadaan baik	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1 bagian keranjang	1 bagian keranjang	1 bagian keranjang	1 bagian keranjang	1 2 3 4 5
FR31	Menampung barang dengan baik	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	plastik	besi	besi	besi	1 2 3 4 5
FR4	Memberikan kenyamanan berbelanja bagi pengguna yang membawa anak	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	tidak ada	tempat duduk pada trolley	tempat duduk pada trolley	tempat duduk pada trolley	1 2 3 4 5
FR5	Memudahkan pihak supermarket dalam merawat <i>shopping trolley</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	konsol	las dan mur baut	las dan mur baut	las dan mur baut	1 2 3 4 5
FR51	Menjaga kebersihan dari karat	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	bahan plastik	tidak ada	tidak ada	cat anti karat	1 2 3 4 5
FR6	Memberikan identitas supermarket	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	bagian depan keranjang	handle trolley	handle trolley	handle trolley	1 2 3 4 5
FR61	Menarik perhatian dengan warna yang menarik	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	bagian keseluruhan tersedia dalam warna ungu, pink, hijau, biru, oranye dan merah	tidak ada perwarnaan khusus	sebagian bahan dari plastik berwarna hijau	cat semua bagian trolley merah	1 2 3 4 5
FR7	Memberikan informasi kepada pengguna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	handle trolley	pada alas tempat duduk	pada alas tempat duduk	pada alas tempat duduk	1 2 3 4 5
CONSTRAINTS																	
Jumlah roda 4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	4 buah	4 buah	4 buah	4 buah	1 2 3 4 5
Perputaran roda 360 derajat	Y	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	360 derajat	360 derajat	360 derajat	360 derajat	1 2 3 4 5
Volume angkut ≥ 100 lt	N	N	Y	Y	N	Y	N	Y	N	N	N	N	90 liter	100 liter	90 liter	100 liter	1 2 3 4 5
Max load ≥ 118 Kg	Y	N	Y	N	Y	Y	N	N	N	N	N	N	90 Kg	100 Kg	100 Kg	100 Kg	1 2 3 4 5
Pembagian keranjang menjadi 2 bagian	N	N	Y	Y	N	N	Y	N	N	N	N	N	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	1 2 3 4 5
Berat maksimal anak didalam keranjang 18 Kg	N	N	Y	N	N	Y	N	N	N	N	N	N	Tidak ada	12 Kg	15 Kg	12 Kg	1 2 3 4 5

Gambar 3. Model AHOQ

3.5.2 Penyusunan Alternatif Komponen Konsep Pelengkap

Penyusunan alternatif komponen konsep pelengkap yang dibutuhkan terdiri dari beberapa alternatif tambahan dan hal yang harus ditentukan dalam pembuatan produk *shopping trolley*. Pertama terkait *handle* tangan, terdapat 3 pilihan alternatif dengan bentuk tabung memanjang, pipih memanjang dan tabung pada bagian ujung kanan dan kiri *handle*. Kedua terdapat 3 pilihan bentuk kerangka bawah *trolley*, kerangka yang bertumpu pada bagian belakang hingga tengah keranjang, pada bagian belakang keranjang saja dan bagian belakang dan tengah yang tidak tersambung. Pilihan untuk pinggiran dan dasar keranjang memiliki 2 alternatif yang sama yaitu bentuk permukaan yang polos dan berlubang. Tinggi *shopping trolley* mengikuti dimensi tinggi siku manusi yaitu 105 cm, sehingga untuk ukuran keranjang ukuran dari *shopping trolley* sebelumnya disesuaikan dengan *constraints* volume keranjang 100 liter dan tinggi 105 cm.

3.5.3 Penyusunan Alternatif Konsep Desain Produk

Pemilihan konsep ini terdiri dari 4 konsep yang dipilih secara acak namun tetap memperhatikan beberapa pertimbangan yang memungkinkan konsep tidak dapat direalisasikan.



Gambar 4. Alternatif Konsep 1



Gambar 5. Alternatif Konsep 2



Gambar 6. Alternatif Konsep 3



Gambar 7. Alternatif Konsep 4

3.6 Pemilihan konsep desain produk

3.6.1 Penyaringan konsep

Penyaringan konsep menggunakan matriks penyaringan konsep pada Tabel 6 dengan sistem perbandingan FR tingkat 1 untuk mempersempit alternatif konsep. Referensi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *trolley* yang digunakan di SuperINDO

Tabel 6. Matriks Penyaringan Konsep

No	Kriteria	Alternatif Konsep				
		SuperIndo (referensi)	1	2	3	4
1	Mudah untuk dioperasikan	0	+	0	-	0
2	Menampung barang belanjaan dengan max load yang besar	0	+	+	+	+
3	Memastikan berbagai jenis barang yang dibawa dalam keadaan baik	0	+	+	+	+
4	Memberikan kenyamanan berbelanja bagi pengguna yang membawa anak	0	0	+	0	0
5	Memudahkan pihak supermarket dalam merawat <i>shopping trolley</i>	0	+	+	0	+
6	Memberikan identitas supermarket	0	0	-	-	-
7	Memberikan informasi kepada pengguna	0	+	0	0	0
Jumlah +		0	5	4	2	3
Jumlah -		0	0	1	2	1
Jumlah 0		7	2	2	3	3
Nilai Akhir		0	5	3	0	2
Peringkat		4	1	2	4	3
Lanjut?		tidak	ya	ya	tidak	ya

Berdasarkan matriks penyaringan diketahui bahwa terdapat 2 konsep yang terseleksi karena sama-sama memiliki peringkat ke 4 dengan nilai masing-masing 0 yaitu *shopping trolley* SuperINDO dan konsep 2. Sehingga konsep yang akan dikembangkan lebih lanjut pada tahap pemilihan konsep adalah konsep 1, 3 dan 4.

3.6.2 Penilaian konsep

Penilaian konsep menggunakan matriks penilaian konsep pada Tabel 7. Nilai bobot yang lebih tinggi yaitu 0.18 menunjukkan bahwa kriteria tersebut adalah *sales point*. Sedangkan, kriteria yang bukan merupakan *sales point* diberi bobot rata yang lebih rendah yaitu 0.115. Total bobot yang ada pada 7 kriteria adalah 1.

Tabel 7. Matriks Penilaian Konsep

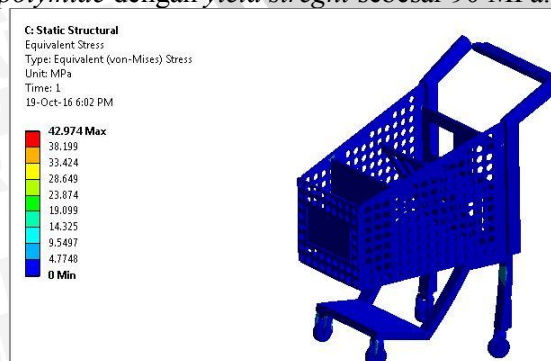
No	Kriteria	Bobot	Alternatif Konsep							
			1		2		4			
			R	N	R	N	R	N		
1	Mudah untuk dioperasikan	18.0%	3	0.54	3	0.54	3	0.54		
2	Menampung barang belanjaan dengan <i>max load</i> yang besar	11.5%	3	0.345	2	0.23	2	0.23		
3	Memastikan berbagai jenis barang yang dibawa dalam keadaan baik	18.0%	5	0.9	3	0.54	3	0.54		
4	Memberikan kenyamanan berbelanja bagi pengguna yang membawa anak	18.0%	3	0.54	5	0.9	3	0.54		
5	Memudahkan pihak supermarket dalam merawat <i>shopping trolley</i>	11.5%	4	0.46	4	0.46	3	0.345		
6	Memberikan identitas supermarket	11.5%	5	0.575	2	0.23	3	0.345		
7	Memberikan informasi kepada pengguna	11.5%	4	0.46	3	0.345	3	0.345		
Total nilai peringkat			3.82		3.245		2.885			
Lanjutkan?			terpilih		tidak		tidak			

Berdasarkan matriks penilaian diatas diketahui konsep yang terpilih adalah alternatif konsep 1 dengan total nilai bobot sebesar 3.82.

3.7 Pengujian konsep produk

3.7.1 Pengujian dengan *software* ANSYS

Pengujian konsep produk pertama adalah uji simulasi dengan menggunakan *software* ANSYS untuk mengetahui kekuatan bahan berdasarkan material dan struktur rangka produk. Kekuatan tersebut diuji menggunakan beban perkiraan maksimal dari penggunaan produk *shopping trolley* yaitu 118 Kg dengan pertimbangan sebelumnya. Hasil akhir yang didapatkan adalah tegangan maksimal dari penggunaan dengan beban yang sudah ditentukan. Tegangan maksimal tersebut dibandingkan dengan *yield strenght* material untuk mendapatkan *factor of safety* yang merupakan nilai keamanan produk dapat digunakan. Material yang digunakan adalah *polymide* dengan *yield strenght* sebesar 90 MPa.



Gambar 8. Hasil Akhir Simulasi

Dari hasil uji simulasi model *prototype* kemudian akan dibandingkan dengan rumus *factor of safety* [7].

$$factor\ of\ safety = \frac{yield\ point\ stress}{working\ or\ design\ stress} \quad (1)$$

$$factor\ of\ safety = \frac{\sigma\ yield\ strength}{\sigma\ max} \quad (2)$$

$$\frac{90\ MPa}{42,974\ MPa} = 2,09$$

Hoek & Bray (1999) mengungkapkan bahwa *factor of safety* yang paling banyak digunakan adalah minimal 1,5 [8]. Sehingga berdasarkan pernyataan tersebut bisa dikatakan bahwa desain aman untuk digunakan.

3.7.2 Pengujian dengan *customer attributes*

Pada Tabel 8 dapat diketahui spesifikasi konsep produk yang terpilih yang akan diuji kembali dengan *customer attributes* diawal untuk memastikan bahwa spesifikasi produk sudah sesuai dengan apa yang diinginkan oleh pelanggan.

Tabel 8. Spesifikasi Produk AKhir

Spesifikasi Produk	
	Fasilitas: Hand brake Tempat duduk (<i>max</i> 18 Kg) Sekat pembatas keranjang
Volume angkat	100 Liter
Maximal load	100 Kg
Material	<i>Polymide</i>
Jenis Roda	<i>Polyurethane stainless steel</i>
Perputaran Roda	360 derajat (4 roda)

Hasil uji *customer attributes* menunjukkan semua *customer attributes* dengan baik dapat terselesaikan pada konsep produk terpilih walaupun terdapat 1 *customer attributes* yang masih kurang dapat terselesaikan dengan baik. *Customer attributes* tersebut adalah tempat duduk anak pada *shopping trolley* yang nyaman. Hal ini dikarenakan dalam penentuan desain tempat duduk belum menggunakan aspek ergonomis, hanya memilih desain yang dirasa paling nyaman dari *shopping trolley* sebelumnya dan mengutamakan desain yang tidak mengganggu volume angkut *shopping trolley* itu sendiri.

4 Kesimpulan

Berikut adalah kesimpulan pada penelitian yang dilakukan:

1. Model AHOQ yang telah dibuat sudah sesuai dengan prinsip *axiomatic design*. Desain matriks pada model AHOQ yang terdiri dari *functional requirements* dan *design parameter* menunjukkan bahwa desain fisik produk yang independen dan semua FR sudah dijawab oleh masing-masing DP. Ada beberapa hal dalam pembuatan DP yang harus diperhatikan karena hal tersebut dapat mempengaruhi *constraints* yang merupakan kontrol utama dalam pembuatan AHOQ. Pada AHOQ juga dilakukan *benchmarking* terhadap produk yang menjadi objek penelitian terhadap FR dan *constraints*. Hasil dari *benchmarking* tersebut adalah 5 *sales point* yang kemudian dalam pemberian bobot pada saat pembuatan matriks penilaian konsep diberikan nilai yang lebih besar. *Benchmarking* ini juga membantu memberikan referensi dalam penentuan alternatif konsep.
2. Uji konsep yang dilakukan pada penelitian ini adalah simulasi *software* ANSYS dan uji menggunakan *customer attributes*. Hasil simulasi *software* ANSYS didapatkan tekanan maksimal yang akan terjadi dengan beban massa 118 Kg adalah 42,974 MPa hal ini kemudian dibandingkan dengan *yield strenght* material yang dipakai yaitu *polymide* sebesar 90 MPa. Hasilnya adalah 2,09 yang berarti lebih dari 1,5 yang merupakan batas aman produk dikembangkan. Uji konsep yang kedua menggunakan *customer attributes* dan hasilnya menunjukkan semua *customer attributes* dengan baik dapat terselesaikan pada konsep produk terpilih, walaupun terdapat 1 *customer attributes* yang masih kurang dapat terselesaikan dengan baik. Alasannya adalah belum memperhitungkan aspek ergonomis dan lebih mengutamakan volume angkut keranjang *shopping trolley*. Sehingga produk *shopping trolley* bisa dan layak untuk dikembangkan.
3. Spesifikasi pada produk *shopping trolley* adalah volume angkut 100 liter, *max load* 100 Kg, menggunakan material *polymide*, menggunakan roda jenis *polyurethane stainless steel* yang berjumlah 4 buah dan berputar 360 derajat untuk memudahkan

dalam pengoprasian *shopping trolley*. Fasilitas yang ada pada produk *shopping trolley* diantaranya adalah tempat duduk anak dengan maksimal berat yang bisa menggunakan adalah 18 Kg, sekat yang membagi keranjang *shopping trolley* menjadi 2 bagian sehingga dapat memisahkan barang yang berbau kimia dengan yang lain, dan rem yang ada pada *handle shopping trolley*.

Daftar Pustaka

- [1] Wilson, Terry P. (1978). *The Cart That Changed the World: The Career of Sylvan N. Goldman*: University of Oklahoma Press
- [2] Tjiptono, fandi. (1998). *Manajemen Jasa*. Edisi 2. Yogyakarta: Andi
- [3] Dale, B., Boaden, R., Wilcox, M. & McQuarter, R. (1998). Use of Quality Management Techniques and Tools: An Examination Of Some Key Issues. *International Journal of Technology Managemant*. Vol.16, No.4-6, 305-325
- [4] Bouchereau, V & Rowlands, H. (1999). Analytical approach to QFD, *Manufacturing Engineer*. Vol.78, No.6, 249-254
- [5] Noel, Manchulenko. (2001). *Applying [1]Axiomatic Design Principles to the House of Quality*. Unpublished Thesis. Ontario: University of Windsor
- [6] Evans, James R. & Lindsay, W. M., (2001). *The Management and Control of Quality*, 5 th ed, Ohio: Thomson Learning
- [7] Khurmi, R. S & Gupta, J. K. (2005). *Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing House.
- [8] Hoek, E. & Bray, J. (1999). *Rock Slope Engineering*. London & New York: Taylor & Francis