

## Redesain Produk Berfokus Pada *Customer Requirements* Dengan Integrasi *Axiomatic Design* dan *House of Quality*

Debrina Puspita Andriani<sup>1\*</sup>, Mochamad Choiri<sup>1#</sup>, FX. Berry Desrianto<sup>1\*</sup>

**Abstract.** *Problems related to the storage of shoes include discomfort in putting shoes and shoes are still dusty. Shape shelves are generally open. Shoe rack products need to be developed using integration of axiomatic design method with house of quality or called axiomatic house of quality (AHOQ). AHOQ is a modification of HOQ that aims to reduce errors arising from the translation of user statements that are not appropriate in the needs of the product. With the customer requirements are clear, then can determine the functional requirements and design parameters are more appropriate. This research produces dimension specification of shoe rack according to anthropometry data of Indonesia and for material used. Shoe rack is also designed to have a door made of acrylic tansparan, so in addition to protect shoes from dust, facilitate in finding and finding shoes to be used. Testing using ANSYS software, obtained the ability to receive maximum pressure and product safety factors.*

**Keywords:** *anthropometry, axiomatic house of quality, customer requirements, product development, ANSYS.*

**Abstrak.** *Permasalahan terkait tempat penyimpanan sepatu diantaranya adalah ketidaknyamanan dalam meletakkan sepatu dan sepatu yang masih berdebu. Bentuk rak sepatu pada umumnya adalah terbuka. Produk rak sepatu perlu dikembangkan menggunakan integrasi metode axiomatic design dengan house of quality atau disebut dengan axiomatic house of quality (AHOQ). AHOQ merupakan modifikasi dari HOQ yang bertujuan untuk mengurangi kesalahan yang timbul akibat penerjemahan pernyataan pengguna yang tidak sesuai dalam kebutuhan produk. Dengan adanya customer requirements yang jelas, selanjutnya dapat menentukan functional requirement dan design parameter yang lebih tepat. Penelitian ini menghasilkan spesifikasi dimensi dari rak sepatu sesuai data antropometri Indonesia dan untuk material yang digunakan. Rak sepatu juga didesain memiliki pintu yang terbuat dari akrilik tansparan, sehingga selain dapat melindungi sepatu dari debu, memudahkan dalam mencari dan menemukan sepatu yang hendak dipakai. Pengujian dengan menggunakan software ANSYS, diperoleh kemampuan menahan tekanan maksimal dan factor of safety produk.*

**Kata Kunci:** *antropometri, axiomatic house of quality, kebutuhan pelanggan, pengembangan produk, ANSYS.*

### I. PENDAHULUAN

Tempat tinggal dapat diatikan sebagai tempat perlindungan dan beristirahat yang dapat menjamin kepentingan keluarga dan memberikan kemungkinan untuk bersosialisasi. Lebih dari itu, tempat tinggal diharapkan juga memberikan ketenangan, kesenangan, kebahagiaan, dan kenyamanan pada segala peristiwa hidup penghuninya (Frick, 2006). Lingkungan tempat tinggal sebaiknya juga terhindar dari faktor-faktor

yang dapat merugikan kesehatan (Hindarto, 2007). Permasalahan muncul ketika hal-hal sebelumnya tidak tercapai, sebagai contoh dikarenakan sepatu dan sandal yang berserakan, sehingga menyebabkan kenyamanan dan estetika tempat tinggal berkurang.

Selama ini sebenarnya sudah terdapat solusi dalam menyimpan dan merapikan sepatu ataupun alas lainnya, yaitu dengan rak sepatu (Gambar 1). Menurut hasil survei pendahuluan dengan menggunakan wawancara dan kuesioner, serta studi pustaka, penggunaan rak sepatu saat ini dikatakan masih kurang efisien. Hal ini terjadi karena apa yang diharapkan oleh pengguna belum dapat terpenuhi oleh produk yang sudah ada tersebut, misalnya kebutuhan rak yang tertutup, nyaman, dan menarik. Selain itu, pengguna menyampaikan keluhan lainnya seperti kapasitas yang terbatas dan material rak yang tidak kokoh. Penelitian ini bertujuan untuk

---

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Jl. MT. Haryono No.167, Malang 65145

\* email: [debrina@ub.ac.id](mailto:debrina@ub.ac.id)

# email: [mchoiri@ub.ac.id](mailto:mchoiri@ub.ac.id)

\* email: [fxberryd@gmail.com](mailto:fxberryd@gmail.com)

merancang dan mengembangkan produk rak sepatu kembali agar dapat memenuhi kebutuhan pengguna, sehingga harapan akan adanya tempat



**Gambar 1.** Rak sepatu sekarang ini

tinggal yang ideal dapat tercapai.

Perancangan dan pengembangan produk merupakan serangkaian aktivitas yang dimulai dengan mengidentifikasi kebutuhan pengguna dan keinginan pengguna terhadap suatu produk (Sulistiyoningrum, dkk., 2017). Kesuksesan ekonomi perusahaan manufaktur tergantung kepada kemampuan untuk mengidentifikasi kebutuhan konsumen, kemudian secara cepat menciptakan produk yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut dengan biaya yang rendah (Andriani, dkk., 2017). Oleh karena itu, beberapa pokok yang harus menjadi perhatian yaitu kualitas produk, biaya manufaktur produk yang kompetitif, waktu pengembangan yang relatif singkat, biaya pengembangan, dan kapabilitas pengembangan yang baik (Ulrich & Epingger, 2001). Salah satu metode yang dapat digunakan dalam proses perencanaan dan pengembangan produk adalah *quality function deployment* (QFD). QFD adalah sebuah sistem pengembangan produk yang menggunakan seperangkat data dan tim untuk mengembangkan produk berdasarkan keinginan konsumen (Djati & Khusaini, 2003; Benner, dkk., 2002).

Penelitian sebelum ini mengungkapkan pendapat tentang kelemahan QFD diantaranya, pada QFD kerap dijumpai kesulitan dalam

menentukan hubungan antara kebutuhan *customer dan technical properties* (Dale, dkk., 1998; Ashtiany & Alipour, 2016). QFD adalah metode kualitatif, sehingga sering terjadi keambiguan dalam menentukan *voice of customer* dan sulit untuk mengkategorikan kebutuhan-kebutuhan pengguna (Bouchereau & Rowlands, 1999). Cohen (1995) memaparkan bahwa *house of quality* (HOQ) merupakan salah satu kerangka kerja atas pendekatan dalam mendesain manajemen yang dikenal dalam QFD. Permasalahan utama dalam pembuatan HOQ adalah dibutuhkan waktu yang tidak sebentar dalam proses pengembangannya sehingga besar kemungkinan untuk kehilangan pengguna dan hasil akhir yang belum sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan pengguna (Manchulenko, 2011). Berdasarkan hal-hal tersebut, maka perlu adanya metode yang lebih baik dalam perancangan dan pengembangan sebuah produk, agar spesifikasi produk dapat sesuai dengan *voice of customer*.

Evans & Linsay (2001) mengungkapkan bahwa untuk mendapatkan konsep desain suatu produk dibutuhkan 2 fase HOQ dalam QFD. Jika sampai pada proses manufaktur, maka dibutuhkan 4 fase HOQ. Sebaliknya, pada kenyataan yang sering dijumpai untuk mendapatkan suatu konsep desain produk diketahui hanya membutuhkan 1 fase HOQ pada QFD. Pada penelitian yang dilakukan oleh Putra, dkk. (2016), Dayanara (2016) dan Ghufrani (2010), diketahui integrasi HOQ dan *axiomatic design* (AD) dalam proses pengembangan produk dapat mengurangi waktu dan biaya. Penggunaan *axiomatic design* yang sangat luas telah dikembangkan dalam berbagai sistem desain manufaktur (Rauch dkk., 2016). Metode integrasi dalam penelitian ini disebut dengan *axiomatic house of quality* (AHOQ). AHOQ merupakan usulan metode dengan memodifikasi HOQ untuk mempersingkat waktu pengembangan dan mengurangi kesalahan hasil spesifikasi produk yang disebabkan sulitnya menerjemahkan pernyataan pengguna menjadi ungkapan 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 sesuai dengan fungsi produk. Berdasarkan

berbagai pertimbangan sebelumnya, maka dilakukan perencanaan dan pengembangan produk rak sepatu dengan menggunakan AHOQ, agar tahap perancangan dan pengembangan produk rak sepatu dapat fokus menghasilkan desain yang sesuai dengan fungsi produknya dan spesifikasi yang diinginkan oleh pengguna.

## II. METODE PENELITIAN

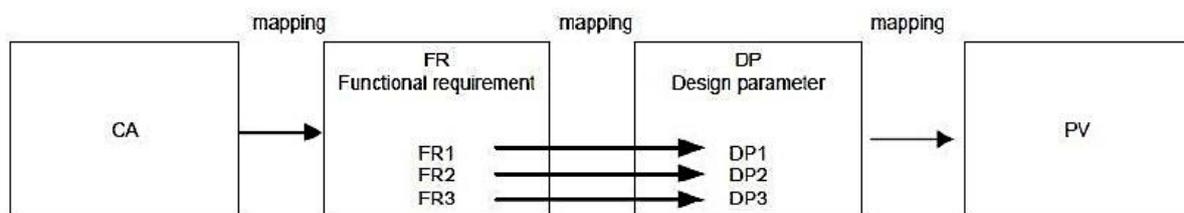
Menurut Sugiyono (2009), terdapat beberapa jenis metode penelitian yang dikelompokkan sebagai metode untuk karya ilmiah, yaitu meliputi metode penelitian eksperimental, deskriptif, dan evaluatif. Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian evaluatif yaitu suatu penelitian yang diupayakan untuk mengevaluasi proses uji coba pengembangan suatu produk. Penelitian evaluatif dimaksudkan untuk mengukur keberhasilan suatu program, produk atau kegiatan tertentu (Danim, 2000). Objek dari penelitian ini adalah rak sepatu yang digunakan pada lingkungan tempat tinggal.

Penelitian ini dilakukan dalam 3 tahapan, yaitu pendahuluan, pengumpulan dan pengolahan data, serta analisis hasil pengolahan data. Pada tahap pendahuluan diawali dengan studi literatur dan lapangan dengan tujuan untuk mendapatkan deskripsi mengenai permasalahan yang ada di lapangan dan merumuskan metode ilmiah untuk mendapatkan solusi dari permasalahan tersebut. Tahap selanjutnya dilakukan pengumpulan data-data yang terkait dengan perencanaan dan pengembangan produk rak sepatu. Jumlah responden pada penelitian berjumlah 30 responden (Gay & Diehl, 1992). Responden kuesioner terbuka adalah rumah tangga yang memiliki rak sepatu yang ditetapkan sebagai objek penelitian. Metode *sampling* dilakukan

dengan menggunakan metode probabilitas *sampling* sederhana (*probability random sampling*), yaitu dengan undian.

Tahapan pengolahan data dilakukan dengan metode AHOQ. Pada metode AHOQ ini, dilakukan penentuan misi produk terlebih dahulu. Dari hasil kuisoner terbuka didapatkan beberapa kebutuhan konsumen yang kemudian direkap menjadi *customer attribute* (CA), yaitu domain yang menampung kebutuhan dari sudut pandang pengguna. Berdasarkan Suh (2001), langkah selanjutnya dalam menetapkan spesifikasi dan target adalah melalui penentuan *functional requirements* (FR), *constraints*, *design parameter* (DP), hingga menyusun model integrasi AHOQ (Gambar 2). Pada penyusunan model integrasi AHOQ dimulai dengan merumuskan desain matriks antara FR dan DP, kemudian mengkorelasikan antar DP yang ada, menambahkan *constraints* dan mengaitkannya dengan DP, serta mengevaluasi model AHOQ yang sudah dirangkai. Berikutnya dilakukan pengembangan dan pemilihan konsep desain produk dengan matriks kombinasi alternatif, penyaringan, dan penilaian konsep. Sebelum menentukan desain akhir produk, maka terlebih dahulu dilakukan pengujian konsep produk yang pada penelitian ini dilakukan dengan *software* ANSYS untuk mengetahui indeks *factor of safety* dari konsep terpilih dan pengujian *customer attribute* untuk memastikan bahwa konsep terpilih telah menjawab kebutuhan pengguna.

Tahap terakhir yaitu melakukan analisis terhadap desain produk yang terpilih. Dari tahap ini diharapkan solusi yang ditelaah melalui metode ilmiah mampu menjawab permasalahan, sehingga selanjutnya dapat ditarik kesimpulan dari penelitian ini.



Gambar 2. Konsep *axiomatic design*

**Tabel 1.** Pernyataan Misi Produk

<b>PERNYATAAN MISI: rak sepatu yang efektif untuk masyarakat</b>	
<b>Deskripsi Produk</b>	Produk rak sepatu yang dapat digunakan untuk menyimpan alas kaki dalam jumlah yang cukup secara mudah dan melindungi alas kaki agar terhindar dari bau dan debu serta dengan mempertimbangkan antropometri
<b>Pasar Primer</b>	Pengguna rak sepatu
<b>Pasar Sekunder</b>	-
<b>Sasaran Bisnis Utama</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Membuat rak sepatu yang mudah dioperasikan</li> <li>2. Membuat rak sepatu yang bisa memuat banyak sepatu</li> <li>3. Membuat rak sepatu yang melindungi dari bau dan debu</li> <li>4. Memberikan desain rancangan rak sepatu sesuai dengan antropometri</li> </ol>
<b>Batasan</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rak sepatu lemari</li> <li>2. Tidak terdapat gantungan</li> </ol>
<b>Stakeholder</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pengguna rak sepatu</li> <li>2. Perusahaan rak sepatu</li> </ol>

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Menentukan Misi Produk

Pada penelitian ini informasi yang dituliskan pada pernyataan misi didapatkan dari observasi langsung dan hasil kuesioner terbuka. Misi produk rak sepatu pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

#### Mengumpulkan Data

Pada tahap ini, data yang dikumpulkan adalah

data yang berasal dari kuesioner terbuka dan tertutup yang diberikan kepada responden. Pada penelitian yang dilakukan oleh Cesaria (2016) telah disebutkan bahwa pelajar yang tinggal di rumah kos merupakan pengguna utama rak sepatu. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, pengguna utama yang dituju tidak hanya ibu rumah tangga, sebagai perwakilan dari lingkungan rumah tangga, tetapi juga pelajar yang sesuai dengan data identitas responden pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Identitas responden

**Tabel 2.** Customer Attribute

No	Pernyataan Pengguna	Customer Attribute
1.	Rak sepatu terlalu pendek	Dimensi rak sepatu disesuaikan dengan antropometri
2.	Pengguna malas mengambil sepatu	Rak sepatu terdapat bantuan mekanis
3.	Rak sepatu dapat memuat banyak sepatu	Rak sepatu memiliki kapasitas yang besar
4.	Rak sepatu dapat melindungi dari debu dan hujan	Rak sepatu tertutup
5.	Rrak sepatu tidak kokoh	Rak sepatu dibuat dari bahan yang kokoh
6.	Rak sepatu tidak ada sirkulasi udara	Rak sepatu memiliki sirkulasi udara
7.	Rak sepatu tidak terdapat sekat setiap pasangannya	Rak sepatu terdapat sekat disetiap pasangannya
8.	Dapat diletakkan penghilang bau	Rak sepatu memiliki tempat untuk pewangi

**Mengidentifikasi Kebutuhan Pengguna**

Pada tahap ini, tujuan dari identifikasi kebutuhan pengguna adalah untuk mendapatkan informasi mengenai kebutuhan pengguna terhadap produk rak sepatu. *Customer attribute* didapatkan dari interpretasi pernyataan atau kebutuhan pengguna (Sudarsono, dkk., 2013). Tabel 2 merupakan rekap dari *customer attribute* yang merupakan hasil transformasi dari pernyataan pengguna yang diperoleh melalui wawancara ataupun kuesioner.

**Menetapkan Spesifikasi dan Target**

Penetapan spesifikasi dan target dilakukan di awal proses, tetapi penetapan spesifikasi akhir harus menunggu hingga konsep produk terpilih (Ulrich & Epingger, 2001). Dalam penetapan spesifikasi dan target, pada penelitian ini dilakukan mulai dengan menentukan *functional requirements, constraints, design parameter*, dan menyusun model integrasi antara *house of quality* dengan *axiomatic design*.

*Functional Requirements* (FR) adalah domain yang menampung seluruh fungsi yang ingin dicapai dari suatu desain produk. Domain tersebut didapatkan dari hasil *customer attribute*. Berdasarkan pernyataan *customer attribute* didapatkan tiga fungsi utama yang harus dipenuhi dan masing-masing bisa diselesaikan secara terpisah dengan prinsip independensi fungsi. Selanjutnya ketiga fungsi tersebut harus

didekomposisi untuk memperjelas tujuan desain yang hendak dicapai menjadi *functional requirements*. Tabel 3 menjelaskan mengenai kaitan antaran CA dan FR yang terbentuk dan berikut adalah keterangannya:

- FR<sub>1</sub> : memberikan kemudahan dalam menyimpan sepatu
- FR<sub>11</sub>: kemudahan dalam mengoperasikan yang menghemat energi secara aman dan nyaman
- FR<sub>2</sub> : menjaga agar sepatu tetap awet dan bersih
- FR<sub>21</sub>: memastikan sepatu dapat terlindung dari hujan dan debu
- FR<sub>22</sub> : memastikan rak sepatu agar tidak bau
- FR<sub>23</sub> : memastikan sepatu selalu bersih
- FR<sub>3</sub> : memberikan kenyamanan agar rak sepatu tidak mudah rusak
- FR<sub>31</sub>: memastikan material yang digunakan ringan dan kokoh

Identifikasi *constraints* dari 2 *customer attribute* yang dapat dilihat pada Tabel 4. Penjelasan tentang *customer attribute* yang membutuhkan *constraints* tertentu, adalah:

- a. Dimensi tinggi rak sepatu dalam hal ini menggunakan dimensi antropometri yaitu tinggi siku ketika posisi berdiri. Hal ini dikarenakan agar pengguna tidak merasa kelelahan dan nyaman ketika mengoperasikan rak sepatu (Kiat & Shen, 2015). Nilai rata-rata tinggi siku masyarakat indonesia ketika posisi

**Tabel 3.** Penentuan Functional Requirements

<i>Customer Attribute</i>	<i>Functional Requirement (I)</i>
Dimensi rak sepatu disesuaikan dengan antropometri	Memberikan kemudahan dalam menyimpan, menghemat energi secara aman dan nyaman
Rak sepatu terdapat bantuan mekanis	
Rak sepatu tertutup	
Rak sepatu memiliki sirkulasi udara	Menjaga sepatu tetap awet, bersih, dan nyaman
Rak sepatu memiliki tempat untuk pewangi	
Rak sepatu memiliki sekat di setiap pasangannya	
Rak sepatu terbuat dari bahan yang ringan	Memberikan kenyamanan agar rak sepatu tidak mudah rusak
Rak sepatu dibuat dari material yang kokoh	
Rak sepatu memiliki kapasitas besar	

**Tabel 4.** Penentuan *Constraints*

No.	<i>Customer Attribute</i>	<i>Constraints</i>
1.	Dimensi rak sepatu disesuaikan dengan antropometri	100 cm
2.	Rak sepatu memiliki kapasitas besar	≥ 12 pasang

berdiri yaitu sebesar 100 cm (Nurmianto, 2003).

- b. Berdasarkan hasil wawancara dengan pengguna, jumlah rak sepatu minimal yang diinginkan adalah 12 pasang. Dan pada penelitian ini jumlah rak sepatu dapat memuat 13 pasang. Hal ini didapatkan dari pembagian keliling lingkaran dengan lebar dua sepatu.

$$\text{Kapasitas rak} = \frac{k \cdot li}{(2 \times li \cdot k) + al} \dots (1)$$

$$\text{Kapasitas rak} = \frac{2 \times 3,14 \times 50}{(2 \times 9,6) + 5}$$

$$\text{Kapasitas rak} = 12,9 \approx 13$$

Agar memenuhi aksioma pertama, diharapkan sebisa mungkin setiap FR diselesaikan oleh satu DP agar tetap menjaga independensi fungsi. Berikut merupakan DP dari FR yang dapat dilihat pada Tabel 5.

**Menyusun Model Integrasi House of Quality dan Axiomatic Design**

Penyusunan model integrasi *house of quality*

dan *axiomatic design* atau yang disebut *Axiomatic House of Quality* (AHOQ) dalam penelitian ini terdiri dari 5 tahap, yaitu penyusunan matriks *functional requirements* dan *design parameters*, matriks korelasi *design parameters*, matriks *constraints*, matriks *benchmarking* dengan produk kompetitor, dan terakhir evaluasi model AHOQ. Pada AHOQ ini diharapkan dapat mempermudah dalam menemukan spesifikasi dan target minimal yang harus ada pada rak sepatu. Model AHOQ dapat dilihat pada Gambar 4.

**Mengembangkan Konsep Produk**

Konsep produk adalah sebuah gambaran singkat bagaimana produk dapat memuaskan kebutuhan pengguna. Proses pengembangan konsep desain produk rak sepatu menggunakan *morphology chart* untuk mengembangkan beberapa alternatif bagian konsep desain produk berdasarkan desain parameter dengan pertimbangan hasil evaluasi AHOQ.

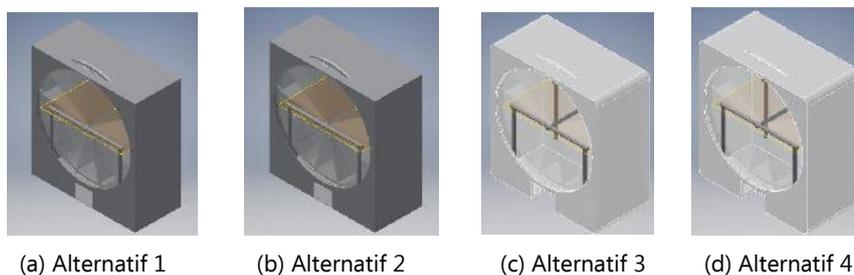
**Tabel 5.** Penentuan *Design Parameters*

No	Functional Requirements	No	Design Parameters
FR <sub>1</sub>	Memberikan kemudahan dalam menyimpan sepatu	DP <sub>1</sub>	Dimensi rak sepatu
FR <sub>11</sub>	Kemudahan dalam mengoperasikan yang hemat energi secara aman dan nyaman	DP <sub>11</sub>	Sistem rak sepatu
FR <sub>2</sub>	Menjaga agar sepatu tetap awet	DP <sub>2</sub>	Sistem sirkulasi udara
FR <sub>21</sub>	Memastikan sepatu dapat terlindung dari hujan dan debu	DP <sub>21</sub>	Rak sepatu tertutup
FR <sub>22</sub>	Memastikan rak sepatu agar tidak bau	DP <sub>22</sub>	Tempat pewangi
FR <sub>23</sub>	Memastikan rak sepatu selalu bersih	DP <sub>23</sub>	Sekat sepatu
FR <sub>3</sub>	Memberikan kenyamanan agar rak sepatu tidak mudah rusak	DP <sub>3</sub>	Sistem kerangka kuat
FR <sub>31</sub>	Memastikan material yang digunakan ringan dan kokoh	DP <sub>31</sub>	Material ringan dan kokoh

**Tabel 6.** Kombinasi Alternatif Konsep

Alternatif Konsep	<i>Design Parameters (DP)</i>							
	Dimensi rak sepatu (DP1)	Sistem rak sepatu (DP11)	Sistem sirkulasi udara (DP2)	Rak sepatu tertutup (DP21)	Tempat pewangi (DP22)	Sekat sepatu (DP23)	Sistem rangka kuat (DP3)	Material ringan dan kokoh (DP31)
1	Antropometri	Semi otomatis	Lubang	Kotak	Lubang Ø 2 cm	Polos	Pen Bulat	Kayu
2	Antropometri	Semi otomatis	Lubang	Kotak	Lubang Ø 2 cm	Berlubang	Sekrup	Kayu
3	Antropometri	Semi otomatis	Lubang	Agak melengkung	Lubang Ø 2 cm	Berlubang	Lem	PVC
4	Antropometri	Semi otomatis	Kasa	Agak melengkung	Lubang Ø 2 cm	Berlubang	Sekrup	PVC





Gambar 5. Alternatif Konsep Produk Rak Sepatu

juga terdapat 2 pilihan yaitu tidak berlubang dan berlubang. Untuk sistem penyambungan rangkanya yaitu ada yang dengan pen bulat, sekrup dan lem. Untuk material pada produk ini menggunakan kayu *plywood* dan polivinil chlorida (PVC). Menurut Irwan (2014), kayu *plywood* atau yang biasa disebut kayu lapis ini merupakan kayu yang lebih ringan dan lebih murah jika dibandingkan dengan kayu *solid*. Kekuatan dari kayu ini bergantung dari ketebalan kayu tersebut. Ketebalan kayu *plywood* yang digunakan pada penelitian ini yaitu 18 mm dimana ketebalan ini banyak digunakan oleh produk furniture pada umumnya. Gambar 5 menunjukkan kombinasi alternatif konsep yang didapatkan pada penelitian ini.

Sebagai contoh pada konsep 1 menggunakan dimensi antropometri yang disesuaikan dengan tinggi siku ketika berdiri. Sistem sepatu yang digunakan yaitu semi otomatis agar dapat memudahkan pengguna dalam menggunakan rak sepatu. Sistem sirkulasi udara berlubang yang artinya tidak ada pembatas atau penghambat jalannya udara seperti kasa. Desain luar rak sepatu berbentuk kotak dan terdapat tempat pewangi yang berlubang dengan  $\varnothing 2$  cm, agar aroma dapat keluar dengan cepat. Dan untuk sekat sepatu polos tidak berlubang. Pada desain ini rak sepatu dirangkai dan disatukan dengan pen bulat dengan material rak sepatu yaitu kayu *plywood*. Mekanisme dari konsep ini yaitu ketika pengguna ingin meletakkan atau menyimpan sepatu, pintu bagian depan ditiap rak dapat ditekan menggunakan ujung kaki yang dimana pengguna tidak perlu membungkukkan badan. Kemudian akan keluar wadah penerima sepatu dan pengguna meletakkan sepatu pada wadah

tersebut. Pengguna dapat memutar tuas yang terdapat pada bagian atas rak sepatu yang kemudian rak sepatu tersebut akan secara otomatis menutup. Jika pengguna ingin mengambil sepatu, pengguna dapat menarik tuas pada pintu tiap rak sepatu.

#### Pemilihan Konsep Produk

Pemilihan konsep merupakan proses menilai beberapa konsep sesuai dengan kebutuhan pengguna, membandingkan kekuatan dan kelemahan konsep, dan memilih satu atau lebih konsep untuk pengembangan lebih lanjut. Pada tahap pemilihan konsep ini dibagi menjadi dua fase, yaitu penyaringan dan penilaian konsep.

Penyaringan konsep menggunakan sistem perbandingan dengan FR tingkat 2 untuk mempersempit alternatif konsep. Referensi yang digunakan pada penelitian ini adalah rak sepatu dengan merk Olympic. Hal ini karena berdasarkan pada *benchmarking* yang dimana merk Olympic memiliki nilai skala tertinggi dibandingkan dengan yang lain.

Setelah dilakukan penyaringan alternatif konsep, diharapkan terdapat beberapa konsep yang terseleksi. Dari 8 kriteria yang ada pada referensi Olympic semuanya bernilai 0, alternatif konsep ini dijadikan referensi untuk membandingkan alternatif konsep yang lain. Penilaian pada matriks diatas menggunakan simbol berikut:

- + : kriteria pada konsep tersebut lebih baik dibandingkan referensi
- : kriteria pada konsep tersebut lebih buruk dibandingkan referensi
- 0 : kriteria pada konsep tersebut sama dengan referensi

**Tabel 8.** Matriks Penyaringan Konsep

No	Kriteria	Alternatif Konsep				
		Olympic (Referensi)	1	2	3	4
1	Memberikan kemudahan dalam menyimpan sepatu	0	+	+	+	+
2	Kemudahan dalam mengoperasikan yang menghemat energi secara aman dan nyaman	0	+	+	+	+
3	Menjaga agar sepatu tetap awet	0	0	0	0	-
4	Memastikan sepatu dapat terlindung dari hujan dan debu	0	0	0	-	-
5	Memastikan rak sepatu agar tidak bau	0	+	+	+	+
6	Memastikan sepatu selalu bersih	0	-	-	+	+
7	Memberikan kenyamanan agar rak sepatu tidak mudah rusak	0	-	+	0	+
8	Memastikan material yang digunakan ringan dan kokoh	0	0	0	-	-
	Jumlah +	0	3	4	4	5
	Jumlah -	0	2	1	2	3
	Jumlah 0	8	3	3	2	0
	Nilai akhir		1	3	2	2
	Peringkat		4	1	3	2
	Lanjutkan?		Ya	Ya	Ya	Ya

**Tabel 9.** Matriks penilaian konsep

No	Kriteria	Bobot (%)	Alternatif Konsep							
			1		2		3		4	
			R	N	R	N	R	N	R	N
1	Memberikan kemudahan dalam menyimpan sepatu	11	4	0,44	4	0,44	4	0,44	4	0,44
2	Kemudahan mengoperasikan yang menghemat energi secara aman dan nyaman	7	4	0,28	4	0,28	4	0,28	4	0,28
3	Menjaga agar sepatu tetap awet	10	3	0,30	3	0,30	3	0,30	2	0,20
4	Memastikan sepatu dapat terlindung dari hujan dan debu	15	3	0,45	3	0,45	2	0,30	2	0,30
5	Memastikan rak sepatu agar tidak bau	11	4	0,44	4	0,44	4	0,44	4	0,44
6	Memastikan sepatu selalu bersih	8	2	0,16	2	0,16	4	0,32	4	0,32
7	Memberikan kenyamanan agar rak sepatu tidak mudah rusak	18	3	0,54	4	0,72	2	0,36	4	0,72
8	Memastikan material yang digunakan ringan dan kokoh	20	3	0,60	3	0,60	2	0,40	2	0,40
	Total nilai peringkat		3,03		3,39		3,02		3,10	
	Kembangkan?		tidak		terpilih		tidak		tidak	

Nilai-nilai tersebut kemudian dijumlahkan untuk mengetahui kelanjutan dari masing-masing alternatif konsep. Berdasarkan matriks penyaringan konsep pada Tabel 8 diketahui bahwa tidak ada konsep yang terseleksi karena nilai akhir yang didapatkan yaitu diatas nilai 0, sehingga seluruh konsep dilanjutkan pada tahap penilaian konsep.

Penilaian konsep menggunakan kriteria seleksi berbobot dan skala penilaian yang lebih halus dibandingkan dengan tahap pemilihan konsep sebelumnya. Nominal bobot didapatkan dari hasil kuesioner tertutup. Pada matriks penilaian konsep pada Tabel 9, untuk mendapatkan nilai bobot (N) dilakukan perhitungan bobot (%) dikalikan

dengan *rating* (R). Sebagai contoh pada kriteria 1 memiliki bobot 11%. Bobot 11 didapatkan dari  $(3,3/30) \times 100\%$ . Angka 3,3 didapatkan dari hasil kuesioner tertutup. Dan nilai R memiliki skala 2-4 dimana 2 adalah kurang dari referensi, 3 sama dengan referensi dan 4 lebih dari referensi. Bobot 11 kemudian dikalikan dengan rating yang didapatkan yaitu sebesar 4. Hasilnya adalah 0,44. Kemudian nilai bobot dari tiap kriteria dijumlahkan untuk mendapatkan total yang paling besar. Dari hasil penilaian diatas, didapatkan konsep 2 yang mendapatkan total nilai paling besar sehingga menjadi konsep terpilih untuk dikembangkan ke tahap selanjutnya.

**Pengujian Desain Produk**

Pengujian konsep produk dilakukan setelah pemilihan konsep, karena tidak memungkinkan apabila harus menguji dalam kondisi alternatif konsep yang masih banyak. Tujuan dari pengujian konsep pada penelitian ini adalah untuk memastikan konsep produk terpilih dapat benar-benar digunakan dengan baik. Pada penelitian ini pengujian konsep dilakukan menggunakan *software* ANSYS dan uji *customer attribute*.

Pengujian konsep produk pada penelitian ini menggunakan *software* ANSYS *Workbench* 14,5. Dan setelah diuji, berikut merupakan hasil dari uji kekuatan dari konsep produk yang dapat dilihat pada Gambar 6. Hasil simulasi pada rak sepatu mempunyai maksimal tegangan sebesar 1,1336 MPa. Menurut Sudarsono, Purwanto, & Johny (2013), maksimal tegangan dari kayu *plywood* adalah sebesar 30,88 MPa.

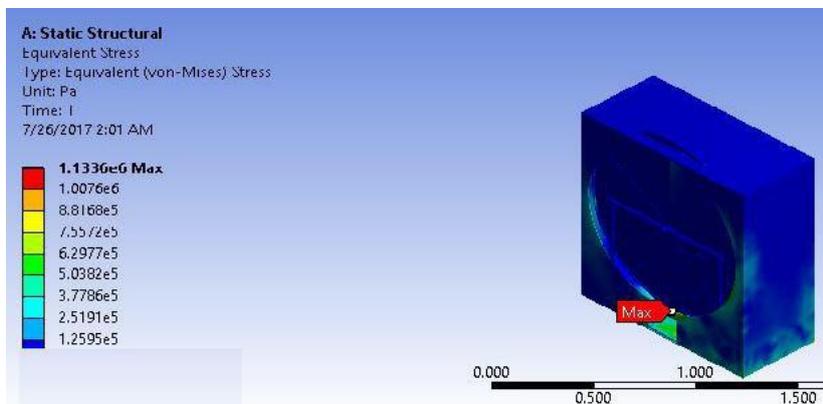
Selain diuji tegangan maksimal dari produk, dapat diketahui juga *factor of safety* dari model

tersebut. *Factor of safety* adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi agar desain atau model produk terjamin keamanannya ketika dikembangkan (Vidosic, 2012). Dari hasil uji simulasi model *prototype* diatas kemudian akan dibandingkan dengan rumus *factor of safety*.

Setelah dilakukan perhitungan *Factor of safety* dari desain rak sepatu diatas, didapatkan nilai sebesar 27,24. Nilai tersebut telah berada diatas 1,5 sebagai nilai minimal yang diungkapkan oleh Hoek & Bray (1999), sehingga dapat dikatakan desain rak sepatu diatas aman untuk dikembangkan.

Setelah melakukan uji dengan menggunakan *software* ANSYS, konsep produk yang terpilih ini juga diuji kembali dengan *customer attribute* yang telah didapatkan diawal untuk memastikan bahwa konsep produk yang terpilih sudah sesuai dengan yang diinginkan pengguna. Tabel 10 merupakan hasil uji CA yang menunjukkan bahwa seluruh CA dapat terselesaikan dengan baik.

**Desain Produk Akhir**



Gambar 6. Hasil simulasi model pada *Software* ANSYS

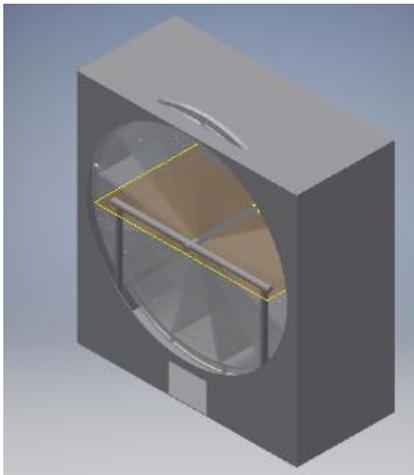
Tabel 10. Pengujian *Customer Attribute*

No.	<i>Customer Attribute</i>	Keterangan
1.	Dimensi rak sepatu disesuaikan dengan antropometri	S
2.	Rak sepatu memiliki bantuan mekanis	S
3.	Rak sepatu memiliki kapasitas yang besar	S
4.	Rak sepatu tertutup	S
5.	Rak sepatu dibuat dari bahan yang kokoh	S
6.	Rak sepatu memiliki sirkulasi udara	S
7.	Rak sepatu memiliki sekat disetiap pasangannya	S
8.	Rak sepatu memiliki tempat untuk pewangi	S
9.	Rak sepatu terbuat dari bahan yang ringan	S

Keterangan: S = *customer attribute* terselesaikan

Bentuk akhir dari desain produk rak sepatu dapat dilihat pada Gambar 7. Hasil akhir yang didapatkan dari tahap penentuan misi produk hingga pengujian konsep produk dapat dilihat pada diatas karena dari alternatif konsep 2 yang dibuat tidak memerlukan perubahan apapun pada langkah setelahnya.

Rak sepatu ini memiliki sistem seperti kincir angin yang dimana dengan bentuk tersebut seluruh sepatu dapat terlihat dan dapat langsung diambil sesuai kebutuhan. Alasan mengapa terpilih bentuk desain seperti itu karena sesuai dengan apa yang dibutuhkan oleh pengguna yaitu mudah dalam pengoperasiannya. Dimensi dari rak sepatu ini yaitu 100 x 112 x 45 cm. Tinggi rak 100cm tersebut karena disesuaikan dengan tinggi siku sesuai dengan antropometri penduduk indonesia dimana menggunakan persentil 50th. Material yang digunakan pada rak sepatu ini adalah kayu *plywood*. Kemudian produk ini juga memiliki tegangan maksimal sebesar 1,1336 MPa jika seluruh ruang rak sepatu terisi oleh sepatu yaitu sebesar 13 kg sehingga berdasarkan simulasi pada software ANSYS dan dibandingkan dengan *factor of safety* didapatkan nilai 27,24 yang berarti aman untuk digunakan.



**Gambar 7.** Desain Produk Akhir

Mekanisme dari konsep ini yaitu ketika pengguna ingin meletakkan atau menyimpan sepatu, pintu bagian depan ditiap rak dapat ditekan menggunakan ujung kaki yang dimana pengguna tidak perlu membungkukkan badan.

Kemudian akan keluar wadah penerima sepatu dan pengguna meletakkan sepatu pada wadah tersebut. Pengguna dapat memutar tuas yang terdapat pada bagian atas rak sepatu yang kemudian rak sepatu tersebut akan secara otomatis menutup. Jika pengguna ingin mengambil sepatu, pengguna dapat menarik tuas pada pintu tiap rak sepatu. Rak sepatu ini hanya dapat digunakan untuk sepatu yang berukuran 35 hingga 44.

#### IV. SIMPULAN

Model *axiomatic house of quality* (AHOQ) pada produk rak sepatu yang dibuat telah sesuai dengan prinsip *axiomatic design*. Desain matriks pada model AHOQ yang terdiri dari *functional requirements* dan *design parameter* menunjukkan bahwa desain fisik produk 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 kompetitor produk. *Benchmarking* ini juga membantu memberikan referensi dalam penentuan alternatif konsep. Pengujian konsep dilakukan dengan simulasi *software* ANSYS dan pengujian *customer attributes*.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Laboratorium Statistik dan Rekayasa Kualitas, serta Jurusan Teknik Industri dan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya atas segala bentuk dukungan dalam penelitian yang dilakukan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, D.P.; Choiri, M.; Priharseno, D. (2017). "Aplikasi Quality Function Deployment untuk Redesign Kontainer Penyimpanan pada Industri Kemasan Kaleng". *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 18 (2), 176-190.
- Ashtiany, M.S.; Alipour, A. (2016). "Integration Axiomatic Design with Quality Function Deployment and Sustainable Design for The

- Satisfaction of An Airplane Tail Stakeholders". *Procedia CIRP*, Vol. 53, 142-150.
- Benner, M.; Linnemann, A.R.; Jongen, W.M.F.; Folstar, P. (2002). "Quality Function Deployment (QFD) – Can It Be Used to Develop Food Product". *Food Quality and Preference*, Vol. 14 (4), 327-339.
- Bouchereau, V.; Rowlands, H. (1999). "Analytical approach to QFD". *Manufacturing Engineer*, Vol. 78 (6), 249-254.
- Cesaria, A. (2016). "Perancangan Sarana Penyimpanan Alas Kaki (Sepatu dan Sandal) untuk Kamar Kos". *Skripsi*. Bandung: Universitas Telkom.
- Cohen, L. (1995). *Quality Function Deployment: How to Make QFD Work for You*. Singapura: Addison-Wesley Publishing Company.
- Dale, B.; Boaden, R.; Wilcox, M.; McQuarter, R. (1998). "Use of Quality Management Techniques and Tools: An Examination of Some Keys Issues". *International Journal of Technology Management*, Vol. 16 (4-6), 305-325.
- Danim, S. (2000). *Pengantar Studi Penelitian Kebijakan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Dayanara, D. (2016). "Integrasi House of Quality (HOQ) dengan Axiomatic Design dalam Perencanaan dan Pengembangan Produk Shopping Trolley". *Skripsi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Djati, P.; Khusaini, M. (2003). "Kajian terhadap Kepuasan Kompensasi, Komitmen, Organisasi, dan Prestasi Kerja". *Jurnal Manajemen dan Kewirausahaan*, Vol. 5 (1), 25-41.
- Evans, J.R.; Lindsay, W.M. (2001). *The Management and Control of Quality*, 5th Ed. Ohio: Thomson Learning.
- Gay, L.R.; Diehl, P.L. (1992). *Research Methods for Business and Management*. New York: Macmillan.
- Ghufrani, M.S. (2010). "Perancangan Alat Pengangkut Galon ke Dispenser dengan Pendekatan Metode Axiomatic Design". *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Frick; H. (2006). *Membangun, Membentuk, Menghuni*. Yogyakarta: Kanisius.
- Hindarto, P. (2007). *Inspirasi Rumah Sehat di Perkotaan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Hoek, E.; Bray, J. (1999). *Rock Slope Engineering*. London & New York: Taylor & Francis.
- Irwan. 2014. *Bahan Kayu untuk Furniture*. Online pada <http://www.suburfurniture.com/subur-furniture/48-informasi-dan-tips/126-jenis-kayu.pdf> diakses pada 10 Maret 2018.
- Kiat, Ng.; Shen, Ng. (2015). *Usability Improvement with an Ergonomic Automated Shoe Rack*. Malaysia: Lap Lambert.
- Machulenko, N. (2011). "Applying Axiomatic Design Principles to the House of Quality". *Thesis*. Ontario: University of Windsor.
- Nurmianto, E. (2003). *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Surabaya: Prima Printing.
- Putra, M.D.; Tama, I.P.; Andriani, D.P. (2016). "Analisis Perancangan Alat Bantu Material Handling Produksi Genteng Menggunakan Metode Axiomatic House of Quality (AHOQ)". *Journal of Engineering and Management in Industrial System*, Vol. 4 (1), 19-30.
- Rauch, E.; Matt, D.T.; Dallasega, P. (2016). "Application of Axiomatic Design in Manufacturing System Design: A Literature Review". *Procedia CIRP*, Vol. 53, 1-7.
- Sudarsono; Purwanto; Soedarsono, J.W.; Munir, B. (2013). "Utilization of Albizia Wood (*Albizia Falcata*) and Ramie Fibers as Wind Turbine Propeller Modification of NACA 4415 Standard Airfoil". *Journal Mechanics and Materials*, Vol. 391, 41-45.
- Sugiyono (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suh, N.P. (2001). *Axiomatic Design: Advances and Applications*. Oxford: Oxford University Press.
- Sulistiyoningrum, C.E.; Jufrizal; Mulia, A. (2017). "Go-Scufy: Redesain Produk Sepatu Wanita Berbahan Karung Goni Menggunakan Metode Quality Function Deployment". *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol. 16 (1), 40-47.
- Ulrich, K. T.; Eppinger, S.D. (2001). *Perencanaan dan Pengembangan Produk*. Yogyakarta: UII Press.
- Vidosic, J.P. (2012). *Machine Design Projects*. New York: Ronald Press.