



PAPER – OPEN ACCESS

Rancangan Produk Smart Dental Mirror with Auto LED dengan Metode QFD dan AHP

Author : Akbar Gading Alfadli Harahap, dkk
DOI : 10.32734/ee.v6i1.1932
Electronic ISSN : 2654-7031
Print ISSN : 2654-7031

Volume 6 Issue 1 – 2023 TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Rancangan Produk *Smart Dental Mirror with Auto LED* dengan Metode QFD dan AHP

Akbar Gading Alfadli Harahap, Maria Magdalena, Hans Allen Gunawan, Glenn Aldo Natanael Sinaga, Muhammad Adjie Rusmanto

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

akbargading2003@gmail.com, m.mgdlenaa@gmail.com, hanallangunawan@gmail.com, glennsin2002@gmail.com, mhdadjie22@gmail.com

Abstrak

Kaca mulut merupakan peralatan utama dalam kedokteran gigi yang berbentuk bundar dan diberi gagang. Kaca mulut berfungsi untuk melihat keadaan gigi dan jaringan di sekitar gigi serta lubang yang tersembunyi. Dalam jurnal ini dibahas mengenai produk *Smart Dental Mirror with Auto LED* yang dilengkapi sensor LED otomatis yang berfungsi secara otomatis memberikan penerangan semaksimal mungkin pada saat pemeriksaan agar area gelap maupun sempit dapat dilihat dengan jelas yang dimana biasanya dokter gigi kesulitan untuk melihat area pada rongga mulut dengan jelas. Tujuan dari penelitian ini adalah dapat mengidentifikasi karakteristik teknik terhadap produk *Smart Dental Mirror with auto LED* menggunakan sensor LED dengan menggunakan metode Quality Function Deployment fase 1, dan dapat mengidentifikasi part kritis dan pemecahan keinginan konsumen terhadap produk *Smart Dental Mirror with Auto LED* menggunakan sensor LED dengan menggunakan metode Quality Function Deployment fase 2. Quality Function Development (QFD) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk membantu suatu perusahaan dalam proses produksi (pelayanan). AHP merupakan metode untuk memecahkan suatu situasi. Dalam hal demikian, QFD dan AHP adalah metode yang digunakan dalam rancangan produk *Smart Dental Mirror with Auto LED*.

Kata Kunci: Kaca Mulut; Kedokteran Gigi; *Smart Dental Mirror with Auto LED*; *Quality Function Development*; AHP

Abstract

Mouth mirror is the main equipment in dentistry which is round and given a handle. The mouth mirror is used to see the condition of the teeth and the tissue around the teeth as well as hidden holes. In this journal, we discuss the Smart Dental Mirror with Auto LED product which is equipped with an automatic LED sensor that functions automatically to provide maximum light during the examination so that dark and narrow areas can be seen clearly, which is usually difficult for dentists to see areas in the oral cavity clear. The purpose of this research is to be able to identify the technical characteristics of Smart Dental Mirror with auto LED products using LED sensors using the Quality Function Deployment phase 1 method, and to be able to identify critical parts and solve consumer desires for Smart Dental Mirror with Auto LED products using LED sensors with using the Quality Function Deployment phase 2 method. Quality Function Development (QFD) is a method that can be used to assist a company in the

production (service) process. AHP is a method to solve a situation. In this case, QFD and AHP are the methods used in designing Smart Dental Mirror with Auto LED products.

Keywords: Mouth Mirror; Dentistry; Smart Dental Mirror with Auto LED; Quality Function Development; AHP

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Untuk memulai pendefinisian pengerjaan barang dengan variasi teknik, arsitektur dan detail komponen, serta kesulitan yang akan dialami dalam pelaksanaan pembuatannya dibutuhkan perancangan [1]. Usaha yang dilakukan untuk meningkatkan penjualan, mengembangkan inovasi produk, dan meningkatkan performansi produk yang telah ada dengan melakukan revisi terhadap produk lama dibutuhkan pengembangan produk [2]. Sudut pandang *marketing* memandang produk sebagai sesuatu yang dapat dipresentasikan kepada konsumen untuk mendapat perhatian (*attention*), menjadi kepunyaan (*acquisition*), berguna (*use*), atau dapat menjadi konsumsi (*consumption*), serta memuaskan keperluan dan keinginan konsumen. [3] Produk diciptakan melalui prosedur yang disebut desain dan pengembangan produk, yang mencakup segala hal mulai dari penentuan permintaan konsumen hingga produksi, pemasaran, dan mengirimkan produk. [4] Produk yang akan dirancang pada perancangan produk ini adalah Smart Dental Mirror with Auto LED. Smart Dental Mirror with Auto LED adalah alat yang dilengkapi dengan sensor LED otomatis yang berfungsi secara otomatis memberikan penerangan semaksimal mungkin pada saat pemeriksaan agar area gelap maupun sempit dapat dilihat dengan jelas yang dimana biasanya dokter gigi kesulitan untuk melihat area pada rongga mulut dengan jelas.

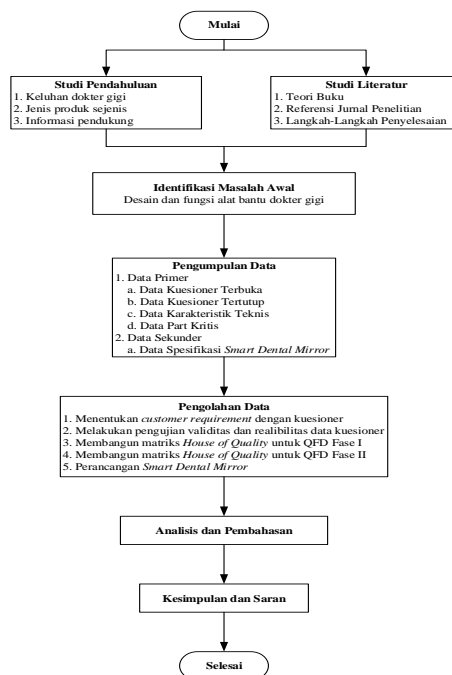
Pendekatan untuk membantu suatu perusahaan dalam proses produksi (pelayanan) adalah dengan *Quality Function Deployment*. QFD sebagai “cara pengubahan *wishes* konsumen kualitatif ke parameter kuantitatif sehingga fungsi yang membentuk kualitas tersebar, serta untuk menyebarkan cara tercapainya kualitas perancangan terhadap subsistem dan proses manufaktur. [5] Hubungan antara Quality Function Development fase 1 dan fase 2 ini adalah hasil dari fase 1 yang akan diterjemahkan dan dikembangkan pada fase 2 supaya lebih terperinci dan ciri kualitas setiap bagian dapat terbentuk lebih jelas [6] Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah strategi pengambilan keputusan yang bekerja dengan baik karena dalam mengambil keputusan menghasilkan proses yang cepat dan sederhana untuk permasalahan yang rumit. Dengan menetapkan nilai subjektif untuk kepentingan relatif setiap elemen dan mengidentifikasi variabel dengan prioritas tertinggi agar berpengaruh pada hasil dalam situasi tersebut, pendekatan ini membagi kondisi yang sulit dan tidak tersusun dengan baik ke beberapa komponen yang berbentuk struktur hierarkis. Struktur efektif disajikan untuk mengambil keputusan dalam grup dengan berlandaskan pada disiplin dalam pola pikir kelompok itu.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan agar dapat diidentifikasi karakteristik teknik terhadap produk Smart Dental Mirror with Auto LED menggunakan sensor LED dengan Quality Function Deployment fase 1, dan dapat diidentifikasi part kritis dan pemecahan keinginan konsumen terhadap produk Smart Dental Mirror with auto LED menggunakan sensor LED dengan metode Quality Function Deployment fase 2.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian dilaksanakan dengan langkah-langkah metode analisis data dalam merancang Smart Dental Mirror with Auto LED. Langkah-langkah merancang Smart Dental Mirror with Auto LED adalah berikut ini.



Gambar 1. Metode Analisis Data Tahapan Penelitian

2.1. Fase Pengembangan Produk Pada Concurrent Engineering

Metode sistematis untuk menangani perubahan dalam lingkungan industri dikenal sebagai rekayasa serempak. Ini melibatkan perancangan produk dan proses downstream dalam produksi pada saat yang bersamaan. [7] Rekayasa serempak memiliki beberapa tahap pengembangan produk yaitu:

- Fase pertama dengan masukan berupa responden adalah *project planning phase* dan tersusun atas langkah pengembangan yaitu identifikasi kebutuhan, pendefinisian spesifikasi produk, dan rencana pengembangan.
- fase kedua adalah *the conceptual design phase* yang tersusun atas lima langkah dengan diawali oleh identifikasi produk dan fungsinya.
- Fase ketiga, merupakan inti dari pengembangan dengan rekayasa serempak yang mempertimbangan konsep keseluruhan pada fase 1 dan 2 dimana rancangan yang sebelumnya kualitatif berubah menjadi kuantitatif dengan beberapa iterasi. Fase ini disebut dengan *design phase* yang tersusun atas penjelasan spesifikasi teknik, perwujudan rancangan, model virtual, ulasan desain, prototipe, detail rancangan, dan verifikasi rancangan [8].

2.2. Design for Assembly (DFA)

Untuk mengurangi tantangan perakitan sebelum komponen dibuat, *Design for Assembly* (DFA), sebuah teknik perencanaan untuk perakitan, menganalisis keseluruhan komponen dan desain produk sejak awal proses desain [9].

2.3. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) berfungsi agar memastikan, mendeteksi, dan menghapus masalah dan kesalahan yang diketahui dari perancangan dan proses, atau layanan agar tidak menjadi masalah bagi pelanggan. [10]

2.4. Design for Manufacturing (DFM)

Pada praktisinya, pengembangan produk menggunakan *Design for Manufacturing (DFM)* dimana ini memberi penekanan terkait *manufacturing*. Langkah pengembangan konsep, fungsi-fungsi dan ditetapkan spesifikasi produk merupakan awal dari DFM. Input pada DFM berupa sketsa, gambar, rancangan produk yang akan dibuat, alternatif rancangan, pemahaman rinci terkait proses produksi dan *assembly*. Hasil dari metode DFM adalah sebagai berikut.

- Rancangan yang dibuat sesuai dengan latar belakang permasalahan
- Menjadi alternatif sistem rancangan lalu yang belum efektif
- Tingkat efektivitas rancangan pada proses
- Meminimalisasi *cost* perakitan, rancangan, dan lain-lain [11]

2.5. Quality Function Deployment (QFD)

Quality Function Deployment (QFD) adalah pertama dilakukan di Jepang mulai tahun 1966 dalam menerjemahkan keinginan konsumen menjadi karakteristik teknik untuk suatu produk. Yoji Akao, pengembang asli, menggambarkan QFD sebagai “metode untuk pengubahan *wishes* pengguna kualitatif menjadi parameter, untuk memberi sebaran fungsi yang pembentuk kualitas juga menyebarkan strategi pencapaian kualitas perancangan kedalam subsistem dan bagian *part*, dan akhirnya ke elemen tertentu dari proses manufaktur. Ada beberapa manfaat menggunakan metode QFD adalah sebagai berikut.

- Berfokus pada pelanggan
- Analisis pesaing VOC
- Waktu pengembangan lebih pendek dan biaya lebih rendah
- Struktur dan dokumentasi [12]

2.6. Langkah-langkah QFD fase I

Fase diawali dengan penyusunan *House of Quality (HoQ)*. HoQ harus dibuat dengan tingkat ketelitian yang tinggi karena mempengaruhi tahapan lanjutannya. Langkah-langkah dalam penerapan metode QFD fase I yaitu:

- Identifikasi kebutuhan konsumen
- Penentuan tingkat kepentingan variabel
- Penetapan karakteristik teknis terhadap *needs* konsumen
- Penetapan hubungan antara karakteristik teknis
- Penetapan tingkat hubungan antara karakteristik teknis produk dengan *wishes* konsumen
- Menentukan *House of Quality*
- Pengembangan Rancangan

2.7. Langkah-langkah QFD fase II

Kualifikasi teknis produk kopi premium diubah menjadi spesifikasi elemen pada langkah kedua guna mencapai keinginan konsumen. [13]. Langkah-langkah dalam penerapan metode QFD fase II yaitu:

- Penetapan Karakteristik Teknis Utama Sesuai QFD Fase I
- Penetapan Komponen Kritis
- Penetapan hubungan Antar Komponen Kritis
- Penetapan Hubungan antar Karakteristik Teknis dengan Komponen Kritis
- Penentuan *Technical Matrix*
- Penentuan Peningkatan Kualitas Produk

2.8. AHP

Masalah yang timbul dalam mengambil keputusan dapat diselesaikan dengan menggunakan Analytic Hierarchy Process (AHP), sebuah teknik. Dengan menggunakan AHP, keterampilan teknis dan non-teknis dapat digabungkan untuk meningkatkan proses pemeringkatan dengan hubungan yang saling terkait antar kategori [14].

2.9. Metode Taguchi

Metode Taguchi terpusat untuk meningkatkan rancangan dari produk dan prosesnya untuk mencapai kualitas yang lebih baik. Kombinasi terbaik dari unit produk dan proses akan diperoleh dengan keseragaman data yang tinggi sehingga hasil karakteristik kualitas yang diperoleh adalah yang paling baik dengan biaya yang dapat diminimalisasi. Dr. Genichi Taguchi berpendapat bahwa kerugian saat masyarakat menerima produk yang telah dikirim disebut dengan kualitas. Ini berarti bahwa kualitas dapat dinilai berdasarkan kekeliruan karakteristik proses atau produk dari nilai targetnya. [15]

3. Hasil dan Pembahasan

Pengembangan produk Smart Dental Mirror with Auto LED menghasilkan pembahasan yakni:

3.1. QFD Fase 1

3.1.1. Identifikasi Kebutuhan Konsumen

Tabel 1. Hasil Perolehan Variabel Kebutuhan Pelanggan

No	Variabel Kebutuhan
1	Panjang tangkai 13 cm
2	Diameter kaca 2,5 cm
3	Gagang kaca gigi terbuat dari Stainless Steel
4	Menggunakan baterai sekali pakai bertegangan 3 volt
5	Menggunakan LED sinar berwarna putih
6	Plat kaca menggunakan bahan besi
7	Gagang kaca gigi dibuat berongga
8	Pegangan gagang kaca gigi dibuat polos
9	Diameter gagang kaca gigi 1 cm si tambahan mengisi daya.
10	Lampu LED diletakkan di persambungan antara gagang dan plat kaca dengan jarak LED dan kaca 2 cm dan jarak sensor dan kaca Bahan gagang

3.1.2. Penentuan Tingkat Kepentingan Variabel

Hasil penetapan bobot tingkat hubungan antara sesama *customer requirement* (CR) menghasilkan tingkat kepentingan dari seluruh variabel.

Tabel 2. Tingkat Kepentingan

No	Variabel Kebutuhan	Tingkat Kepentingan
1	Panjang tangkai 13 cm	3
2	Diameter kaca 2,5 cm	1
3	Gagang kaca gigi terbuat dari Stainless Steel	5
4	Menggunakan baterai sekali pakai bertegangan 3 volt	4
5	Menggunakan LED sinar berwarna putih	5
6	Plat kaca menggunakan bahan besi	3

3.1.3. Penetapan Karakteristik Teknis terhadap Kebutuhan Konsumen

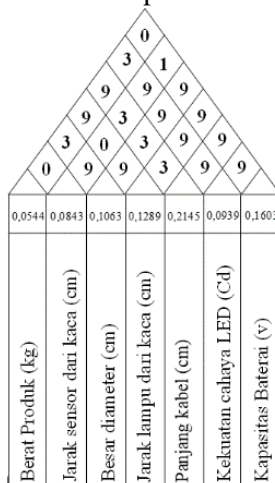
Penetapan karakteristik-karakteristik teknik (TR) merupakan langkah lanjutan untuk membuat HoQ.

Tabel 3. Karakteristik Teknis Produk

No	Karakteristik Teknis Produk
1	Berat produk (kg)
2	Jarak sensor dari kaca (cm)
3	Besar diameter (cm)
4	Jarak lampu dari kaca (cm)
5	Panjang kabel (cm)
6	Kekuatan cahaya LED (Cd)
7	Kapasitas Baterai (v)

3.1.4. Penetapan Hubungan antara Karakteristik Teknis

Hubungan antara setiap karakteristik teknis dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 2. Hubungan antara Karakteristik Teknis

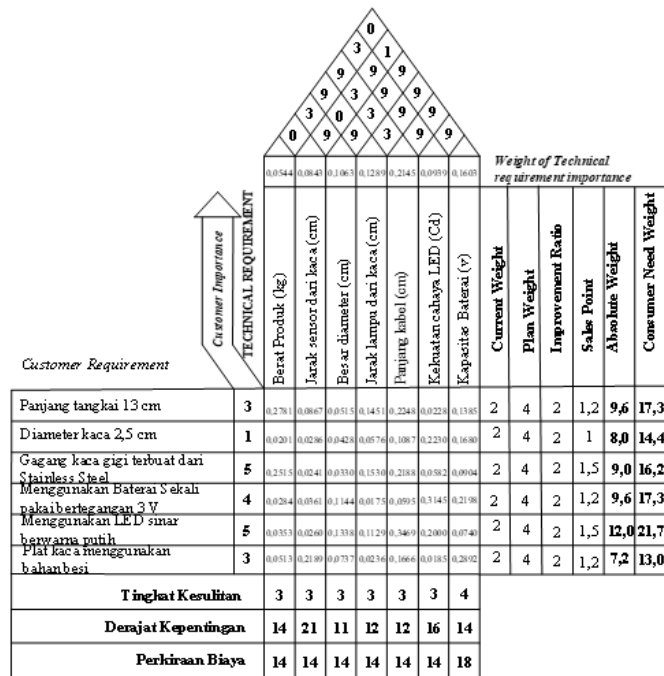
3.1.5. Penetapan Tingkat Hubungan antara Karakteristik Teknis Produk dengan Keinginan Konsumen
 Penetapan hubungan dibuat dengan AHP adalah sebagai berikut pada Gambar 3.

	Berat produk (kg)	Jarak sensor dari kaca (cm)	Besar diameter (cm)	Jarak lampu dari kaca (cm ²)	Panjang kabel (cm)	Kekuatan cahaya LED (Cd)	Kapasitas Baterai (v)
Panjang tangkai 13 cm	0,2781	0,0867	0,0515	0,1451	0,2248	0,0228	0,1385
Diameter kaca 2,5 cm	0,0201	0,0286	0,0428	0,0576	0,1087	0,2230	0,1680
Gagang kaca gigi terbuat dari Stainless Steel	0,2515	0,0241	0,0330	0,1530	0,2188	0,0582	0,0904
Menggunakan baterai sekali pakai bertegangan 3 volt	0,0284	0,0361	0,1144	0,0175	0,0595	0,3145	0,2198
Menggunakan LED sinar berwarna putih	0,0353	0,0260	0,1338	0,1129	0,3469	0,2000	0,0740
Plat kaca menggunakan bahan besi	0,0513	0,2189	0,0737	0,0236	0,1666	0,0185	0,2892

Gambar 3. Matriks Perlawanan Antara Atribut Produk dengan Karakteristik Teknik

3.1.6. Menentukan House of Quality

House of Quality QFD Fase 1 dapat dilihat sebagai berikut



Gambar 4. House of Quality QFD Fase 1

3.2. QFD Fase II

3.2.1. Penetapan Karakteristik Teknis Prioritas berdasarkan QFD Fase I

Hasil dari QFD Fase 1 yang berupa karakteristik teknis menjadi data awal pada QFD Fase II sebagai berikut.

Tabel 3. Karakteristik Teknis Produk

No.	Karakteristik Teknis	Tingkat Kesulitan	Derajat Kepentingan	Perkiraan Biaya
1	Berat produk (kg)	3	15	15
2	Jarak sensor dari kaca (cm)	3	14	15
3	Besar diameter (cm)	2	15	10
4	Jarak lampu dari kaca (cm)	3	13	15
5	Panjang kabel (cm)	3	16	15
6	Kekuatan cahaya LED (Cd)	3	13	15
7	Kapasitas Baterai (v)	3	15	15

3.2.2. Penetapan Komponen Kritis

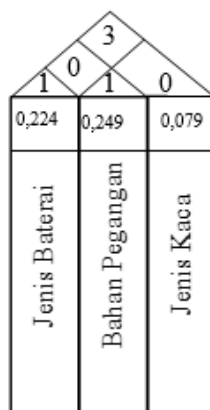
Komponen utama dalam produk disebut dengan komponen kritis

Tabel 4. Penentuan *Komponen Kritis*

No	Part Kritis
1	Jenis Baterai
2	Bahan pegangan
3	Jenis Kaca

3.2.3. Penetapan Hubungan antar *Komponen Kritis*

Masing-masing komponen kritis memiliki hubungan sebagai berikut.



Gambar 5. *Part Kritis*

3.2.4. Penetapan Hubungan antara Karakteristik Teknis dengan Komponen Kritis

Komponen kritis dan karakteristik teknis menghasilkan sebuah hubungan yang tertera Gambar 6.

Karakteristik Teknis	Part Kritis		
	Jenis Baterai	Bahan Pegasangan	Jensi Kaca
Berat produk (kg)	0,0614	0,0994	0,3796
Jarak sensor dari kaca (cm)	0,3544	0,0964	0,0279
Besar diameter (cm)	0,3422	0,1835	0,2225
Jarak lampu dari kaca (cm)	0,1543	0,2119	0,3536
Panjang kabel (cm)	0,3383	0,2291	0,0297
Kekuatan cahaya LED (Cd)	0,0293	0,2849	0,1189
Kapasitas Baterai (v)	0,0297	0,1181	0,0736

Gambar 6. Hubungan antara Karakteristik Teknis dengan Part Kritis

3.2.5. Penentuan Technical Matrix

House of Quality QFD Fase II adalah sebagai berikut

Technical Requirement	CRITICAL PART		
	Jenis Baterai	Bahan Pegasangan	Jensi Kaca
Weight of Critical Part	1	0	0
Berat Produk (kg)	0,2246	0,2496	0,079
Jarak sensor dari kaca (cm)	0,3544	0,0964	0,0279
Besar diametr (cm)	0,3422	0,1835	0,2225
Jarak lampu dari kaca (cm)	0,1543	0,2119	0,3536
Panjang kabel (cm)	0,3383	0,2291	0,0297
Kekuatan cahaya LED (Cd)	0,0293	0,2849	0,1189
Kapasitas Baterai (v)	0,0297	0,1181	0,0736
Tingkat Kesulitan	5	4	5
Derajat Kepentingan	22	29	29
Perkiraan Biaya	28	22	28

Gambar 7. House of Quality QFD Fase II

3.2.6. Menentukan Peningkatan Mutu Produk

Peningkatan mutu produk didapatkan komponen utama yang harus dilakukan perbaikan adalah jenis kaca dengan tingkat kesulitan bernilai 5, derajat kepentingan dengan nilai 29, serta perkiraan biaya dengan nilai 28. Komponen tersebut perlu perbaikan segera karena *design* aktual dianggap masih memiliki tingkat keketatan yang kurang ergonomis dengan pengguna, sehingga diperlukan perbaikan terhadap produk *Smart Dental Mirror with LED*.

4. Kesimpulan

a. Analisa Fase *Project Planning*

Kegiatan ini dilakukan dengan menggunakan QFD Fase I dengan menggunakan beberapa kuisioner seperti AHP untuk didapat prioritas atribut produk. Terdapat beberapa tahapan dalam QFD Fase I, yaitu: Identifikasi Kebutuhan Konsumen

- Penentuan Tingkat Kepentingan Variabel
- Penetapan Karakteristik Teknis terhadap kebutuhan konsumen
- Penetapan hubungan antara karakteristik teknis
- Penetapan tingkat hubungan antara karakteristik teknis produk dengan keinginan konsumen
- Menentukan *House of Quality*
- Pengembangan Rancangan

Output yang didapat dari QFD Fase I adalah berupa karakteristik teknis. Karakteristik teknis yang didapat diukur dengan 3 faktor, yaitu tingkat kesulitan, derajat kepentingan, dan perkiraan biaya. Selain itu, dilakukan pula perhitungan terhadap 6 kebutuhan konsumen dengan faktor *current weight*, *plan weight*, *improvement ratio*, *sale poin*, *absolute weight*, dan *customer need weight*. Berdasarkan hal tersebut, yang menjadi kebutuhan mendesak daripada kustomer adalah menggunakan LED sinar berwarna putih karena akan sangat membantu para dokter gigi. Karakteristik teknis dengan tingkat kesulitan tertinggi ada pada kapasitas baterai, derajat kepentingan tertinggi ada pada jarak sensor dari kaca, dan perkiraan biaya tertinggi terdapat pada kapasitas baterai.

b. Kegiatan ini dilakukan dengan menggunakan QFD Fase II dengan melihat part kritis daripada produk yang akan ditinjau. Terdapat beberapa langkah yang dilakukan pada QFD Fase II, yaitu:

- Penetapan Karakteristik Teknis Prioritas Berdasarkan QFD Fase I
- Penetapan Komponen Kritis
- Penetapan Hubungan Antar Komponen Kritis
- Penetapan Hubungan antar Karakteristik Teknis dengan Komponen Kritis
- Penentuan *Technical Matrix*
- Menentukan Peningkatan Kualitas Produk

Output yang didapat daripada QFD Fase II ini adalah part kritis berupa jenis baterai, bahan pegangan, dan jenis kaca. Diukur pula part kritis ini berdasarkan 3 faktor, yaitu tingkat kesulitan, derajat kepentingan, dan perkiraan biaya. Berdasarkan 3 faktor tersebut, peningkatan mutu produk berdasarkan didapatkan komponen utama harus mengalami perbaikan adalah jenis kaca dengan tingkat kesulitan bernilai 5, derajat kepentingan dengan nilai 29, serta perkiraan biaya dengan nilai 28. Komponen tersebut perlu perbaikan segera karena *design* aktual dianggap masih memiliki tingkat keketatan yang kurang ergonomis dengan pengguna, sehingga diperlukan perbaikan terhadap produk *Smart Dental Mirror with Auto LED*.

Referensi

- [1] Aziz, Nur, dkk. 2020. Analisa dan Perancangan Aplikasi Pembelajaran Bahasa Inggris Dasar Berbasis Android. *Jurnal IKRA-ITH Informatika*. Vol. 4 No. 3.
- [2] Mustafa, Pinton Setya, dan Prayogi Dwina Angga. 2022. Strategi Pengembangan Produk dalam Penelitian dan Pengembangan pada Pendidikan Jasmani. *Jurnal Pendidikan: Riset & Konseptual*. Vol. 6 No. 3.
- [3] Latief, Abdul. 2018. Analisis Pengaruh Produk, Harga, Lokasi dan Promosi terhadap Minat Beli Konsumen pada Warung Wedang Jahe (Studi Kasus Warung Sido Mampir di Kota Langsa). *Jurnal Manajemen dan Keuangan*. Vol. 7 No. 1.
- [4] Rudy, Anthon, dkk. 2021. Peningkatan Kualitas Produk Qi Lambung dengan Perencanaan & Perancangan Produk UMKM Yayasan Miftahul Salamah Indonesia Ciawi Bogor. *Adibrata Jurnal*. Vol. 1 No. 1.
- [5] Ginting, Rosnani. 2018. Perancangan dan Pengembangan Produk. Medan: USU Press 2022.
- [6] Jaelani, Evan. 2012. Perencanaan Dan Pengembangan Produk Dengan Quality Function Deployment (QFD). Vol. IV. No. 1.
- [7] Wijayanti, Mu'aida, dkk. 2020. Implementing Concurrent Engineering in Small Companies. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri*. Vol. 1 No. 2.
- [8] Skalak, Susan. 2002. Implementing Concurrent Engineering in Small Companies. Virginia:Marcel Dekker Inc.
- [9] Ilyandi, Rifki, dkk. 2015. "Analisis Design for Assembly (DFA) pada Prototipe Mesin Pemisah Sampah Material Ferromagnetik dan Non Ferromagnetik". *Jurnal FTEKNIK*. Vol 2. No.1.
- [10] Hanif, Richma Yulinda, dkk. 2015. "Perbaikan Kualitas Produk Keraton Luxury Di Pt. X Dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Dan Fault Tree Analysis (FTA)". *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*. Vol. 03. No. 03.
- [11] Nurhayani, Noneng, dkk. 2018. "Perancangan Rangkaian Cutter Pada Mesin Tenun Sunglee Bagian Unit Iii Dengan Metode Design for Manufacturing (DFM) Di Pt. A". *Jurnal NUSTRIAL Universitas Islam Nusantara*. Vol. 1. No. 1.
- [12] Ginting, Rosnani. 2021. Metode Perancangan Produk (Konsep & Aplikasi). Medan: USU Press 2021.
- [13] Maligan, Jaya Mahar, dkk. 2020. Pengembangan Produk Kopi Premium dengan Metode QFD Sebagai Produk Unggulan Kelompok Tani Kopi Makmur Abadi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 8. No. 4.
- [14] Suryadi, Andri & Erwin Harahap. 2017. Peningkatan Pegawai Berprestasi Menggunakan Metode AHP (Analytic Hierarchy Process) di PT. XYZ. *Matematika*. Vol. 16. No. 2.
- [15] Lubis, Sobron Yamin. Jeffrey. 2018. "Redesain Kontruksi Meja Laser Marking Menggunakan Metode Design for Manufacture and Assembly (DFMA)". *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran, dan Ilmu Kesehatan*