



PAPER – OPEN ACCESS

Perancangan Produk Sikat Gigi Elektrik Biodegradable Menggunakan Metode Nigel Cross

Author : Jasmine Meilani Halim, dkk.
DOI : 10.32734/ee.v7i1.2284
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 7 Issue 1 – 2024 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



Perancangan Produk Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable* Menggunakan Metode *Nigel Cross*

Jasmine Meilani Halim*, Raja Ahsan Andifa, Owen Sebastian, Nelson Wynn

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Jl. Dr. T. Mansyur No.9, Padang Bulan, Medan 20222, Indonesia

jasminemeilani9@gmail.com, 21rajaahsanandifa@gmail.com, owensebastian28945@gmail.com, nelson.wynn02@gmail.com

Abstrak

Produk adalah barang yang dihasilkan dan dijual oleh perusahaan kepada konsumennya. Perencanaan dan perancangan produk adalah satu set kegiatan yang dimulai dari timbulnya persepsi bahwa ada kesempatan (*opportpsy*) di pasar, dan berakhir dengan produksi, penjualan, dan pengiriman produk. Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable* merupakan inovasi ramah lingkungan untuk mencegah pembengkakan gigi (*gingivitis*) dengan menggunakan serat sisal sebagai bulu sikat gigi, bambu sebagai gagang sikat gigi, dan sterilisasi sinar ULTRAVIOLET sebagai fungsi tambahan. Perancangan produk Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable* menggunakan 7 langkah *Nigel Cross* diawali dengan *Brainstorming* untuk menentukan spesifikasi produk. Lalu dilakukan penyebaran kuesioner terbuka dan tertutup setelah dilakukan mengambil sampel menggunakan simple random sampling. Pengujian validitas dan reliabilitas dilakukan untuk menguji *valid* dan *reliable* suatu produk dengan pesainnya. Tahapan pertama *Nigel Cross* yaitu klarifikasi tujuan menghasilkan diagram pohon tujuan dengan 3 level berbeda. Tahap penentuan fungsi menghasilkan sub-fungsi pembuatan *Part* Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable*. Tahap penyusunan kebutuhan menghasilkan perbandingan *Wish* dan *Demand* produk. Penetapan karakteristik menggunakan QFD menghasilkan tingkat kesulitan, derajat kepentingan, dan perkiraan biaya. Tahap pembangkitan alternatif menghasilkan 3 alternatif. Tahap evaluasi alternatif menghasilkan kesimpulan prodk Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable* lebih stabil daripada alternatif 1. Tahap *improving details* menghasilkan biaya perancangan produk sebesar Rp252.000,-.

Kata Kunci: Sikat Gigi; *Nigel Cross*; Perancangan Produk; Kuesioner

Abstract

Products are goods produced and sold by companies to consumers. Product planning and design is a set of activities that starts with the perception that there is an *opportpsy* (*opportpsy*) in the market, and ends with the production, sale and delivery of the product. Biodegradable Electric Toothbrush is an environmentally friendly innovation to prevent tooth swelling (*gingivitis*) by using sisal fiber as toothbrush bristles, bamboo as a toothbrush handle, and ULTRAVIOLET light sterilization as an additional function. Product design for the Biodegradable Electric Toothbrush uses *Nigel Cross's* 7 steps beginning with *brainstorming* to determine product specifications. Then do the distribution of open and closed questionnaires after taking samples using simple random sampling. Validity and reliability testing is carried out to test the validity and reliability of a product with its competitors. The first stage of *Nigel Cross* is the completion of objectives to produce a goal tree diagram with 3 different levels. The function stages produce sub-functions for making Biodegradable Electric Toothbrush components. The stages of preparing the needs produce a comparison of the product's *Wish* and *Demand*. Determination of characteristics using QFD produces the level of difficulty, degree of importance, and estimated costs. The alternative generation stage produces 3 alternatives. The alternative evaluation stage resulted in the conclusion that the Biodegradable Electric Toothbrush product was more stable than alternative 1. The detail improvement stage resulted in a product design fee of Rp. 252,000.-.

Keywords: Toothbrush; *Nigel Cross*; Product Design; Questionnaire

1. Pendahuluan

Produk ialah barang/jasa memiliki nilai jual, produk dapat diartikan entitas yang dapat ditawarkan dan memenuhi kepuasan pasar [1]. Perancangan dan pengembangan produk adalah proses identifikasi kebutuhan pelanggan hingga manufaktur, penjualan, hingga pengiriman [2]. Perancangan dan pengembangan produk mempermudah produksi mulai dari proses desain, manufaktur, perencanaan bahan, dan perencanaan biaya [3]. Terdapat lima dimensi spesifik penilai keberhasilan proses ini terdiri kualitas, biaya, waktu, pengembangan, dan kemampuan [4].

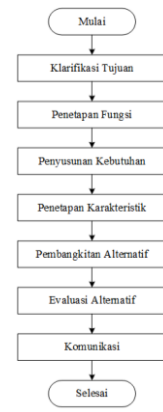
Data Riskesdas Indonesia 2018 menunjukkan bahwa bagian terbesar kesehatan pada mulut yakni gusi bengkak (*gingivitis*) sebesar 14% yang disebabkan oleh plak pada gigi [5]. Salah satu metode mekanis untuk menghilangkan plak adalah menyikat gigi [6]. Solusi untuk permasalahan tersebut adalah sikat gigi elektrik. Kelebihan dari sikat gigi elektrik adalah mampu menjangkau sela-sela gigi dengan gerakan berosilasi dan rotasi [7]. Riset yang dilakukan Erbe menunjukkan bahwa penggunaan sikat gigi elektrik menurunkan indeks plak mencapai 34% sedangkan sikat gigi konvensional hanya 1,7% [8]. Akan tetapi, kekurangan dari sikat gigi elektrik adalah bahan bulu sikat yang berasal dari nilon dan gagang dari plastik sulit terurai sehingga tidak ramah lingkungan.

Berdasarkan uraian tersebut, maka dipandang perlu dilakukan pengembangan produk terhadap rancangan sikat gigi elektrik saat ini. Perancangan produk menggunakan metode *Nigel Cross* terdiri atas tujuh langkah, yaitu *clarifying object*, *establishing function*, *setting requirement*, *determining characteristic*, *generating alternatives*, *evaluating alternatives*, dan *improving details* [9]. Dalam *Nigel Cross* model desain menghubungkan aspek prosedur dengan struktural [10].

Tujuan penelitian ini adalah merancang Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable* menggunakan metode *Nigel Cross*.

2. Metode Penelitian

Metode perancangan produk Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable* didasarkan pada 7 langkah perancangan berdasarkan *Nigel Cross*. Langkah metode ini antara lain pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahap *Nigel Cross*

2.1. Clarifying Object

Klasifikasi tujuan mengklarifikasikan tujuan dari sub perancangan, dan hubungan diantaranya menggunakan *objective tree* [11].

2.2. Establishing Function

Penetapan fungsi menetapkan aspek dan batasan dari sistem rancangan produk yang baru dengan *function analysis* [12].

2.3. Setting Requirement

Penyusunan kebutuhan menentukan spesifikasi yang tepat untuk kinerja solusi desain yang diperlukan menggunakan *performance specification* [13].

2.4. Determining Characteristics

Penentuan karakteristik menempatkan tujuan untuk menghubungi spesifikasi teknik untuk mengenali kebutuhan konsumen menggunakan QFD [14]. QFD merupakan metode untuk membuat perancangan dan pengembangan melalui identifikasi keinginan dan kebutuhan konsumen, serta evaluasi usaha mencapai tujuan [15].

2.5. Generating Alternatives

Pembangkitan alternatif menetapkan berbagai alternatif perancangan lengkap dan perluasan pengidentifikasi solusi baru dengan *morphological chart* [16].

2.6. Evaluating Alternatives

Evaluasi alternatif memberikan perbandingan nilai utilitas alternatif rancangan atas kinerja dan pembobotan berbeda dengan *weighted objectives* (beban objektis) [17].

2.7. Improving Details

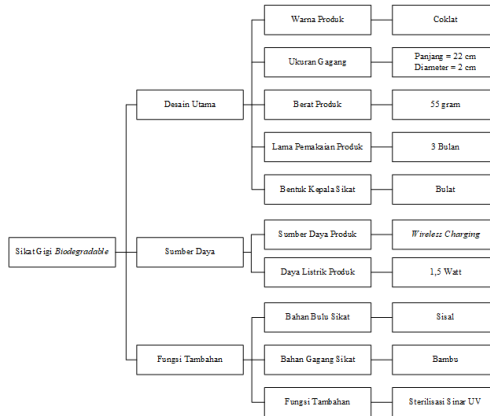
Komunikasi menambah nilai produk bagi konsumen dan meminimasi biaya bagi produsen menggunakan rekayasa nilai [18].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Clarifying Object

Perancangan Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable* mempunyai tujuan coklat, gagang ukuran 22 cm dan diameter 2 cm, berat 55 gr, daya *magnetic wireless charging*, umur pakai 3 bulan per kepala sikat, daya 1,5 W, kepala bulat, gagang bambu, bulu serat sisal, dan tutup dengan sterilisasi sinar ULTRAVIOLET.

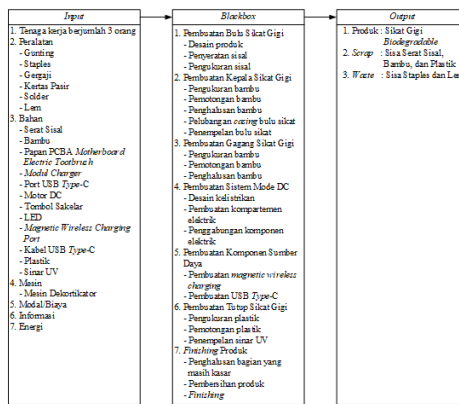
Diagram pohon tujuan perancangan produk Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable* pada Gambar berikut.



Gambar 2. Diagram Pohon Tujuan Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable*

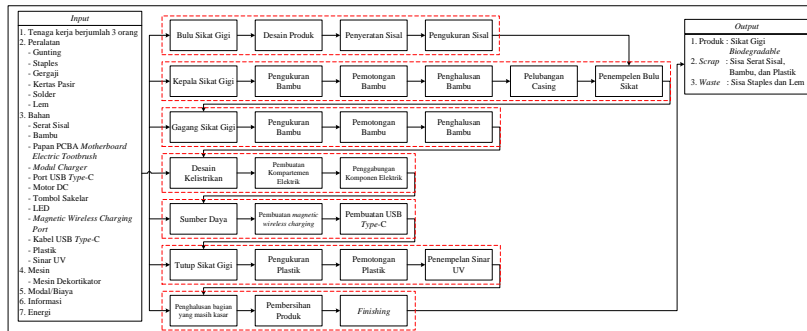
3.2. Establishing Function

Diagram fungsi rancangan pada Gambar berikut.



Gambar 3. Diagram Fungsi Rancangan Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable*

Sistem pembatas perancangan Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Sistem Pembatas Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable*

3.3. Setting Requirement

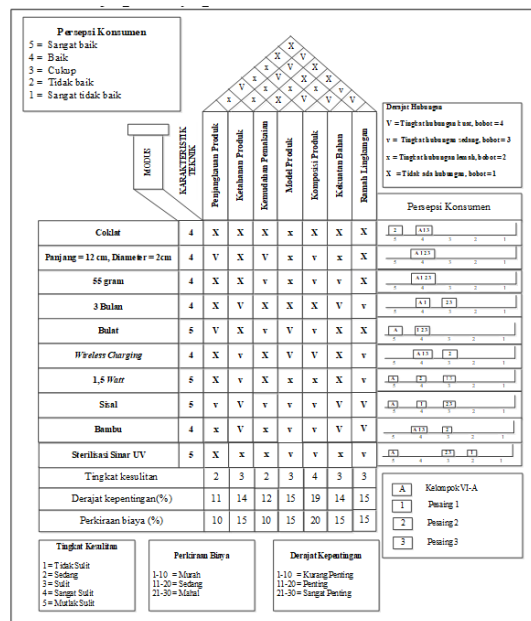
Sikat Gigi *Biodegradable* kelompok VI-A pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable* Kelompok VI-A

No.	Brainstorming	D atau W	Kuesioner Terbuka
1.	Warna coklat dan putih	D	Warna coklat
2.	Panjang gagang 22 cm dan diameter 2 cm	W	Panjang gagang 22 cm dan diameter 2 cm
3.	Berat 55 gr	W	Berat 55 gr
4.	Daya <i>wireless charging</i>	W	Daya <i>wireless charging</i>
5.	Umur pakai selama 2 bulan	D	Umur pakai selama 3 bulan
6.	Daya listrik 1,5 W	W	Daya listrik 1,5 W
7.	Kepala sikat bulat	W	Kepala sikat bulat
8.	Bahan gagang bambu	W	Bahan gagang bambu
9.	Bahan sikat sisal	W	Bahan sikat sisal
10.	Fungsi tambahan produk adalah sterilisasi sinar ULTRAVIOLET	W	Fungsi tambahan produk adalah sterilisasi sinar ULTRAVIOLET

3.4. Determining Characteristics

Hasil akhir *Quality Function Deployment* (QFD) merupakan keseluruhan langkah penentuan karakteristik yang digabungkan mendapatkan sePcs *house of quality* pada Gambar 5.



Gambar 5. Quality Function Deployment (QFD) Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable*

Hasil dari QFD Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable* adalah sebagai berikut. Atribut Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable* sesuai dengan keinginan konsumen adalah produk berwarna coklat, panjang gagang 22 cm dan diameter 2 cm, berat 55 gr, sumber daya magnetic wireless charging, umur pakai 3 bulan per kepala sikat, daya 1,5 W, kepala sikat bulat, gagang bambu, bulu serat sisal, dan sterilisasi sinar ULTRAVIOLET pada tutup.

Hasil perbandingan atribuk produk Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable* dan pesainnya adalah sebagai berikut.

Warna Produk, pesaing II di urutan pertama disusul pesaing I urutan kedua dan kelompok VI-A urutan ketiga.

Ukuran Gagang, pesaing II di urutan pertama disusul pesaing I dan III urutan kedua, kelompok VI-A urutan ketiga.

Berat Produk, Pesaing II di urutan pertama, pesaing I urutan kedua, urutan ketiga kelompok VI-A dan pesaing III.

Lama Pemakaian, pesaing II di urutan pertama disusul kelompok VI-A urutan kedua dan pesaing I urutan ketiga.

Bentuk Kepala Sikat, kelompok VI-A di urutan pertama disusul pesaing II urutan kedua dan pesaing I urutan ketiga.

Sumber Daya Produk, kelompok VI-A di urutan pertama, pesaing I dan II urutan kedua, pesaing III urutan ketiga.

Daya Listrik Produk, kelompok VI-A di urutan pertama, pesaing I dan II urutan kedua, pesaing III urutan ketiga.

Bahan Bulu Sikat, kelompok VI-A di urutan pertama disusul pesaing I urutan kedua dan pesaing II di urutan ketiga.

Bahan Gagang Sikat, kelompok VI-A di urutan pertama, pesaing I urutan kedua dan pesaing II di urutan ketiga.

Fungsi Tambahan, kelompok VI-A di urutan pertama disusul pesaing I urutan kedua dan pesaing II di urutan ketiga.

Tingkat kesulitan: penjangkauan produk, kemudahan pemakaian, dan model produk sedang, ketahanan produk, kekuatan bahan, dan ramah lingkungan sulit, sedangkan komposisi bahan berada sangat sulit. Derajat kepentingan: penjangkaun produk kurang penting, sedangkan ketahanan produk, kemudahan pemakaian, model produk, komposisi produk, kekuatan produk, dan ramah lingkungan penting. Perkiraan biaya: penjangkaun produk dan kemudahan pemakaian murah, sedangkan ketahanan produk, model produk, komposisi produk, kekuatan bahan, dan ramah lingkungan sedang.

3.5. *Pembangkitan Alternatif (Generating Alternatives)*

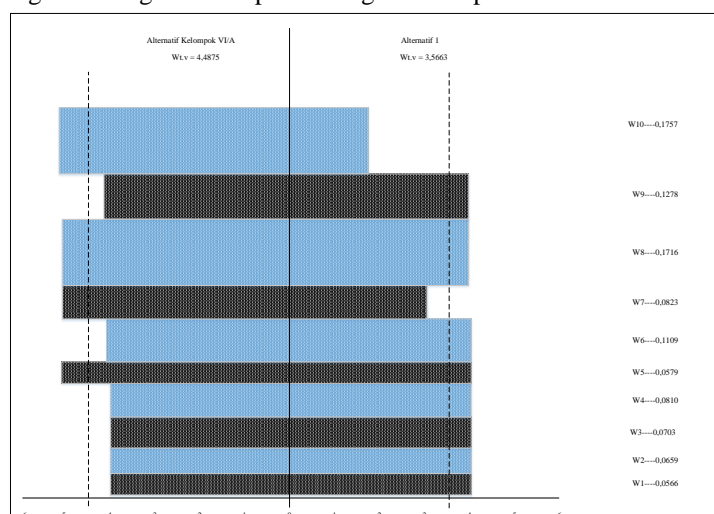
Identifikasi kombinasi semua rancangan dengan peluang diterapkan menggunakan *Morphological Chart* pada Tabel berikut.

Tabel 2. Kombinasi Solusi Rancangan Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable*

Fungsi	Cara Mencapai Fungsi		
	1	2	3
Warna Produk	Coklat	<i>Cream</i>	Abu-abu
Ukuran Gagang	P = 22 cm	P = 24 cm	P = 23 cm
	D = 2 cm	D = 2,5 cm	D = 3,5 cm
Berat Produk	55 Gram	50 Gram	100 Gram
Umur pakai Produk	3 Bulan	3-4 Bulan	2 Bulan
Bentuk Kepala	Bulat	Oval	Persegi
Sumber Daya	<i>Wireless Charging</i>	Baterai (di-charge)	Batu Baterai
Daya Listrik	1,5 W	1 W	2 W
Bahan Bulu	Serat Sisal	Siwak	Daun Sirih
Bahan Gagang	Bambu	Kayu Jati	Aluminium
Fungsi Tambahan	Sterilisasi Sinar ULTRAVIOLET	Bentuk Sikat Gigi Bulat Mengecil	Bentuk Gagang Mengikuti Bentuk Jari

3.6. *Evaluasi Alternatif (Evaluating Alternatives)*

Dengan menghitung bobot relatif setiap atribut setiap alternatif, penulis menemukan bahwa nilai alternatif 1 adalah 3,5663, yang mendekati nilai alternatif kelompok VI-A yaitu 4,4875. Oleh karena itu, kelompok VI-A dan alternatif 1 akan dihitung luas celah *gant chart*. Perhitungan luas gap kelompok VI-A dan alternatif pertama, didapat VI-A (0,2498) lebih kecil dari alternatif pertama (0,3218) sehingga terpilih produk kelompok VI-A. Hasil *gant chart* bobot terbesar W10 sebagai fungsi tambahan. Bobot terkecil W1, yaitu warna. Kelompok VI-A lebih stabil dibandingkan alternatif pertama dengan alasan simpangan paling jauhnya hanya mempunyai nilai kepentingan 4. Diagram nilai perbandingan kelompok dan alternatif 1 ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Profil Nilai Perbandingan Kelompok VI-A dan Alternatif 1

Harga dari tiap-tiap *Part* produksi produk telah diramalkan sebelumnya sebagai panduan untuk penentuan harga jual produk. Harga berbagai *Part* pada Tabel 3.

Tabel 3. Harga *Part*

<i>Part</i>	Harga <i>Part</i> (Rp)	Jumlah <i>Part</i>	Total Harga (Rp)
Serat Sisal	Rp7.000/100 gram	200 gram	Rp14.000
Bambu	Rp12.000/batang	1/4 batang	Rp3.000
Papan PCBA <i>Motherboard</i>	Rp53.000/Pcs	1 Pcs	Rp53.000
Modul <i>Charger</i>	Rp6.000/Pcs	1 Pcs	Rp6.000
<i>Port</i> USB <i>Type-C</i>	Rp6.000/Pcs	1 Pcs	Rp6.000
Motor DC	Rp5.000/Pcs	1 Pcs	Rp5.000
Tombol Sakelar	Rp20.000/Pcs	1 Pcs	Rp20.000
LED	Rp1.000/Pcs	2 Pcs	Rp2.000
<i>Magnetic Wireless Charging Port</i>	Rp120.000/Pcs	1 Pcs	Rp120.000
Kabel USB <i>Type-C</i>	Rp24.500/Pcs	1 Pcs	Rp24.500
Sinar ULTRAVIOLET	Rp8.000/Pcs	1 Pcs	Rp8.000
Total			Rp261.500

Agar dapat meminimalisir ongkos produksi, dilaksanakan dengan mencari *Part* pengganti menggunakan harga yang lebih ekonomis dan memiliki kualitas yang sesuai. Evaluasi penurunan harga pada Tabel 4.

Tabel 4. Evaluasi Penurunan Harga

<i>Part</i>	Awal	Perbaikan
Kabel USB <i>Type-C</i>	Kabel USB <i>Type-C</i> merk UGREEN	Kabel USB <i>Type-C</i> merk Xiaomi

Biaya-biaya *Part* yang digunakan dalam pembuatan produk Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable* setelah dilakukan penggantian bahan yang harganya lebih murah dibandingkan sebelumnya tanpa mengurangi fungsi produk pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Evaluasi Harga *Part*

<i>Part</i>	Harga <i>Part</i> (Rp)	Jumlah <i>Part</i> yang Digunakan	Total Harga (Rp)
Serat Sisal	Rp7.000/100 gram	200 gram	Rp14.000
Bambu	Rp12.000/batang	1/4 batang	Rp3.000
Papan PCBA <i>Motherboard</i>	Rp53.000/Pcs	1 Pcs	Rp53.000
Modul <i>Charger</i>	Rp6.000/Pcs	1 Pcs	Rp6.000
<i>Port</i> USB <i>Type-C</i>	Rp6.000/Pcs	1 Pcs	Rp6.000
Motor DC	Rp5.000/Pcs	1 Pcs	Rp5.000
Tombol Sakelar	Rp20.000/Pcs	1 Pcs	Rp20.000
LED	Rp1.000/Pcs	2 Pcs	Rp2.000
<i>Magnetic Wireless Charging Port</i>	Rp120.000/Pcs	1 Pcs	Rp120.000
Kabel USB <i>Type-C</i>	Rp15.000/Pcs	1 Pcs	Rp15.000
Sinar ULTRAVIOLET	Rp8.000/Pcs	1 Pcs	Rp8.000
Total			Rp252.000

3.7. Improving Details

Solusi yang diambil dalam perancangan Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable* yaitu karakteristik produk Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable* berwarna coklat, panjang gagang 22 cm dengan diameter 2 cm, berat 55 gr, umur pakai selama 3 bulan per kepala sikat gigi, kepala bulat, daya *magnetic wireless charging*, daya 1,5 W, berbahan serat sisal pada bulu sikat, berbahan bambu pada gagang sikat, dan sterilisasi sinar ULTRAVIOLET sebagai fungsi tambahan. Harga produk hasil perancangan produk adalah sebesar Rp242.000,00.

4. Kesimpulan

Perancangan produk Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable* menggunakan metode 7 langkah *Nigel Cross*. Klarifikasi tujuan menghasilkan diagram pohon Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable*. Penetapan fungsi menganalisis fungsi Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable*. Penetapan kebutuhan menunjukkan *Wish* 8 atribut dan *Demand* 2 atribut. Penentuan karakteristik menghasilkan tingkat kesulitan, derajat kepentingan, dan perkiraan biaya. Pembangkitan alternatif menghasilkan 3 alternatif pilihan dari produk Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable* dengan perluasan wilayah dalam pencarian solusi menggunakan *Morphological Chart*. Evaluasi alternatif menghasilkan perhitungan bobot relatif setiap alternatif dan perhitungan luas gap *gant chart* adalah alternatif kelompok VI A sebesar 0,2498 lebih kecil daripada luas gap alternatif 1 sebesar 0,3218 sehingga produk terpilih adalah produk alternatif kelompok VI A. Selanjutnya dilakukan evaluasi penurunan harga tanpa mengurangi fungsi produk. *Improving details* menghasilkan spesifikasi produk Sikat Gigi Elektrik *Biodegradable* berwarna coklat, panjang gagang 22 cm dengan diameter 2 cm, berat 55 gr, usia pemakaian selama 3 bulan per kepala sikat gigi, bentuk kepala sikat bulat, bersumber daya *magnetic wireless charging*, daya sebesar 1,5 W, berbahan serat sisal pada bulu sikat, berbahan bambu pada gagang sikat, dan sterilisasi sinar ULTRAVIOLET sebagai fungsi tambahan. Harga produk hasil proses perancangan produk adalah sebesar Rp252.000,00.

Ucapan Terima Kasih

Dalam pembuatan jurnal ini, kami sebagai penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa dan tidak lupa terima kasih untuk rekan-rekan asisten Laboratorium Pemodelan dan Simulasi serta teman-teman Teknik Industri USU yang telah membantu dan mendukung dalam pembuatan jurnal ini.

Referensi

- [1] G. O. Dharma, D. R. Lucitasari, and M. S. A. Khannan, "Perancangan Ulang Headset dan Penutup Mata Untuk Tidur Menggunakan Metode *Nigel Cross*," *OPSI*, vol. 11, no. 1, pp. 65–77, 2018.
- [2] I. Sulistiawan, H. Santoso, and A. Komari, "Perancangan Produk Kep Potong Rambut dengan Mempertimbangkan Voice of Customer Menggunakan Metode Quality Function Deployment," *JATI UNIK*, vol. 2, no. 1, pp. 46–54, 2018.
- [3] B. Palgunadi, *Desain Produk*. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2008.
- [4] K. T. Ulrich and S. D. Eppinger, *Perancangan dan Pengembangan Produk*. Jakarta: Salemba Teknik, 2001.
- [5] A. D. A. I., I. G. A. K. A. N. P., and I. S. Edi, "Peningkatan Pengetahuan Tentang Menyikat Gigi pada Siswa Sekolah Dasar Ditinjau dari Penggunaan Media Audio Visual Dan Media Permainan," *Jurnal Ilmiah Keperawatan Gigi (JIKG)*, vol. 2, no. 2, pp. 301–306, 2021.
- [6] I. Wiradona, B. Widjanarko, and S. B. M., "Pengaruh Perilaku Menggosok Gigi terhadap Plak Gigi Pada Siswa Kelas IV dan V di SDN Wilayah Kecamatan Gajahmungkur Semarang," *Jurnal Promosi Kesehatan Indonesia*, vol. 8, no. 1, pp. 59–68, 2013.
- [7] R. Cahuana-Vasquez *et al.*, "A 5 - Week Randomized Clinical Evaluation of a Novel Electric Toothbrush Head with Regular and Tapered Bristles Versus a Manual Toothbrush for Reduction of Gingivitis and Plaque," *Int J Dent Hyg*, pp. 153–160, 2018.
- [8] C. Erbe *et al.*, "Comparative Assessment of Plaque Removal and Motivation Between a Manual Toothbrush and an Interactive Power Toothbrush in Adolescents with Fixed Orthodontic Appliances: A Single-Center, Examiner-Blind Randomized Controlled Trial," *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, vol. 155, no. 4, pp. 462–472, 2019.
- [9] A. Rahmat, "Peningkatan Mutu Produk Mochi Lampung Kaswari Dengan Metode QFD," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 3, no. 1, pp. 1–9, 2015.
- [10] R. Ginting, *Perancangan Produk*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [11] M. Anshori, R. Anugraha, and D. Atmaja, "Perancangan Sistem Conveyor Antar Mesin di Stasiun Kerja Sortasi Teh Hitam Ortodoks Menggunakan Metode Perancangan Produk Rasional dan Scada Di PTPN VIII," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 3, no. 2, pp. 2696–2703, 2016.
- [12] W. Khairannur, S. Ariestina, W. Simanjuntak, N. Syahfitri, and B. Kembaren, "Kombinasi QFD dan *Nigel Cross* untuk Perancangan Halal Tourism di Danau Toba," *Remik: Riset dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, vol. 7, no. 1, pp. 795–809, 2023.
- [13] I. Lestari, R. Anugraha, and M. Iqbal, "Perancangan Material Handling Equipment pada Proses Penggilingan ke Oksidasi Enzimatis Bubuk Teh Menggunakan Metode Perancangan Produk Rasional pada PT Perkebunan Nusantara VIII Rancabali," *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri*, vol. 3, no. 3, pp. 18–25, 2016.
- [14] F. Sulaiman, "Desain Produk : Rancangan Tempat Lilin Multifungsi dengan Pendekatan 7 Langkah *Nigel Cross*," *Teknovasi*, vol. 4, no. 1, pp. 32–41, 2017.
- [15] E. Jaelani, "Perencanaan dan Pengembangan Produk Dengan Quality Function Deployment (QFD)," *Jurnal Sains Manajemen & Akuntansi*, vol. 4, no. 1, 2012.
- [16] S. Zulkifli, A. Kakerissa, and A. Tutuhaturnewa, "Redesain Masker Sebagai Alat Pelindung Diri Bagi Mahasiswa Ti Dengan Menggunakan Metode *Nigel Cross*," *i-tabaos*, vol. 1, no. 1, pp. 31–38, 2021.
- [17] R. Ginting, A. Ishak, and J. Ricky, "Product Design of Massage Cap by Using *Nigel Cross* Approach," *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, pp. 1–10, 2020.
- [18] R. Ginting and A. Malik, "Desain Produk Knee and Leg Brace (Penyangga Lutut dan Kaki) dengan Penerapan Metode *Nigel Cross*," *TALENTA Conference Series: Engery & Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 642–650, 2021.