



PAPER – OPEN ACCESS

Penerapan Nigel Cross pada Perancangan Produk ARMOR sebagai Sikat Gigi Modular menggunakan Integrasi Teknologi Smart-Sensor

Author : Grace Maria Natalia B, et al
DOI : 10.32734/ee.v9i2.2750
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 9 Issue 2 – 2026 TALENTA Conference Series: Energy & 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



Penerapan *Nigel Cross* pada Perancangan Produk ARMOR sebagai Sikat Gigi Modular menggunakan Integrasi Teknologi *Smart-Sensor*

Grace Maria Natalia B.*, Muhammad Faishal Al Arif, Raisa Fera S. Nasution.

Program Studi Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara, Jln. Dr. Mansyur No. 9 Padang Bulan, Medan 20155, Indonesia
gracemaria181203@gmail.com, Faishalarif123@gmail.com, raisaferashafiq06@gmail.com

Abstrak

Kesehatan gigi dan mulut merupakan fondasi utama kesejahteraan umum, namun efektivitasnya sering terhambat oleh masalah higienitas alat sikat konvensional. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk merancang inovasi produk sikat gigi cerdas bernama ARMOR yang mengintegrasikan sistem sterilisasi otomatis dan proteksi tekanan fisik. Metode perancangan yang diterapkan adalah metode sistematis *Nigel Cross* yang terdiri dari tujuh tahapan fungsional. Strategi pengumpulan data melibatkan penyebaran kuesioner kepada responden untuk diolah menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) guna menghitung bobot prioritas kriteria, serta *Quality Function Deployment* (QFD) untuk mentransformasikan *voice of the customer* menjadi spesifikasi teknis manufaktur yang akurat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa melalui proses pembangkitan alternatif dengan matriks morfologi, didapatkan Alternatif 1 sebagai konsep terbaik dengan nilai evaluasi tertinggi sebesar 4,5928 pada analisa bobot tujuan. Produk ARMOR berhasil mengintegrasikan teknologi lampu UV-C pada komponen *storage* untuk sterilisasi otomatis serta sensor *Force Sensitive Resistor* (FSR) sebagai indikator keamanan gusi. Melalui tahapan rincian perbaikan dengan pendekatan *Value Engineering*, dilakukan optimasi material pada komponen akrilik dan bambu yang berhasil menekan biaya produksi hingga mencapai Rp272.000 per unit tanpa mengurangi fungsionalitas utama produk. Dengan demikian, perancangan ini berhasil menciptakan solusi perawatan mulut yang komprehensif, ergonomis, dan kompetitif di pasar alat kesehatan personal.

Kata Kunci: Desain Produk; *Nigel Cross*; Rekayasa Nilai; Sikat Gigi Pintar; Sterilisasi UV.

Abstract

Oral health and hygiene represent a fundamental pillar of general well-being, yet their effectiveness is often hindered by the hygiene issues associated with conventional manual toothbrushes. This research aims to design an innovative smart toothbrush named ARMOR which integrates an automatic sterilization system and physical pressure protection to address these critical health concerns. The methodology follows the systematic *Nigel Cross* approach, consisting of seven functional development stages to bridge the gap between complex problems and technical solutions. Data collection involved distributing questionnaires to respondents, which were then processed using the *Analytical Hierarchy Process* (AHP) to determine criteria priority weights, alongside *Quality Function Deployment* (QFD) to transform the "voice of the customer" into accurate technical manufacturing specifications. The research results indicate that through the alternative generation phase using a morphological chart, Alternative 1 emerged as the optimal concept with the highest evaluation score of 4.5928 in the weighted objective analysis. The final ARMOR design successfully integrates UV-C light technology within the storage component for automated sterilization and a FSR sensor as a gum safety indicator. Furthermore, through the detailed refinement stage using a *Value Engineering* approach, material dimensions for the bamboo and transparent acrylic were optimized, successfully reducing production costs to a competitive Rp272,000 per unit without compromising core functionality. Consequently, this design provides a comprehensive, ergonomic, and economically viable solution in the personal healthcare market.

Keywords: *Nigel Cross*; Product Design; Smart Toothbrush; UV-C Sterilization; Value Engineering.

1. Pendahuluan

Kesehatan gigi dan mulut merupakan salah satu tahapan awal untuk mencapai kesehatan dan kesejahteraan umum, serta secara menyeluruh menentukan tingkat kualitas hidup seseorang[1]. Sikat gigi manual dapat dianggap setara dengan sikat gigi plastik sekali pakai, mengingat penggunaannya sangat diperlukan, dan penggantianannya, untuk memastikan efektivitas klinisnya, harus

dilakukan secara terus-menerus dari waktu ke waktu. Menurut pedoman *World Health Organization* (WHO), sikat gigi manual agar tetap efektif harus diganti setiap 3–4 bulan, tergantung pada bahan dan jenis bulu sikat yang kehilangan efektivitasnya karena aus[2]. Desain produk adalah keseluruhan karakteristik fisik dan kinerja produk yang diciptakan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan sekaligus membedakan produk dari pesaing[3]. Desain produk merancang fitur untuk diberikan oleh suatu produk agar lebih menarik dan mudah untuk digunakan untuk ditawarkan kepada konsumen agar lebih menarik dan bertujuan untuk menambah keuntungan dan meningkatkan daya saing[4]. Salah satu metode yang digunakan dalam desain produk adalah metode *Nigel Cross*.

Terdapat 7 tahapan desain produk pada metode *Nigel Cross* yaitu, klarifikasi tujuan, penetapan fungsi, penetapan kebutuhan, penentuan karakteristik, pembangkitan alternatif, evaluasi alternatif, dan rincian perbaikan. Pada metode *Nigel Cross*, strategi pengumpulan data yang dilakukan adalah penyebaran kuesioner AHP. *Analytical Hierarchy Process* adalah metode pengambilan keputusan terstruktur yang digunakan untuk menghitung bobot kriteria melalui perbandingan berpasangan[5]. AHP adalah teknik pengambilan keputusan yang memasukkan kriteria ganda, baik yang bersifat nyata, tidak nyata, kuantitatif maupun kualitatif, dan juga memperhitungkan adanya konflik maupun perbedaan[6]. Selain itu, guna mentransformasikan permintaan pengguna menjadi desain yang berkualitas, digunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD). QFD merupakan mekanisme terstruktur untuk menentukan kebutuhan pelanggan dan menerjemahkannya ke dalam kebutuhan teknis yang relevan agar dapat dimengerti secara fungsional dalam proses manufaktur[7].

Tujuan utama dari perancangan produk ARMOR adalah untuk mengidentifikasi persyaratan pelanggan serta mengadopsi sistem dan fitur yang sesuai dengan ekspektasi masyarakat terhadap alat kesehatan personal yang modern. Melalui integrasi metode AHP dan QFD, penelitian ini bertujuan untuk menetapkan prioritas parameter teknis (*technical response*) yang diimplementasikan ke dalam desain sikat gigi yang dinamis, akurat, dan memiliki daya tahan material yang tinggi[8]. Sejalan dengan upaya pengembangan produk yang berkelanjutan, perancangan ini bertujuan menciptakan fungsionalitas ganda yang inovatif yakni sistem pembersihan sekaligus sterilisasi otomatis guna meningkatkan kualitas higienitas serta kenyamanan penggunaan bagi konsumen. Melalui penentuan atribut kebutuhan yang tepat, produk ARMOR diharapkan mampu meningkatkan daya saing di pasar dengan menawarkan solusi perawatan mulut yang kompetitif secara ekonomi namun tetap unggul secara fungsional.

2. Metodologi Penelitian

Perancangan produk ARMOR diintegrasikan melalui metode-metode yang dilakukan secara sistematis dan kreatif untuk menghasilkan produk yang inovatif. Metodologi penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna terhadap produk sikat gigi pintar ARMOR (*Advanced Replaceable-head Modular Oral Resource*). Adapun tahapan dalam melakukan perancangan dengan menggunakan metode *Nigel Cross* adalah sebagai berikut.

- Klarifikasi Tujuan

Klarifikasi tujuan dilakukan untuk merinci target desain secara hierarkis menggunakan alat bantu pohon tujuan (*objective trees*). Pada produk ARMOR, tahap ini bertujuan mengidentifikasi kaitan antara tujuan utama yakni menciptakan sikat gigi cerdas yang higienis dan aman dengan sub-tujuan teknis seperti sistem sterilisasi UV-C, sensor tekanan gusi, dan penggunaan *timer*. Hasil dari tahap ini adalah sebuah diagram pohon yang memastikan seluruh spesifikasi fungsional produk selaras dengan kebutuhan pengguna[9].

- Penetapan Fungsi

Penetapan fungsi bertujuan mendefinisikan kapabilitas esensial dan batasan sistem produk ARMOR berdasarkan hierarki masalah pada pohon tujuan. Tahap ini menggunakan metode analisis fungsional untuk mengonversi kebutuhan abstrak menjadi deskripsi teknis operasional tanpa terikat pada komponen fisik tertentu di tahap awal[10]. Fokus utamanya adalah mengintegrasikan fungsi pembersihan, sterilisasi UV-C, dan proteksi tekanan gusi ke dalam satu sistem yang harmonis untuk menjamin kepuasan serta keamanan pengguna.

- Penetapan Kebutuhan

Penetapan kebutuhan dilakukan untuk membuat spesifikasi rancangan yang akurat bagi produk ARMOR. Metode yang digunakan dalam tahap ini adalah *Performance Specification Model*, yang dilakukan dengan mengidentifikasi atribut performansi yang diinginkan seperti efektivitas sterilisasi UV-C dan akurasi sensor tekanan gusi. Prosedur pelaksanaannya meliputi penentuan tingkatan operasional sistem dan spesifikasi teknis untuk setiap atribut guna memastikan keseimbangan antara inovasi teknologi cerdas dengan keberlanjutan material bambu yang digunakan[11].

- **Penentuan Karakteristik**

Penentuan karakteristik dilakukan untuk meningkatkan kualitas produk ARMOR dengan memahami kebutuhan konsumen dan menghubungkannya dengan ketentuan teknis pada setiap tahap pembuatan. Metode yang digunakan adalah *Quality Function Deployment* (QFD), sebuah alat perencanaan yang membantu dalam memusatkan perhatian pada kebutuhan pelanggan saat menyusun spesifikasi desain dan fabrikasi[12]. Melalui QFD, fitur-fitur teknis pada ARMOR, seperti intensitas cahaya UV-C dan sensitivitas sensor tekanan, diselaraskan dengan ekspektasi pengguna guna menghasilkan sikat gigi cerdas yang berkualitas tinggi dan fungsional.

- **Pembangkitan Alternatif**

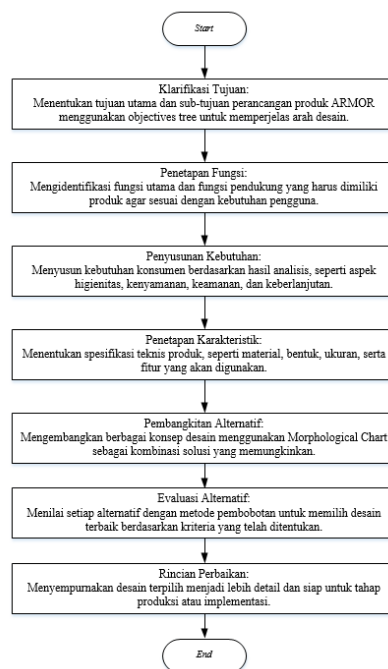
Tahap ini bertujuan menghasilkan berbagai solusi desain produk ARMOR menggunakan metode peta morfologi (*morphological chart*). Prosesnya meliputi identifikasi parameter spesifikasi performa dan pengumpulan berbagai opsi fitur yang dapat diterapkan pada tiap parameter. Pilihan-pilihan tersebut kemudian disusun ke dalam matriks untuk dianalisis dan dikombinasikan menjadi beberapa alternatif desain[13].

- **Evaluasi Alternatif**

Evaluasi alternatif dilakukan untuk membandingkan berbagai merek atau konsep produk yang telah dirancang. Proses dalam tahap ini adalah pembentukan sikap terhadap objek, baik secara kognitif mengenai fungsionalitas produk maupun afektif mengenai apa yang dirasakan pengguna terhadap desain tersebut[14]. Pada perancangan ARMOR, evaluasi ini diwujudkan melalui metode analisa bobot tujuan untuk menilai performansi setiap alternatif desain. Langkah ini bertujuan untuk memilih solusi terbaik yang tidak hanya unggul secara teknis, tetapi juga selaras dengan persepsi dan kebutuhan kognitif konsumen.

- **Rincian Perbaikan**

Tahap rincian perbaikan dilakukan melalui modifikasi untuk mewujudkan rancangan produk yang lebih optimal, baik dari segi penampilan, bobot, daya tarik, maupun biaya produksi[15]. Pada perancangan ARMOR, modifikasi ini difokuskan pada dua tipe utama, yaitu meningkatkan nilai produk bagi pembeli dan mengurangi biaya produksi bagi produsen. Melalui penerapan rekayasa nilai (*Value Engineering*), dilakukan efisiensi pada dimensi pemotongan material bambu dan akrilik transparan. Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan biaya produksi tanpa mengurangi fungsionalitas utama serta tetap mempertahankan estetika dan daya saing produk di pasar. Adapun *flowchart* penelitian produk ARMOR dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Spesifikasi Produk Akhir

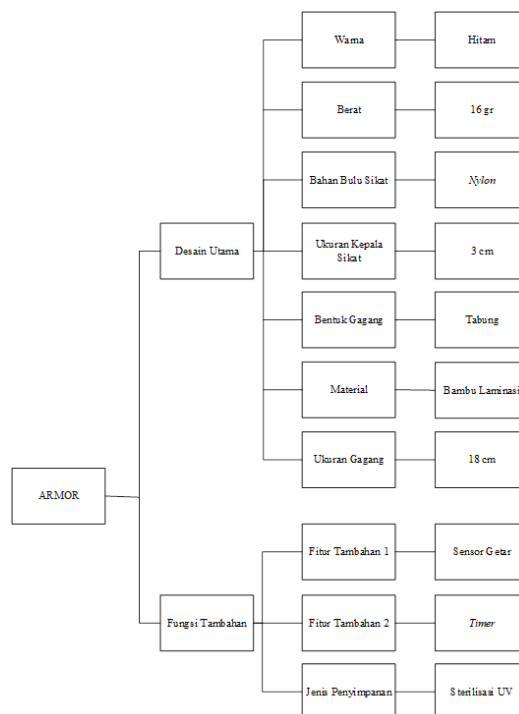
Hasil rancangan akhir produk ARMOR dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rancangan Akhir Produk ARMOR

3.2. Klarifikasi Tujuan

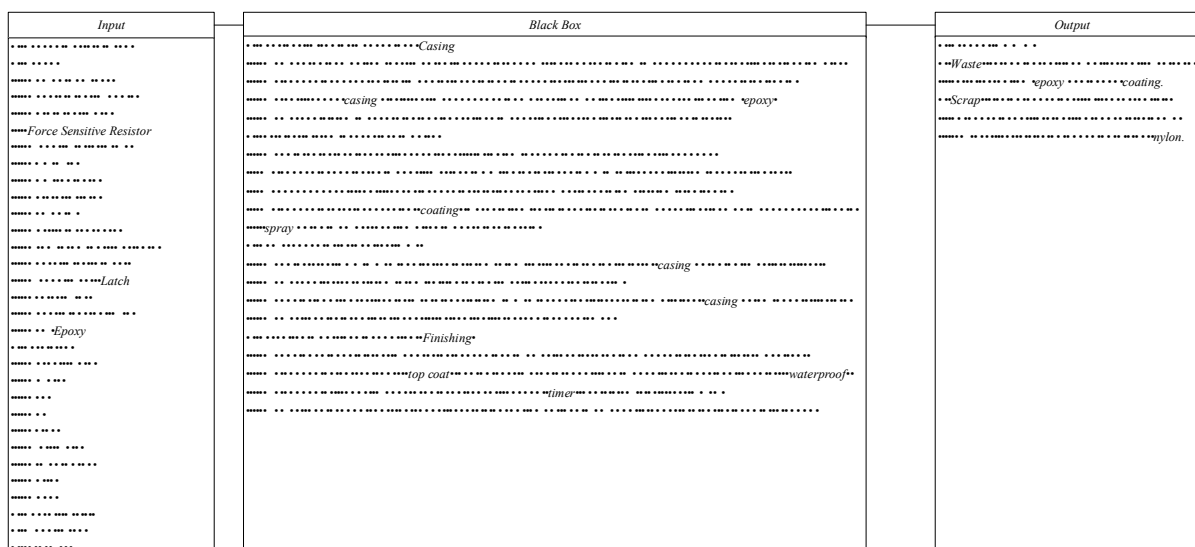
Klarifikasi tujuan dilakukan untuk menetapkan arah perancangan produk ARMOR secara spesifik melalui metode pohon tujuan (*objectives tree*). Proses ini mengidentifikasi tujuan utama dan sub-tujuan ke dalam diagram hierarkis yang memetakan hubungan antara visi desain dengan solusi teknis nyata. Adapun diagram pohon tujuan rancangan produk ARMOR dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Pohon Tujuan Produk ARMOR

3.3. Penetapan Fungsi

Penetapan fungsi dilakukan untuk mengonversi tujuan perancangan yang abstrak menjadi deskripsi teknis operasional mengenai kapabilitas yang harus dijalankan oleh produk ARMOR. Tahapan ini dilakukan dengan menyusun fungsi rancangan dengan transformasi *input output* dalam bentuk *Black Box*. Adapun *Black Box* produk ARMOR dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Sisten *Input Output* Produk ARMOR

3.4. Penyusunan Kebutuhan

Penetapan kebutuhan dilakukan untuk menyusun spesifikasi performansi sebagai panduan desain produk ARMOR. Langkah ini bertujuan menetapkan batasan teknis seperti efektivitas sterilisasi UV-C dan akurasi sensor tekanan untuk menjaga keseimbangan antara inovasi teknologi dan keberlanjutan material bambu. Batasan yang tepat berfungsi meminimalisir risiko desain serta memastikan produk tetap ergonomis, higienis, dan efektif dalam melindungi gusi pengguna. Adapun tabel spesifikasi produk ARMOR dapat dilihat pada Tabel 1.

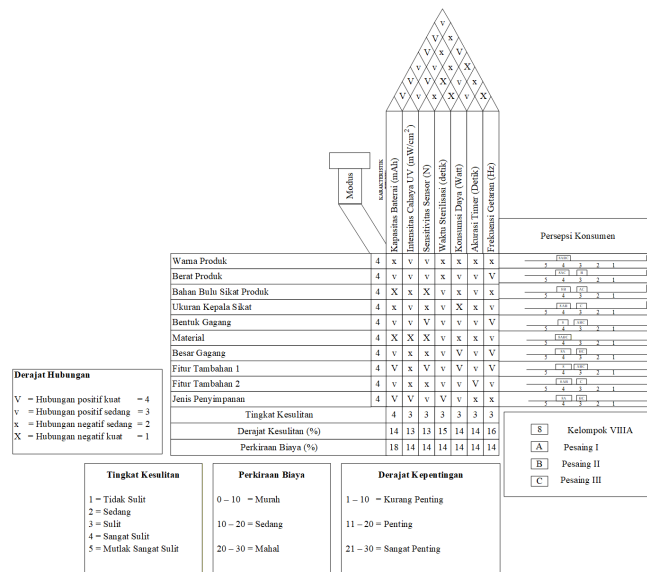
Tabel 1. Spesifikasi Produk ARMOR

No.	Brainstorming	D/W	Keinginan Konsumen
1.	Warna produk adalah coklat.	W	Warna produk adalah hitam.
2.	Memiliki berat 15 gram	D	Memiliki berat 16 gram
3.	Memiliki bahan bulu sikat <i>nylon</i>	W	Memiliki bahan bulu sikat <i>nylon</i>
4.	Memiliki ukuran kepala sikat 3 cm	W	Memiliki ukuran kepala sikat 3 cm
5.	Berbentuk tabung	W	Berbentuk tabung
6.	Memiliki material bambu laminasi	W	Memiliki material bambu laminasi
7.	Memiliki ukuran gagang 12,5 cm	D	Memiliki ukuran gagang 18 cm
8.	Memiliki fitur sensor tekanan dengan indikator getar	W	Memiliki fitur sensor tekanan dengan indikator getar
9.	Memiliki fitur <i>timer</i>	W	Memiliki fitur <i>timer</i>
10.	Memiliki <i>storage</i> yang dilengkapi sinar UV	W	Memiliki <i>storage</i> yang dilengkapi sinar UV

Berdasarkan hasil tabel di atas, dapat dilihat bahwa jumlah *wish* sebanyak 8 dan jumlah *demand* sebanyak 2 yang artinya menunjukkan bahwa produk ARMOR sesuai dengan keinginan ARMOR.

3.5. Penetapan Karakteristik

Penentuan karakteristik bertujuan untuk mengetahui keinginan dan kebutuhan konsumen terhadap ARMOR. Pada penentuan karakteristik digunakan metode QFD (*Quality Function Deployment*). Adapun QFD dari produk ARMOR dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5. *Quality Function Deployment (QFD) Produk ARMOR*

Pada QFD produk ARMOR, dapat disimpulkan bahwa tingkat kesulitan terdapat pada kapasitas baterai dengan tingkat sangat sulit, dan tingkat sulit yang terdapat pada intensitas cahaya UV, sensitivitas sensor, waktu sterilisasi, konsumsi daya, akurasi timer, dan frekuensi getaran. Adapun derajat kepentingan yang diperoleh produk ARMOR yakni semua karakteristik produk memiliki kepentingan yang sangat penting dan perkiraan biaya yang diperlukan berada pada tingkat sedang.

3.6. Pembangkitan Alternatif

Tahap pembangkitan alternatif bertujuan untuk mengumpulkan sebanyak mungkin alternatif yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam perancangan produk ARMOR, untuk kemudian dicari solusi ataupun alternatif terbaik dengan menggunakan peta morfologi (*morphological chart*). *Morphological chart* dari produk ARMOR ditampilkan dalam matriks 10×3 , di mana 10 adalah fungsi yang harus dicapai dan 3 adalah alternatif yang mungkin diterapkan dengan banyak kombinasi $10C_3 = 120$ buah. *Morphological Chart* produk ARMOR dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Morphological Chart Produk ARMOR*

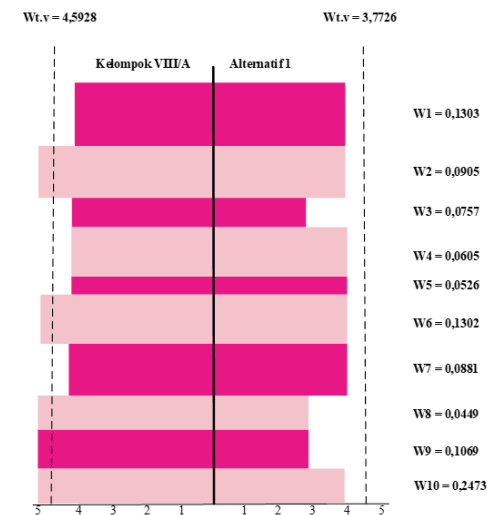
No.	Fungsi	Cara Mencapai Fungsi		
		1	2	3
1.	Warna produk	Abu-abu	Putih	Hitam
2.	Berat produk	16 gram	20 gram	18 gram
3.	Bahan bulu	Siwak	Nylon	Silicone
4.	Ukuran kepala sikat	2,5 cm	3 cm	3,5 cm
5.	Bentuk gagang	Tabung	Oval	Flat grip
6.	Material	Plastic	Bambu Laminasi	Stainless steel
7.	Ukuran gagang	20 cm	16 cm	18 cm
8.	Fitur tambahan 1	Sensor tekanan dengan indikator getar	Tanpa sensor tekanan	Sensor dengan Indikator LED
9.	Fitur tambahan 2	Timer Otomatis	Tanpa Timer	Timer digital layar kecil
10.	Kotak sterilisasi	Storage dengan pengering udara	Storage ventilasi biasa	Storage UV
		Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3

Hasil kegiatan ini memperoleh 3 alternatif rancangan produk dan di antara ketiganya yang terpilih adalah alternatif 1 sebagai rancangan dari produk ARMOR.

3.7. Evaluasi Alternatif

Alternatif-alternatif yang didapatkan dari *Morphological Chart* selanjutnya akan dilakukan evaluasi alternatif dengan cara meneliti kembali alternatif-alternatif yang akan dipilih sehingga dihasilkan alternatif terbaik. Langkah ini dilakukan dengan menggunakan metode analisa bobot tujuan yang relevan terhadap beban objektif.

Hasil perhitungan diperoleh nilai sebesar 4,5928 pada produk ARMOR sebagai solusi terbaik yang disusul dengan alternatif 1 sebesar 3,7726, alternatif 2 sebesar 3,5141, alternatif 3 sebesar 2,9135. Perbandingan nilai bobot masing-masing atribut dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Nilai Bobot Relatif Masing-masing Atribut

3.8. Rincian Perbaikan

Tahap ini bertujuan menyempurnakan desain produk ARMOR berdasarkan alternatif terbaik dari hasil analisis pembobotan. Tahapan ini menerapkan metode Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) untuk meningkatkan nilai produk bagi konsumen sekaligus menekan biaya produksi tanpa mengurangi kualitas fitur utama. Rekayasa nilai dilakukan melalui efisiensi material struktur dan optimalisasi komponen pendukung dengan harga kompetitif. Harga awal bambu laminasi adalah sebesar Rp75.000 dan akrilik transparan sebesar Rp40.000. Setelah dilakukan rekayasa nilai, harga bambu laminasi berhasil ditekan menjadi Rp50.000, sementara akrilik transparan menjadi Rp25.000. Strategi utamanya adalah mengoptimalkan dimensi pemotongan bambu laminasi dan akrilik guna meminimalkan sisa bahan (*waste*). Rincian perkiraan biaya komponen produk ARMOR setelah perbaikan harga dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rincian Biaya Komponen Setelah Perbaikan

No.	Komponen	Harga (Rp)	Jumlah	Total Harga (Rp)
1.	Bambu Laminasi	Rp.50.000	1 buah	Rp.50.000
2.	Kepala Sikat Modular	Rp.10.000	1 buah	Rp.10.000
3.	Bulu Sikat <i>Nylon</i>	Rp.10.000	1 set	Rp.10.000
4.	<i>Force Sensitive Resistor (FSR)</i>	Rp.35.000	1 buah	Rp.35.000
5.	<i>Modul Timer Digital</i>	Rp.15.000	1 buah	Rp.15.000
6.	<i>Charge PCB Mini</i>	Rp.5.000	1 buah	Rp.5.000
7.	LED Indikator	Rp.20.000	1 buah	Rp.20.000
8.	Lampu UV	Rp.45.000	1 buah	Rp.45.000
9.	Akrilik Transparan	Rp.25.000	1 lembar	Rp.25.000
10.	Aluminium Foil / Reflektor	Rp.10.000	1 roll	Rp.10.000
11.	Engsel Plastik Kecil	Rp.2.500	2 buah	Rp.5.000
12.	Magnet Kecil / <i>Latch</i>	Rp.2.500	2 buah	Rp.5.000
13.	Saklar Mikro (<i>Limit Switch</i>)	Rp.7.000	1 buah	Rp.7.000
14.	Kabel Fleksibel Mini	Rp.5.000	½ meter	Rp.2.500
15.	Baterai Lithium	Rp.25.000	1 buah	Rp.25.000
16.	Lem Epoxy	Rp.15.000	½ tube	Rp.7.500
Total				Rp. 272.000

Penerapan rekayasa nilai ini secara efektif menurunkan total biaya produksi ARMOR menjadi Rp272.000 per unit. Penghematan ini berhasil menciptakan keseimbangan antara nilai ekonomi bagi produsen dan kualitas fungsional bagi konsumen melalui tetap dipertahankannya fitur sterilisasi UV-C dan sensor tekanan gusi. Dengan demikian, modifikasi ini memastikan produk ARMOR memiliki daya saing harga yang lebih tinggi di pasar alat kesehatan personal.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang produk sikat gigi cerdas ARMOR melalui penerapan tujuh tahapan sistematis metode *Nigel Cross*. Proses dimulai dengan klarifikasi tujuan menggunakan *objective tree* untuk memetakan visi produk, yang kemudian dilanjutkan dengan penetapan fungsi melalui analisis *black box* guna mendefinisikan transformasi *input-output* sistem sterilisasi dan sensor. Tahap penetapan kebutuhan menghasilkan spesifikasi performansi yang selaras dengan keinginan konsumen, diikuti dengan penentuan karakteristik melalui matriks *Quality Function Deployment* (QFD) untuk menerjemahkan kebutuhan tersebut menjadi parameter teknis manufaktur. Selanjutnya, pada tahap pembangkitan alternatif, digunakan peta morfologi untuk menghasilkan berbagai kombinasi desain hingga terpilih Alternatif 1 sebagai konsep terbaik pada tahap evaluasi alternatif dengan nilai tertinggi sebesar 4,5928. Seluruh rangkaian proses ini diakhiri dengan rincian perbaikan melalui pendekatan *Value Engineering* yang berhasil mengoptimalkan dimensi material bambu dan akrilik, sehingga menekan biaya produksi menjadi Rp272.000 tanpa mengurangi fungsionalitas utama produk. Dengan demikian, penggunaan metode *Nigel Cross* telah menghasilkan solusi desain yang komprehensif, teknis, dan memiliki nilai ekonomi tinggi di pasar alat kesehatan personal.

Referensi

- [1] R. Febrida, F. Faisal, D. Fajar Mardhian, J. Raya Bandung Sumedang Km, J. Sekeloa Selatan No, And K. Coblong, "Pengetahuan Penggunaan Sikat Gigi Dan Pasta Gigi Dalam Rangka Menjaga Kesehatan Gigi Mulut Pada Masyarakat Desa Bojong", Doi: 10.24198/Saintika.V1i2.
- [2] M. Mazur, M. Ruggeri, L. Ottolenghi, A. Scarscia, L. Gobbi, And G. Vinci, "Life Cycle Assessment Of Manual Toothbrush Materials," *Discover Environment*, Vol. 2, No. 1, Dec. 2024, Doi: 10.1007/S44274-024-00119-0.
- [3] Syelfanda Putrifasari, Miftahul Munir, And Agung Pambudi Mahaputra, "Pengaruh Desain Produk, Kualitas Produk, Dan Harga Terhadap Keputusan Pembelian Batik Pada Cv. Wecono Asri Kediri," *Journal Of Creative Student Research*, Vol. 1, No. 5, Pp. 141–155, Oct. 2023, Doi: 10.55606/Jcsrpolitama.V1i5.2676.
- [4] I. F. Firdaus *Et Al.*, "Pengaruh Desain Produk Dan Desain Proses Terhadap Kualitas Produk (Survei Pada Karyawan Pt. Wijaya Agape Tasikmalaya) Depy Muhamad Pauzy," *Jurnal Nuansa: Publikasi Ilmu Manajemen Dan Ekonomi Syariah*, Vol. 1, No. 3, 2023, Doi: 10.61132/Nuansa.V1i3%20september.207.
- [5] R. Aurachman, "Proses Pengambilan Data Pada Ahp (Analytical Hierarchy Process) Menggunakan Prinsip Closed Loop Control System," *Jisi: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, Vol. 6, No. 1, Pp. 55–64, Mar. 2019, Doi: 10.24853/Jisi.6.1.55-64.
- [6] J. Bit, C. Pertiwi, And A. Diana, "Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Karyawan Terbaik Menggunakan Metode Ahp Dan Saw," 2020. [Online]. Available: <https://journal.budiluhur.ac.id/index.php/Bit>
- [7] R. Lestari, S. Wardah, And K. Ihwan, "Analisis Pengembangan Pelayanan Jasa Tv Kabel Menggunakan Metode Quality Function Deployment (Qfd)," *Jisi: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, Vol. 7, No. 1, Pp. 57–63, May 2020, Doi: 10.24853/Jisi.7.1.57-63.
- [8] P. P. Aquascape, E. Lestari, And M. Imtihan, "Perancangan Produk Aquascape Dengan Metode Quality Function Deployment (Qfd)," Vol. 1, No. 1, Pp. 21–29, 2020, Doi: 10.37373/Http.
- [9] W. A. Fahrudin, "Rancangan Desain Produk Rak Pot Bunga Dengan Pendekatan 7 Langkah Nigel Cross," Vol. 2, 2019.
- [10] E. Suprayitno, M. Chaeron, M. Shodiq, And A. Khannan, "Perancangan Ulang Body Kit Preamplifier Gitar Bass Elektrik Menggunakan Metode Nigel Cross," 2018. [Online]. Available: <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/Opsiopsi±Jurnaloptimasisistemindustri-Xuxvdqq7hnqlnn,Qgxvnull>
- [11] "Rchairdinoleuveano,+8.+Gentha Dyah Shodiq".
- [12] W. Khairannur, S. Ariestina, W. O. R. Simanjuntak, N. Syahfitri, And B. E. P. Kembaren, "Kombinasi QFD Dan Nigel Cross Untuk Perancangan Halal Tourism Di Danau Toba," *Remik*, Vol. 7, No. 1, Pp. 795–809, Jan. 2023, Doi: 10.33395/Remik.V7i1.12173.
- [13] B. B. Wahyujati, "Aplikasi Metode Morphological Chart Pada Perancangan Robot Belajar Baca (Roboca) Untuk Anak Usia Dini," *Pengetahuan Dan Perancangan Produk*, Vol. 5, No. 2, Pp. 67–74.
- [14] F. Ekonomi Dan Bisnis, U. Budi Luhur Jakarta, And D. Albaity Utami, "Pengaruh Kualitas Produk, Citra Merek, Dan Kualitas Layanan Terhadap Keputusan Pembelian Produk Dadone Di Jakarta Agus Sriyanto," 2016.
- [15] F. Sulaiman, "Desain Produk : Rancangan Tempat Lilin Multifungsi Dengan Pendekatan 7 Langkah Nigel Cross," 2017.