



PAPER – **OPEN ACCESS**

Penerapan Metode Nigel Cross pada Perancangan dan Pengembangan Produk SaniBox

Author : Fachri Rizky Audi, et al
DOI : 10.32734/ee.v9i2.2736
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 Metode *Nigel Cross* pada Perancangan dan Pengembangan Produk SaniBox

Fachri Rizky Audi*, Tifanny Aurelia Telaumbanua, Noel Felix Manalu

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

fachririzky@students.usu.ac.id, tifannyaurelia@students.usu.ac.id, noelfelix@students.usu.ac.id

Abstrak

Sikat gigi sangat penting bagi kesehatan mulut, namun penyimpanan yang kurang tepat dapat memicu kontaminasi bakteri akibat kelembapan, terutama bagi *traveller* dan *backpacker* dengan akses sanitasi terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini merancang SaniBox, kotak sikat gigi portabel higienis yang mengintegrasikan sterilisasi UV-C, kipas pengering, dan penyerap kelembapan dari serat sabut kelapa, dengan metode tujuh langkah *Nigel Cross*. Tahapan meliputi klarifikasi tujuan (penggunaan plastik daur ulang serta fitur sterilisasi dan pengering), analisis fungsi melalui diagram *blackbox*, serta penyusunan spesifikasi teknis berdasarkan kebutuhan konsumen. Selanjutnya, QFD digunakan untuk menentukan karakteristik teknis dan *Morphological Chart* menghasilkan tiga alternatif rancangan, yang kemudian dievaluasi menggunakan AHP sehingga terpilih alternatif Kelompok IV-B dengan nilai 4,8730. Optimalisasi melalui value engineering menurunkan biaya produksi dari Rp471.880 menjadi Rp338.880. Simulasi *SolidWorks* menunjukkan dimensi $20 \times 7 \times 8$ cm dan massa 1.417,34 gram, sehingga SaniBox dinilai layak secara teknis dan ekonomis sebagai wadah sikat gigi higienis.

Kata Kunci: *Analytical Hierarchy Process; Morphological Charts; Nigel Cross; Objective Trees; Value Engineering*

Abstract

A toothbrush is essential for oral health, but improper storage can trigger bacterial contamination due to moisture, especially for travelers and backpackers with limited sanitation access. Therefore, this study designs SaniBox, a hygienic portable toothbrush case integrating UV-C sterilization, a drying fan, and a natural moisture absorber from coconut fiber, using Nigel Cross's seven-step design method. The stages include objective clarification (use of recycled plastic and sterilization/drying features), functional analysis through a blackbox diagram, and technical specification development based on user needs. Furthermore, Quality Function Deployment (QFD) is applied to determine technical characteristics, while a Morphological Chart generates three design alternatives, which are then evaluated using Analytical Hierarchy Process (AHP), selecting alternative Group IV-B with a performance score of 4.8730. Optimization through value engineering reduces production costs from IDR 471,880 to IDR 338,880. SolidWorks simulation shows dimensions of $20 \times 7 \times 8$ cm and a mass of 1,417.34 grams, indicating that SaniBox is technically and economically feasible as a hygienic toothbrush storage solution.

Keywords: *Analytical Hierarchy Process; Morphological Charts; Nigel Cross; Objective Trees; Value Engineering*

1. Pendahuluan

Perancangan produk merupakan proses yang tidak hanya berorientasi pada penciptaan bentuk fisik, tetapi juga melibatkan analisis yang mendalam terhadap fungsi, kebutuhan pengguna, serta aspek teknis yang mendukung kinerja produk[1], [2]. Dalam praktiknya, proses perancangan seringkali menghadapi berbagai tantangan, seperti ketidaksesuaian antara kebutuhan pengguna dengan solusi yang dihasilkan, kompleksitas dalam integrasi komponen, serta keterbatasan dalam efisiensi biaya dan proses produksi[3], [4]. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan yang sistematis dan terstruktur agar proses perancangan dapat dilakukan secara lebih terarah, logis, dan mampu menghasilkan solusi yang optimal[5].

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan dalam proses perancangan produk adalah metode *Nigel Cross*, yang dikenal sebagai metode desain sistematis. Metode ini menekankan pentingnya pemecahan masalah secara bertahap dengan menguraikan proses perancangan ke dalam beberapa tahapan yang saling berkaitan. Melalui pendekatan ini, perancang tidak hanya berfokus pada hasil akhir, tetapi juga pada proses analisis yang mendasari setiap keputusan desain yang diambil[6], [7], [8].

Metode *Nigel Cross* mencakup tahapan-tahapan utama seperti klarifikasi tujuan (*clarifying objectives*) yang bertujuan untuk mengidentifikasi arah perancangan, penetapan fungsi (*establishing functions*) yang menggambarkan bagaimana produk bekerja, serta penyusunan kebutuhan (*setting requirements*) yang mengacu pada kebutuhan dan keinginan pengguna[9]. Tahapan ini kemudian dilanjutkan dengan penentuan karakteristik (*determining characteristics*) untuk menerjemahkan kebutuhan ke dalam aspek teknis, serta pembangkitan alternatif (*generating alternatives*) yang memungkinkan perancang menghasilkan berbagai solusi potensial. Selanjutnya, dilakukan evaluasi alternatif (*evaluating alternatives*) untuk menentukan solusi terbaik sebelum masuk ke tahap pengembangan rancangan (*improving details*) yang berfokus pada penyempurnaan desain[10], [11].

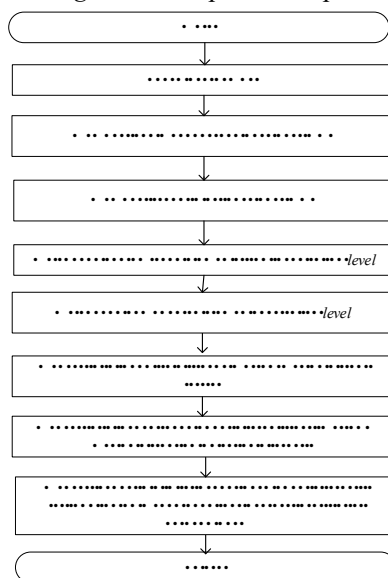
Keunggulan metode *Nigel Cross* terletak pada kemampuannya dalam mengintegrasikan berbagai aspek perancangan ke dalam satu alur yang sistematis[12]. Metode ini memungkinkan perancang untuk mempertimbangkan berbagai alternatif solusi secara objektif serta meminimalkan risiko kesalahan desain melalui proses evaluasi yang terstruktur. Selain itu, pendekatan ini juga membantu dalam mengidentifikasi hubungan antara kebutuhan pengguna dan karakteristik teknis produk, sehingga solusi yang dihasilkan tidak hanya memenuhi fungsi dasar, tetapi juga memiliki nilai tambah dari segi efisiensi, keandalan, dan kemudahan produksi[13].

SaniBox merupakan produk yang dirancang sebagai kotak penyimpanan sikat gigi yang dilengkapi dengan fitur tambahan untuk mendukung fungsi penyimpanan yang lebih optimal. Sebagai implementasi dari pendekatan perancangan yang sistematis, produk ini dikembangkan dengan mempertimbangkan permasalahan penggunaan sehari-hari, seperti kondisi sikat gigi yang lembap serta kebutuhan penyimpanan yang praktis bagi pengguna dengan mobilitas tinggi. Produk ini dirancang dengan mempertimbangkan aspek fungsi, kemudahan penggunaan, serta integrasi komponen dalam satu sistem produk. Oleh karena itu, diperlukan metode perancangan yang mampu mengakomodasi berbagai kebutuhan tersebut secara sistematis[14], [15], [16].

Berdasarkan hal tersebut, metode *Nigel Cross* dinilai relevan untuk diterapkan dalam proses perancangan produk karena mampu memberikan kerangka kerja yang jelas dan terstruktur. Dalam penelitian ini, metode *Nigel Cross* digunakan sebagai pendekatan utama dalam merancang produk SaniBox sebagai kotak penyimpanan sikat gigi. Penerapan metode ini diharapkan dapat menghasilkan rancangan produk yang tidak hanya memenuhi kebutuhan pengguna, tetapi juga memiliki kinerja yang optimal serta efisiensi dalam proses produksi[17].

2. Metodologi Penelitian

Metode ilmiah adalah suatu proses sistematis yang memiliki keteraturan dalam cara pembuatannya yaitu mengenali dan mendefinisikan masalah, merumuskan hipotesis masalah, mengumpulkan data, menganalisis data, dan menyatakan hasil akhir analisis apakah data diterima atau ditolak berdasarkan hipotesis[18]. Adapun *flow chart* langkah penelitian *Nigel Cross* dapat dilihat pada Gambar 1 dan tahapan metode dalam *Nigel Cross* dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. *Flow Chart* Langkah Penelitian *Nigel Cross* Produk SaniBox

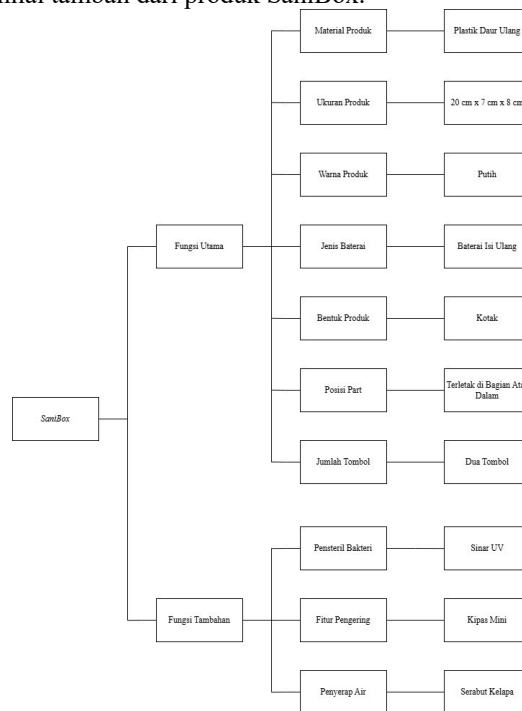
Tabel 1. Tahapan Metode dalam Nigel Cross

No.	Tahapan Metode	Tujuan
1.	Klarifikasi Tujuan (<i>Clarifying Objectives</i>)	Untuk menentukan tujuan perancangan produk SaniBox dengan pohon tujuan (<i>objective trees</i>)
2.	Penetapan Fungsi (<i>Establishing Function</i>)	Menganalisis kebutuhan serta tujuan untuk menyokong sistem dengan efisien.
3.	Penyusunan Kebutuhan (<i>Setting Requirements</i>)	Membandingkan hasil penetapan atribut melalui rekapitulasi kuesioner dengan pemberian nilai D (<i>demand</i>) atau W (<i>wish</i>)
4.	Penetapan Karakteristik (<i>Determining Characteristics</i>)	Menerjemahkan kebutuhan konsumen ke dalam karakteristik teknis produk yang dapat diukur dan dikendalikan dalam proses perancangan
5.	Pembangkitan Alternatif (<i>Generating Alternatives</i>)	Mengumpulkan beberapa alternatif produk dan mencari alternatif yang terbaik dengan menggunakan <i>morphological charts</i>
6.	Evaluasi Alternatif (<i>Evaluating Alternatives</i>)	Melakukan tindakan komparasi nilai-nilai utilitas rancangan produk alternatif yang ditentukan atas dasar performansi atau <i>level</i> pembobotan tujuan produk alternatif
7.	Rincian Perbaikan (<i>Improving Details</i>)	Untuk meningkatkan nilai produk bagi konsumen dan mengurangi biaya yang harus dilakukan dengan metode <i>value engineering</i>

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Klarifikasi Tujuan (*Clarifying Objectives*)

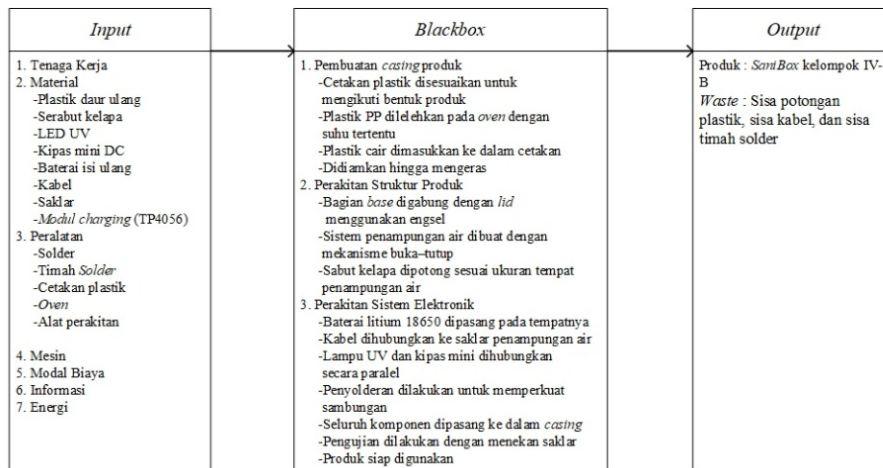
Klarifikasi tujuan digunakan untuk menetapkan target yang perancangan produk SaniBox yang spesifik. Adapun metode yang dipakai adalah metode pohon tujuan (*objectives trees*) untuk mengidentifikasi fungsi utama dan sub fungsi dari perancangan produk serta bentuk relasi hierarkis di antara kedua poin. Adapun langkah yang dilakukan adalah mendaftar spesifikasi produk SaniBox secara keseluruhan, melakukan penyusunan daftar tujuan dan sub tujuan perancangan melalui *level* yang lebih tinggi ke *level* yang lebih rendah serta menjabarkan setiap atribut dengan spesifikasi yang lebih rinci pada diagram pohon tujuan. Produk SaniBox diklasifikasikan menjadi dua fungsi, yaitu fungsi utama yang memiliki keterkaitan dengan karakteristik fisik produk dan fungsi tambahan gun menambah nilai tambah dari produk SaniBox.



Gambar 2. Diagram Pohon Tujuan SaniBox

3.2. Penetapan Fungsi (Establishing Function)

Penentuan fungsi dilakukan dengan menjabarkan fungsi yang telah dirancang pada pohon keputusan secara holistik dengan transformasi *input* hingga *output* menggunakan diagram *blackbox*. Fungsi rancangan dibagi menjadi sub-sub fungsi yang lebih spesifik. Kemudian, disarankan elemen-elemen berupa alat dan bahan yang sesuai untuk dapat melakukan implementasi dari sub-sub fungsi yang bersangkutan. Adapun diagram fungsi rancangan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram *Blackbox* Produk SaniBox

Adapun sub fungsi produk adalah sub fungsi penyimpanan dan perlindungan sikat gigi berbentuk kotak sebagai wadah penyimpanan sikat gigi yang mampu melindungi sikat gigi dari kontaminasi lingkungan luar, sub fungsi pensterilisasi dengan menggunakan sinar UV yang berfungsi untuk membunuh bakteri dan kuman yang terdapat pada sikat gigi setelah digunakan, sub fungsi pengeringan dengan kipas mini untuk mengurangi kelembapan pada sikat gigi sehingga mencegah pertumbuhan bakteri, sub fungsi sumber daya dan kontrol menggunakan baterai Li-ion 18650 yang dapat diisi ulang dan dikontrol oleh dua tombol, serta sub fungsi penyerapan air dengan menggunakan serabut kelapa untuk menampung sisa air dari sikat gigi.

3.3. Penyusunan Kebutuhan (Setting Requirements)

Penetapan kebutuhan dilakukan dengan membandingkan hasil penetapan atribut melalui penjabaran rekapitulasi hasil kuesioner, penentuan *level of generality* pada produk, menganalisis kebutuhan produk dengan menggunakan metode 5W + 1H, serta menetapkan informasi kebutuhan produk yang diberi nilai D (*demand*) untuk hasil keinginan konsumen yang berbeda dengan hasil *brainstorming* atau W (*wish*) untuk setiap atribut yang tetap sama. Adapun spesifikasi produk SaniBox dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rincian Produk *SaniBox*

No.	Hasil <i>Brainstorming</i>	D/W	Hasil Kuesioner Terbuka
1.	Plastik PP	W	Plastik
2.	18 cm × 10 cm × 8 cm	D	20 cm × 7 cm × 8 cm
3.	Putih	W	Putih
4.	Li-ion 18650	W	Baterai Isi Ulang
5.	Kotak	W	Kotak
6.	Di Bagian Atas Dalam	W	Di Bagian Atas Dalam
7.	Satu Tombol	D	Dua Tombol
8.	Sinar UV	W	Sinar UV
9.	Kipas Mini	W	Kipas Mini
10.	Serabut Kelapa	W	Serabut Kelapa

Berdasarkan tabel tersebut, didapat bahwa jumlah W (*wish*) sebanyak 8 dan D (*demand*) sebanyak 2 sehingga diperoleh kesimpulan W lebih besar dari D ($W > D$) yang menilai bahwa perancang cukup mahir dalam melakukan perancangan produk karena dapat menyesuaikan spesifikasi produk sesuai dengan kebutuhan konsumen.

3.4. Penetapan Karakteristik (Determining Characteristics)

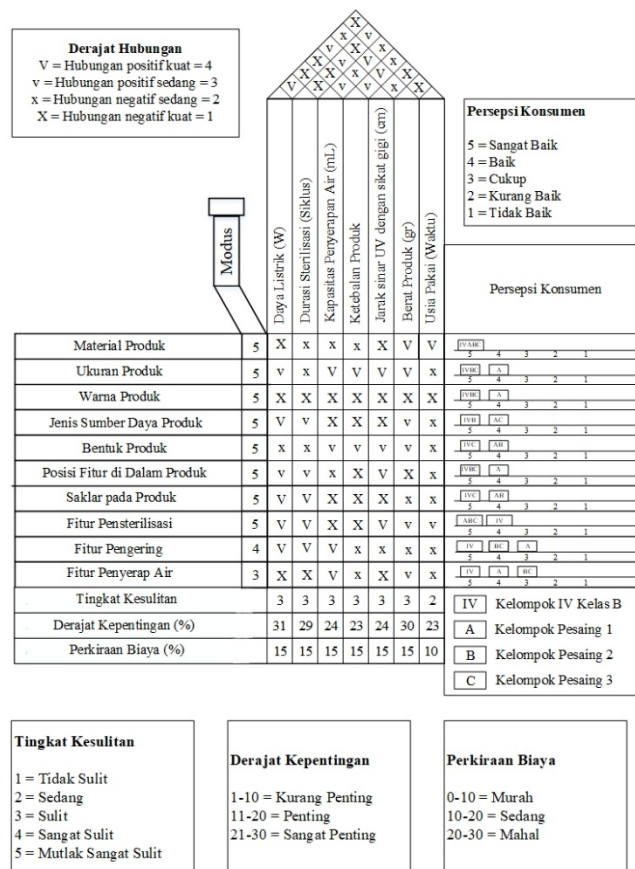
Penetapan karakteristik dilakukan untuk menerjemahkan kebutuhan konsumen ke dalam tujuh karakteristik teknis yang dapat diukur dan dikendalikan dalam proses perancangan produk SaniBox. Adapun metode yang digunakan adalah *Quality Function Deployment* (QFD). Langkah-langkah yang dilakukan adalah dengan menentukan data atribut dan tingkat kepentingan konsumen, menggambar matriks perlawanan atribut dengan karakteristik teknis untuk dapat mendeskripsikan korelasi antara keduanya, membuat korelasi antara sesama karakteristik teknis, serta menentukan target pencapaian setiap karakteristik teknis melalui penentuan tingkat kesulitan, derajat kepentingan, serta perkiraan biaya. Adapun hubungan dapat disimbolkan dengan V yang menyatakan hubungan positif kuat, v menyatakan hubungan positif sedang, x menyatakan hubungan negatif sedang, dan X menyatakan hubungan negatif kuat.

Pada bagian tingkat kesulitan didapatkan hasil bahwa persentase tingkat kesulitan untuk karakteristik teknis yang tergolong ke dalam karakteristik yang cukup mudah adalah usia pakai (10%). Sedangkan karakteristik teknis yang tergolong pada karakteristik sulit adalah daya listrik (13%), durasi sterilisasi (14%), kapasitas penyerapan air (17%), ketebalan produk (18%), jarak sinar UV dengan sikat gigi (15%), dan berat produk (15%).

Pada bagian derajat kepentingan didapatkan hasil bahwa persentase derajat kepentingan untuk karakteristik teknis produk yang tergolong ke dalam kategori cukup penting adalah usia pakai. Sedangkan karakteristik teknis yang tergolong penting adalah daya listrik (16%), durasi sterilisasi (16%), kapasitas penyerapan air (14%), ketebalan produk (11%), jarak sinar UV dengan sikat gigi (13%), dan berat produk (16%).

Pada bagian perkiraan biaya didapatkan hasil bahwa persentase perkiraan biaya untuk karakteristik teknis yang tergolong ke dalam sedang kategori cukup murah adalah usia pakai. Sedangkan karakteristik teknis yang tergolong mahal adalah daya listrik (14%), durasi sterilisasi (14%), kapasitas penyerapan air (14%), jarak sinar UV dengan sikat gigi (14%), dan berat produk (14%). Karakteristik teknis yang tergolong sangat mahal adalah ketebalan produk (19%).

Adapun diagram *House of Quality* (HOQ) SaniBox dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *House of Quality* (HOQ) SaniBox

3.5. Pembangkitan Alternatif (Generating Alternatives)

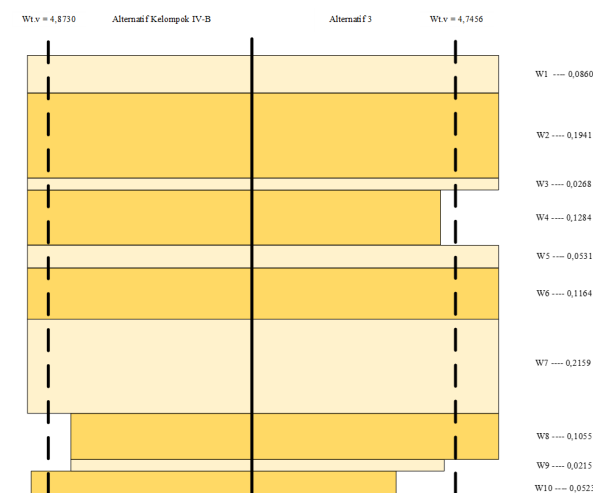
Pembangkitan alternatif memiliki tujuan untuk menghimpun beberapa opsi yang dipakai untuk mengatasi masalah, kemudian di akhir dipilih opsi yang paling baik dan sesuai. Tahap ini memakai metode *morphological charts* melalui pembuatan daftar fungsi-fungsi tujuan produk, pembuatan cara untuk mencapai fungsi, pembuatan *morphological charts* produk dengan tiga alternatif produk, serta mengidentifikasi kombinasi solusi rancangan yang terpilih.

Tabel 3. Kombinasi Solusi Hasil Perancangan Produk *SaniBox*

Fungsi	Cara Mencapai Fungsi		
	1	2	3
Material Produk	Plastik	Akrilik	Stainless Steel
Ukuran Produk	18 cm × 10 cm × 8 cm	20 cm × 10 cm × 8 cm	20 cm × 7 cm × 8 cm
Warna Produk	Biru	Putih	Hijau
Jenis Sumber Daya Produk	Baterai Isi Ulang	Charger	Baterai AAA
Bentuk Produk	Oval	Tabung	Balok
Posisi Fitur di Dalam Produk	Di Bagian Atas Dalam	Di Bagian Samping Dalam	Di Samping Dan Di Bawah Dalam
Saklar pada Produk	Saklar Putar	Satu Tombol	Dua Tombol
Fitur Pensterilisasi	Sinar UV	Alkohol	Sterilisasi Uap Panas
Fitur Pengering	Ventilasi	Heater	Kipas Mini
Fitur Penyerap Air	Serabut Kelapa	Microfiber	Kapas
	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3

2.6. Evaluasi Alternatif (Evaluating Alternatives)

Evaluasi alternatif memiliki tujuan untuk melakukan komparasi nilai kegunaan dari perancangan alternatif berdasarkan performansi atas pembobotan tujuan. Hasil tahapan pembangkitan alternatif kemudian dievaluasi kembali melalui penelaahan setiap pilihan yang tersedia guna menentukan alternatif yang paling optimal. Adapun langkah-langkah yang digunakan adalah membuat susunan sistematis tujuan perancangan produk, merekapitulasi nilai peringkat dari setiap atribut dan membuat pembobotan pada *level II* serta *level III* untuk fungsi utama dan fungsi tambahan, menentukan parameter performansi dari setiap atribut, dan membuat nilai kepentingan bobot alternatif dari masing-masing atribut. Adapun hasil nilai kepentingan bobot alternatif divisualisasikan dengan profil nilai perbandingan dan menghitung luas *gap* pada alternatif produk yang dipilih.



Gambar 5. Profil Nilai Perbandingan Kelompok IV-B dan Alternatif 3

Pada bagian alternatif kelompok IV-B, terdapat luas *gap* dengan jumlah 0,1109 pada daerah W8 dan W9. Pada bagian alternatif 3, terdapat luas *gap* dengan jumlah 0,2030 pada daerah W4, W9, dan W10. Oleh karena itu, diperoleh kesimpulan bahwa luas *gap* kelompok IV-B lebih kecil dari luas *gap* alternatif 3 sehingga produk kelompok IV-B merupakan alternatif produk yang terpilih.

Pada tampilan *gant chart* divisualisasikan bahwa bobot terbesar adalah W7 (saklar pada produk), sedangkan bobot terkecil adalah W9 (fitur pengering).

2.7. Rincian Perbaikan

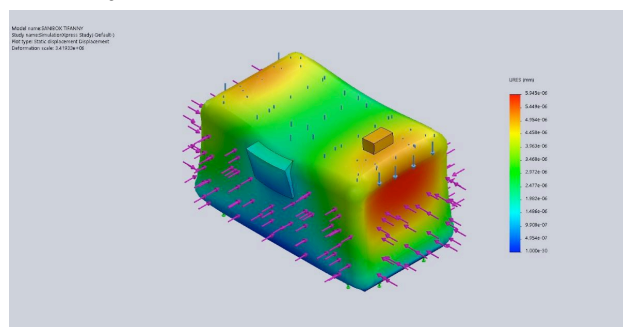
Pada tahap ini dilakukan pengembangan rancangan untuk menambah mutu produk bagi konsumen serta melakukan pengurangan biaya yang harus dilakukan produsen. Adapun peningkatan nilai dapat diidentifikasi melalui pembuatan daftar dan fungsi dari masing-masing komponen produk, dan menentukan nilai fungsi yang teridentifikasi. Cara untuk mengurangi biaya dapat dilakukan dengan menghitung biaya setiap komponen yang digunakan, serta mengidentifikasi cara untuk mengurangi biaya tanpa menurunkan mutu produk yang dapat dilakukan dengan cara mengeliminasi komponen, mengurangi komponen, serta memodifikasi komponen. Adapun rincian perbaikan dilakukan dengan cara yaitu mengeliminasi dan memodifikasi komponen. Adapun komponen yang dieliminasi adalah *terminal block 2 pin* dan *battery protection module*. Komponen yang dimodifikasi harganya adalah lembaran *cocosheet*, lampu UV, timah, baterai Li-ion 18650, dan pelet polipropilena (PP). Adapun rekapitulasi evaluasi harga elemen yang dipakai untuk membuat produk SaniBox dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Evaluasi Harga Elemen yang Digunakan untuk Membuat Produk SaniBox

Elemen	Harga (Rp)	Jumlah Elemen yang Digunakan	Total Biaya (Rp)
Wadah Cetak Plastik	Rp60.000	1 buah	Rp60.000
Lembaran <i>cocosheet</i>	Rp20.000	1 bungkus	Rp20.000
Saklar	Rp3.250	2 buah	Rp6.500
Kipas Mini 5V	Rp18.500	1 buah	Rp18.500
Lampu UV	Rp50.000	1 buah	Rp50.000
Timah	Rp3.000	1 meter	Rp3.000
Lem	Rp13.000	1 buah	Rp13.000
Baterai Li-18650	Rp12.000	2 buah	Rp24.000
Tempat Baterai	Rp10.000	1 buah	Rp10.000
Kabel	Rp3.000	1 meter	Rp3.000
Pelet Polipropilena (PP)	Rp130.000	1 kg	Rp130.000
Engsel	Rp440	2 buah	Rp880
Total			Rp338.880

2.8. Simulasi Produk dengan Software SolidWorks

Adapun yang dapat dilakukan adalah dengan mengidentifikasi *mass properties* dan *simulation*. Adapun Tampilan gambar *study results* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Study Results

Dari hasil pengolahan data dapat diberikan kesimpulan bahwa pada *mass properties* didapatkan hasil massa produk sebesar 1.417,34 gram dan volume produk sebesar 1.417.339,97 *cubic* milimeters. Pada *SimulationXpress* diperoleh hasil bahwa produk *SaniBox* mempunyai nilai modulus *young* sebesar 2000 N/mm².

3. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan produk SaniBox sebagai kotak penyimpanan sikat gigi portabel yang higienis dengan menerapkan metode *Nigel Cross* secara sistematis melalui tujuh tahapan perancangan. Pada tahap klarifikasi tujuan dihasilkan pohon tujuan (objectives tree) yang menggambarkan kebutuhan utama produk, yaitu menjaga kebersihan, kemudahan penggunaan, dan portabilitas. Tahap penetapan fungsi menghasilkan diagram fungsi (*function analysis*) yang menjelaskan hubungan antara input, proses, dan output produk. Selanjutnya, pada tahap penyusunan kebutuhan diperoleh spesifikasi produk (*performance specification*) yang menjadi acuan teknis perancangan. Tahap penetapan karakteristik menghasilkan tujuh karakteristik teknis dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD). Tahap pembangkitan alternatif menghasilkan beberapa alternatif konsep desain melalui morphological chart. Kemudian, tahap evaluasi alternatif menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) menghasilkan alternatif terbaik, yaitu kelompok IV-B dengan nilai performansi tertinggi. Pada tahap rincian perbaikan, dilakukan analisis *value engineering* yang menghasilkan penurunan biaya produksi tanpa mengurangi fungsi utama produk. Terakhir, tahap perincian menghasilkan desain akhir berupa model 3D menggunakan *SolidWorks* yang telah memenuhi aspek teknis, dimensi, dan massa produk. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan metode *Nigel Cross* mampu menghasilkan desain produk yang optimal, tidak hanya dari segi fungsi dan kebutuhan pengguna, tetapi juga efisiensi biaya serta kelayakan teknis produk.

Referensi

- [1] I. Siregar and K. Adhinata, "Perancangan Produk Tempat Tisu Multifungsi dengan Menggunakan Quality Function Deployment (QFD)," *Jurnal Sistem Teknik Industri*, vol. 19, no. 2, p. 21, 2017.
- [2] S. Nurochim and A. N. Rukmana, "Perancangan Produk Waistbag dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD)," *Journal Riset Teknik Industri*, vol. 1, no. 1, p. 2, 2021.
- [3] Sholiq, C. Yunita, H. M. Astuti, T. D. Susanto, A. Herdiyanti, and K. Ghazali, "Perancangan dan Pembuatan Aplikasi Website E-commerce untuk Produk Kerajinan Tangan UMKM Nena Namo," *SMATIKA*, vol. 8, no. 2, pp. 81–82, 2018.
- [4] M. Suari, N. Telagawathi, and N. N. Yulianthini, "Pengaruh Kualitas Produk dan Desain Produk terhadap Keputusan Pembelian," *Bisma: Jurnal Manajemen*, vol. 5, no. 1, pp. 26–27, 2019.
- [5] J. Handayani, D. Derriawan, and T. W. Hendratni, "Pengaruh Desain Produk terhadap Keputusan Pembelian dan Dampaknya pada Kepuasan Konsumen," *Journal of Business & Banking*, vol. 10, no. 1, pp. 91–103, Oct. 2020.
- [6] D. Saputra, R. A. M. Putri, and N. Nelfiyanti, "Perancangan Prototype Alat Pengumpulan Bola Tennis Meja Untuk Alat Bantu Latihan Pemain Di PTM GNR Menggunakan Metode Rasional," *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, vol. 9, no. 1, pp. 71–82, Mar. 2022.
- [7] F. Sulaiman, "Desain Produk: Rancangan Tempat Lilin Multifungsi dengan Pendekatan 7 Langkah Nigel Cross," *Jurnal Teknovasi*, vol. 4, no. 1, pp. 32–33, 2017.
- [8] R. Ginting and D. Nurhadi, "Desain Produk Pemberi Pakan Ikan Otomatis," *Jurnal Sistem Teknik Industri*, vol. 20, no. 2, pp. 9–10, 2018.
- [9] Y. Bunaya, R. Wahyudi, J. T. Ryacudu, W. Huwi, J. Agung, and L. Selatan, "Rancang Bangun Pencetak Opak Pada Umkm Legendaris Menggunakan Metode Nigel Cross Dan Value Engineering," *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, vol. 7, no. 2, 2025.
- [10] 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: Riset dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, vol. 7, no. 1, pp. 797–798, 2023.
- [11] A. Malik, A. Fiatno, and B. Setiawan, "Rancang Bangun Alat Penjernih Air Tipe Portable Menggunakan Metode Nigel Cross," *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, vol. 6, no. 4, p. 1149, 2023.
- [12] T. Alda and C. N. Tarigan, "Penerapan Metode Nigel Cross Pada Desain Produk Rompi Pemanas Akupuntur (Heating Acupuncture Vest)," *TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)*, vol. 5, no. 2, p. 47, 2022.
- [13] D. A. Sander, A. Chan, and Herwan Abdul Muhyi, "Keterkaitan Citra Merek, Harga dan Kualitas Produk Terhadap Keputusan Pembelian Tinjauan Sistematis Literature Review," *Jurnal Sains Pemasaran Indonesia*, vol. 20, no. 3, p. 249, 2021.
- [14] P. Nursidika, G. N. Patricia, and A. L. Linda, "Gambaran Bakteri Kontaminasi Pada Sikat Gigi," *Surabaya: The Journal of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*, vol. 2, no. 1, pp. 34–37, 2019.
- [15] T. Khansaleta Wirgentia and H. Awalia, "Pengaruh Tempat Penyimpanan Sikat Gigi terhadap Jumlah Bakteri Kontaminasi Bulu Sikat Gigi," *Jurnal Kesehatan Gigi dan Mulut (JKGM)*, vol. 1, no. 2, pp. 1–5, 2019.
- [16] U. Ghoni Tjiptoningsih and F. N. Permatasari, "Pengaruh Penyimpanan Sikat Gigi terhadap Kontaminasi Bakteri pada Bulu Sikat Gigi," *MDERJ*, vol. 1, no. 3, p. 111, 2021.
- [17] D. Hananto, "Pengaruh Desain Produk, Kualitas Produk, dan Persepsi Harga Terhadap Keputusan Pembelian Produk Jersey Sepeda di Tangsel," *Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, p. 2, 2021.
- [18] Z. Nur, U. Sulaiman, and U. Rahman, "Metodologi Penelitian: Analisis Konseptual untuk Memahami Hakikat, Tujuan, Prosedur, dan Klasifikasi Penelitian," *PEDAGOGIC: Indonesian Journal of Science Education and Technology*, vol. 4, no. 1, p. 37, 2024.