



PAPER – OPEN ACCESS

Perancangan Produk Smart Eco Bottle dengan Metode Nigel Cross

Author : Alda Intana Humairah, dkk
DOI : 10.32734/ee.v8i1.2625
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 8 Issue 1 – 2025 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



Perancangan Produk *Smart Eco Bottle* dengan Metode *Nigel Cross*

Alda Intana Humairah, Christian Bastanta Pinem*, Adelya Putri Karunianta Ginting

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Jln Dr. T. Mansyur No. 9 Padang Bulan, Medan 20222, Indonesia
aldaintanahrh@gmail.com, christianpinem147@gmail.com, adelyaputrikaruniantaginting@gmail.com

Abstrak

Limbah plastik sekali pakai telah dianggap sebagai penyumbang signifikan terhadap 3,2 juta ton sampah plastik di Indonesia setiap tahun. Oleh karena itu, solusi berkelanjutan melalui produk inovatif perlu dirancang untuk mengubah pola konsumsi masyarakat. Dalam penelitian ini, telah dilakukan perancangan produk *Smart Eco-Bottle* menggunakan pendekatan *nigel cross* guna memenuhi kebutuhan pencinta alam terhadap alat multifungsi yang ramah lingkungan. Perancangan dilakukan melalui tujuh tahapan sistematis, mulai dari klarifikasi tujuan hingga rincian perbaikan. Identifikasi fungsi utama telah dilakukan menggunakan metode *black box*, sedangkan penyusunan kebutuhan ditentukan berdasarkan keinginan dan permintaan konsumen. Metode QFD telah digunakan untuk menentukan karakteristik teknis, dan alternatif desain telah dievaluasi dengan metode *weighted objective*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa desain kelompok III/B merupakan solusi terbaik. Pengurangan kapasitas powerbank telah diterapkan sebagai strategi efisiensi biaya, dengan harga akhir ditetapkan sebesar Rp485.000. Hasil simulasi menunjukkan desain produk memiliki dimensi ergonomis dan kokoh, sesuai dengan kebutuhan kegiatan luar ruangan. Produk ini telah dirancang tidak hanya untuk menunjang aktivitas outdoor, tetapi juga untuk mendorong perubahan perilaku menuju penggunaan teknologi yang lebih bertanggung jawab.

Kata Kunci: Perancangan Produk; *Smart Eco-Bottle*; *Nigel Cross*

Abstract

Single-use plastic waste has been identified as a major contributor to the 3.2 million tons of plastic waste generated annually in Indonesia. Therefore, a sustainable solution has been designed to shift consumption behavior through an innovative product. In this study, the *Smart Eco-Bottle* was developed using the *nigel cross* approach to meet the needs of environmentally conscious outdoor enthusiasts. The design process was carried out in seven systematic steps, from goal clarification to refinement. Main functions were identified using the *black box* method, and consumer demands and wishes were used to formulate product needs. The QFD method was employed to define technical characteristics, and design alternatives were evaluated through the *weighted objective* method. The evaluation results indicated that Group III/B's design was the most optimal. Cost efficiency was achieved by reducing the power bank capacity, resulting in a final production cost of Rp485,000. Simulation results demonstrated an ergonomic and sturdy product design, suited for outdoor activities. The product was not only designed to support outdoor utility but also to promote responsible adoption of clean technology.

Keywords: Product Design; *Smart Eco-Bottle*; *Nigel Cross*

1. Pendahuluan

Produk adalah inti dari kegiatan pemasaran karena merupakan hasil yang ditawarkan perusahaan kepada pasar untuk dikonsumsi sekaligus menjadi sarana untuk mencapai tujuan bisnisnya. Agar diminati konsumen, produk harus memiliki keunggulan dibandingkan produk lain, baik dari aspek kualitas, desain, bentuk, ukuran, kemasan, pelayanan, garansi, maupun rasa[1]. Inovasi produk merupakan suatu produk yang baru diperkenalkan dan dipersepsikan sebagai sesuatu yang baru oleh konsumen jika dibandingkan dengan produk atau layanan yang telah ada sebelumnya[2]. Keberhasilan suatu perusahaan dalam meraih keuntungan optimal ditunjukkan oleh kemampuannya untuk mengidentifikasi, memahami kebutuhan pelanggan, serta menghasilkan produk secara cepat[3]. Dikarenakan banyaknya persaingan dan untuk mempertahankan kinerja, perusahaan harus tanggap terhadap perubahan lingkungan, terutama kebutuhan konsumen yang terus berkembang, dengan terus melakukan pengembangan desain produk dan jasa secara berkesinambungan[4].

Limbah botol plastik sekali pakai menyumbang besar pada 3,2 juta ton sampah plastik Indonesia tiap tahun, sehingga perlu perubahan pola pikir masyarakat demi kepedulian lingkungan[5]. Dalam mengurangi ketergantungan pada air minum kemasan plastik, penggunaan *tumbler* menjadi solusi sederhana yang ramah lingkungan. Bagi para pecinta kegiatan *outdoor*, *tumbler* kini dapat dikembangkan dengan fitur tambahan seperti sistem filtrasi air, kompas, dan *powerbank* bertenaga surya, menjadikannya alat multifungsi yang mendukung aktivitas di alam terbuka. Salah satu inovasi yang menggabungkan fungsi tersebut adalah *Smart Eco-Bottle*. Dirancang khusus untuk mendukung pendakian, botol ini mengintegrasikan tiga fitur utama antara lain seperti filtrasi air, kompas, dan panel surya sebagai sumber daya *powerbank*. Inovasi ini tidak hanya mempermudah kegiatan luar ruangan, tetapi juga mencerminkan kepedulian terhadap lingkungan dan mendorong penggunaan teknologi bersih secara bertanggung jawab.

Untuk menciptakan produk baru yang dapat diterima oleh pasar, perusahaan perlu memahami secara mendalam karakteristik konsumen, kondisi pasar, serta strategi para pesaing. Selain itu, perusahaan juga harus mampu memberikan keunggulan nilai yang signifikan bagi pelanggan. Oleh karena itu, dibutuhkan perencanaan yang terstruktur dan matang guna menghasilkan produk baru yang berkualitas. Proses pengembangan produk pun harus dilakukan secara sistematis agar perusahaan dapat menemukan dan merancang inovasi produk yang relevan dan kompetitif[6]. Proses perencanaan dan perancangan produk mencakup serangkaian aktivitas yang diawali dari munculnya kesadaran akan adanya peluang di pasar, hingga berlanjut ke tahap produksi, pemasaran, dan distribusi produk kepada konsumen.

Quality Function Deployment adalah pendekatan sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menginterpretasi keperluan pelanggan, sekaligus mengevaluasi efektivitas produk atau jasa dalam menjawab keperluan tersebut[7]. *Quality Function Deployment* (QFD) merupakan metode yang digunakan dalam perencanaan dan pengembangan produk atau layanan secara terstruktur, yang membantu tim pengembang dalam mengidentifikasi secara jelas kebutuhan dan harapan pelanggan serta menilai secara sistematis sejauh mana produk atau layanan mampu memenuhi kebutuhan dan harapan tersebut[8].

Proses *Quality Function Deployment* (QFD) terdiri dari beberapa fase, yang dimulai dengan fase perancangan produk (*product planning*), di mana dilakukan pembuatan model untuk mengidentifikasi sejauh mana ekspektasi pelanggan terhadap kualitas produk. Fase berikutnya adalah desain produk (*product design*), yang berfokus pada analisis data kebutuhan material atau komponen yang mampu memenuhi kriteria desain target value yang telah ditentukan pada fase pertama. Selanjutnya, pada tahap perencanaan proses (*process planning*), disusun suatu model untuk menetapkan parameter proses yang dibutuhkan dalam pembuatan material atau komponen, berdasarkan nilai target part (*parts target value*) yang diperoleh dari tahap sebelumnya. Terakhir, pada fase pengendalian proses (*process control*), dibuat model untuk menentukan urutan proses produksi yang diperlukan guna memilih keputusan manufaktur strategis berdasarkan parameter proses kritis yang telah diidentifikasi pada fase ketiga[9].

Metode *Nigel Cross* merupakan suatu pendekatan yang digunakan untuk menghimpun data dalam rangka mendukung proses perancangan produk[10]. Perancangan desain produk dengan metode *Nigel Cross* dilakukan melalui tujuh tahapan, yaitu memperjelas tujuan produk, menetapkan fungsi dari desain produk, mengidentifikasi

kebutuhan desain, menentukan karakteristik produk, menghasilkan berbagai karakteristik desain, mengevaluasi alternatif yang ada, serta memberikan rincian untuk perbaikan desain[11].

Tujuh langkah perancangan produk menurut *nigel cross* mencakup proses sistematis dalam menciptakan solusi desain yang efektif. Langkah pertama, klarifikasi tujuan, dilakukan dengan merumuskan tujuan produk secara hierarkis melalui pohon tujuan agar arah perancangan lebih jelas dan terstruktur. Kedua, penetapan fungsi dilakukan menggunakan model *black box* untuk mengidentifikasi fungsi utama produk tanpa memikirkan bentuk fisiknya, sehingga fokus tetap pada kebutuhan pengguna. Ketiga, penyusunan kebutuhan bertujuan merumuskan spesifikasi teknis dan operasional secara rinci melalui analisis performa dan atribut penting. Keempat, penetapan karakteristik menentukan karakteristik teknis seperti dimensi, bahan, dan daya tahan sebagai tolok ukur dalam desain dan pengujian produk. Kelima, pembangkitan alternatif menghasilkan berbagai kombinasi solusi menggunakan *morphological chart* sebagai dasar pemilihan desain terbaik. Keenam, evaluasi alternatif dilakukan dengan metode *weighted objective* untuk menentukan alternatif dengan nilai tertinggi sebagai solusi optimal. Terakhir, rincian perbaikan mencakup penyempurnaan desain terpilih melalui modifikasi fungsi, estetika, dan biaya, agar produk lebih efektif dan efisien dalam memenuhi kebutuhan pengguna[12].

Penelitian ini bertujuan untuk menilai hasil desain produk dengan menggunakan pendekatan metode *Quality Function Deployment* (QFD), yang mengacu pada tahapan-tahapan dalam metode *nigel cross*, sehingga produk *Smart Eco-Bottle* dapat dirancang sesuai dengan kebutuhan pengguna.

2. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan suatu tahap yang dilakukan oleh peneliti dengan tujuan mengumpulkan atau mengolah data dalam sebuah penelitian. Metode ini berfungsi untuk menentukan rancangan penelitian, yang mencakup langkah-langkah serta tahapan yang akan dijalankan, durasi penelitian, sumber data, serta proses perolehan data[13]. *Nigel Cross* dikenal dengan pendekatan rasional dalam perancangan produk dan perumusan strategi. Ia mengembangkan metode perancangan yang terdiri dari tujuh tahapan, yaitu: memperjelas tujuan, menetapkan fungsi utama, merumuskan kebutuhan pengguna, mengidentifikasi karakteristik teknis, mengembangkan berbagai alternatif, menilai setiap opsi, serta menyempurnakan desain akhir[14]. Agar data yang diperoleh relevan dan dapat dipercaya, diperlukan penerapan metode penelitian yang tepat[15]. Tujuh langkah perancangan produk menurut *nigel cross* dapat dilihat pada Tabel 1.

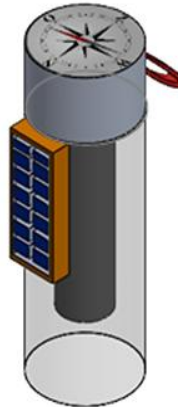
Tabel 1. Langkah Perancangan Produk Menurut *Nigel Cross*

No	Tahapan dalam Proses Perancangan	Metode yang Digunakan	Tujuan
1	Klarifikasi Tujuan	Pohon Tujuan	Memperjelas tujuan utama produk secara sistematis sebagai panduan arah perancangan
2	Persiapan Fungsi	Analisis Fungsional (<i>Black Box</i>)	Mengidentifikasi fungsi utama dan batas sistem produk agar fokus pada kebutuhan pengguna
3	Penyusunan Kebutuhan	Analisis Kebutuhan, Penentuan Standar Performa, Identifikasi Atribut Penting	Merumuskan spesifikasi teknis dan operasional produk secara rinci sebagai acuan desain
4	Penetapan Karakteristik	Penetapan Parameter Teknis (Dimensi, Bahan, Daya Tahan)	Menentukan karakteristik teknis produk untuk memenuhi spesifikasi yang telah dirumuskan
5	Pembangkitan Alternatif	<i>Morphological Chart</i>	Mengembangkan berbagai kombinasi solusi desain inovatif untuk memenuhi fungsi yang ditetapkan
6	Evaluasi Alternatif	<i>Weighted Objective</i>	Mengevaluasi dan memilih alternatif desain terbaik berdasarkan bobot dan nilai guna
7	Rincian Perbaikan	Modifikasi Desain Akhir	Menyempurnakan desain terpilih untuk meningkatkan fungsi, estetika, efisiensi, atau kemudahan produksi

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Spesifikasi Produk Akhir

Gambaran spesifikasi produk akhir *Smart Eco-Bottle* yang akan dirancang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rancangan Produk Akhir *Smart Eco-Bottle*

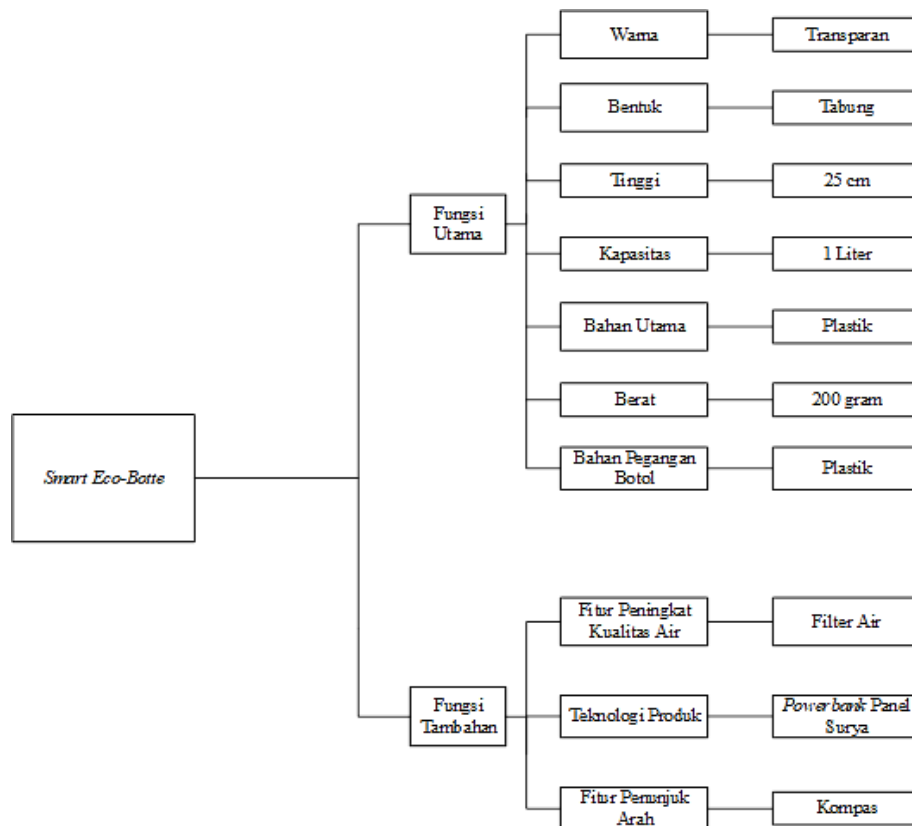
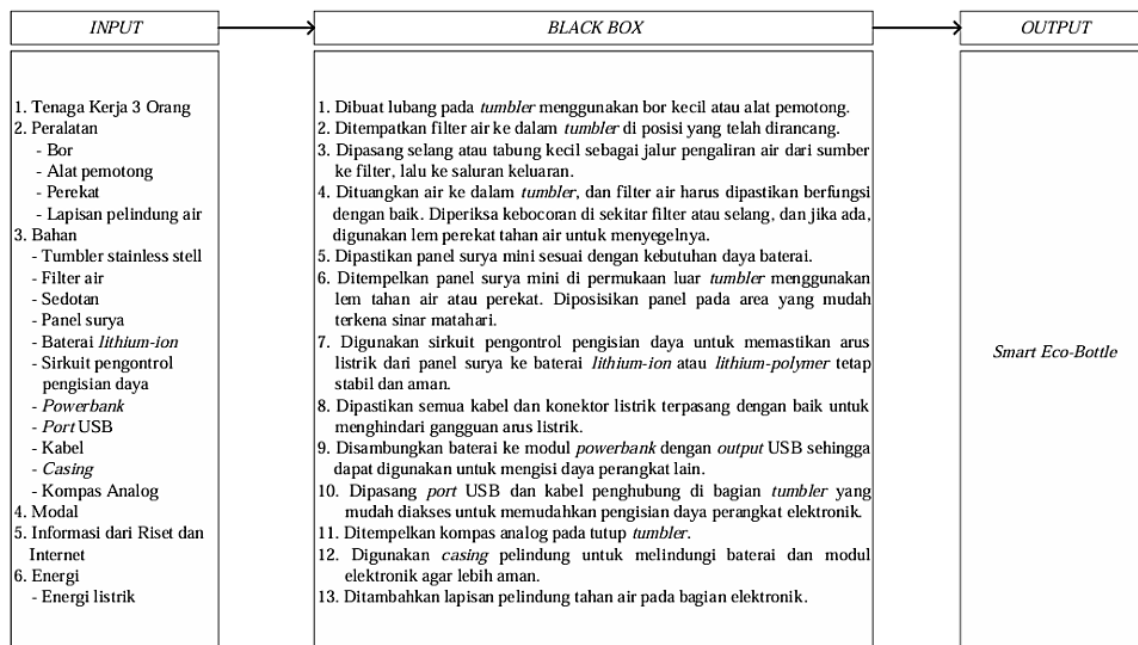
3.2. Klarifikasi Tujuan

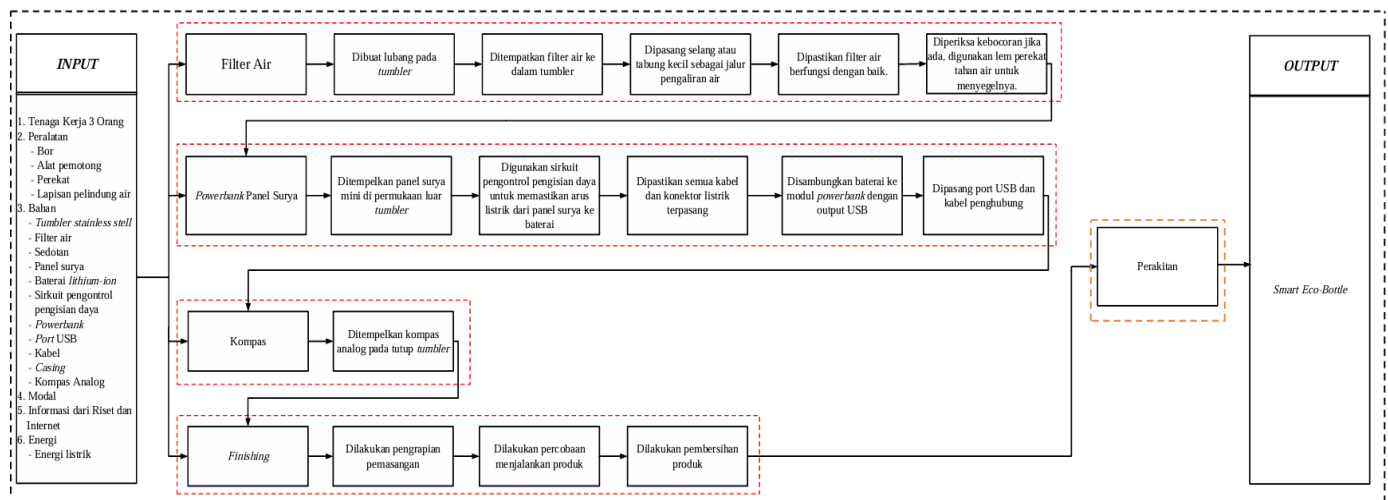
Rangka produk terbuat dari bahan plastik utama dengan pegangan berbahan plastik keras, berwarna transparan, berbentuk tabung, dan memiliki tinggi 25 cm. Produk berdimensi ringan dengan berat 200 gram serta berkapasitas 1 liter. Dilengkapi dengan filter air internal, fitur *powerbank* tenaga surya, dan kompas sebagai pelengkap fungsi *outdoor* serta penunjang aktivitas pengguna. Diagram pohon tujuan perancangan *Smart Eco-Bottle* dapat dilihat pada Gambar 2.

3.3. Penetapan Fungsi

Tujuan penetapan fungsi (*establishing functions*) adalah untuk menetapkan fungsi-fungsi yang dibutuhkan dan batasan-batasan dari sistem rancangan produk *Smart Eco-Bottle*. Metode yang digunakan dalam penetapan fungsi adalah metode analisis fungsi (*analysis function method*) yang menggambarkan *input* dan juga *output* dari proses pembuatan produk *Smart Eco-Bottle* dengan prinsip *black box*. Menyusun fungsi sistem secara keseluruhan dalam bentuk transformasi *input* dan juga *output* (*black box*) yang memperlihatkan proses pertambahan nilai suatu *input* menjadi *output*. Fungsi sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.

Sub fungsi yang terdapat pada produk *Smart Eco-Bottle* mencakup beberapa komponen utama, yaitu: sub fungsi filter air untuk menyaring air agar layak dikonsumsi, sub fungsi panel surya sebagai *powerbank* untuk menyimpan dan menyediakan energi listrik, sub fungsi kompas untuk membantu navigasi arah, serta sub fungsi *finishing* yang meliputi perakitan akhir, pengujian, dan pembersihan produk. Sistem pembatas perancangan *Smart Eco-Bottle* untuk komunitas pencinta alam dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 2. Pohon Tujuan Atribut *Smart Eco-Bottle*Gambar 3. Diagram *Black Box Smart Eco-Bottle*



Gambar 4. Sistem Pembatas Perancangan Smart Eco-Bottle

3.4. Penyusunan Kebutuhan

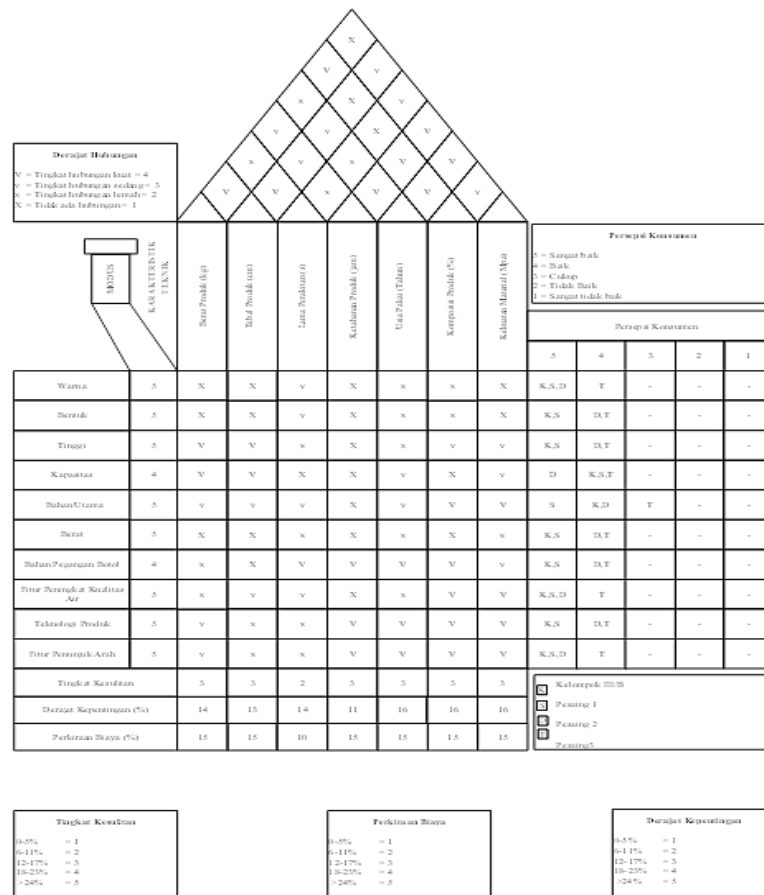
Dilakukan penentuan spesifikasi *Smart Eco-Bottle* yaitu berdasarkan permintaan (*demands*) dan harapan (*wishes*). Spesifikasi yang telah ditentukan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2. Spesifikasi *Smart Eco-Bottle*

No	Atribut	D/W	Keinginan Konsumen
1	Warna Transparan	W	Warna Transparan
2	Bentuk Tabung	W	Bentuk Tabung
3	Tinggi 25 cm	W	Tinggi 25 cm
4	Volume 1,2 Liter	D	Volume 1 Liter
5	Bahan Botol Plastik	W	Bahan Botol Plastik
6	Berat 200 gram	D	Berat 200 gram
7	Bahan pegangan dari plastik	W	Bahan pegangan dari plastik
8	Filter air	W	Filter air
9	Powerbank panel surya	W	Powerbank panel surya
10	Kompas	W	Kompas

3.5. Penetapan Karakteristik

Quality Function Deployment (QFD) adalah suatu cara untuk meningkatkan kualitas barang atau jasa yang dilakukan dengan memahami kebutuhan konsumen lalu menghubungkannya dengan ketentuan teknis untuk menghasilkan suatu barang atau jasa di setiap tahap pembuatan barang atau jasa yang dihasilkan. Hasil akhir dari *Quality Function Deployment* (QFD) adalah gabungan dari seluruh tahapan penentuan karakteristik, yang kemudian dirangkum dalam bentuk *house of quality* atau rumah mutu yang dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5. Hasil Akhir *Quality Function Deployment* (QFD) *Smart Eco Bottle*

Perbandingan atribut untuk produk kelompok III/B dan pesaingnya adalah sebagai berikut.

- Untuk warna produk, kelompok III/B dan pesaing II berada di urutan pertama sedangkan pesaing I dan pesaing III berada di urutan kedua.
- Untuk bentuk produk, kelompok III/B dan pesaing II berada di urutan pertama sedangkan pesaing I dan pesaing III berada di urutan kedua.
- Untuk tinggi produk, kelompok III/B dan pesaing II berada di urutan pertama sedangkan pesaing I dan pesaing III berada di urutan kedua.
- Untuk kapasitas produk, kelompok III/B, pesaing II, dan pesaing III berada di urutan pertama sedangkan pesaing I berada di urutan kedua.
- Untuk bahan utama produk, kelompok III/B, pesaing I, dan pesaing III berada di urutan pertama sedangkan pesaing II berada di urutan kedua.
- Untuk berat produk, kelompok III/B, pesaing I, dan pesaing III berada di urutan pertama sedangkan pesaing II berada di urutan kedua.
- Untuk bahan pegangan, kelompok III/B dan pesaing II berada di urutan pertama sedangkan pesaing I dan pesaing III berada di urutan kedua.
- Untuk fitur peningkat kualitas air, kelompok III/B, pesaing I, dan pesaing II berada di urutan pertama sedangkan pesaing III berada di urutan kedua.
- Untuk teknologi produk, kelompok III/B di urutan pertama sedangkan pesaing I, pesaing II dan pesaing III berada di urutan kedua.

- Untuk fitur penunjuk arah, kelompok III/B di urutan pertama sedangkan pesaing I, pesaing II dan pesaing III berada di urutan kedua.

Karakteristik teknik yang disusun oleh kelompok III/B menunjukkan bahwa tingkat kesulitan untuk aspek seperti berat, tebal, ketahanan, usia pakai, komposisi produk, dan kekuatan material berada pada kisaran 12–17%, yang mengindikasikan tingkat kesulitan tinggi, sementara lama perakitan berada pada kisaran 6–11%, yang berarti cukup mudah. Dari sisi derajat kepentingan, hampir seluruh karakteristik berada dalam kisaran 12–17% yang menunjukkan penting, kecuali ketahanan produk yang termasuk cukup penting dengan kisaran 6–11%. Sementara itu, estimasi biaya menunjukkan bahwa sebagian besar karakteristik memiliki biaya rendah (12–17%), sedangkan lama perakitan termasuk cukup murah (6–11%).

3.6. Pembangkitan Alternatif

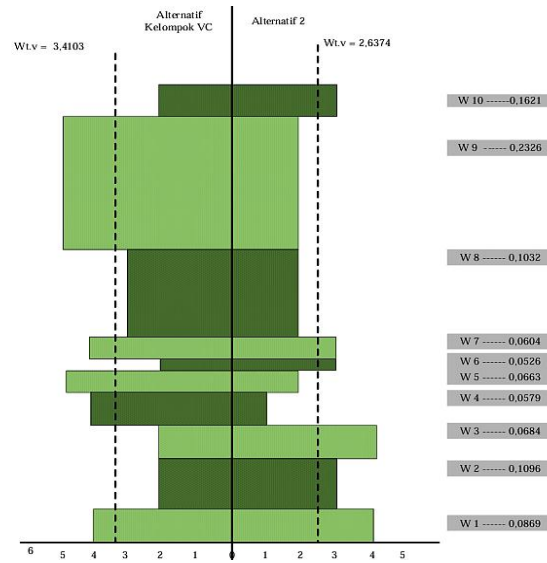
Pembangkitan alternatif bertujuan untuk mengumpulkan sebanyak mungkin alternatif yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah, untuk kemudian dicari alternatif yang terbaik. Menggambarkan *Morphological Chart* untuk mencantumkan semua kemungkinan-kemungkinan hubungan solusi yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kombinasi Solusi Rancangan Produk *Smart Eco-Bottle*

No.	Fungsi	Cara Mencapai Fungsi		
		1	2	3
1.	Warna	Transparan	Hitam	Merah
2.	Bentuk	Tabung	Tabung	Tabung
3.	Tinggi	25 cm	30	25 cm
4.	Kapasitas	2 Liter	1,2 Liter	1 Liter
5.	Bahan Utama	Plastik	Plastik	Plastik
6.	Berat	400 gram	250 gram	300 gram
7.	Bahan Pegangan Botol	Tali dari Kain	Tali dari Plastik	Tali dari Plastik
8.	Fitur Peningkat Kualitas air	Filter Air	Filter Air	Filter Air
9.	Teknologi Produk	Powerbank Panel Surya	Powerbank Panel Surya	Powerbank Panel Surya
10.	Fitur Penunjuk Arah	Kompas	Kompas	Kompas
		Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3

3.7. Evaluasi Alternatif

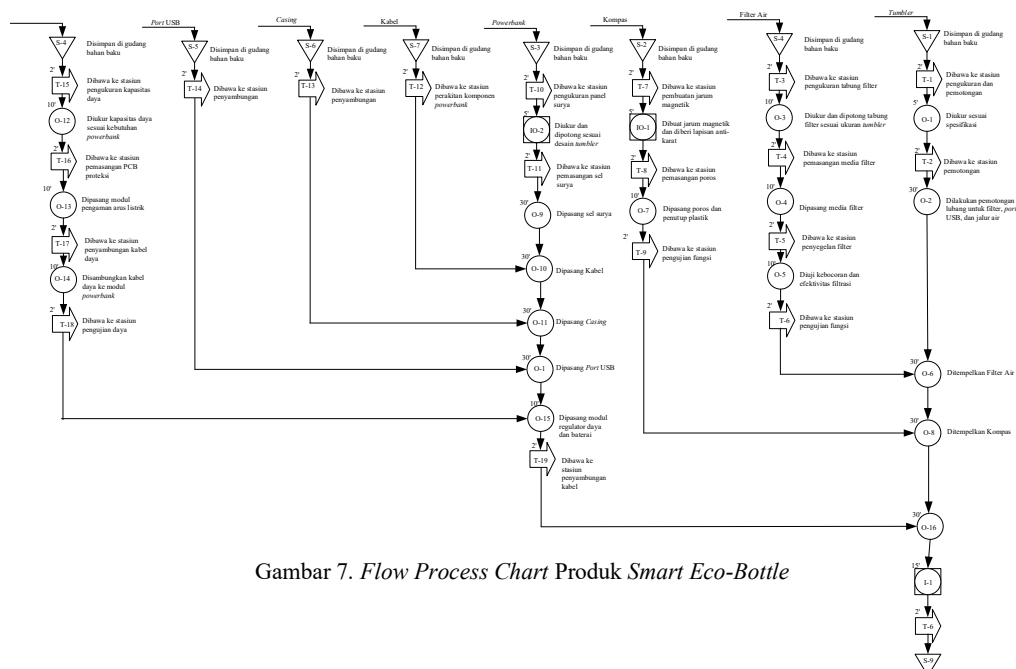
Alternatif yang didapatkan dari *Morphological Chart* selanjutnya akan dilakukan evaluasi alternatif dengan cara meneliti kembali alternatif-alternatif yang akan dipilih sehingga dihasilkan alternatif terbaik. Tahap ini melibatkan proses menghitung setiap alternatif dengan cara mengalikan bobot dari masing-masing atribut produk dengan nilai relatif yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya. Nilai hasil perkalian tersebut kemudian dijumlahkan untuk mengetahui alternatif dengan skor tertinggi. Kelompok III/B memperoleh skor tertinggi sebesar 3,4103, yang mengindikasikan bahwa alternatif ini merupakan pilihan terbaik. Alternatif ini diikuti oleh alternatif 2 dengan skor 2,6374, alternatif 3 dengan skor 2,3749, dan alternatif 1 dengan skor 2,1896. Karena alternatif 2 memiliki nilai yang paling mendekati kelompok III/B, maka dilakukan perbandingan antara keduanya untuk mengevaluasi karakteristik teknisnya, dengan memperhatikan bobot nilai dan tingkat kepentingan masing-masing. *Gantt Chart* yang menggambarkan perbandingan bobot antar produk seperti yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Profil Nilai Perbandingan Alternatif Kelompok III/B dan Alternatif 2

3.8. Rincian Perbaikan

Tahap pengembangan rancangan dilakukan sebagai langkah akhir untuk menyempurnakan desain produk berdasarkan hasil analisis pembobotan. Dalam tahap ini digunakan metode rekayasa nilai (*value engineering*) dengan tujuan mempertahankan nilai fungsi produk sambil menekan biaya produksi. Proses diawali dengan identifikasi komponen utama produk *Smart Eco-Bottle*, yaitu *tumbler*, kompas, panel surya *powerbank*, filter air, baterai, *port* USB, *casing*, dan kabel, beserta fungsi masing-masing. Berdasarkan persepsi konsumen, fungsi utama dan tambahan dinilai “baik”. Estimasi awal biaya total seluruh komponen sebesar Rp505.000. Untuk mengurangi biaya tanpa mengorbankan nilai, dilakukan pendekatan seperti eliminasi, pengurangan jumlah komponen, atau modifikasi material. Solusi yang diterapkan adalah mengurangi kapasitas *powerbank* sehingga harga akhir turun menjadi Rp485.000 tanpa mengurangi fungsi penting dari produk. *Flow Process Chart* (FPC) dari produk *Smart Eco-Bottle* kelompok dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. *Flow Process Chart* Produk *Smart Eco-Bottle*

3.9. Simulasi Produk dengan Software Solidworks

Simulasi pada *Software SolidWorks* dilakukan untuk mengenali produk mengenai tegangan atau kekuatan produk dengan *SolidWorks SimulationXpress Analysis Wizard. Tools* ini berfungsi untuk membantu mengurangi kesalahan dalam membuat *design* dan juga mengenai apakah komponen yang dirancang bagus atau tidak. *Mass Properties* merupakan keterangan produk untuk mengetahui berat atau massanya, massa jenis, volume dan pusat massa. Berdasarkan hasil *mass properties* diperoleh massa sebesar 6,289 gram dan volume sebesar 8,1681 m³ dan berdasarkan hasil *SimulationXpress* diperoleh bahwa produk *Smart Eco-Bottle* memiliki *yield strength* sebesar 6,20422e+08 N/m². Keakuratan mengenai hasil analisa dari *SolidWorks SimulationXpress* tergantung dari material, *restraint* (bagian yang diam), dan *loads* (beban) yang diberikan.

4. Kesimpulan

Pada tahap klarifikasi tujuan, ditetapkan bahwa produk dirancang untuk memenuhi kebutuhan pencinta alam, dengan spesifikasi seperti warna transparan, bentuk tabung, tinggi 25 cm, kapasitas 1,2 liter, berat 200 gram, bahan plastik, serta fitur tambahan berupa filter air, *powerbank* tenaga surya, dan kompas. Tahap penetapan fungsi dilakukan dengan metode *black box* dan blok diagram, menghasilkan tiga sub-fungsi utama yaitu penyaring air, penyedia daya, dan penunjuk arah. Pada tahap penyusunan kebutuhan, kebutuhan konsumen dikaji melalui analisis 5W+1H dan kuesioner, menghasilkan 2 kebutuhan utama (*demand*) dan 8 keinginan (*wish*). Tahap penetapan karakteristik menggunakan metode QFD, menghasilkan karakteristik teknis utama seperti berat produk, komposisi, dan kekuatan material, dengan biaya produksi yang tetap terjaga rendah. Dalam tahap pembangkitan alternatif, tiga desain alternatif disusun menggunakan *morphological chart*, dan alternatif dengan spesifikasi awal kelompok III/B dipilih sebagai yang terbaik. Evaluasi pada tahap evaluasi alternatif menunjukkan bahwa alternatif tersebut memperoleh skor tertinggi (3,4103), melebihi dua alternatif lainnya, sehingga rancangan akhir produk dari kelompok III/B menjadi rancangan hasil akhir produk *Smart Eco-Bottle*. Pada tahap akhir rincian perbaikan, dilakukan penggantian bahan tali dari kain menjadi plastik dan pengurangan jumlah material untuk menekan biaya produksi sekitar 10%, maka harga akhir produk *Smart Eco-Bottle* sebesar Rp. 485.000. Berdasarkan hasil simulasi *SolidWorks* diperoleh massa sebesar 6,289 gram dan volume sebesar 8,1681 m³ dan berdasarkan hasil *SimulationXpress* diperoleh bahwa produk *Smart Eco-Bottle* memiliki *yield strength* sebesar 6,20422e+08 N/m².

References

- [1] L. Lamauring and R. F. Sarie, "Pengaruh Produk, Harga, Brand Image, dan Promosi terhadap Pembelian Ulang pada Ayam Geprek Mak Joss," Apr. 2023.
- [2] B. Murdani, K. B. Satpatmantya, K. Kunci, I. Produk, C. Merek, and dan Keputusan Pembelian, "Pengaruh Inovasi Produk, Harga dan Citra Merk terhadap Keputusan Pembelian Mobil Bekas (Studi Kasus Showroom The King Cobra Auto Jakarta Timur)".
- [3] E. Nurhayati, "Pendekatan Quality Function Deployment (QFD) dalam proses pengembangan desain produk Whiteboard Eraser V2," *Pengetahuan dan Perancangan Produk*, vol. 5, no. 2, pp. 75–82.
- [4] S. Sihombing and Sitanggang Darna, "Analisis Desain Produk dan Jasa," *JRAK*, vol. 4, no. 2, Sep. 2018.
- [5] I. Wayan Dedy Prayatna, N. Ayu Permata Dewi, and I. Ketut Sida Arsa, "Kajian Ergonomi Desain Produk 'Origami Bottle' Karya Smatt Living di Badung-Bali," *Jurnal PATRA*, vol. 6, no. 2, Oct. 2024.
- [6] E. Suprayitno, M. Chaeron, and M. Shodiq Abdul Khannan, "Perancangan Ulang Body Kit Preamplifier Gitar Bass Elektrik Menggunakan Metode Nigel Cross," 2018.
- [7] Suradi, R. Syarifuddin, and Resa, "Quality Function Deployment (QFD) Untuk Mengukur Tingkat Kepuasan Konsumen Kopi Bisang Di Kabupaten Luwu," *Journal Industrial Engineering and Management (JUST-ME)*, vol. 2, no. 02, pp. 73–78, Dec. 2021.
- [8] 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, p. 57, May 2020.
- [9] D. Lintang Trenggonowati, "Metode Pengembangan Produk QFD Untuk Meningkatkan Daya Saing Perusahaan," 2017.
- [10] A. Hartanto, E. Sri, and E. Rumapea, "Perancangan Lumbar Support with Belt dengan Menggunakan Metode Nigel cross," 2023.
- [11] F. Sulaiman, "Desain Produk : Rancangan Tempat Lilin Multifungsi Dengan Pendekatan 7 Langkah Nigel Cross," 2017.
- [12] 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, p. 65, Jun. 2018.
- [13] A. Siregar, "Brainstorming Perancangan dan Pengembangan Produk Diabetic Acu Slipper".

- [14] J. Arta Lubis, "Perancangan Produk Kursi Olahraga dan Terapi pada Wanita Hamil menggunakan Metode Nigel Cross," *TALENTA Conference Series: Energy and Engineering*, no. 1, 2024.
- [15] R. Ginting and D. Nurhadi, "Desain Produk Pemberi Pakan Ikan Otomatis," 2018.