



PAPER – OPEN ACCESS

Perancangan Produk HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy Menggunakan Metode Nigel Cross

Author : Nayla Riviera Sipahutar, dkk
DOI : 10.32734/ee.v8i1.2620
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 HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy Menggunakan Metode Nigel Cross

Nayla Riviera Sipahutar*, Desfana Felik Surbakti, Dhea Aprilia Hidayanti Nur, Siti Nur Khaila

Program Studi Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara, Jln. Dr. T. Mansyur No. 9 Padang Bulan, Medan 20155, Indonesia
naylasipahutar@gmail.com, surbaktidesfana@gmail.com, dheapril27@gmail.com, sitinurkhaila0@gmail.com

Abstrak

Produk adalah barang yang dapat diperdagangkan dengan nilai yang dapat dipasarkan untuk memenuhi berbagai keinginan dan kebutuhan. *HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy* merupakan inovasi produk yang ramah lingkungan untuk mencegah pemakaian limbah *styrofoam* yang mampu memberikan dampak buruk bagi lingkungan dan kesehatan. Produk yang dirancang menggunakan energi matahari sebagai sumber energi utama, komponen *glow plug* sebagai fitur pemanas, dan media relaksasi berupa *set audio* sebagai fungsi tambahan. Perancangan produk *HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy* menggunakan 7 langkah *Nigel Cross* diawali dengan *brainstorming* untuk menentukan spesifikasi produk. Lalu dilakukan penyebaran kuesioner terbuka dan tertutup menggunakan metode *Slovin* untuk memahami kebutuhan dan keinginan spesifikasi dari responden. Tahapan pertama *Nigel Cross* yaitu klarifikasi tujuan menghasilkan diagram pohon tujuan dengan 3 level berbeda. Tahap penentuan fungsi menghasilkan sub-fungsi pembuatan *HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy*. Tahap penyusunan kebutuhan menghasilkan perbandingan *Wish* dan *Demand* dari produk yang dirancang. Penetapan karakteristik menggunakan QFD menghasilkan tingkat kesulitan, derajat kepentingan, dan perkiraan biaya yang ditunjukkan pada *house of quality*. Tahap pembangkitan alternatif menghasilkan 3 alternatif dalam perancangan *HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy*. Tahap evaluasi alternatif menghasilkan kesimpulan bahwa produk *HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy* terpilih untuk dilakukan perancangan dan pengembangan produk. Tahap *improving details* menghasilkan biaya perancangan produk sebesar Rp775.000. Hasil *flow process chart* memberikan informasi perakitan produk yang memakan waktu 3.997 detik. Berdasarkan simulasi produk dengan menggunakan *software SolidWorks* diperoleh massa produk sebesar 1,420 kg dengan volume 115,719 m³ dan *yield strength* sebesar 5.73e+07 N/m².

Kata Kunci: *HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy*; *Nigel Cross*; Perancangan Produk

Abstract

Products are tradable goods with marketable value to fulfill various wants and needs. *HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy* is an environmentally friendly product innovation to prevent the use of *styrofoam* waste that can have a negative impact on the environment and health. The designed product uses solar energy as the main energy source, *glow plug* components as heating features, and relaxation media in the form of audio sets as additional functions. The product design of *HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy* using *Nigel Cross*'s 7 steps begins with *brainstorming* to determine product specifications. Then open and closed questionnaires were distributed using the *Slovin* method to understand the needs and desires of the respondents. The first stage of *Nigel Cross*, namely goal clarification, produces a goal tree diagram with 3 different levels. The function determination stage produces the sub-function of making *HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy*. The needs preparation stage produces a comparison of *Wish* and *Demand* from the designed product. Determination of characteristics using QFD results in the level of difficulty, degree of importance, and estimated costs shown in the *house of quality*. The alternative generation stage resulted in 3 alternatives in the design of *HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy*. The alternative evaluation stage resulted in the conclusion that the *HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy* product was selected for product design and development. The *improving details* stage resulted in a product design cost of Rp775,000. The *flow process chart* results provide product assembly information that takes 3.997 seconds. Based on product simulation using *SolidWorks* software, the product mass is 1,420 kg with a volume of 115,719 m³ and *yield strength* is 5.73e+07 N/m².

Keywords: *HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy*; *Nigel Cross*; Product Design

1. Pendahuluan

Dengan perkembangan teknologi, inovasi, dan permintaan akan produk yang berkualitas tinggi, cara berpikir manusia semakin berubah, mengakibatkan tuntutan yang meningkat untuk mengembangkan fungsi desain produk yang lebih kompleks dalam memenuhi harapan dan kebutuhan pengguna produk [1]. Produk ialah barang/jasa yang memiliki nilai jual, produk dapat diartikan entitas yang dapat ditawarkan dan memenuhi kepuasan pasar [2]. Perancangan dan pengembangan produk adalah proses identifikasi kebutuhan pelanggan hingga manufaktur, penjualan, hingga pengiriman. Perancangan dan pengembangan produk mempermudah produksi mulai dari proses desain, manufaktur, perencanaan bahan, dan perencanaan biaya [3]. Penggunaan *Expanded Polystyrene* (EPS) yang dikenal sebagai *Styrofoam* dapat memberikan dampak negatif yaitu menyebabkan tempat pembuangan sampah kelebihan muatan, kebutuhan akan lebih banyak tempat pembuangan sampah, dan kerusakan lingkungan lebih lanjut [4]. Sehingga diperlukan suatu produk yang dapat membantu mengurangi penggunaan *Styrofoam*.

Berdasarkan penelitian sebelumnya ditemukan inovasi salah satu kotak penghangat yang merupakan wadah penyimpanan makanan dan penghangat makanan pada layanan pesan antar (*delivery service*) yang digunakan oleh restoran, rumah makan, dan usaha mikro kecil menengah (UMKM) [5]. Selain itu, ditemukan juga salah satu inovasi alat penghangat makanan dengan menggunakan proses pengendalian suhu yang dapat digunakan sebagai penghangat makanan pada sebuah meja untuk ditambahkan fungsinya menjadi menjadi meja penghangat makanan dengan mengimplementasikan metode *fuzzy logic* [6]. Berdasarkan penelitian sebelumnya dapat dimunculkan sebuah inovasi baru yang memiliki pengembangan kerangka tujuan yang sejenis yaitu untuk menghangatkan makanan pada kondisi suhu ruang.

Pada penelitian ini, akan dibuat sebuah produk kotak bekal makanan yang fungsi dan desainnya sesuai dengan keinginan konsumen. *Heatbeatz Food Box with Solar Panel Energy* adalah produk kotak bekal makanan yang dapat mengurangi penggunaan *Styrofoam* dan menjaga kesegaran makanan, dilengkapi dengan pemanas makanan yang menggunakan prinsip kerja *heater* listrik yang direplikasikan dalam bentuk *glow plug* [7]. Energi matahari sebagai sumber energi utamanya, diperoleh untuk dikonversikan menjadi energi listrik oleh panel surya yang akan digunakan untuk mengisi baterai dan menyuplai daya yang ada di dalam *glow plug* [8]. Produk ini juga dilengkapi dengan *speaker audio* yang dapat dihubungkan ke perangkat elektronik menggunakan *Bluetooth*. *Speaker audio* atau pengeras suara adalah alat yang mengubah sinyal listrik menjadi gelombang suara dengan menggetarkan membran untuk menghasilkan bunyi yang dapat didengar oleh telinga. *Speaker audio* memungkinkan pengguna untuk mendengarkan musik dengan lebih nyaman [9].

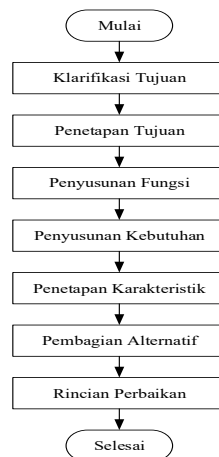
Pada perancangan produk *Heatbeatz Food Box with Solar Panel Energy* digunakan metode rasional yang menggunakan perancangan *Nigel Cross*. *Nigel Cross* adalah salah satu pendekatan yang dikenal untuk perancangan produk dan perumusan strategi melalui pendekatan rasional [10]. Perancangan produk menggunakan metode *Nigel Cross* terdiri atas tujuh langkah, yaitu *clarifying object*, *establishing function*, *setting requirement*, *determining characteristic*, *generating alternatives*, *evaluating alternatives*, dan *improving details* [11]. Dalam menentukan keinginan dan kebutuhan pelanggan akan suatu produk dapat digunakan suatu konsep lain yaitu QFD. *Quality Function Deployment* (QFD) adalah bagaimana merancang dan mengembangkan produk atau jasa yang dapat memasukkan “suara konsumen” ke dalam proses desain [12]. QFD juga merupakan metode untuk memperbaiki mutu barang dan jasa dengan memahami keinginan konsumen serta menghubungkannya dengan teknologi yang memproduksi barang dan jasa di setiap tingkatan produksi [13].

Proses produksi disampaikan melalui *Flow Process Chart* (FPC) berupa diagram proses operasi. FPC merupakan tahap dalam proses yang menggambarkan alur transformasi dari bahan mentah hingga menjadi produk akhir, sehingga mempermudah pemahaman mengenai jalannya proses produksi di dalam suatu pabrik [14]. Produk yang telah dirancang akan di simulasikan menggunakan *software SolidWorks*. Simulasi adalah menyimulasikan kegiatan atau tahapan yang berlangsung dalam sebuah sistem dengan bantuan perangkat komputer memungkinkan sistem untuk diperiksa secara ilmiah berdasarkan asumsi tertentu [15]. *SolidWorks* merupakan perangkat lunak simulasi yang memungkinkan para perancang dan insinyur untuk melakukan analisis struktural pada komponen atau rakitan suatu struktur melalui metode analisis elemen hingga (FEM) [16].

Tujuan dilakukannya Perancangan produk menggunakan metode *Nigel Cross* dan QFD pada produk *Heatbeatz Food Box* dengan Energi Panel Surya bertujuan untuk menciptakan desain produk yang sesuai dengan keinginan serta kebutuhan pelanggan dan juga menampilkan spesifikasi akhir, material fungsi, dan biaya agar konsumen merasa puas saat menggunakan produk.

2. Metodologi Penelitian

Metode perancangan produk *HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy* didasarkan pada 7 langkah perancangan berdasarkan *Nigel Cross*. Langkah metode ini antara lain pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahap Nigel Cross

2.1. Nigel Cross

2.1.1. Klarifikasi Tujuan (Clarifying Objectives)

Langkah pertama yaitu untuk menetapkan tujuan desain, kategorisasi objektif dilakukan. Klasifikasi tujuan mengklarifikasikan tujuan dari sub perancangan, dan hubungan diantaranya dengan menggunakan metode *objective tree* [17]. Untuk membuat pohon tujuan, pertama-tama perlu memikirkan semua tujuan desain yang dimiliki. Kemudian, urutkan dari yang tertinggi ke terendah dan buat diagram untuk menyorot tautan hierarki.

2.1.2. Penetapan Fungsi (Establishing Functions)

Tujuannya adalah untuk memahami inti permasalahan yang memiliki berbagai tingkat perbedaan, baik secara umum maupun mendetail. Seorang perancang dapat menaikkan atau menurunkan level permasalahan sesuai kebutuhan, serta memungkinkan untuk mengelaborasi beberapa tingkatan secara lebih spesifik. Penetapan fungsi dapat dilakukan melalui metode FAST (*Function Analysis System Technique*) yang membantu dalam pemetaan diagram fungsi sebuah produk.

2.1.3. Penyusunan Kebutuhan (Setting Requirement)

Penyusunan kebutuhan bertujuan untuk menghasilkan persyaratan produksi yang diperlukan untuk desain. Pada tahap ini digunakan model spesifikasi kinerja dengan menggunakan metode *Checklist Analysis* yang tujuannya dapat memastikan kebutuhan dapat terpenuhi secara menyeluruh. Penggunaan model spesifikasi kinerja memerlukan pemikiran tentang berbagai tingkat solusi, memilih salah satu untuk dioperasikan, mencari tahu seberapa baik kinerja setiap karakteristik, dan terakhir, menggunakan kerangka kerja 5W + 1H untuk menentukan atribut kinerja yang diperlukan, yang meliputi:

- *What*: Apa produk yang akan dibuat?
- *Who*: Kepada siapa produk ini akan dijual?
- *Why*: Mengapa produk ini dibuat?
- *Where*: Dimana produk ini digunakan?
- *When*: Kapan produk ini digunakan?
- *How*: Bagaimana cara pembuatan produk ini?

2.1.4. Penentuan Karakteristik (Determining Characteristics)

Penentuan karakteristik menempatkan tujuan yang menghubungkan spesifikasi teknik untuk mengenali kebutuhan konsumen menggunakan metode QFD. QFD (*Quality Function Deployment*) adalah metode untuk membuat perancangan dan pengembangan melalui identifikasi keinginan dan kebutuhan konsumen, serta evaluasi usaha mencapai tujuan.

2.1.5. Pembangkitan Alternatif (Generating Alternatives)

Pembangkitan alternatif adalah tahapan dalam perancangan yang bertujuan menghasilkan berbagai pilihan solusi yang dapat digunakan untuk menjawab permasalahan desain. Pembangkitan alternatif menetapkan berbagai alternatif perancangan lengkap dan perluasan pengidentifikasi solusi baru dengan metode *morphological chart* [18]. Metode TRIZ (*Theory of Inventive Problem Solving*) adalah salah satu metode yang dapat digunakan dalam membangun inovasi yang membentuk sebuah solusi.

2.1.6. Evaluasi Alternatif (Evaluating Alternatif)

Evaluasi alternatif memberikan perbandingan nilai utilitas alternatif rancangan atas kinerja dan pembobotan berbeda dengan *weighted objectives* (beban objektis) [19]. Perbandingan nilai utilitas menggunakan metode *Pugh's Matrix* yang bersifat perbandingan dari beberapa tanggapan yang sudah dipilih. Tujuannya adalah untuk membuat desain yang baik yang memenuhi keinginan pelanggan. Proses evaluasi alternatif diawali dengan membuat suatu daftar tujuan perancangan. Lalu dilanjutkan dengan menuliskannya di atas kertas dan semua daftar tujuan produk alternatif. Kemudian menentukan kepentingan proporsional dari setiap tujuan yang telah dibuat. Setelah itu, setiap tujuan ditentukan parameter implementasi dan nilai utilitasnya. Kemudian dicari tahu berapa nilai masing-masing pilihan desain kemudian dibandingkan nilainya.

2.1.7. Rincian Perbaikan (Improving Details)

Modifikasi ini bertujuan untuk mengembangkan produk dengan cara memperbaiki tampilan, mengurangi bobot, menekan biaya produksi, serta meningkatkan daya tariknya. Secara umum, modifikasi dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu modifikasi yang ditujukan untuk menambah nilai bagi konsumen dan yang bertujuan menurunkan biaya bagi produsen. Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengurangi tingkat kecacatan dari suatu produk yang ingin dihasilkan.

2.2. Flow Process Chart FPC

Flow Process Chart (FPC) merupakan tahapan yang menggambarkan alur transformasi dari bahan mentah hingga menjadi produk akhir, yang bertujuan untuk mempermudah pemahaman terhadap proses produksi yang berlangsung di dalam suatu pabrik.

2.3. Simulasi dengan SolidWorks

Simulasi menggunakan perangkat lunak *SolidWorks* bertujuan untuk mengevaluasi kekuatan produk melalui fitur *SolidWorks SimulationXpress Analysis Wizard. Tools* ini berguna untuk meminimalkan kesalahan dalam proses perancangan serta membantu memastikan apakah komponen yang dirancang sesuai dengan kriteria yang ditetapkan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Nigel Cross

3.1.1. Klarifikasi Tujuan (Clarifying Objectives)

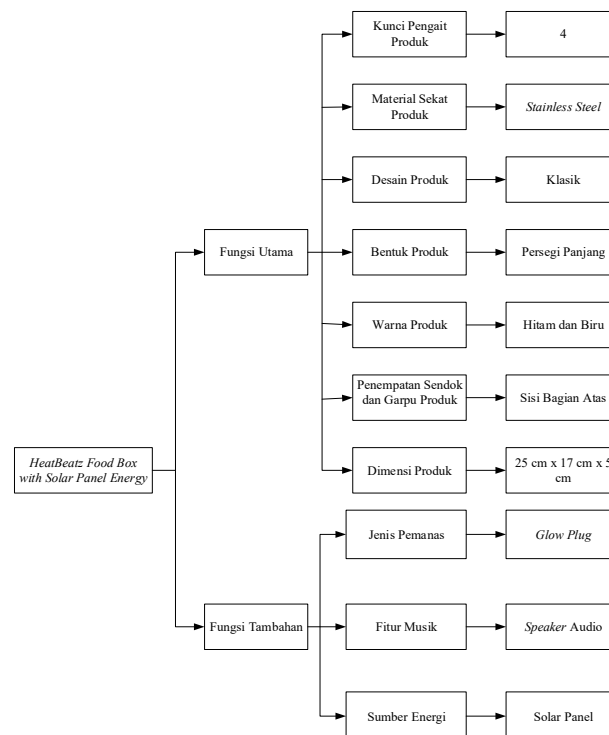
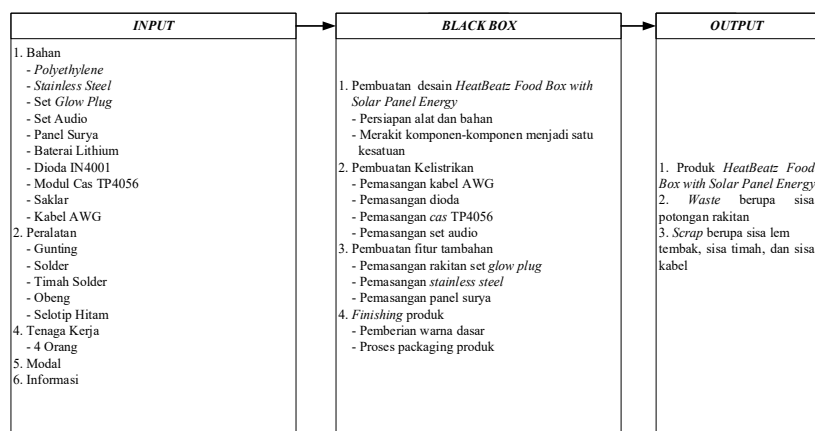
Tujuan perancangan diklarifikasi menggunakan metode pohon tujuan atau *objective trees*. *Objective trees* menunjukkan hubungan hierarkis antara tujuan dan subtujuan perancangan produk dan membantu kita mengidentifikasinya. Hasil tahapan klarifikasi tujuan dapat dilihat pada Gambar 2.

Pada diagram pohon menunjukkan bahwa *Heatbeatz Food Box with Solar Panel Energy* memiliki 2 fungsi yaitu fungsi utama dan fungsi tambahan. Fungsi utama memiliki 7 karakteristik dan fungsi tambahan memiliki 3 karakteristik. Setiap karakteristik tersebut memiliki komponennya masing-masing pada *Heatbeatz Food Box with Solar Panel Energy*.

3.1.2. Penetapan Fungsi (Establishing Functions)

Mengidentifikasi kebutuhan fungsi serta batasan produk yang dibutuhkan untuk sistem perancangan produk. Pada langkah ini, analisis fungsi menggunakan metode *black box*. Metode *Black Box* yang diterapkan pada produk *Heatbeatz Food Box with Solar Panel Energy* dapat dilihat pada Gambar 3.

Metode *Black Box* menjelaskan bahwa dalam pembuatan *Heatbeatz Food Box with Solar Panel Energy* memiliki *input*, proses, dan *output*. *Input* adalah komponen awalan yang dimasukkan. Setelah *input* masuk pada proses (*Black Box*) pembuatan pada *Heatbeatz Food Box with Solar Panel*. Setelah proses didapatkan *output* pada *Heatbeatz Food Box with Solar Panel Energy*.

Gambar 2. Diagram Pohon Tujuan Produk *Heatbeatz Food Box with Solar Panel Energy*Gambar 3. Metode Black Box Produk *Heatbeatz Food Box with Solar Panel Energy*

3.1.3. Penyusunan Kebutuhan (Setting Requirement)

Dengan menyebarkan survei kepada pelanggan, penetapan kebutuhan diterapkan agar dapat diketahui apakah spesifikasi produk memenuhi permintaan atau keinginan. Tahapan yang diambil untuk menyusun kebutuhan diawali dengan mencari produk lainnya agar dapat menemukan cara yang dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah. Kemudian mengidentifikasi kinerja karakter produk yang dibutuhkan dengan menggunakan teknik analisis 5W + 1 H (*When, Why, Who, What, Where*) serta H (*How*). Langkah terakhir dilakukan determinasi tingkat kinerja yang diperlukan untuk setiap fitur. Spesifikasi yang telah ditentukan dengan *Performance Specification Model* dapat diamati di Tabel 1.

Tabel 1. *Wish and Demand* Produk *Heatbeatz Food Box with Solar Panel Energy*

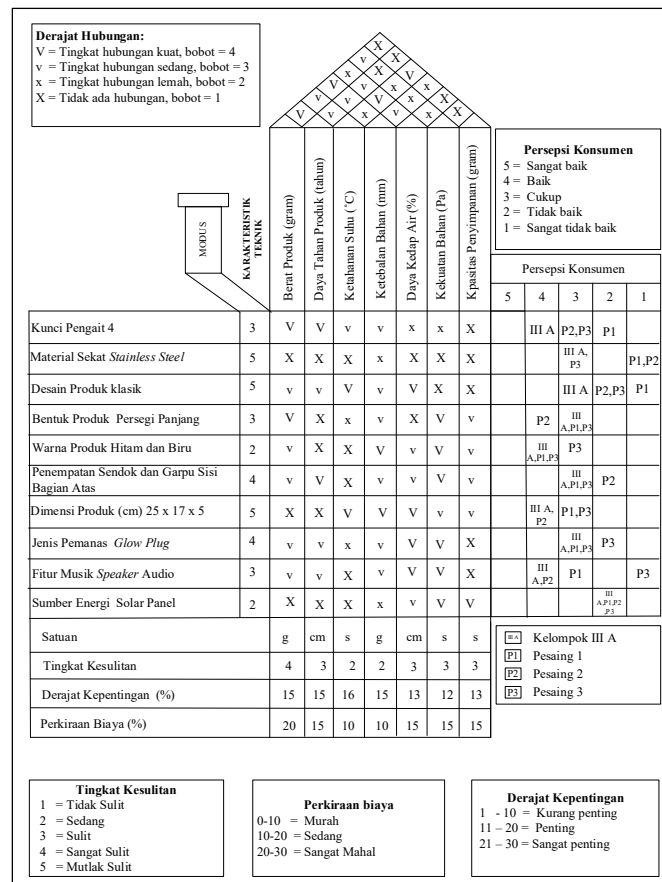
No	Hasil <i>Brainstorming</i>	D/W	Kuesioner Terbuka
1.	Produk memiliki 4 kunci pengait	W	Produk memiliki 4 kunci pengait
2.	Produk memiliki sekat <i>stainless steel</i> dengan wadah <i>polyethylene</i> .	W	Produk memiliki sekat <i>stainless steel</i> dengan wadah <i>polyethylene</i> .
3.	Produk memiliki desain modern dan minimalis.	D	Produk memiliki desain klasik
4.	Produk berbentuk persegi panjang dengan bentuk melengkung disetiap sisinya.	W	Produk berbentuk persegi panjang dengan bentuk melengkung disetiap sisinya.
5.	Produk berwarna biru, abu-abu dan hitam.	D	Produk berwarna hitam dan biru
6.	Produk memiliki tempat sendok dan garpu dibagian atas.	W	Produk memiliki tempat sendok dan garpu dibagian atas.
7.	Produk berukuran 26 x 18,5 x 8 cm.	D	Produk berukuran 25 x 17 x 5 cm.
8.	Produk dilengkapi dengan fitur pemanas makanan dengan mengandalkan komponen <i>glow plug</i> .	W	Produk dilengkapi dengan fitur pemanas makanan dengan mengandalkan komponen <i>glow plug</i> .
9.	Produk dilengkapi dengan fitur <i>speaker</i> audio untuk media relaksasi melalui listrik.	W	Produk dilengkapi dengan fitur <i>speaker</i> audio untuk media relaksasi melalui listrik.
10.	Produk dilengkapi dengan solar panel pada bagian tutupnya.	W	Produk dilengkapi dengan solar panel pada bagian tutupnya.

3.1.4. Penentuan Karakteristik (*Determining Characteristics*)

Penetapan atribut merupakan langkah penting dalam memahami preferensi dan kebutuhan pelanggan pada suatu produk. Metode yang umum digunakan untuk menetapkan atribut ini adalah QFD yang memanfaatkan kerangka *House of Quality*. Langkah-langkah dalam menggunakan kerangka HoQ adalah sebagai berikut.

- Menyusun atribut-atribut produk berdasarkan preferensi dan kebutuhan pelanggan.
- Mengukur tingkat pentingnya setiap atribut produk secara relatif untuk menetapkan prioritas.
- Menilai karakteristik produk yang dimiliki oleh pesaing.
- Membuat sebuah tabel perbandingan antara atribut-atribut produk dengan sifat yang dikehendaki.
- Mengenali korelasi antara kerangka produk beserta karakteristik teknik.
- Menentukan hubungan yang sesuai antar karakteristik teknik.
- Menentukan gambaran tujuan teknis yang hendak diperoleh.

House of Quality produk *Heatbeatz Food Box with Solar Panel Energy* bisa diamati pada Gambar 4.

Gambar 4. QFD Produk *Heatbeatz Food Box with Solar Panel Energy*

3.1.5. Pembangkitan Alternatif (Generating Alternatives)

Langkah ini berfungsi untuk membuat solusi pembuatan alternatif. *Morphological Chart* diterapkan pada metode ini. Prosedur pelaksanaannya sebagai berikut.

- Identifikasi fungsi-fungsi penting untuk produksi secara luas, tetapi dalam daftar yang tidak terlalu panjang.
- Buat daftar semua hal atau fungsi yang dapat dilakukan. Daftar tersebut berisi gagasan baru atau gagasan sebagai bagian dari solusi yang telah tersedia.
- Berikan peta yang mencakup seluruh sub solusi.
- Cari penggabungan sub solusi agar bisa dilaksanakan.

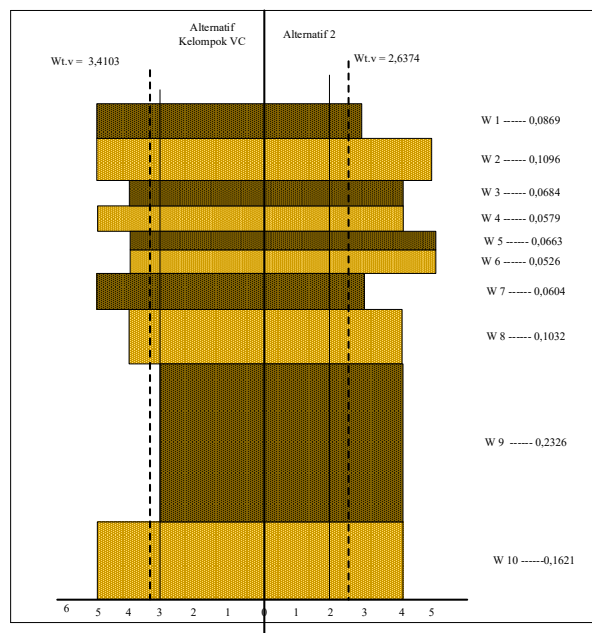
Morphological Chart yang digunakan untuk membangkitkan alternatif bisa diamati pada Tabel 2.

3.1.6. Evaluasi Alternatif (Evaluating Alternatif)

Selanjutnya, pilihan yang telah dibuat akan dilakukan evaluasi untuk menentukan yang paling sesuai menggunakan metode *weighted objective*. Metode ini memiliki tujuan membuat perbandingan nilai yang didapatkan dengan mempertimbangkan berbagai bobot tujuan yang mungkin.

Tabel 2. Metode Morphological Chart Produk Heatbeatz Food Box with Solar Panel Energy

	Cara Mencapai Fungsi		
	1	2	3
Kunci Pengait	2	3	4
Material Sekat	Stainless Steel	Plastik	Akrilik
Desain Produk	Tradisional	Modern	Klasik
Bentuk Produk	Persegi Panjang	Persegi	Bulat
Warna Produk	Hitam	Abu-abu	Biru
Penempatan Sendok dan Garpu	Kanan	Bawah	Samping
Dimensi Produk (cm)	25 x 17 x 10	27 x 11 x 9	21 x 12 x 9
Jenis Pemanas	Heater Elektrik	Termoelektrik	Listrik
Fitur Musik	Ultrasonik	Speaker Audio	Bluetooth
Sumber Energi	Listrik	Solar Panel	Baterai



Gambar 5. Gantt Chart Pembuatan Produk Heatbeatz Food Box with Solar Panel Energy

Perhitungan luas gap gant chart Kelompok III/A dan Alternatif 1.

$$\begin{aligned} \text{Luas gap Kelompok III/A} &= 0,0705*(4,2003 - 4) + 0,0596*(4,2003 - 4) + 0,0583*(4,2003 - 4) + 0,1232*(4,2003 - 4) \\ &\quad + 0,1714*(4,2003 - 4) + 0,2033*(4,2003 - 3) \\ &= 0,20781 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas gap Alternatif 1} &= 0,0893*(4,1518 - 3) + 0,0705*(4,1518 - 4) + 0,0684*(4,1518 - 4) + 0,0614*(4,1518 - 3) + \\ &\quad 0,1232*(4,1518 - 4) + 0,2033*(4,1518 - 4) + 0,1714*(4,1518 - 4) \\ &= 0,27024 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan luas gap antara kelompok III/A dan alternatif 1, diperoleh kesimpulan luas gap kelompok III/A (0,20781) lebih kecil dari luas gap alternatif 1 (0,27024) sehingga produk yang terpilih adalah produk kelompok III/A. Dari gantt chart dapat dilihat bahwa bobot yang paling besar terdapat pada W9, yaitu fitur musik. Sedangkan bobot yang paling kecil adalah W6, yaitu penempatan sendok dan garpu.

3.1.7. Rincian Perbaikan (Improving Details)

Tujuan dari tahap ini adalah peningkatan kualitas produk. Biaya awal dari komponen awal yang bakal dipakai bisa diamati pada Tabel 3.

Tabel 3. Harga Bahan Awal yang Digunakan

Komponen	Harga Komponen (Rp)	Jumlah Komponen yang Digunakan	Total Biaya (Rp)
<i>Polyethylene</i>	Rp50.000	1	Rp50.000
<i>Stainless Steel</i>	Rp55.000	1	Rp55.000
<i>Set Glow Plug</i>	Rp150.000	1	Rp150.000
<i>Set Audio</i>	Rp100.000	1	Rp100.000
Panel Surya	Rp100.000	1	Rp100.000
Baterai Lithium	Rp50.000	3	Rp150.000
Dioda 1N4001	Rp50.000	1	Rp50.000
Modul Cas TP4056	Rp100.000	1	Rp100.000
Saklar	Rp20.000	2	Rp40.000
Kabel AWG	Rp10.000	2	Rp20.000
Solder	Rp40.000	1	Rp40.000
Gunting	Rp15.000	1	Rp15.000
Timah Solder	Rp10.000	1	Rp10.000
Obeng	Rp35.000	1	Rp35.000
Selotip Hitam	Rp5.000	1	Rp5.000
Total			Rp. 910.000

Langkah selanjutnya adalah menemukan upaya untuk meminimalkan biaya tanpa mengakibatkan penurunan nilai. Adapun cara menurunkan harga tanpa menurunkan nilai yaitu:

- *Eliminate* (Eliminasi) fungsi dan komponennya baik salah satu maupun keduanya.
- *Reduce* (Kurangi) jumlah bahan yang bisa diminimalkan jumlahnya serta bahan yang bisa digabungkan dengan bahan lainnya.
- *Modify* (Modifikasi) apakah terdapat bahan lain yang lebih minim ataupun cara pembuatan yang dapat dikerjakan ulang.

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan, rekayasa nilai diterapkan dengan mencari alternatif komponen yang memiliki harga lebih terjangkau dibandingkan komponen sebelumnya. Upaya ini dapat dilakukan melalui beberapa cara, antara lain:

- Mengeliminasi Beberapa Komponen
Mengeliminasi gunting, obeng, selotip hitam, solder dan timah solder dari rancangan harga komponen dan mengatasinya dengan menggunakan alat pribadi yang ada, maka didapatkan rancangan harga komponen menjadi lebih murah, tanpa mengurangi fungsi produk.
 - Memodifikasi Beberapa Komponen
Memodifikasi *polyethylene*, *set glow plug*, panel surya, *set audio*, dan *stainless steel* dari rancangan harga komponen dan mengatasinya dengan menemukan harga yang murah dengan ciri yang sama, maka didapatkan rancangan harga komponen menjadi lebih murah, tanpa mengurangi fungsi produk.
- Setelah dilakukan perhitungan dan pertimbangan maka didapatkan hasil evaluasi harga yang dapat diamati pada Tabel 4.

Tabel 4. Evaluasi Harga Komponen Produk *Heatbeatz Food Box with Solar Panel Energy*

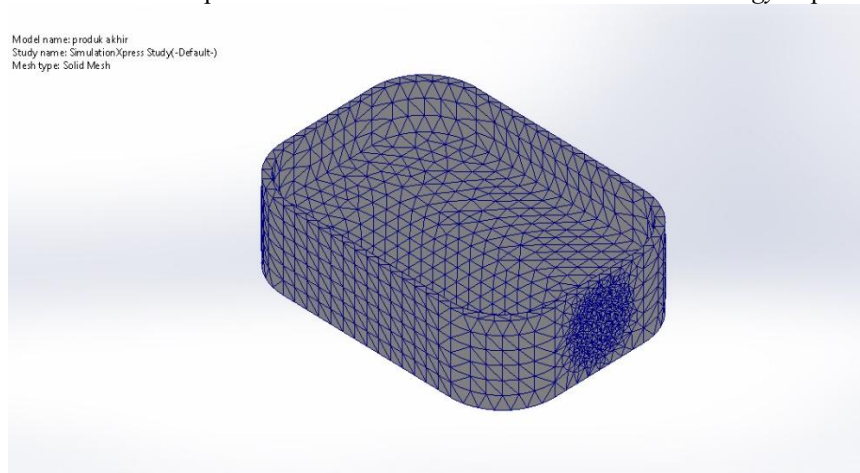
Komponen	Harga Komponen (Rp)	Jumlah Komponen yang Digunakan	Total Biaya (Rp)
<i>Polyethylene</i>	Rp45.000	1	Rp45.000
<i>Stainless Steel</i>	Rp50.000	1	Rp50.000
<i>Set Glow Plug</i>	Rp140.000	1	Rp140.000
<i>Set Audio</i>	Rp90.000	1	Rp90.000
Panel Surya	Rp100.000	1	Rp100.000
Baterai Lithium	Rp50.000	3	Rp150.000
Dioda IN4001	Rp50.000	1	Rp50.000
Modul Cas TP4056	Rp100.000	1	Rp100.000
Saklar	Rp15.000	2	Rp30.000
Kabel AWG	Rp10.000	2	Rp20.000
Total			Rp775.000

3.2. Flow Process Chart (FPC)

Berdasarkan hasil *Flow Process Chart* pada produk *HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy* memberikan informasi perakitan produk yaitu sebanyak 12 proses operasi, 11 transportasi dan 11 penyimpanan dengan total waktu yang diperlukan sebesar 3.997 detik.

3.3. Simulasi dengan SolidWorks

Hasil simulasi dengan *SolidWorks* dari produk *HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy* dapat dilihat pada Gambar 6.

Gambar 6. Hasil simulasi dengan *SolidWorks* dari produk *HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy*

Berdasarkan hasil *mass properties* dan *SimulationXpress*, maka didapatkan kesimpulan bahwa dari hasil *mass properties* diperoleh massa sebesar 1,420 kg dan volume sebesar 115,719 m³ dan dari hasil *SimulationXpress* didapatkan bahwa *Part HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy* rancangan kelompok III/A *yield strength* sebesar 5.73e+07 N/m².

4. Kesimpulan

Perancangan produk *HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy* menggunakan metode 7 langkah *Nigel Cross*. Klarifikasi tujuan menghasilkan diagram pohon *HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy*. Penetapan fungsi menganalisis fungsi *HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy*. Penetapan kebutuhan menunjukkan *Wish* 7 atribut dan *Demand* 3 atribut. Penentuan karakteristik menghasilkan tingkat kesulitan, derajat kepentingan, dan perkiraan biaya. Pembangkitan alternatif menghasilkan 3 alternatif pilihan dari produk *HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy* 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 III/A sebesar 0,20781 lebih kecil daripada luas gap alternatif 1 sebesar 0,27024,

sehingga produk terpilih adalah produk alternatif kelompok III/A. Selanjutnya dilakukan evaluasi penurunan harga tanpa mengurangi fungsi produk. *Improving details* menghasilkan spesifikasi produk *HeatBeatz Food Box with Solar Panel Energy* memiliki 4 kunci pengait, memiliki sekat *stainless steel* dengan wadah *polyethylene*, memiliki desain klasik, berbentuk persegi panjang dengan bentuk melengkung disetiap sisinya, berwarna hitam dan biru, memiliki tempat sendok dan garpu dibagian atas, berukuran 25 cm x 17 cm x 5 cm, dilengkapi dengan fitur pemanas makanan dengan mengandalkan komponen *glow plug*, dilengkapi dengan fitur speaker *audio* sebagai media relaksasi, dilengkapi dengan solar panel pada bagian tutupnya sebagai fungsi tambahan. Harga produk hasil proses perancangan produk adalah sebesar Rp775.000,00. Hasil *flow process chart* memberikan informasi perakitan produk yang memakan waktu 3.997 detik. Berdasarkan simulasi produk dengan menggunakan *software SolidWorks* diperoleh massa produk sebesar 1,420 kg dengan volume 115,719 m³ *yield strength* sebesar 5.73e+07 N/m².

Referensi

- [1] A. S. Maulana, "Pengaruh Kualitas Pelayanan Dan Harga Terhadap Kepuasan pelanggan PT. TOI," *Jurnal Ekonomi Volume*, vol. 7, no. 2, hlm. 113–125, 2016.
- [2] G. Oryza, D. Rachmawati, dan M. Shodiq, "OPSI – Jurnal Optimasi Sistem Industri Pengertian Produk," *Perancangan Ulang Headset Dan Penutup Mata Untuk Tidur Menggunakan Metode Nigel Cross*, vol. 11, no. 1, hlm. 65–77, 2018.
- [3] M. N. Cross, M. N. Cross, J. M. Halim, R. A. Andifa, O. Sebastian, dan N. Wynn, "Perancangan Produk Sikat Gigi Elektrik Biodegradable Menggunakan TALENTA Conference Series Perancangan Produk Sikat Gigi Elektrik Biodegradable Menggunakan," vol. 7, no. 1, 2024, doi: 10.32734/ee.v7i1.2284.
- [4] R. Slamet dkk., "Sosialisasi Bahaya Penggunaa Styrofoam di Bogor," *Jurnal Selaras*, vol. 1, no. 4, 2023.
- [5] F. Ahmad, K. Nasution, dan M. Arifin, "DESAIN KOTAK PENGHANGAT MAKANAN DENGAN MEMANFAATKAN GAS BUANG SEPEDA MOTOR," [Daring]. Tersedia pada: <http://jurnal.harapan.ac.id/index.php/JSR>
- [6] F. Natal Lase, J. Prayudha, M. Yetri, dan S. Triguna Dharma, "PERANCANGAN MEJA PENGHANGAT MAKANAN MENGGUNAKAN TEKNIK FUZZY BERBASIS MIKROKONTROLER," [Daring]. Tersedia pada: <http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR>
- [7] M. Nurul Achmadiyah, Yulianto, dan A. ikhlasil Amal, "Perancangan smart food box menggunakan modul termoelektrik peltier berbasis internet of things (IoT)," *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri*, vol. 10, no. 3, hlm. 292–299, Nov 2023, doi: 10.33795/elkolind.v10i3.4398.
- [8] M. Nur Qomaruddin dan P. Kompor Elektrik Dengan, "Perancangan Kompor Elektrik Dengan Solar Panel," *JEECOM*, vol. 3, no. 2, 2021.
- [9] A. Irwan dan A. Kiswantonono, "Membuat Speaker Bluetooth Helm Dengan Modul Penerima Bluetooth 4.1," *Jurnal Pengabdian Siliwangi*, vol. 9, no. 1, hlm. 15–19, 2023, doi: 10.37058/jspmm.v9i1.6483.
- [10] Lubis, Juni Arta, "Perancangan Produk Kursi Olahraga dan Terapi pada Wanita Hamil," vol. 7, no. 1, 2024, doi: 10.32734/ee.v7i1.2295.
- [11] A. S. Rahmat, "Peningkatan Mutu Produk Mochi Lampion Kaswari Sukabumi Dengan Metode Qfd," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 3, no. 1, hlm. 1–9, 2017, doi: 10.24912/jitiuntar.v3i1.504.
- [12] T. Alda dan C. Natasha, "Penerapan Metode Nigel Cross Pada Desain Produk Rompi Pemanas," *Talanta Conference Series*, vol. 5, no. 2, hlm. 47–54, 2022, doi: 10.32734/ee.v5i2.1545.
- [13] F. Sulaiman, "Desain Produk : Rancangan Tempat Lilin Multifungsi Dengan Pendekatan 7 Langkah Nigel Cross," *Teknovasi*, vol. 4, no. 1, hlm. 32–41, 2017.
- [14] S. Sibuea, W. Prima, dan A. Christine, "Relayout Gudang Produk Jadi PT . Jaya Beton Indonesia Menggunakan Metode Systematic Layout Planning dan CORELAP," *Juriti Prima*, vol. 3, no. 2, hlm. 7–14, 2020.
- [15] H. D. Hutahaean, "Analisa Simulasi Monte Carlo Untuk Memprediksi Tingkat Kehadiran Mahasiswa dalam Perkuliahan," *Journal of Informatic Pelita Nusantara*, vol. 3, no. 1, hlm. 41–45, 2018.
- [16] Agus Sasmito, "(Meshing) Disain Kekuatan Sambungan Hoop Pillar dan Floor Bearer," *Simetris*, vol. 9, no. 1, hlm. 657–670, 2018.
- [17] D. S. E. A. Muhammad Zamzam Anshori, Rino Andias Anugraha, "Perancangan Sistem Conveyor Antar Mesin Di Stasiun Kerja Perancangan Produk Rasional Dan Scada Di Ptpn Viii Rancabali Inter-Machine Conveyor System Design At the Orthodox Black Tea Sorting Workstation Using Rational Product Design Method and," vol. 3, no. 2, hlm. 2696–2703, 2016.
- [18] R. Ginting, A. Ishak, dan J. Ricky, "Product Design of Massage Cap by Using Nigel Cross Approach," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1003, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/1003/1/012007.
- [19] R. Ginting dan A. F. Malik, "Desain Produk Knee and Leg Brace (Penyangga Lutut dan Kaki) dengan Penerapan Metode Nigel Cross," *Talanta Publisher*, vol. 4, no. 1, hlm. 642–650, 2021, doi: 10.32734/ee.v4i1.1307.