



PAPER – OPEN ACCESS

Perancangan Produk Topi Sensorik dengan Metode Nigel Cross

Author : Titus Temazisokhi Hulu, dkk.
DOI : 10.32734/ee.v7i1.2200
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 7 Issue 1 – 2024 TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).
Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Perancangan Produk Topi Sensorik dengan Metode *Nigel Cross*

Titus Temazisokhi Hulu, Ranti Widya Ningsih, Nurul Amalia Tambunan, Fadilah Pratiwi, Exaudi*

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Jln Dr. T. Mansyur No. 9 Padang Bulan, Medan 20222, Indonesia
titushulu12@gmail.com, rantiwidya31@gmail.com, nurulamaliatambunan06@gmail.com, nurulamaliatambunan06@gmail.com,
fadilaahpratiwi922018@gmail.com, sihombingexaudi33@gmail.com

Abstrak

Produk merupakan barang yang diproduksi dan dipasarkan oleh sebuah perusahaan kepada pelanggannya. Perencanaan serta perancangan produk merupakan serangkaian tindakan yang dimulai dengan kesadaran akan adanya potensi pasar yang dapat dimanfaatkan. Kebutaan adalah keadaan seseorang yang mengalami cacat pada indera penglihatannya. Indera terpenting yang diberikan Tuhan kepada manusia adalah mata, yang tidak berfungsi sangat memengaruhi kemampuan mereka untuk memahami lingkungan mereka, dan ini menjadi masalah yang signifikan bagi tunanetra. Perkembangan dan peningkatan teknologi yang terus menerus, muncul inovasi-inovasi baru yang bertujuan untuk memudahkan segala macam aktivitas manusia, terutama pergerakan para tunanetra. Selain masalah tersebut, solusi diusulkan untuk produksi alat bantu bagi tunanetra. Tujuan perancangan ini adalah untuk menciptakan alat bantu bagi penyandang tunanetra untuk membantu mereka berjalan dan mengenali objek di sekitar mereka hanya dengan menggunakan perangkat sensor dan menanggapi perintah suara. Dalam perancangan produk Topi Penyandang Tunanetra Menggunakan Sensor, digunakan tujuh tahapan sesuai dengan metode *Nigel Cross* yang menghasilkan diagram pohon dengan tiga tingkatan yang berbeda. Pada tahap penetapan kebutuhan, terdapat tujuh atribut yang merupakan wish dan tiga demand. Pada tahap penentuan karakteristik, ditemukan satu karakteristik teknis yang memiliki tingkat kesulitan sangat tinggi, lima karakteristik lainnya memiliki tingkat kesulitan tinggi, dan satu karakteristik yang memiliki tingkat kesulitan cukup rendah. Kemudian, pada tahap pembangkitan alternatif, dihasilkan tiga alternatif. Evaluasi alternatif diperoleh bahwa Alternatif Kelompok VIII memiliki stabilitas yang tinggi dibandingkan dengan Alternatif 1.

Kata Kunci: Topi; Sensorik; Tunanetra; Nigel Cross

Abstract

Products are goods produced and marketed by a company to its customers. Planning and designing a product are a series of actions that begin with an awareness of potential market opportunities that can be exploited. Blindness is the condition of a person experiencing visual impairment. The most important sense given by God to humans is sight, which, when impaired, significantly affects their ability to understand their environment, posing a significant problem for the blind. Continuous technological development and improvement lead to new innovations aimed at facilitating various human activities, especially the movement of the visually impaired. In addition to these issues, a solution is proposed for the production of assistive devices for the blind. The aim of this design is to create an assistive device for the visually impaired to help them walk and recognize objects around them using only sensor devices and responding to voice commands. In the design of the Visually Impaired Headgear Using Sensors, seven stages are used according to *Nigel Cross's* method, which produces a three-level tree diagram. In the needs identification stage, there are seven attributes that are wishes and three demands. In the determination of characteristics stage, one technical characteristic with a very high level of difficulty was found, five other characteristics had high difficulty levels, and one characteristic had a relatively low level of difficulty. Then, in the alternative generation stage, three alternatives were produced. Alternative evaluation revealed that Alternative Group VIII has higher stability compared to Alternative 1.

Keywords: Hats; Sensory; Blind; Nigel Cross

1. Latar Belakang

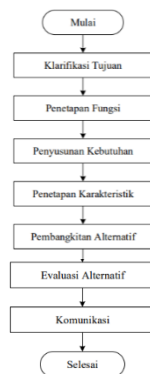
Perusahaan pesaing akan terus berusaha untuk memenuhi keinginan konsumen di tengah era globalisasi yang semakin ketat dan persaingan yang semakin sengit di seluruh dunia. Mereka akan berupaya untuk memastikan bahwa produk mereka memiliki keunggulan dibandingkan dengan produk-produk yang ditawarkan oleh pesaing. Salah satu strategi untuk mengatasi tantangan tersebut adalah melalui pengembangan produk, yang mencakup melakukan perbaikan, peningkatan, atau menciptakan produk baru yang berbeda dari yang telah ada sebelumnya [1]. Produk merujuk pada barang atau layanan yang dapat diperdagangkan, memiliki nilai yang dapat dipasarkan untuk memenuhi berbagai keinginan dan kebutuhan [2]. Perencanaan dan perancangan produk merupakan serangkaian tindakan yang dimulai dengan menganggap adanya peluang di pasar dan berakhir dengan membuat, menjual, dan mengirim barang [3]. Dua metode utama digunakan dalam desain produk: metode kreatif dan metode rasional. Metode kreatif memungkinkan ide-ide untuk mengalir dengan mengatasi batasan mental yang menghambat kreativitas [4]. Metode rasional menekankan penggunaan pendekatan sistematis dalam desain [5].

Menurut Nigel Cross, metode perancangan rasional terdiri dari 7 langkah, yaitu klasifikasi tujuan, penetapan fungsi, menyusun kebutuhan, penetapan karakteristik, pembangkitan alternatif, evaluasi alternatif, dan komunikasi [6]. Metode QFD merupakan suatu metode perbaikan produk dalam pengembangan dan peningkatan kualitas dengan menganalisis fitur produk berdasarkan keinginan pelanggan, adalah salah satu metode yang dapat digunakan dalam pengembangan dan perbaikan produk [7]. QFD ialah proses yang sangat sistematis dan akurat yang mencakup definisi dan prosedur yang dirancang khusus untuk memenuhi persyaratan kualitas produk selama proses pengembangan produk [8]. Beberapa manfaat dari QFD meliputi penekanan pada kebutuhan pelanggan, penghematan waktu, kolaborasi tim, dan dokumentasi yang terstruktur [9]. Proses QFD diawali dengan meminta pendapat konsumen dan kemudian melewati empat kegiatan utama: *product planning*, *product design*, *process planning*, dan *process control planning* [10].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil perancangan produk menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD), yang berdasarkan tahapan-tahapan dari metode *Nigel Cross* sehingga produk Topi Sensorik bagi Penyandang Tunanetra dapat diciptakan sesuai dengan kebutuhan konsumen.

2. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang diterapkan dalam menyelesaikan penelitian ini melibatkan beberapa tahapan. Gambar berikut menunjukkan tahapan dalam membuat rancangan produk Topi Sensorik bagi Penyandang Tunanetra.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.1. Metode Klarifikasi Tujuan

Klasifikasi tujuan mengklarifikasikan berbagai tujuan dari ub-perancangan dan bagaimana mereka berhubungan satu sama lain menggunakan *objective tree* [11]. Pembuatan diagram pohon tujuan untuk menggambarkan hierarki dari setiap tujuan dan sub-tujuan dalam perancangan produk Topi Sensorik bagi Penyandang Tunanetra.

2.2. Penetapan Fungsi

Dengan menggunakan analisis fungsi, atau analisis fungsional, penetapan fungsi menetapkan elemen yang diperlukan serta keterbatasan sistem rancangan produk baru [12]. Tujuan dari penetapan fungsi adalah untuk menetapkan fungsi yang diperlukan

dan parameter sistem dalam merancang produk baru. Pada tahap ini, digunakan metode analisis fungsional untuk melakukan analisis.

2.3. Penyusunan Kebutuhan

Tahap selanjutnya setelah menetapkan fungsi adalah menetapkan kebutuhan. Penyusunan kebutuhan menentukan spesifikasi yang tepat untuk kinerja solusi desain yang diperlukan menggunakan *performance specification* [13]. Tahapan ini bertujuan untuk menghasilkan spesifikasi produksi yang akurat yang diperlukan untuk desain.

2.4. Penentuan Karakteristik

Penetapan karakteristik untuk mengevaluasi kontribusi utama terhadap setiap karakteristik teknis. Kontribusi utama menggambarkan seberapa besar dampak suatu karakteristik teknis mempengaruhi kualitas produk [14]. Metode *Quality Function Deployment* (QFD) digunakan untuk mengubah kebutuhan pelanggan menjadi karakteristik produk dengan memperhitungkan kapabilitas perusahaan dalam memenuhinya [15].

2.5. Pembangkitan Alternatif

Pembangkitan alternatif dimaksudkan untuk menciptakan sebanyak mungkin solusi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan suatu permasalahan, dengan akhirnya mencari pilihan terbaik di antara alternatif tersebut.

2.6. Evaluasi Alternatif

Tujuan dari evaluasi alternatif adalah untuk membandingkan manfaat dari berbagai desain produk alternatif berdasarkan kinerja relatif terhadap bobot tujuan yang ditetapkan. Proses ini melibatkan peninjauan ulang terhadap opsi-opsi yang telah dihasilkan dalam tahap pembangkitan alternatif, dengan tujuan akhir mengidentifikasi alternatif terbaik.

2.7. Komunikasi (Improving Details)

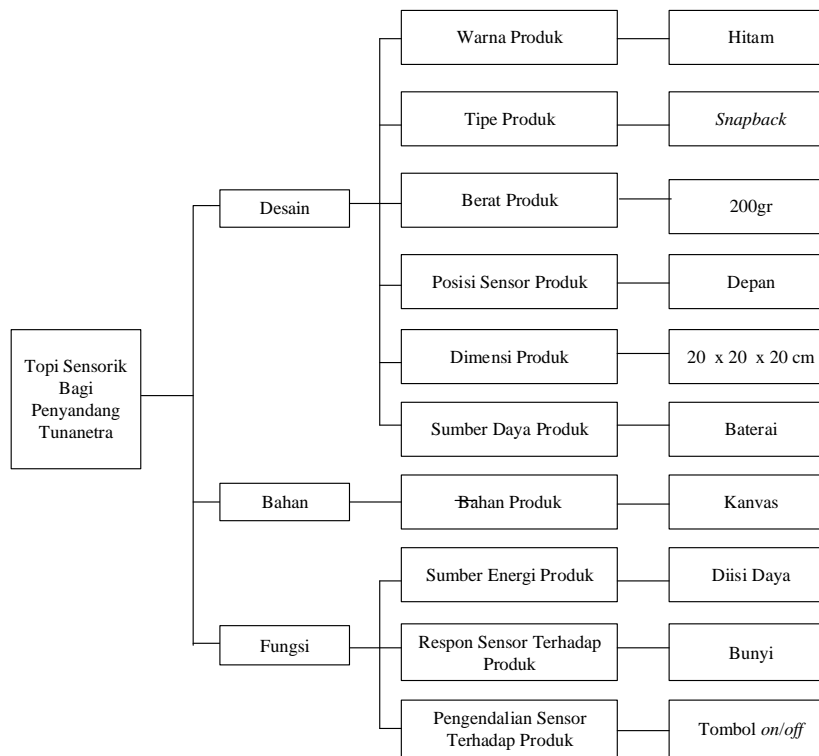
Komunikasi memegang peran penting dalam meningkatkan atau mempertahankan nilai produk bagi konsumen, sambil juga mengurangi biaya produksi melalui penggunaan rekayasa nilai.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan dari perancangan produk Topi Sensorik bagi Penyandang Tunanetra, yaitu:

3.1. Klasifikasi Tujuan (Clarifying Object)

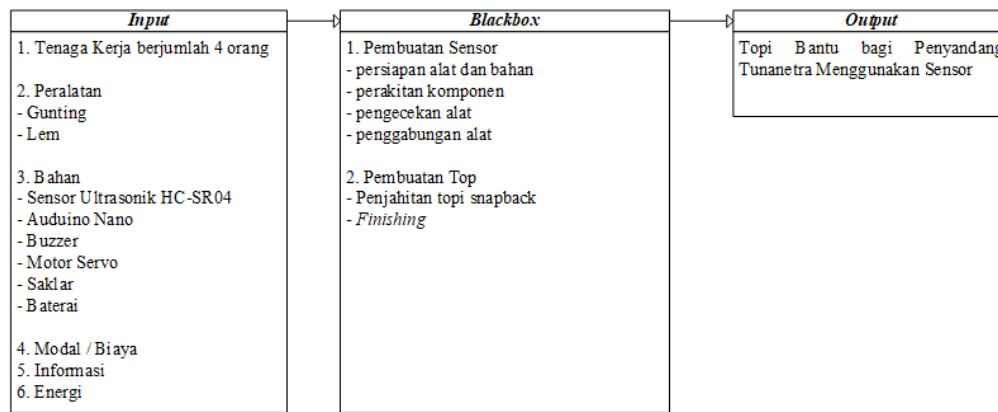
Tujuan dari Klasifikasi tujuan adalah untuk menetapkan tujuan dalam proses perancangan. Salah satu teknik yang digunakan ialah menggunakan *objectives trees*. Pohon tujuan digunakan untuk merumuskan dan menafsirkan pernyataan tujuan dengan menampilkan kondisi target yang ingin dicapai dengan berbagai pertimbangan. Langkah-langkah dalam membuat pohon tujuan meliputi membuat daftar tujuan perancangan, menyusun daftar tersebut dari tingkat yang lebih tinggi ke yang lebih rendah, dan menggambarkan diagram pohon tujuan untuk menunjukkan hubungan hierarkis di antara mereka.



Gambar 2. Diagram Pohon Tujuan Produk Topi Topi Sensorik bagi Penyandang Tunanetra

3.2. Penetapan Fungsi (Establishing Function)

Dalam menetapkan fungsi, digunakan metode sistem *input-output* dengan pendekatan (*Black Box*) yang mengilustrasikan perubahan nilai input menjadi *output*. Berikut tata letak *black box*.



Gambar 3. Input Output Produk Topi Topi Sensorik bagi Penyandang Tunanetra Kelompok VIII A

3.3. Penyusunan Kebutuhan (Setting Requirement)

Tabel berikut menunjukkan spesifikasi Produk Topi Sensorik bagi Penyandang Tunanetra.

Tabel 1. Spesifikasi Topi Sensorik bagi Penyandang Tunanetra Kelompok VIII A

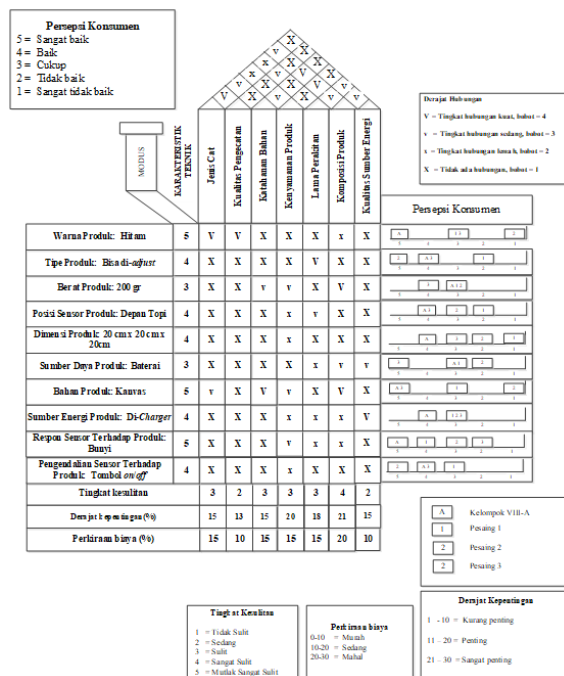
| No. | Hasil <i>Brainstorming</i> | D atau W | Kuesioner Terbuka |
|-----|----------------------------|----------|----------------------------|
| 1. | Warna produk hitam | D | Warna produk hitam. |
| 2. | Bahan produk kanvas | W | Bahan produk kanvas |
| 3. | Dimensi produk 20x20x20 cm | D | Dimensi produk 20x20x20 cm |
| 4. | Berat produk 100gr | D | Berat produk 200gr |

| | | | |
|-----|-----------------------------------|---|---|
| 5. | Tipe produk <i>snapback</i> | W | Tipe produk <i>snapback</i> |
| 6. | Sumber daya baterai | W | Sumber daya baterai |
| 7. | Posisi sensor didepan topi | W | Posisi sensor didepan topi |
| 8. | Respon sensor berupa bunyi | W | Respon sensor berupa bunyi |
| 9. | Sumber energi diisi daya | W | Sumber energi diisi daya |
| 10. | Pengendalian sensor berupa tombol | W | Pengendalian sensor berupa tombol <i>on/off</i> |

Berdasarkan tabel tersebut, terlihat bahwa terdapat 7 *Wish* dan 3 *Demand* yang berarti jumlah *Wish* lebih banyak daripada *Demand*. Hal ini menunjukkan kesesuaian dengan keinginan konsumen. Dalam konsep *Demand*, ini merujuk pada semua kebutuhan yang diinginkan oleh pelanggan, sementara *Wish* adalah keinginan yang diharapkan oleh pelanggan.

3.4. Penentuan Karakteristik (Determining Characteristics)

Hasil akhir *Quality Function Deployment* (QFD) merupakan keseluruhan langkah penentuan karakteristik yang digabungkan sehingga didapat sebuah rumah mutu berikut.



Gambar 4. *Quality Function Deployment* (QFD) Topi Sensorik bagi Penyandang Tunanetra

Hasil dari QFD untuk Topi Sensorik bagi Penyandang Tunanetra Kelompok VIII-A adalah atribut dari topi bantu bagi penyandang tunanetra yang menggunakan sensor, yang didasarkan pada hasil kuesioner dan sesuai dengan preferensi konsumen, adalah sebagai berikut.

- Warna Produk : Hitam
- Tipe Produk : Bisa di-adjust
- Berat Produk : 200 gr
- Posisi Sensor Produk : Depan Topi
- Dimensi Produk : 20 cm x 20 cm x 20cm
- Sumber Daya Produk : Baterai
- Bahan Produk : Kanvas
- Sumber Energi Produk : Di-Charger
- Respon Sensor Terhadap Produk : Bunyi
- Pengendalian Sensor Terhadap Produk : Tombol *on/off*

Hasil perbandingan atribut untuk kelompok VIII-A dan pesaingnya adalah sebagai berikut: konsumen adalah sebagai berikut.

- Warna Produk, Kelompok VIII-A berada di urutan pertama disusul pesaing 1 dan pesaing 3 urutan kedua dan pesaing 2 di urutan ketiga.
- Tipe Produk, pesaing 2 berada di urutan pertama disusul , Kelompok VIII-A dan pesaing 3 urutan kedua dan pesaing 1 di urutan ketiga.
- Berat Produk, pesaing 3 berada di urutan pertama disusul Kelompok VIII-A, pesaing 1 dan pesaing 2 urutan kedua.
- Posisi Sensor Produk, Kelompok VIII-A dan pesaing 3 berada di urutan pertama disusul pesaing 2 urutan kedua dan pesaing 1 urutan ketiga.
- Dimensi Produk, Kelompok VIII-A berada di urutan pertama disusul Pesaing 3 urutan kedua, pesaing 2 urutan ketiga dan pesain 1 urutan keempat.
- Sumber Daya Produk, Pesaing 3 berada di urutan pertama disusul Kelompok VIII-A dan pesaing 1 urutan kedua, dan Pesaing 2 urutan ketiga.
- Bahan Produk, Kelompok VIII-A dan Pesaing 3 berada di urutan pertama disusul Kelompok VIII-A urutan kedua, pesaing 1 urutan ketiga dan Pesaing 2 urutan keempat.
- Sumber Energi Produk, Kelompok VIII-A berada di urutan pertama disusul Pesaing 1, pesaing 2 dan pesaing 3 urutan kedua.
- Respon Sensor Terhadap Produk, Kelompok VIII-A berada di urutan pertama, disusul pesaing 1 urutan kedua, pesaing 2 urutan ketiga, dan pesaing 3 di urutan keempat.
- Pengendalian Sensor Terhadap Produk, Pesaing 2 berada di urutan pertama disusul Kelompok VIII-A dan Pesaing 3 urutan kedua dan pesaing 1 di urutan ketiga.

Tingkat kesulitan pada karakteristik teknis yang dibuat oleh kelompok VIII-A untuk kualitas pengecatan dan kualitas sumber energi berada pada nilai 2 yang berarti tingkat kesulitannya sedang, untuk jenis cat, ketahanan bahan, kenyamanan produk dan lama perakitan berada pada nilai 3 yang berarti tingkat kesulitannya sulit dan untuk komposisi produk berada pada nilai 4 yang berarti tingkat kesulitannya sangat sulit. Derajat kepentingan Karakteristik teknis yang ditetapkan oleh kelompok VIII-A untuk jenis cat, kualitas pengecatan, ketahanan bahan, lama perkaitan dan kualitas sumber energi berada pada *range* 11-20 yang berarti penting dan untuk kenyamanan produk, dan komposisi produk berada pada *range* 21-30 yang berarti sangat penting. Perkiraan biaya pada karakteristik teknis yang dibuat kelompok VIII-A untuk seluruh karakteristik teknis berada pada *range* 10-20 yang berarti sedang.

3.5. Pembangkitan Alternatif (Generating Alternatives)

Identifikasi kombinasi dari semua kemungkinan desain yang dapat diterapkan dari *Morfologi Chart* adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Kombinasi Solusi Topi Sensorik bagi Penyandang Tunanetra

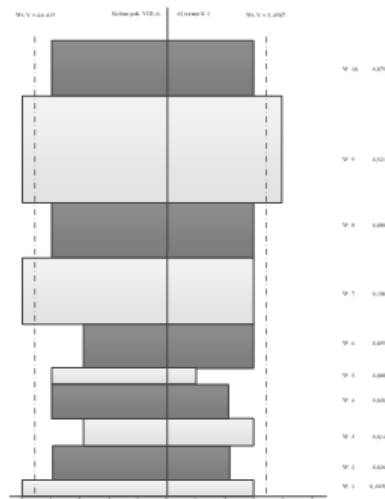
| Fungsi | Cara Mencapai Fungsi | | |
|-------------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Warna Produk | Hitam | Merah | Abu-Abu |
| Tipe Produk | Bisa di- <i>adjust</i> | Bundar | <i>Newsboy</i> |
| Berat Produk | 200 gr | 150 gr | 250 gr |
| Posisi Sensor Produk | Depan Topi | Kanan kiri | Depan topi |
| Dimensi Produk | 20 x 20 x 20 cm | 30 x 20 x 20 cm | 20 x 20 x 25 cm |
| Bahan Produk | Kanvas | Rafel | Katun |
| Sumber Daya Produk | Baterai | Baterai timbal-asam | Baterai litium-ion, |
| Sumber Energi Produk | Di-Charger | Energi surya | Diganti |
| Respon Sensor Terhadap Produk | Bunyi | Getaran | Suara |
| Pengendalian Sensor Terhadap Produk | Tombol <i>on/off</i> | <i>Bluetooth</i> | <i>Wireless</i> |

3.6. Evaluasi Alternatif (Evaluating Alternatives)

Tujuan dari evaluasi alternatif adalah membandingkan utilitas nilai dari berbagai desain produk alternatif yang telah dibuat atau dipilih berdasarkan kinerja sesuai dengan bobot tujuan yang telah ditetapkan. Proses ini melibatkan penelitian ulang terhadap

alternatif-alternatif yang akan dipilih yang dihasilkan dari tahap pembangkitan alternatif, dengan tujuan akhir menghasilkan alternatif terbaik.

Tahapan ini melibatkan perhitungan untuk setiap alternatif dengan mengalikan bobot nilai dari setiap atribut produk dengan nilai relatif yang telah didapat sesuai dengan tahap keempat. Hasil perkalian ini kemudian dijumlahkan untuk mengidentifikasi nilai terbesar. Kelompok VIII-A mendapatkan nilai tertinggi sebesar 4,6419, menunjukkan bahwa itu adalah solusi terbaik, diikuti oleh alternatif 1 dengan nilai 3,4768, alternatif 3 dengan nilai 3,0794, dan alternatif 2 dengan nilai 2,7566. Karena nilai alternatif 1, yaitu 3,4768, adalah yang paling mendekati nilai kelompok VIII-A, maka alternatif 1 dipilih sebagai solusi perancangan. Oleh karena itu, perbandingan antara kelompok VIII-A dan alternatif 1 akan dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik mereka dengan memperlihatkan bobot nilai dan kepentingannya.



Perhitungan luas *gap* antara kelompok VIII-A dan alternatif 1, didapati bahwa *gap* kelompok VIII-A (0,2550) lebih kecil dibandingkan dengan *gap* alternatif 1 (0,2862), sehingga produk terpilih adalah produk dari kelompok VIII-A. Dalam *Gantt chart*, terlihat bahwa bobot terbesar terdapat pada W9, yaitu respon sensor terhadap produk, sementara bobot terkecil adalah W1, yaitu warna produk.

3.7. Improving Details

Solusi yang diambil dalam perancangan ini adalah Topi Sensorik bagi Penyandang Tunanetra yang akan dirancang mempunyai karakteristik.

- Topi Sensorik bagi Penyandang Tunanetra memiliki sensor *Ultrasonic* HC-SR04.
- Topi Sensorik bagi Penyandang Tunanetra memiliki Arduino Nano sebagai kontroler sensor *Ultrasonic* HC-SR04.
- Topi Sensorik bagi Penyandang Tunanetra memiliki *buzzer* jenis *piezoelektrik*.
- Topi Sensorik bagi Penyandang Tunanetra memiliki sebuah saklar *on/off*.
- Topi Sensorik bagi Penyandang Tunanetra memiliki 1 buah baterai lithium.
- Topi Sensorik bagi Penyandang Tunanetra berbahan kanvas.

Harga yang akan dikeluarkan dalam proses perancangan produk adalah sebesar Rp460.000.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang diambil dari perancangan produk Topi Sensorik bagi Penyandang Tunanetra melalui survei pasar adalah sebagai berikut.

- Perancangan produk Topi Sensorik bagi Penyandang Tunanetra mengikuti 7 tahap metode *Nigel Cross* yang menghasilkan diagram pohon dengan 3 tingkat yang berbeda. Pada tahap penentuan kebutuhan, terdapat 7 atribut yang merupakan keinginan (*wish*) dan 3 permintaan (*demand*). Hasil QFD diperoleh untuk kualitas sumber energi tingkat kesulitannya sedang, untuk kualitas pengecatan, ketahanan bahan, kenyamanan produk, dan lama perakitan tingkat kesulitannya sulit dan untuk jenis cat dan komposisi produk berada tingkat kesulitannya sangat sulit, jenis cat, kualitas pengecatan, ketahanan bahan, dan kualitas sumber energi tergolong penting dan untuk kenyamanan produk, lama perakitan dan komposisi produk tergolong sangat penting serta perkiraan biaya produk tergolong dalam kategori sedang. Tahap pembangkitan alternatif menghasilkan 3 alternatif produk. Tahap evaluasi alternatif menunjukkan bahwa alternatif kelompok VIII-A memiliki stabilitas yang tinggi dibandingkan

dengan alternatif 1. Tahap improving details menunjukkan bahwa biaya pembuatan produk turun dari Rp485.000 menjadi Rp460.000.

- Penggunaan perangkat lunak *SolidWorks* untuk melakukan simulasi produk bertujuan untuk memahami properti massa dan simulasi dari Topi Sensorik untuk Penyandang Tunanetra. Hasil mass properties didapatkan ukuran massa 200 gram dan bagian simulation digunakan untuk mensimulasikan produk Topi Penyandang Tunanetra Menggunakan Sensor kelompok VIII-A

Referensi

- [1] F. JR, "ANALISIS PERANCANGAN PRODUK ALAT PENCETAK SPASI SEMEN BATU BATA UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS (Studi Kasus: CV. Mangku Putra)," *J. Tekno*, vol. 16, no. 1, pp. 58–68, 2019, doi: 10.33557/jtekn.v16i1.361.
- [2] M. Metode and N. Cross, "ISSN 1693-2102 OPSI – Jurnal Optimasi Sistem Industri ISSN 1693-2102 OPSI – Jurnal Optimasi Sistem Industri Pengertian Produk," vol. 11, no. 1, pp. 65–77, 2018.
- [3] F. Sulaiman, "Desain Produk : Rancangan Tempat Lilin Multifungsi Dengan Pendekatan 7 Langkah Nigel Cross," *Teknovasi*, vol. 4, no. 1, pp. 32–41, 2017.
- [4] R. F. Prakosa and A. E. Tontowi, "Perbandingan Metode Rasional Dengan Kreatif Untuk Mendesain Alat Bantu Pasang Lampu," *Forum Tek.*, vol. 33, no. 2, pp. 111–124, 2010.
- [5] 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 J. Integr. Sist. Ind.*, vol. 9, no. 1, p. 71, 2022, doi: 10.24853/jisi.9.1.71-82.
- [6] Ginting, Rosnani. (2010) "Perancangan Produk". Graha Ilmu : Yogyakarta
- [7] N. Dyana, "Analisis Qfd (Quality Function Deployment) Untuk Perbaikan Produk Thai Tea Merek Kaw-Kaw Di Ukm Waralaba Di Landungsari, Malang," *J. Valtech (Jurnal Mhs. Tek. Ind.*, vol. Vol. 3 No., no. 2, pp. 153–159, 2020.
- [8] Thomsett, Rob. (2006) "Radical Project". Penerbit Erlangga : Jakarta
- [9] Y. K. Wagiono and D. Hamrah, "Metode Quality Function Deployment (QFD) untuk Informasi Penyempurnaan Perakitan Varietas Melon," *J. Agribisnis dan Ekon. Pertan.*, vol. 1, no. 2, pp. 48–56, 2011.
- [10] M. A. A. Azhari, C. SW, and L. Irianti, "Rancangan Produk Sepatu Olahraga Multifungsi Menggunakan Metode Quality Function Deployment (Qfd)," *J. Online Inst. Teknol. Nas.*, vol. 4, no. 3, pp. 241–252, 2015.
- [11] 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, pp. 2696–2703, 2016.
- [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, 2023, doi: 10.33395/remik.v7i1.12173.
- [13] I. R. Lestari, R. A. Anugraha, and M. Iqbal, "Perancangan Material Handling Equipment Pada Proses Penggilingan Ke Oksidasi Enzimatis Bubuk Teh Menggunakan Metode Perancangan Produk Rasional Pada Pt Perkebunan Nusantara Viii Rancabali," *J. Rekeyasa Sist. Ind.*, vol. 3, no. 03, p. 18, 2016, doi: 10.25124/jrsi.v3i03.17.
- [14] R. Prabowo and M. I. Zoelanga, "Pengembangan Produk Power Charger Portable dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD)," *J. Rekeyasa Sist. Ind.*, vol. 8, no. 1, pp. 55–62, 2019, doi: 10.26593/jrsi.v8i1.3187.55-62.
- [15] R. Lestari, S. Wardah, and K. Ihwan, "Analisis Pengembangan Pelayanan Jasa Tv Kabel Menggunakan Metode Quality Function Deployment (Qfd)," *JISI J. Integr. Sist. Ind.*, vol. 7, no. 1, p. 57, 2020, doi: 10.24853/jisi.7.1.57-63.