



PAPER – OPEN ACCESS

Perancangan Alat Terapi Kaki Berbasis Arduino dengan Metode Nigel Cross

Author : Christian Herlim, dkk.
DOI : 10.32734/ee.v7i1.2291
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 Alat Terapi Kaki Berbasis *Arduino* dengan Metode *Nigel Cross*

Christian Herlim^{a1}, Tara Leona^a, Caroline Chandra^a, James Marco Sagala^a, Wilbert Brannan^b

^aProgram Studi Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara, Jl. Dr. T. Mansyur No.9, Padang Bulan, Medan 20222, Indonesia

^bProgram Studi Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara, Jl. Dr. T. Mansyur No.9, Padang Bulan, Medan 20222, Indonesia

christianherlim@gmail.com, xiaothaiyang95@gmail.com, crlnechndra@gmail.com, jameslemontea72@gmail.com, abrahamsiagian8@gmail.com, WilbertBrannan@gmail.com

Abstrak

Alat Terapi Kaki Berbasis *Arduino* adalah sebuah produk alat terapi kaki yang dirancang untuk penderita hipertensi. Penulis menginovasikan sebuah alat terapi kaki dengan penambahan alat pemijat, alat penghangat dan sensor ultrasonik pada alat terapi kaki tersebut. Dengan penambahan alat pemijat dan penghangat tersebut, pengguna mendapatkan manfaat lebih selain menjadi alat untuk terapi kaki yang dapat membantu mengurangi kelelahan dan rasa pegal pada kaki setelah banyak kegiatan di area perumahan dan juga di area luar perumahan. Perancangan produk alat untuk terapi kaki yang berlandas *arduino* memakai 7 langkah *Nigel Cross*. Tahapan klarifikasi tujuan digunakan untuk penentuan tujuan perancangan menggunakan diagram pohon tujuan, penetapan fungsi menggambarkan sistem *input-output* menggunakan prinsip *blackbox*, penyusunan kebutuhan membandingkan hasil penetapan atribut *brainstorming* dengan rekapitulasi penyebaran kuesioner, penetapan karakteristik menggunakan metode QFD, pembangkitan alternatif menggunakan metode AHP, *Gantt Chart*, dan *Morphological Chart* yang menghasilkan 3 alternatif spesifikasi produk, evaluasi alternatif menggunakan metode *Weighted Objective* yang menunjukkan produk Alat Terapi Kaki yang Menggunakan *Arduino* lebih stabil daripada alternatif 2, dan rincian perbaikan untuk mendapatkan biaya perancangan produk terbaik tanpa mengurangi kualitas produk.

Kata Kunci: Alat Terapi Kaki; Hipertensi; *Nigel Cross*; QFD

Abstract

Arduino-based Foot Therapy Tool is a foot therapy product designed for people with hypertension. The author innovates a foot therapy device with the addition of a massager, warmer and ultrasonic sensor on the foot therapy device. With the addition of massagers and warmers, users get more benefits besides being a foot therapy tool that can function to reduce soreness and fatigue in the legs that do a lot of activities inside and outside the home. The product design of the *Arduino*-based foot therapy tool uses the 7 steps of *Nigel Cross*. The goal clarification stage is used to determine the design objectives using a goal tree diagram, the determination of functions describes the input-output system using the *blackbox* principle, the preparation of requirements compares the results of determining the attributes of *brainstorming* with the recapitulation of the distribution of questionnaires, determining characteristics using the QFD method, generating alternatives using the AHP method, *Gantt Chart*, and *Morphological Chart* which results in 3 alternative product specifications, evaluating alternatives using the *Weighted Objective* method which shows the *Arduino*-based foot therapy tool is more stable than alternative 2, and details of improvements to get the best product design costs without reducing product quality.

Keyword: Foot Massager; Hipertention; *Nigel Cross*; QFD

1. Pendahuluan

Dalam bisnis, khususnya dalam bidang kesehatan, teknologi berkembang dengan cepat karena dapat membantu pengolahan waktu dan penggunaan alat yang lebih canggih. Perangkat perawatan kaki adalah teknologi kesehatan baru. [1]. Hipertensi merupakan faktor yang sering mempengaruhi terjadinya penyakit kardiovaskuler [2]. Karena hipertensi seringkali tidak menunjukkan gejala apa pun, penyakit ini dikenal sebagai *silent killer* [3]. Hipertensi, yang sering disebut sebagai pembunuh diam, seringkali tidak menunjukkan gejala. Jika tidak diberi penanganan, hipertensi akan mengakibatkan kerusakan jantung yang serius. Sebaliknya, hipertensi adalah permasalahan inti gagal ginjal, *stroke*, serangan jantung, gagal jantung, dan demensia [4].

Gaya hidup adalah aspek penting dari kehidupan manusia. Gaya hidup yang tidak sehat, seperti tidak melaksanakan olahraga dan terlalu banyak stres, dapat menyebabkan hipertensi. [5]. Menurut *American Heart Association* (AHA), hipertensi diderita oleh 74,5 juta orang yang usianya sudah melewati 20 tahun, tetapi penyebabnya tidak diketahui dalam 90 hingga 95 persen kasus. WHO mengatakan di tahun 2016 bahwa 1,13 M populasi dunia mengalami hipertensi, atau setiap sepertiga orang di dunia. Jumlah ini diprediksi akan semakin bertambah tiap tahunnya hingga pada tahun 2026, dengan 1,6 miliar penderita hipertensi [6].

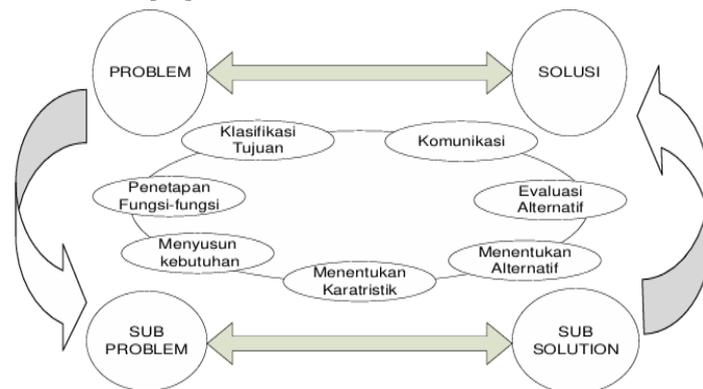
Meskipun demikian, penyembuhan untuk hipertensi wajib dimaksimalkan untuk menghindari peningkatan tekanan darah yang berpotensi menyebabkan komplikasi hipertensi. Pengobatan penyakit darah tinggi biasanya dibagi menjadi dua kategori: pengobatan yang memerlukan obat dan pengobatan yang tidak memerlukan obat. Seringkali, pengobatan farmakologis menyebabkan efek samping yang berlebihan, sehingga terapi akan lebih baik [7]. Bagi orang tua, hipertensi merupakan risiko kematian karena pembuluh darah dan jantung akan mengalami tekanan yang tinggi di usia tersebut. Penyumbatan pembuluh darah yang bertahan lama akan mengakibatkan penyakit komplikasi berupa gagal jantung, gagal ginjal, serta serangan jantung. [8].

Sesuai uraian yang telah disajikan maka oleh karena itu, riset ini bertujuan untuk menginovasikan suatu alat bantu bagi penderita hipertensi. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan dalam mengembangkan produk alat terapi kaki adalah metode *Nigel Cross*. Dimana *Nigel cross* adalah metode yang hampir sama dengan metode lainnya yang dikarenakan memiliki tujuan yang sama. Metode ini menggunakan pendekatan tujuh langkah [9].

Pengamatan ini dilaksanakan untuk memastikan bahwa produk, alat terapi kaki yang menggunakan arduino, dapat dirancang dengan cara terbaik untuk memenuhi kebutuhan pengguna dan memberikan nilai tambahan kepada pengguna [10]. Metode *nigel cross* merupakan alternatif dari metode *Quality Functional Deployment* [11]. Perancangan produk dengan menggunakan metode *nigel cross* terdiri atas tujuh langkah, yaitu identifikasi kebutuhan, *classification objectives*, *establishing function*, *setting requirement*, *determining characteristics*, *generarting alternatives*, dan *improving details*. Ketujuh metode perancangan mewakili elemen prosedur, sedangkan elemen struktural direpresentasikan dalam bentuk anak panah yang menjelaskan keterkaitan saling bergantung antara masalah beserta solusi, serta jaringan timbal balik komutatif diantara solusi beserta masalahnya.

2. Metodologi Penelitian

Nigel Cross menggunakan metode rasional untuk menetapkan strategi pemasaran dan perancangan produk dalam 7 tahapan, yaitu *classification objectives*, *establishing finction*, *setting requirement*, *determining characteristics*, *generarting alternatives*, dan *improving details* [12]. Tahapan perencanaan dan pengembangan produk menggunakan metode *nigel cross* memerlukan proses perencanaan seperti terlihat pada Gambar 1 [13].



Gambar 1. Langkah-Langkah Merancang Produk Memanfaatkan Metode *Nigel Cross*

Berikut dilampirkan tahapan dalam perancangan produk dengan metode *nigel cross*

Tabel 1. Tahapan metode *nigel cross*

Tahapan	Metode
<i>Classification objectives</i>	Pohon Atribut
<i>Establishing function</i>	<i>Black Box</i>
<i>Setting requirement</i>	<i>Wish and Demand</i>
<i>Determining characteristics</i>	<i>Quality Functional Deployment (QFD)</i>
<i>Generarting alternatives</i>	<i>Morphological Chart</i>
<i>Evaluating alternatives</i>	<i>AHP, Weighted Objective, Gantt Chart</i>
<i>Improving details</i>	Rekayasa Nilai

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Nigel Cross

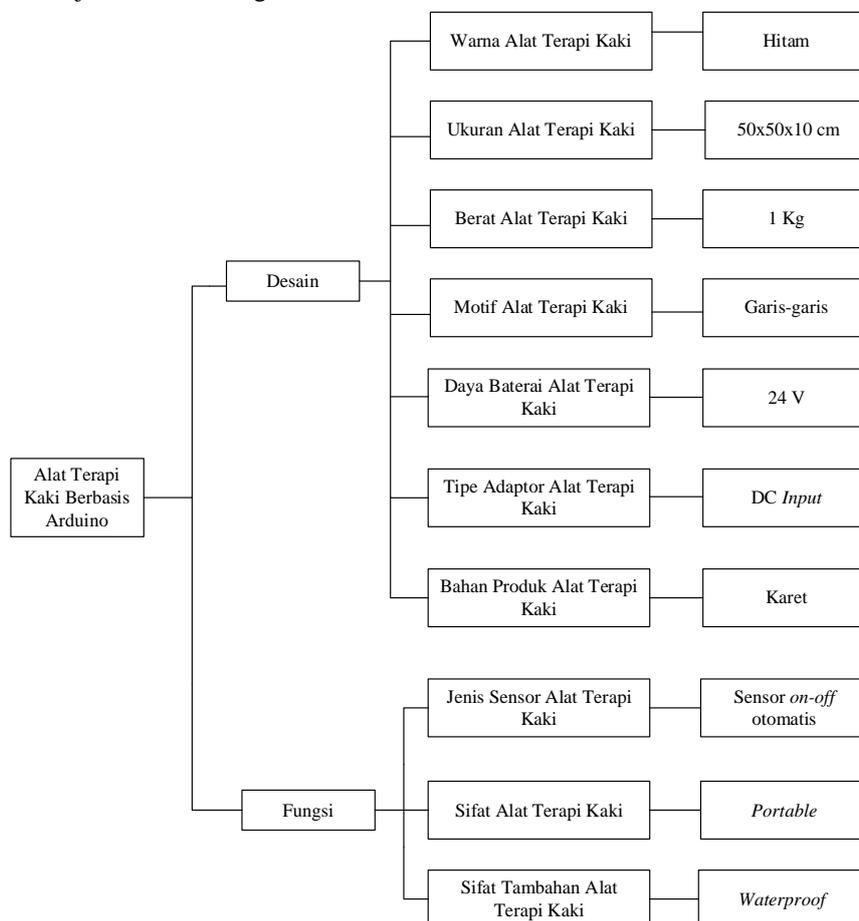
Menurut Nigel Cross, perancangan produk terdiri dari tujuh tahap, dan masing-masing tahap menggunakan pendekatan unik. Berikut adalah urutan ketujuh langkah:

3.1.1. Klarifikasi Tujuan

Tujuan perancangan diklarifikasi untuk menentukannya. Pohon tujuan atau *objective trees* adalah metode yang digunakan. Pohon tujuan menunjukkan hubungan hierarkis antara tujuan dan subtujuan perancangan produk dan membantu kita mengidentifikasinya. Pengelompokan pada pohon atribut adalah ikatan yang menjelaskan langkah untuk menggapai tujuan yang ditetapkan. Dalam tahap klarifikasi tujuan, langkah-langkah berikut diambil:

- Membentuk skema tujuan yang ingin dibentuk
- Atur skema tujuan yang dibentuk dari tingkat tinggi ke tingkat rendah
- Untuk menyatakan ikatan-ikatan terbentuk yang hierarkis, buatlah diagram pohon tujuannya [14].

Hasil tahapan klarifikasi tujuan adalah sebagai berikut.

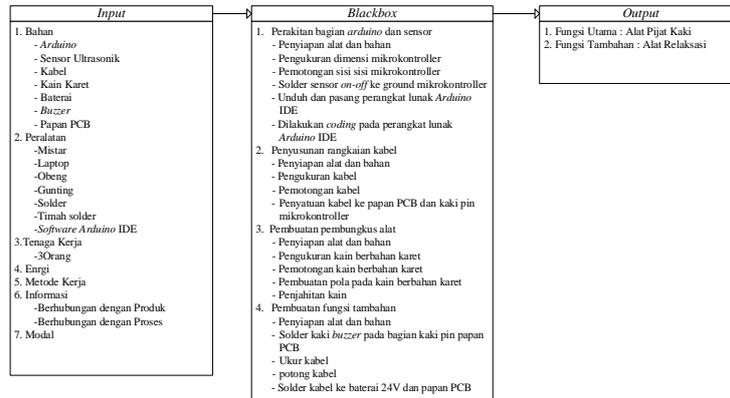


Gambar 2. Diagram Pohon Tujuan Alat terapi Kaki Berbasis Arduino

3.2. Penetapan Fungsi

Metode berikutnya adalah menetapkan fungsi. Maksud dari langkah ini yakni mengidentifikasi kebutuhan fungsi serta batasan produk yang dibutuhkan untuk untuk sistem perancangan produk. Pada langkah ini, analisis fungsi dibutuhkan metode *black box* [15].

Metode *Black Box* yang diterapkan pada produk *Alat terapi Kaki Berbasis Arduino* dapat dilihat pada Gambar 3. berikut.



Gambar 3. Metode Black Box Produk Alat terapi Kaki Berbasis Arduino

3.3. Penetapan Kebutuhan

Dengan menyebarkan survei kepada pelanggan, Penetapan Kebutuhan diterapkan agar dapat diketahui apakah spesifikasi produk memenuhi permintaan atau keinginan. Langkah-langkah yang diambil untuk menyusun kebutuhan adalah sebagai berikut:

- Mencari produk lainnya agar dapat ditemukan cara yang dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah.
- Menentukan tingkat umum pengimplementasian produksi.
- Mengidentifikasi kinerja karakter produk yang dibutuhkan dengan menggunakan teknik analisis 5 W (*When, Why, Who, What, Where*) serta H (*How*).
- Determinasikan tingkat kinerja yang diperlukan untuk setiap fitur. [16].

Spesifikasi yang telah ditentukan dengan *Performance Spesification Model* dapat diamati di Tabel 1. berikut.

Tabel 1. *Wish and Demand* Alat terapi Kaki Berbasis Arduino

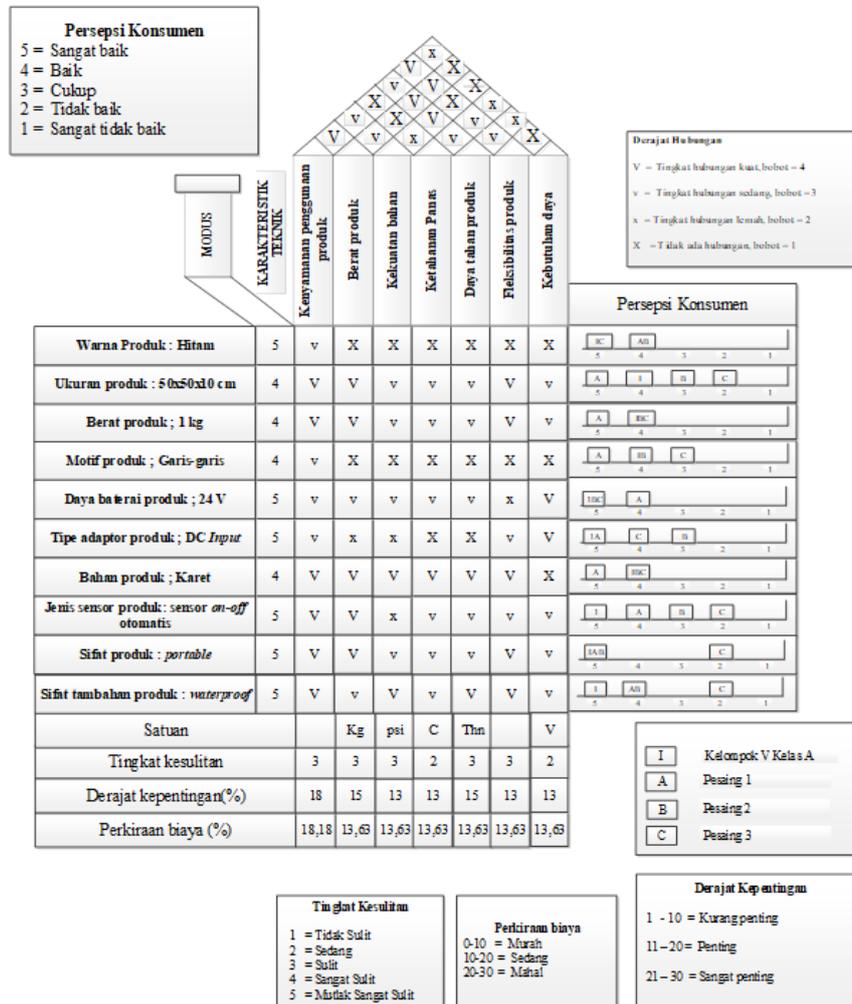
Nomor	Hasil dari <i>Brainstorming</i>	D/W	Kuesioner Terbuka
1.	Warna produk hitam.	D	Warna produk coklat.
2.	Motif produk garis-garis	D	Motif produk polos
3.	Daya baterai produk 24 V.	W	Daya baterai produk 24 V.
4.	Ukuran produk 50x50x10 cm.	W	Ukuran produk 50x50x10 cm.
5.	Berat produk 1 kg.	W	Berat produk 1 kg.
6.	Bahan produk karet.	W	Bahan produk karet.
7.	Tipe adaptor menggunakan <i>DC Input</i> .	W	Tipe adaptor menggunakan <i>DC Input</i> .
8.	Tipe sensor yang digunakan adalah sensor <i>on-off</i> otomatis.	W	Tipe sensor yang digunakan adalah sensor <i>on-off</i> otomatis
9.	Fungsi tambahan bersifat <i>portable</i>	W	Fungsi tambahan bersifat <i>portable</i>
10.	Fungsi tambahan bersifat <i>waterproof</i> .	W	Fungsi tambahan bersifat <i>waterproof</i> .

3.4. Penentuan Karakteristik

Penetapan atribut merupakan langkah penting dalam memahami preferensi dan kebutuhan pelanggan terhadap 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.

1. Menyusun atribut-atribut produk berdasarkan preferensi dan kebutuhan pelanggan.
2. Mengukur tingkat pentingnya setiap atribut produk secara relatif untuk menetapkan prioritas.
3. Menilai karakteristik produk yang dimiliki oleh pesaing.
4. Membuat sebuah tabel perbandingan antara atribut-atribut produk dengan sifat yang dikehendaki.
5. Mengenali korelasi antara kerangka produk beserta karakteristik teknik.
6. Menentukan hubungan yang sesuai antar karakteristik teknik.
7. Menentukan gambaran tujuan teknis yang hendak diperoleh [17].

House of Quality produk Alat terapi Kaki Berbasis Arduino bisa diamati pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. QFD Alat terapi Kaki Berbasis Arduino

3.5. Pembangkitan Alternatif

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

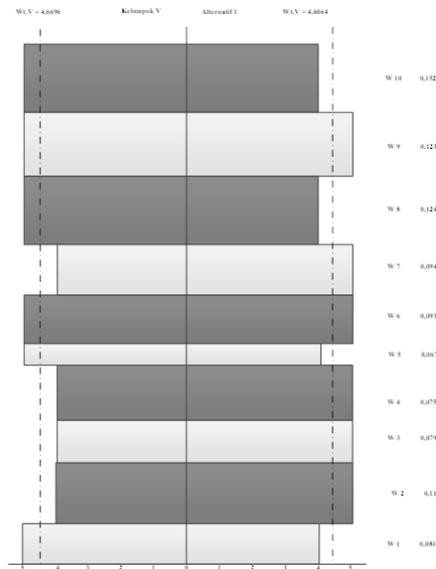
- Identifikasi fungsi-fungsi penting untuk produksi secara luas, tetapi dalam daftar yang tidak terlalu panjang.
- Buat daftar semua hal atau fungsi yang dapat dilakukan. Daftar tersebut berisi gagasan baru atau gagasan sebagai bagian dari solusi yang telah tersedia.
- Berikan peta yang mencakup seluruh sub solusi.
- Cari penggabungan sub solusi agar bisa dilaksanakan [16].
- *Morphological Chart* yang digunakan untuk membangkitkan alternatif bisa diamati pada Tabel 2.

Tabel 2. Metode *Morphological Chart* Produk Alat terapi Kaki Berbasis *Arduino*

	Cara C apai Fungsi			
	1	2	3	4
Warna Produk	Hitam	Cokelat	Abu-abu	Biru
Ukuran Produk	50 × 50 × 10 cm	40 × 40 × 10 cm	60 × 60 × 20 cm	50 × 45 × 20 cm
Berat Produk	600 gr	500 gr	1 kg	750 gr
Motif Produk	Batik	Garis-garis	polkadot	Polos
Daya Baterai	24 V	36 V	12 V	20V
Tipe Adaptor	DC Input	Lightning	Micro USB	USB C
Bahan Produk	Karet	Aluminium	Kain fiber	Stainless
Jenis Sensor	Dikendalikan remote	Sensor Ultrasonik	On-Off Otomatis	Memiliki tombol on-off
Sifat Produk	Portable	Timer	Tahan panas	Anti rust
Sifat Tambahan Produk	Waterproof	Sensor panas	Tahan berat	Anti licin
	Produk Alat Terapi Kaki	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3

3.6. *Evaluasi Alternatif*

Selanjutnya, pilihan yang telah dibuat akan dilaksanakan evaluasi untuk menentukan yang paling sesuai. Di langkah yang ini, metode *weighted objective* digunakan. Metode ini memiliki tujuan membuat perbandingan nilai yang didapatkan dengan mempertimbangkan berbagai bobot tujuan yang mungkin. [17].



Gambar 5. Gantt Chart Pembuatan Produk Alat terapi Kaki Berbasis *Arduino*

Kalkulasi area *gap* untuk *gant chart* dari produk alat untuk terapi kaki dan alternatif 1.

$$\begin{aligned}
 \text{Area gap Produk Alat Terapi Kaki} &= 0,1138 \times (4,6696-4) + 0,0792 \times (4,6696-4) + 0,0755 \times \\
 &\quad (4,6696-4) + 0,0948 \times (4,6696-4) \\
 &= 0,2433 \\
 \text{Luas gap alternatif 1} &= 0,0819 \times (4,6064-4) + 0,0678 \times (4,6064-4) + 0,1249 \times (4,6064-4) + \\
 &\quad 0,1521 \times (4,6064-4) \\
 &= 0,2588
 \end{aligned}$$

Dari analisis perbedaan luas antara produk alat terapi kaki dan alternatif 1, disimpulkan bahwa luas perbedaan produk alat terapi kaki lebih kecil daripada alternatif 1. Oleh karena itu, produk yang dipilih adalah produk dari kelompok alat terapi kaki.

Dari diagram Gantt, dapat diamati bahwa bobot terbesar terletak pada faktor W2, yakni ukuran produk, sedangkan bobot terendah adalah pada faktor W4, yakni motif produk.

3.7. Rincian Perbaikan

Tujuan dari tahap ini adalah peningkatan kualitas produk [18]. Biaya awal dari komponen awal yang bakal dipakai bisa diamati di Tabel 3.

Tabel 3. Harga Bahan Awal yang Digunakan

Bahan	Harga Bahan (Rp)	Jumlah Bahan yang Diperlukan	Total Biaya (Rp)
Kabel Jumper	Rp 10.000/unit	4 unit	Rp 40.000
Breadboard	Rp 26.000/unit	1 unit	Rp 26.000
PCB Motherboard	Rp 20.000 /unit	2 unit	Rp 40.000
Arduino HC-SR04	Rp 15.500/unit	1 unit	Rp 15.500
Mikrokontroler 328P	Rp 60.000 /unit	1 unit	Rp 60.000
Buzzer	Rp 11.000/unit	1 unit	Rp 11.000
Total			Rp 192.500

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.

Hasil dari evaluasi yang dilakukan melalui rekayasa nilai, yang berarti menemukan bahan lainnya yang lebih murah tanpa mengurangi kualitas produk akhir. Hal ini dapat dilakukan dengan mengganti pengendali sensor bertipe *Arduino HC 05* menjadi *Arduino HC-SR04* dan pemroses sinyal rangkaian bertipe *mikrokontroler 8535* menjadi *mikrokontroler 328P*. Setelah dilakukan perubahan pada komponen kabel dan sensor optik maka didapatkan hasil evaluasi harga yang dapat diamati di Tabel 4.

Tabel 4. Evaluasi Harga Komponen produk Alat Terapi Kaki Berbasis *Arduino*

Bahan	Harga Bahan (Rp)	Jumlah Bahan yang Diperlukan	Total Biaya (Rp)
Kabel Jumper	Rp 10.000/unit	4 unit	Rp 40.000
Breadboard	Rp 26.000/unit	1 unit	Rp 26.000
PCB Motherboard	Rp 20.000 /unit	2 unit	Rp 40.000
Arduino HC-SR04	Rp 15.500/unit	1 unit	Rp 15.500
Mikrokontroler 328P	Rp 60.000 /unit	1 unit	Rp 60.000
Buzzer	Rp 11.000/unit	1 unit	Rp 11.000
Total			Rp 192.500

4. Kesimpulan

Perancangan produk alat terapi kaki berbasis *arduino* menggunakan metode 7 langkah Nigel Cross. Klarifikasi tujuan menghasilkan diagram pohon alat terapi kaki berbasis *arduino*. Penetapan fungsi menganalisis fungsi alat terapi kaki berbasis *arduino* dengan menggunakan metode *Black Box*. Hasil berupa delapan atribut *wish* dan dua atribut *demand* diperoleh pada tahapan penetapan kebutuhan. Penentuan karakteristik menghasilkan perkiraan biaya, derajat kepentingan, dan tingkat kesulitan dengan metode QFD yang menjelaskan untuk pembagian karakteristik teknis yang ditetapkan. Pembangkitan alternatif menghasilkan 4 alternatif pilihan spesifikasi dari produk alat terapi kaki berbasis *arduino* dan area pembentukan solusi akan diperbesar dengan penggunaan *Morphological Chart*. Evaluasi alternatif menghasilkan perhitungan bobot relatif setiap alternatif dan perhitungan luas *gap gantt chart* adalah alternatif alat terapi kaki sebesar 0,2433 lebih kecil daripada luas gap alternatif 1 sebesar 0,2588 sehingga produk terpilih adalah produk alternatif alat terapi kaki. Selanjutnya dilakukan evaluasi penurunan harga tanpa mengurangi fungsi produk. Harga yang akan dikeluarkan dalam proses perancangan produk Earpick with UV Light adalah

sebesar Rp 192.500,00. Hasil akhir spesifikasi produk alat terapi kaki berbasis *arduino* memiliki warna hitam, motif garis-garis, berat 1 Kg, daya baterai 24 Volt, tipe adaptor yang digunakan adalah DC Input, berbahan kaet, memiliki sensor *on-off* otomatis, bersifat *portable* dan *waterproof*. Diharapkan produk alat untuk terapi kaki yang menggunakan *arduino* dapat menjadi solusi untuk mengatasi hipertensi dan memberikan kenyamanan lebih bagi penggunanya.

Referensi

- [1] W. Kusriani, R. Sayyidati, and A. Nawawi, "Membangun Alat Terapi Kaki Berbasis Mikrokontroler *Arduino* Menggunakan Bluetooth Smartphone Android," *Jurnal Sains dan Informatika*, vol. 4, no. 2, pp. 112–119, 2018.
- [2] Nurpratiwi and E. Novari, "Pengaruh Rendam Kaki Dengan Air Hangat Terhadap Tekanan Darah Pada Penderita Hipertensi Di Wilayah Sp 4 Setuntung Kecamatan Belitang Kabupaten Sekadau," *Jurnal Inovasi Penelitian*, vol. 17, no. 1, pp. 52–61, 2021.
- [3] A. M. Nizar, "Kabupaten Tulungagung (Influence Feet Reflection Therapy Towards Reducing Blood Pressure in Hypertension Elderly in Campurdarat District , Tulungagung Regency)," *Jurnal Penelitian Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nahdlatul Ulama Tuban*, vol. 4, no. 1, 2017.
- [4] E. Sihotang, "Pengaruh Pijat Refleksi Kaki Terhadap Penurunan Tekanan Darah Pada Penderita Hipertensi Di Kecamatan Medan Tuntungan Tahun 2020," *Jurnal Pandu Husada*, vol. 2, no. 2, p. 98, 2021.
- [5] Hamria, Mien, and M. Saranani, "Hubungan Pola Hidup Penderita Hipertensi Dengan Kejadian Hipertensi Di Wilayah Kerja Puskesmas Batalaiworu Kabupaten Muna," *Jurnal Keperawatan*, vol. 4, no. 1, pp. 17–21, 2020, [Online]. Available: <https://stikesks-kendari.e-journal.id/JK/article/view/239>
- [6] M. Rifai and D. Safitri, "Edukasi Penyakit Hipertensi Warga Dukuh Gebang Kabupaten Gunungkidul," *Jurnal BUDIMAS*, vol. 04, no. 02, pp. 1–6, 2022.
- [7] Linggariyana, E. Trismiyana, and P. D. Furqoni, "Asuhan Keperawatan Dengan Teknik Rendam Kaki Untuk Menurunkan Tekanan Darah Pada Penderita Hipertensi Di Desa Sri Pendowo Lampung Timur," *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 13, no. 1, pp. 104–116, 2023.
- [8] C. D. Widyaswara, T. M. Hardjanti CB, and A. Mahayanti, "Pengaruh Hidroterapi Rendam Kaki Air Hangat terhadap Penurunan Tekanan Darah pada Lansia Hipertensi di Dusun Kembangan, Candibinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta," *Jurnal Keperawatan Klinis dan Komunitas (Clinical and Community Nursing Journal)*, vol. 6, no. 3, p. 145, 2022.
- [9] R. Ginting, "Perancangan Produk," Bandung: Graha Ilmu, 2009.
- [10] Wuisang, Cynthia E.V. 2015. Bagaimana Merancang Arsitektur Dan Menkaji Metode Rancang Arsitek Nigel Cross. *Media Matrasain*, 12(3).
- [11] Edi Supriyanto, dkk. 2018. Perancangan Ulang Body Kit Preamplifier Gitar Bass Elektrik Menggunakan Metode Nigel Cross. *Opsi*. 11. (2)
- [12] W. Khairannur, S. Ariestina, W. O. Simanjuntak, N. Syafitri, and B. E. P. Kembaren, "Kombinasi QFD Dan Nigel Cross untuk Perancangan Halal Tourism di Danau Toba," *Jurnal Riset dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, vol. 7, no. 1, pp. 795–809, Jan. 2023.
- [13] E. Suprayitno, M. Chaeron, and M. K. A. Shodiq, "Perancangan Ulang Body Kit Preamplifier Gitar Bass Elektrik Menggunakan Metode Nigel Cross," *OPSI*, vol. 11, no. 2, pp. 65–77, 2018, [Online]. Available: <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/opsiOPSI±JurnalOptimasiSistemIndustri-XUXVDQ7HNQLNN,QGXVWULL> [14] Ningsih, "Hubungan Media Pembelajaran dengan Peningkatan Siswa Pada Mata Pelajaran PAI di SMP Iptek Sengkol Tangerang Selatan," *Tarbawai: Jurnal Pendidikan Agama Islam*, vol. 6, no. 01, pp. 77–92, 2021, [Online]. Available: <https://journal.unismuh.ac.id/index.php/tarbawi/article/view/4452>
- [14] Edi Suprayitno, dkk. 2018. Perancangan Ulang Body Kit Preamplifier Gitar Bass Elektrik Menggunakan Metode Nigel Cross. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*. 11(2).
- [15] Sulaiman, Fahmi. 2017. Desain Produk : Rancangan Tempat Lilin Multifungsi Dengan Pendekatan 7 Langkah Nigel Cross. *Jurnal Teknovasi*. 4(1)
- [16] Genta Oryza Dharma, dkk. 2018. Perancangan Ulang Headset dan Penutup Mata Untuk Tidur Menggunakan Metode Nigel Cross. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*. 11(1)
- [17] Suryani, Eva dan Muhammad Nursyaifi Yulius. 2017. Konsep Desain Perancangan Alat Bantu Pengisian Saus Tomat. *Seminar Nasional IENACO*