



PAPER – OPEN ACCESS

Pengembangan dan Perancangan Produk NeuroFlex Smart Menggunakan Metode Nigel Cross

Author : Zenica Ardy Lestari, et al
DOI : 10.32734/ee.v9i2.2744
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 9 Issue 2 – 2026 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Pengembangan dan Perancangan Produk *NeuroFlex Smart* Menggunakan Metode *Nigel Cross*

Zenica Ardy Lestari*, Fayiz Afif, Suci Ramadhani

Program Studi Sarjana Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara, Jln. Dr. T. Mansyur No. 9 Padang Bulan, Medan 20155, Indonesia

zenicaardya@student.usu.ac.id, fayizafif@student.usu.ac.id, suciramadhani24@student.usu.ac.id

Abstrak

NeuroFlex Smart merupakan produk inovatif berupa sandal terapi pintar yang dirancang untuk membantu proses rehabilitasi pasien stroke, khususnya dalam meningkatkan kemampuan berjalan. Produk ini mengintegrasikan fungsi utama dan tambahan, seperti sensor pemulihan otot, sensor tekanan berbasis getaran, serta fitur voice guideline untuk membantu distribusi beban kaki secara optimal. Proses perancangan menggunakan metode Nigel Cross yang meliputi tahapan klarifikasi tujuan, penetapan fungsi, penyusunan kebutuhan, penentuan karakteristik, pembangkitan alternatif, evaluasi alternatif, hingga pengembangan solusi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa atribut produk didominasi oleh kategori *wish* (W) sebanyak 9 dan *demand* (D) sebanyak 1, yang menandakan kesesuaian rancangan dengan kebutuhan konsumen. Berdasarkan analisis QFD dan AHP, atribut yang memiliki tingkat kepentingan tinggi meliputi berat produk, usia pakai, dan kekuatan material. Spesifikasi produk meliputi material karet (polimer), warna hitam, ukuran *all size*, sumber energi baterai, berat 300 gram per kaki, desain ergonomis, serta permukaan anti slip. Hasil evaluasi alternatif menggunakan metode *weighted objective* menunjukkan bahwa alternatif terbaik adalah rancangan kelompok XII/A dengan nilai performansi 4,6242. Selain itu, melalui pendekatan *value engineering*, biaya produksi berhasil dioptimalkan dari Rp200.000 menjadi Rp190.000 tanpa mengurangi kualitas fungsi. Dengan demikian, NeuroFlex Smart memiliki potensi sebagai alat bantu rehabilitasi yang fungsional, ergonomis, dan kompetitif di pasar.

Kata Kunci: Nigel Cross; NeuroFlex Smart; Perancangan Produk;

Abstract

NeuroFlex Smart is an innovative product in the form of smart therapy sandals designed to assist in the rehabilitation process of stroke patients by providing comfort, flexibility, and real-time foot condition monitoring. This product integrates various main and additional features into one system, such as pressure sensors, muscle recovery sensors, and a voice guideline feature. The design process is carried out using Nigel Cross's method, which consists of the stages of clarifying objectives, establishing functions, compiling requirements, determining characteristics, and developing design solutions. This method is used to produce product designs that are systematic, directed, and in accordance with user needs. Research results show that most of the product attributes have met consumer needs, with a wish (W) value of 9 and a demand (D) value of 1. The product specifications include rubber (polymer) material, black color, and size adjustable to fit feet (all size), Battery-powered energy source, weighing 300 grams per foot, ergonomic design, and anti-slip surface texture. Additional features include a muscle recovery sensor, vibration-based pressure sensor, and voice guidance to help distribute foot load optimally. The NeuroFlex Smart product is designed to meet consumer needs, especially for stroke patients during walking therapy, and has high competitive potential in the market. The integration of sensor technology and interactive guidance systems provides significant added value, making this product worthy of further development as a functional and innovative rehabilitation aid.

Keywords: Nigel Cross; NeuroFlex Smart; Product Design

1. Pendahuluan

Dinamika perkembangan teknologi yang semakin pesat menuntut adanya inovasi dalam bidang kesehatan, khususnya dalam proses rehabilitasi pasien. Salah satu permasalahan yang sering terjadi adalah kesulitan berjalan pada penderita stroke, yang membutuhkan alat bantu terapi untuk meningkatkan efektivitas pemulihan fungsi motorik[1]. Oleh karena itu, diperlukan suatu perangkat yang tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu, tetapi juga mampu memberikan kenyamanan, efisiensi, serta pemantauan kondisi pasien secara *real-time*[2]. Dalam proses rehabilitasi, terapi berjalan menjadi salah satu metode utama untuk mengembalikan kemampuan motorik pasien stroke. Namun, keterbatasan alat bantu yang ada saat ini sering kali belum mampu

memberikan umpan balik secara langsung kepada pengguna maupun tenaga medis. Hal ini menyebabkan proses evaluasi terapi menjadi kurang optimal[3]. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan alat bantu yang dilengkapi dengan teknologi sensor untuk mendukung proses pemantauan dan evaluasi terapi secara lebih akurat. Sandal terapi pintar seperti *NeuroFlex Smart* dirancang sebagai solusi inovatif yang mengintegrasikan teknologi sensor tekanan, sistem pemantauan berbasis mikrokontroler, serta fitur panduan suara interaktif[4]. Teknologi ini memungkinkan pengguna untuk memperoleh informasi mengenai distribusi beban kaki dan pola langkah secara *real-time*, sehingga dapat membantu meningkatkan efektivitas terapi berjalan. Selain itu, penggunaan material yang ergonomis dan desain yang nyaman juga menjadi faktor penting dalam mendukung keberhasilan proses rehabilitasi[5]. Seiring dengan perkembangan teknologi di bidang biomekanika dan rehabilitasi medis, kebutuhan akan alat bantu terapi yang praktis, portabel, dan berbasis teknologi semakin meningkat. Produk *NeuroFlex Smart* diharapkan mampu menjadi solusi yang tidak hanya meningkatkan kenyamanan pengguna, tetapi juga memberikan nilai tambah melalui fitur pemantauan dan panduan terapi secara interaktif. Dengan demikian, perancangan produk ini bertujuan untuk menghasilkan alat bantu terapi yang efektif, efisien, serta mampu memenuhi kebutuhan pengguna secara optimal[6].

Metode *nigel cross* merupakan suatu metode perancangan yang menggabungkan aspek prosedural dan struktural dalam proses desain. Metode ini menekankan tahapan perancangan yang sistematis dan terarah, sehingga setiap langkah dapat dilakukan secara runtut sesuai tujuan yang ingin dicapai[7]. Langkah-langkah dalam metode *nigel cross* yang digunakan meliputi klarifikasi tujuan, penetapan fungsi, penyusunan kebutuhan, dan penetapan karakteristik. Tahapan-tahapan tersebut digunakan untuk menghasilkan rancangan produk yang sistematis, terarah, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna[8]. Selanjutnya, perancangan produk *NeuroFlex Smart* dikembangkan melalui proses analisis dan perancangan desain menggunakan *software SolidWorks*. Untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan kebutuhan konsumen, diperlukan penerapan metode *Quality Function Deployment* (QFD) sebagai pendekatan dalam menerjemahkan kebutuhan pengguna ke dalam spesifikasi teknis produk[9]. *Quality Function Deployment* (QFD) merupakan metode terstruktur yang digunakan dalam perencanaan dan pengembangan produk untuk mengidentifikasi serta menetapkan spesifikasi berdasarkan kebutuhan dan keinginan konsumen[10]. Metode ini juga memungkinkan evaluasi secara sistematis terhadap kemampuan produk atau jasa dalam memenuhi harapan konsumen. Dalam penerapannya, pengendalian mutu produk berfokus pada suara konsumen (*voice of customer*), sehingga produk yang dihasilkan lebih sesuai dengan kebutuhan pasar[11]. Keunggulan QFD terletak pada kemampuannya mengakomodasi keinginan konsumen, sehingga dapat meningkatkan tingkat kepuasan pengguna terhadap produk yang dikembangkan[12].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang produk *NeuroFlex Smart* dengan menggunakan metode *nigel cross* agar sesuai dengan kebutuhan dan keinginan konsumen, serta menghasilkan spesifikasi akhir yang mencakup material, fungsi, dan fitur produk[13]. Selain itu, perancangan ini diharapkan mampu menghasilkan produk yang efektif dan efisien dalam membantu proses rehabilitasi, khususnya bagi penderita stroke, serta memiliki daya saing di pasar dengan kualitas yang baik.

2. Metodologi Penelitian

Tahapan perancangan dan pengembangan produk *NeuroFlex Smart* dengan menggunakan metode *nigel cross* dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Perancangan Produk dengan Metode *Nigel Cross*

No	Tahapan Perancangan	Metode yang Relevan	Tujuan
1	Mengidentifikasi kebutuhan konsumen	Kuesioner terbuka	Memperoleh masukan dari konsumen sebagai dasar dalam memahami kebutuhan awal pengguna
2	Mengidentifikasi preferensi konsumen	Kuesioner tertutup	Mengubah kebutuhan konsumen menjadi data yang terukur dan dapat dianalisis
3	Klarifikasi tujuan (<i>Clarifying Objectives</i>)	<i>Objectives Tree</i>	Mengelompokkan dan memperjelas tujuan perancangan produk secara sistematis
4	Penetapan fungsi (<i>Establishing Function</i>)	Analisis fungsional	Menentukan fungsi-fungsi utama serta batasan sistem produk
5	Penyusunan kebutuhan (<i>Setting Requirements</i>)	<i>Performance Specification</i>	Menetapkan spesifikasi kinerja produk berdasarkan kebutuhan konsumen
6	Penetapan karakteristik (<i>Determining Characteristics</i>)	<i>Quality Function Deployment</i> (QFD)	Menerjemahkan kebutuhan konsumen ke dalam karakteristik teknis produk
7	Pembangkitan alternatif (<i>Generating Alternatives</i>)	<i>Morphological Chart</i>	Menghasilkan berbagai alternatif solusi desain yang potensial
8	Evaluasi Alternatif (<i>Evaluating Alternatives</i>)	<i>Weighted Objective</i>	Menentukan dan Mengevaluasi alternatif terbaik
9	Pengembangan rancangan (<i>Improving Details</i>)	Rekayasa nilai (<i>Value Engineering</i>)	Menyempurnakan desain produk agar lebih efisien dan optimal

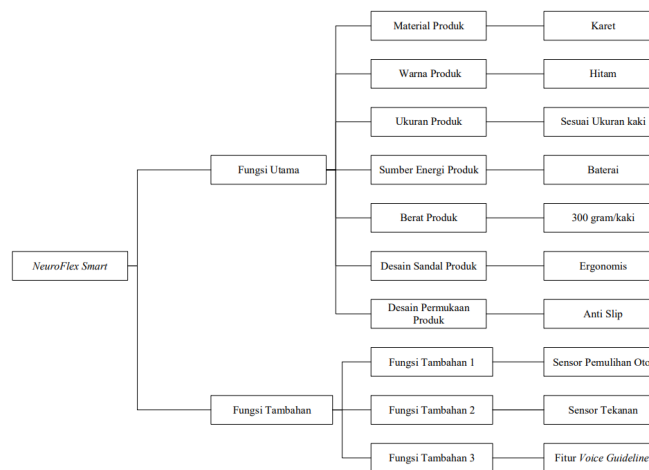
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Spesifikasi Produk Akhir

Berdasarkan hasil perancangan menggunakan metode Nigel Cross, diperoleh spesifikasi akhir produk NeuroFlex Smart yang telah disesuaikan dengan kebutuhan konsumen. Produk menggunakan material karet (polimer) dengan warna hitam dan ukuran *all size* yang menyesuaikan bentuk kaki pengguna. Sumber energi menggunakan baterai dengan berat ± 300 gram per kaki, sehingga tetap ringan dan nyaman digunakan. Dari sisi desain, produk memiliki bentuk ergonomis dengan permukaan anti slip untuk meningkatkan keamanan saat digunakan. Selain itu, produk dilengkapi fitur sensor pemulihan otot, sensor tekanan berbasis getaran, serta *voice guideline* yang berfungsi membantu distribusi beban kaki secara presisi. Spesifikasi ini menunjukkan bahwa produk tidak hanya memenuhi aspek kenyamanan, tetapi juga mendukung fungsi rehabilitasi secara optimal.

3.2. Klarifikasi Tujuan (Clarifying Object)

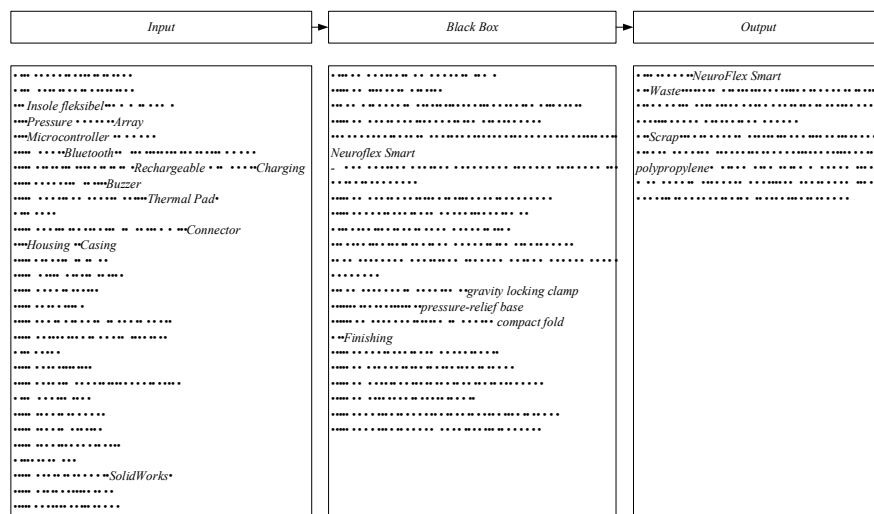
Klarifikasi tujuan dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan tujuan perancangan produk secara sistematis menggunakan *objectives tree*. Tahap ini menghasilkan tujuan utama yaitu merancang alat terapi kaki yang ergonomis, nyaman, dan fungsional, serta tujuan turunan seperti efisiensi penggunaan, keamanan, dan kemudahan operasional.



Gambar 1. Diagram Pohon Tujuan NeuroFlex Smart

3.3. Penetapan Fungsi (Establishing Function)

Penetapan fungsi bertujuan untuk menentukan fungsi utama dan fungsi pendukung produk serta batasan sistem. Fungsi utama produk adalah sebagai alat bantu rehabilitasi kaki, sedangkan fungsi pendukung meliputi sensor tekanan, pemulihan otot, dan *voice guideline*.



Gambar 2. Fungsi Rancangan Black Box

3.4. Penyusunan Kebutuhan (Setting Requirement)

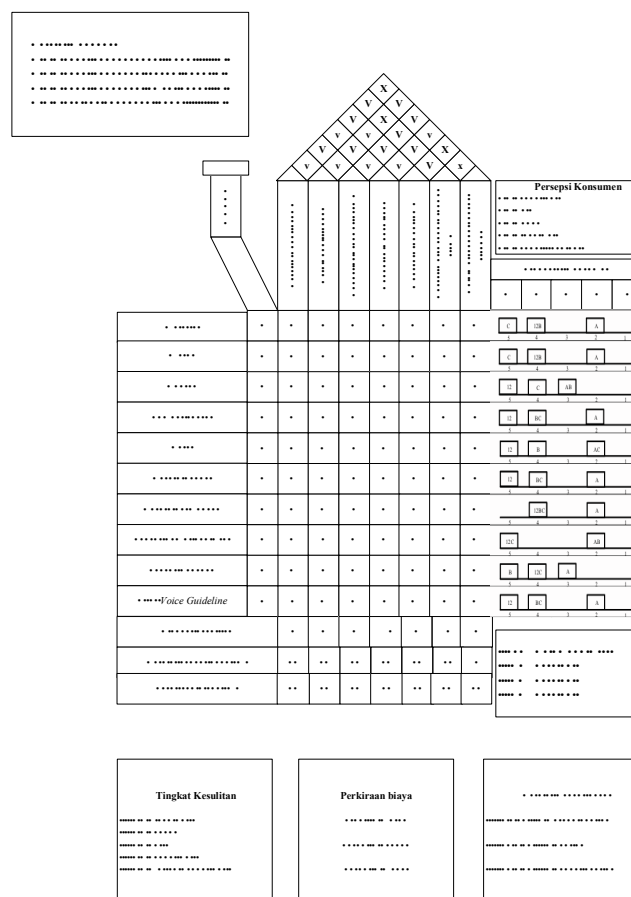
Penyusunan kebutuhan dilakukan berdasarkan hasil kuesioner untuk menetapkan atribut dan spesifikasi performansi produk. Atribut yang diperoleh mencakup material, warna, ukuran, sumber energi, berat, desain ergonomis, permukaan anti slip, serta fitur sensor dan *voice guideline*.

Tabel 2. Spesifikasi Produk *NeuroFlex Smart*

No	Hasil <i>Brainstorming</i>	D/W	Hasil Kuesioner
1.	Material polimer	W	Karet
2.	Berwarna coklat	W	Hitam
3.	Ukuran <i>All Size</i>	W	Sesuai Ukuran Kaki
4.	Berenergi Baterai	W	Baterai
5.	Berat sandal 300 gram	D	300 gram/kaki
6.	Berbentuk lonjong	W	Ergonomis
7.	Tekstur Permukaan anti slip	W	Anti Slip
8.	Fitur pemulihan sensor	W	Pemulihan Otot
9.	Fitur sensor tekanan	W	Getaran
10.	Fitur mendistribusi beban kaki <i>Voice Guidance</i>	W	Beban presisi

3.5. Penetapan Karakteristik (Determining Characteristics)

Penetapan karakteristik dilakukan menggunakan metode QFD untuk menerjemahkan kebutuhan konsumen ke dalam parameter teknis. Hasilnya berupa *House of Quality* yang menjadi dasar pengembangan desain produk.



Gambar 3. *Quality Function Development (QFD) NeuroFlex Smart*

3.6. Pembangkitan Alternatif (Generating Alternatives)

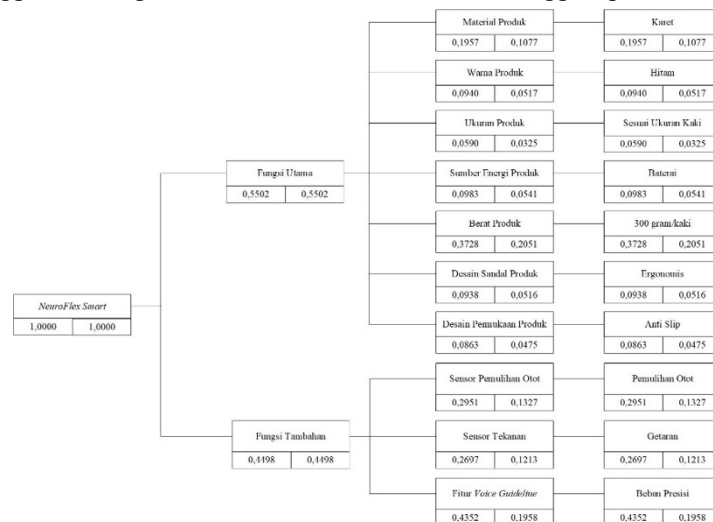
Pembangkitan alternatif dilakukan menggunakan *morphological chart* untuk menghasilkan beberapa kombinasi solusi desain berdasarkan variasi material, ukuran, energi, dan fitur.

Tabel 3. Kombinasi Solusi Rancangan produk *NeuroFlex Smart*

No.	Fungsi	Cara Mencapai Fungsi		
		1	2	3
1.	Material	Polimer	Karet	Plastik
2.	Warna	Biru	Putih	Coklat
3.	Ukuran	36	38	39
4.	Sumber Energi	Listrik	Baterai	Power Bank
5.	Berat	150 gram	200 gram	300 gram
6.	Desain Sandal	Ergonomis	Nyaman	Ergonomis
7.	Desain Permukaan	Anti Slip	Anti Licin	Berat
8.	Sensor Pemulihan Otot	Pemulihan Otot	Pemulihan Saraf	Pemulihan Otot
9.	Sensor Tekanan	Getaran	Getaran	Getaran
10.	Fitur Voice Guideline	Perlu	Tidak perlu	Perlu
		Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3

3.7. Evaluasi Alternatif (Evaluating Alternatives)

Evaluasi alternatif dilakukan melalui metode pembobotan untuk menentukan rancangan terbaik dari beberapa alternatif yang dihasilkan. Proses ini mempertimbangkan tingkat kepentingan setiap kriteria berdasarkan kebutuhan konsumen, sehingga diperoleh nilai preferensi untuk masing-masing alternatif. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa desain utama memiliki nilai $W_t.v$ sebesar 4,6242, lebih tinggi dibandingkan alternatif 3 sebesar 3,9437, sehingga dipilih sebagai rancangan terbaik.

Gambar 4. Hasil Pembobotan Produk *NeuroFlex Smart*

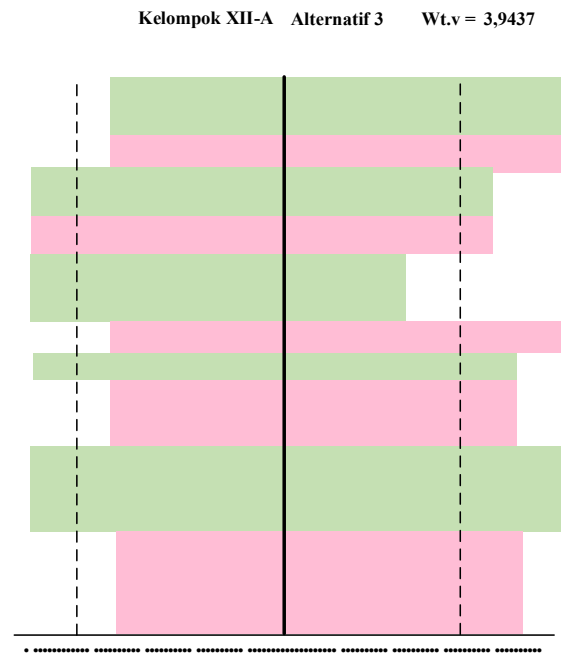
Untuk memperjelas perbandingan kontribusi setiap kriteria terhadap masing-masing alternatif, hasil pembobotan divisualisasikan dalam bentuk diagram Gantt. Visualisasi ini memudahkan dalam mengidentifikasi perbedaan nilai serta dominasi kriteria pada setiap alternatif secara lebih komprehensif.

3.8. Pengembangan Rancangan (Improving Details)

Pengembangan rancangan dilakukan untuk menyempurnakan desain produk agar lebih optimal ditinjau dari aspek fungsi, kenyamanan, dan kinerja. Tahapan ini meliputi identifikasi komponen penyusun, penentuan spesifikasi, serta analisis karakteristik teknis produk. Hasil pengembangan rancangan produk *NeuroFlex Smart* disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Biaya Bahan Produk *NeuroFlex Smart*

Komponen / Alat	Harga Komponen (Rp)	Jumlah Komponen yang digunakan	Total Biaya (Rp)
Insole fleksibel	Rp25.000 / paket	1 Paket	Rp25.000
Solder & Timah	Rp20.000 / paket	1 Paket	Rp20.000
Sensor Array	Rp40.000 / unit	1 unit	Rp40.000
Microcontroller	Rp20.000 / unit	1 Unit	Rp20.000
Baterai	Rp15.000 / unit	2 Unit	Rp30.000
Speaker mini	Rp25.000 / set	1 Set	Rp25.000
Mini PCB	Rp15.000 / unit	1 Unit	Rp15.000
Casing ABS	Rp25.000 / unit	1 Unit	Rp25.000
Total			Rp.200.000

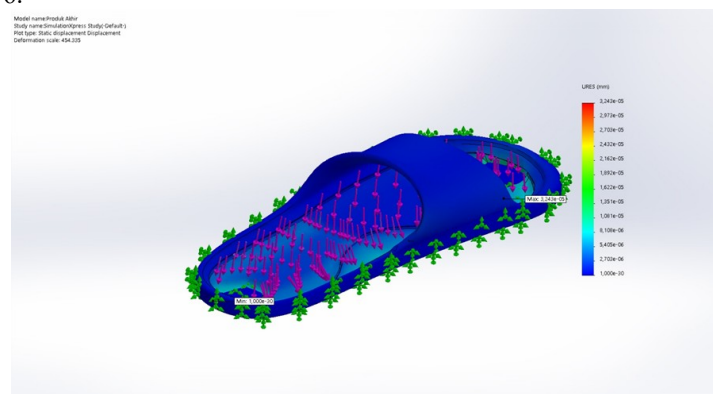


Gambar 5. Gantt Chart

Biaya setelah dilakukan modifikasi (*modify*) melalui penyesuaian pemilihan komponen dan material menunjukkan adanya efisiensi biaya. Hal ini dapat dilihat dari perbandingan total biaya sebelum dan sesudah pengembangan rancangan, dimana biaya awal mengalami penurunan pada biaya akhir. Dengan demikian, terjadi penghematan biaya yang menunjukkan bahwa proses pengembangan melalui rekayasa nilai (*value engineering*) mampu menghasilkan desain yang lebih efisien tanpa mengurangi fungsi utama produk *NeuroFlex Smart*.

3.9. Simulasi dengan Software SolidWorks

Perancangan produk menggunakan *software SolidWorks* dilakukan untuk memvisualisasikan karakteristik fisik serta desain produk sebelum direalisasikan, sehingga dapat meminimalkan potensi kesalahan desain. Hasil perancangan produk *NeuroFlex Smart* disajikan pada Gambar 6.

Gambar 6. Study Results Produk *NeuroFlex Smart*

Dari hasil *mass properties* dan *SimulationXpress* dapat diperoleh kesimpulan bahwa dari hasil *mass properties* diperoleh massa sebesar 33,639 gram dan volume sebesar 33.639 mm³ dan dari hasil *SimulationXpress* didapatkan bahwa produk *NeuroFlex Smart* memiliki *Tensile strength* sebesar 2,21e+07 N/m². Secara umum, *tensile strength* merupakan kemampuan maksimum suatu material dalam menahan gaya tarik sebelum mengalami kerusakan atau putus. Semakin besar nilai *tensile strength*, maka material tersebut semakin kuat dan tidak mudah mengalami kerusakan saat digunakan. Sebaliknya, jika nilainya lebih kecil, maka material akan lebih mudah mengalami kegagalan struktur ketika diberikan beban, sehingga kekuatannya relatif lebih rendah.

4. Kesimpulan

Berdasarkan tahapan metode *nigel cross*, perancangan produk *NeuroFlex Smart* dilakukan secara sistematis mulai dari klarifikasi tujuan yang menetapkan arah desain sebagai alat terapi kaki yang nyaman dan fungsional, hingga penetapan fungsi yang mencakup fungsi utama sebagai alat bantu rehabilitasi serta fungsi tambahan berupa sensor tekanan, sensor pemulihan otot, dan *voice guideline*. Pada tahap penyusunan kebutuhan diperoleh sejumlah atribut yang merepresentasikan kebutuhan konsumen, yang kemudian menjadi dasar dalam pengembangan spesifikasi produk. Selanjutnya, melalui penetapan karakteristik, kebutuhan tersebut diterjemahkan ke dalam spesifikasi teknis seperti material karet (polimer), desain ergonomis, berat ± 300 gram, serta fitur berbasis sensor dan sistem elektronik pendukung. Tahap pembangkitan alternatif menghasilkan beberapa kombinasi desain yang kemudian dibandingkan, dimana hasil evaluasi menunjukkan bahwa rancangan kelompok memiliki nilai *Wt.v* sebesar 4,6242 lebih tinggi dibandingkan alternatif 3 sebesar 3,9437, sehingga dipilih sebagai desain terbaik. Selain itu, berdasarkan pembobotan kriteria, W5 memiliki bobot tertinggi sebesar 0,2051 sehingga menjadi faktor paling berpengaruh, sedangkan W3 memiliki bobot terendah sebesar 0,0325 sehingga pengaruhnya relatif kecil.

Pada tahap pengembangan rancangan, dilakukan penyempurnaan desain melalui pendekatan rekayasa nilai (*value engineering*) dengan mengoptimalkan pemilihan komponen dan material tanpa mengurangi fungsi utama produk. Total biaya yang dibutuhkan dalam pengembangan produk *NeuroFlex Smart* adalah sebesar Rp200.000, yang menunjukkan bahwa produk dapat direalisasikan dengan biaya yang relatif efisien. Terakhir, pada tahap simulasi menggunakan *software SolidWorks*, diperoleh massa produk sebesar 33,639 gram dan volume sebesar 33.639 mm³, serta nilai *tensile strength* sebesar $2,21 \times 10^7$ N/m² yang menunjukkan bahwa produk memiliki kekuatan material yang cukup baik dalam menahan beban selama penggunaan.

References

- [1] S. Berampu, S. Sarah, and K. Harefa, "Pengaruh Core Stability Exercise Dan Telefisioterapi Terhadap Keseimbangan Berjalan Pasien Pasca Stroke Iskemik The Effect Of Core Stability Exercise And Telephysiotherapy On The Walking Balance Of Post-Ischemic Stroke Patients," no. c.
- [2] A. Hidayah, M. Rhesa, P. Studi, I. Keolahragaan, U. N. Makassar, and J. W. Kusuma, "Teknologi Rehabilitasi Cerdas untuk Pemulihan Cedera Olahraga : Tinjauan dari Perspektif Fisioterapi Smart Rehabilitation Technology for Sports Injury Recovery : A Review from a Physiotherapy Perspective," vol. 6, no. 4, pp. 1788–1795, 2025.
- [3] A. B. Humairoh, D. A. Ningsih, and R. P. Damayanti, "Perancangan Sistem Telemonitoring Kesehatan Pasien Rawat Jalan Berbasis IoT Menggunakan ESP32," vol. 2, no. 1, pp. 90–97, 2026.
- [4] L. D. Mustafa, A. M. Imamuddin, and Y. Isnomo, "Telemonitoring alat fisioterapi pasien pasca stroke berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Eltek*, vol. 19, no. 2, pp. 39–47, 2021, doi: 10.33795/eltek.v19i2.281.
- [5] S. Ramdani, M. Z. Arifin, and S. Sujono, "Alat Bantu Berjalan Tunanetra Berbasis Mikrokontroler Arduino," *Saintekbu*, vol. 13, no. 02, pp. 22–32, 2021, doi: 10.32764/saintekbu.v13i02.665.
- [6] C. Mahardika Ranukusuma, T. Herawati, and U. Indonesia, "Aplikasi Virtual Reality Dalam Rehabilitasi Ekstremitas Atas Pasien Post Stroke: Literature Review," *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia*, vol. 7, no. 1, pp. 886–893, 2023.
- [7] E. Suprayitno, M. Chaeron, and M. S. A. Khannan, "Perancangan Ulang Body Kit Preamplifier Gitar Bass Elektrik Menggunakan Metode Nigel Cross," *Opsi*, vol. 11, no. 2, p. 150, 2018, doi: 10.31315/opsi.v11i2.2556.
- [8] O. Access, "Product Design of Massage Cap by Using Nigel Cross Approach Product Design of Massage Cap by Using Nigel Cross Approach," 2020, doi: 10.1088/1757-899X/1003/1/012007.
- [9] I. R. Chinsa, D. Wulandari, F. Y. Utama, and D. Riandadari, "Pengembangan Desain Helm Berstandar SNI dengan Pendekatan Quality Function Deployment (QFD)," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 9, no. 01, pp. 255–262, 2024, doi: 10.26740/jrm.v9i01.61895.
- [10] N. Hairiyah, M. Kiptiah, and B. K. Fituwana, "Penerapan Quality Function Deployment (Qfd) Untuk Peningkatan Kinerja Industri Amplang Berdasarkan Kepuasan Pelanggan," *Agrointek : Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, vol. 15, no. 4, pp. 1099–1113, 2021, doi: 10.21107/agrointek.v15i4.10744.
- [11] N. C. Method, R. Ginting, A. Ishak, and A. T. Purba, "Design of Anti Overload Bag product with the Nigel Cross Approach Design of Anti Overload Bag product with the Nigel Cross Approach," 2020, doi: 10.1088/1757-899X/1003/1/012011.
- [12] R. Ginting *et al.*, "(1) , 2) , 3)," vol. 19, no. 2, pp. 1–9, 2017.
- [13] R. Hidayat and M. Anggraini, "Penerapan Metode Quality Function Deployment (Qfd) Dalam Pengembangan," vol. 6, no. 1, 2022.