



PAPER – OPEN ACCESS

Perancangan Tri-Path Sandal: Visual Laser sebagai Solusi Post-Stroke Spasticity dengan Metode Nigel Cross

Author : Sarah Lerosa Aritonang, et al
DOI : 10.32734/ee.v9i2.2763
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



Perancangan *Tri-Path Sandal*: Visual Laser sebagai Solusi *Post-Stroke Spasticity* dengan Metode *Nigel Cross*

Sarah Lerosa Aritonang, Venus Amanda Riady, Sufrianto Surbakti

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

sarahartg28@gmail.com, amandariady481@gmail.com, suprisurbakti429@gmail.com

Abstrak

Tri-Path Sandal merupakan inovasi sandal terapi yang didesain untuk mempermudah kehidupan pasien pasca-*stroke* terutama dalam mengembalikan kemampuan mereka untuk berjalan dengan normal serta melatih kekuatan otot kaki. Penelitian ini memiliki tujuan yakni mendesain dan mengembangkan produk *Tri-Path Sandal* dengan menggunakan metode *Nigel Cross*. *Tri-Path Sandal* dilengkapi dengan visual laser yang membantu dalam memandu langkah pengguna, *auditory feedback clicker* yang berfungsi sebagai pendeteksi langkah, dan juga *resistance band* yang berfungsi untuk melatih otot kaki pada posisi duduk. Proses desain dilakukan menggunakan pendekatan metode rasional *Nigel Cross* yang terdiri dari tujuh langkah yang saling terintegrasi, yaitu klarifikasi tujuan, penetapan fungsi, penyusunan kebutuhan, penentuan karakteristik, pembangkitan alternatif, evaluasi alternatif, serta pengembangan rancangan akhir. Dengan tujuan mengonfirmasi produk telah sesuai dengan keperluan konsumen, digunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) untuk menginterpretasi keinginan konsumen menjadi karakteristik teknis, serta *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk menentukan prioritas atribut berdasarkan preferensi konsumen. Penyelesaian akhir desain dilakukan menggunakan metode *value engineering*, yang berhasil memangkas biaya produksi dari Rp689.500 menjadi Rp264.500 tanpa mengurangi kualitas produk. *Tri-Path Sandal* menjadi solusi yang inovatif, nyaman, dan ekonomis bagi pasien pasca-*stroke* yang memiliki kesulitan dalam mobilisasi.

Kata Kunci: Kekakuan Otot; Pasca-*Stroke*; *Nigel Cross*

Abstract

Tri-Path Sandal is an innovative therapeutic sandal designed to simplify the lives of post-stroke patients, especially in restoring their ability to walk normally and training leg muscle strength. This research is done in hopes of developing the *Tri-Path Sandal* product using the *Nigel Cross* method. *Tri-Path Sandal* is equipped with a visual laser that helps guide the user's steps, an auditory feedback clicker that functions as a step detector, and also a resistance band that functions to train leg muscles in a sitting position. The process was accomplished using the *Nigel Cross* rational method which is made of seven integrated steps, namely clarifying goals, determining functions, compiling needs, determining characteristics, generating alternatives, evaluating alternatives, and developing the final design. With the goal of ensuring that the product is in accordance with consumer needs, *Quality Function Deployment* (QFD) is used to interpret user desires into technical characteristics, and the *Analytical Hierarchy Process* (AHP) to determine attribute priorities according to consumer preferences. The final design was completed using the value engineering method, which has in succession reduced production costs from Rp689,500 to Rp264,500 without reducing product functionality. *Tri-Path Sandal* is an innovative, comfortable, and economical solution for post-stroke patients who have difficulty mobilizing.

Keywords: Muscle Stiffness; Post-Stroke; *Nigel Cross*

1. Pendahuluan

Stroke adalah hilangnya fungsi saraf secara mendadak yang disebabkan oleh terganggunya aliran darah ke otak, baik akibat penyumbatan maupun pendarahan. Penyakit ini dapat menyebabkan kecacatan dan memiliki tingkat kematian yang tinggi. [1]. Selama bertahun-tahun, *stroke* telah menjadi masalah yang menakutkan bagi masyarakat di Indonesia dan di seluruh dunia, khususnya bagi para lansia. Program rehabilitasi adalah layanan kesehatan terpadu yang memadukan pendekatan medis, edukasi, dan psikososial untuk memaksimalkan kemampuan fungsional serta mencegah serangan berulang. Proses ini memerlukan sinergi antara tim medis, pasien, dan keluarga sebagai pendukung utama. [2]. Kondisi ini diperparah oleh tingginya angka penderita *stroke* yang mengalami gangguan pola jalan (*gait disorder*) [3], dimana penelitian menunjukkan bahwa pemberian *auditory feedback*

dapat meningkatkan parameter langkah pasien *stroke* secara signifikan [4]. Namun, kebutuhan yang sangat besar akan alat bantu rehabilitasi saat ini tidak terjangkau bagi sebagian besar orang karena tingginya biaya alat rehabilitasi tersebut [5]. Dalam beberapa tahun terakhir, alat bantu jalan impor semakin berkembang, namun keterbatasan akses akibat harga yang tinggi menjadi kendala. Oleh karena itu, untuk membantu pemulihan pasien *stroke*, diperlukan inovasi dalam bentuk alat bantu yang terjangkau dan efisien. [6].

Produk merupakan elemen penting dalam memenuhi kebutuhan pengguna, sehingga perancangannya harus didasarkan pada pemahaman terhadap kebutuhan tersebut. Hal ini menjadi dasar dalam pengembangan *Tri Path Sandal* yang difokuskan pada kebutuhan pasien pasca *stroke* agar lebih efektif dan mudah diterima pengguna [7]. Penerapan ergonomi dalam perancangan produk berperan penting dalam meningkatkan kenyamanan dan penerimaan pengguna, yang sejalan dengan pendekatan *nigel cross* yang berfokus pada kebutuhan pengguna dalam proses desain [8].

Kompetisi pasar mengharuskan adanya produk dengan nilai tambah unik serta kualitas yang mencakup aspek fungsionalitas, ketahanan, kemandirian komponen, dan kenyamanan pengguna. Pada era modern, aspek desain suatu produk telah bertransformasi menjadi parameter utama bagi konsumen dalam melakukan evaluasi sebelum memutuskan pembelian [9]. Kombinasi antara reputasi produk di pasar, nilai ekonomis, dan kualitas memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keinginan konsumen untuk melakukan pembelian. Dalam pengembangan *Tri-Path Sandal*, aspek ini sangat diperhatikan dengan cara memastikan respons pasar tetap positif melalui kualitas fitur yang sesuai kebutuhan pasien *stroke*. Dengan menghadirkan fungsi yang tepat dan harga yang kompetitif, diharapkan keputusan pembelian terhadap sandal ini tetap tinggi, sehingga inovasi alat bantu kesehatan ini dapat terus berkembang secara berkelanjutan di pasar [10].

Proses perancangan *nigel cross*, yang menggabungkan rencana pengembangan dengan tujuh langkah sistematis, digunakan untuk merancang produk *Tri-Path Sandal* secara rasional. [11], metode *nigel cross* mendukung integrasi kebutuhan pengguna dan solusi teknis dalam perancangan desain [12]. Adapun tujuh langkah *nigel cross* yaitu klarifikasi tujuan, penetapan fungsi, penetapan kebutuhan, penentuan karakteristik, pembangkitan alternatif, evaluasi alternatif, dan rincian perbaikan [13].

Metode *nigel cross* adalah pendekatan sistematis dalam perancangan dan pengembangan yang memecah masalah utama menjadi sub-masalah yang berfokus dengan menyelaraskan unsur-unsur prosedural dan struktural. Penerapan metode *nigel cross* pada *Tri-Path Sandal* diawali dengan klarifikasi tujuan untuk menciptakan alat rehabilitasi pola jalan yang presisi melalui pemetaan pohon tujuan. Tahap penetapan fungsi dilakukan menggunakan analisis *black box* untuk mengonversi gerakan kaki menjadi umpan balik sensorik, yang dilanjutkan dengan penyusunan kebutuhan guna memastikan standar performa seperti bobot ringan dan akurasi sensor. Selanjutnya, dilakukan penetapan karakteristik untuk menentukan target teknis material yang aman, serta pembangkitan alternatif melalui *morphological chart* untuk mengeksplorasi berbagai posisi komponen. Seluruh rancangan kemudian melalui evaluasi alternatif dengan guna memilih desain paling ergonomis. Proses diakhiri dengan rincian perbaikan pada estetika dan standarisasi lainnya untuk memastikan produk siap digunakan secara efektif [14].

Tujuan perancangan *Tri-Path Sandal* menggunakan metode *nigel cross* adalah untuk menghasilkan desain alat bantu rehabilitasi yang rasional, terstruktur, dan tepat sasaran. Melalui pendekatan sistematis ini, proses desain tidak hanya mengandalkan intuisi, tetapi didasarkan pada analisis kebutuhan pasien *stroke* guna memastikan produk memiliki fungsi medis yang akurat, spesifikasi teknis yang aman, serta biaya produksi yang tetap ekonomis bagi masyarakat [15].

2. Metode Penelitian

Riset ini menerapkan pendekatan *Nigel Cross* yang diawali dengan proses penentuan kebutuhan konsumen melalui survei menggunakan kuisioner terbuka dan tertutup, serta kuisioner AHP untuk memperoleh informasi mengenai skala penilaian konsumen dalam konteks penilaian atau harapan dari kebutuhan konsumen. Beberapa tahapan yang perlu dilakukan pada perancangan suatu produk menggunakan metode *Nigel Cross* sebagai berikut.

2.1. Klarifikasi Tujuan

Klarifikasi tujuan dilakukan untuk memperjelas sasaran desain agar hasil akhirnya sesuai dengan ekspektasi. Tahapan ini menggunakan metode pohon tujuan untuk menentukan daftar target secara bertingkat, mulai dari level tertinggi hingga level yang lebih rinci. Dengan pemetaan ini, perancang memiliki panduan visual yang jelas mengenai arah pengembangan produk sejak awal proses [16].

2.2. Penetapan Fungsi

Penetapan fungsi dilaksanakan setelah tujuan dipastikan. Perancang harus menentukan fungsi-fungsi teknis yang diinginkan serta batasan-batasan dalam merancang produk. Melalui *black box*, fokus diarahkan pada fungsi esensial (*input* dan *output*) tanpa terbebani oleh pemilihan komponen fisik di awal. Hal ini memberikan fleksibilitas bagi perancang dalam menentukan mekanisme kerja alat yang paling efisien [16].

2.3. Menyusun Kebutuhan

Penyusunan kebutuhan merupakan tahap ketiga yang bertujuan menciptakan spesifikasi teknis yang akurat melalui metode *Performance Specification Model*. Perancang mengidentifikasi atribut performa yang diinginkan dan menetapkan standar atau

tingkatan operasi yang harus dipenuhi. Proses ini sangat penting untuk memastikan bahwa produk memiliki parameter kualitas yang terukur dan jelas [16].

2.4. Penetapan Karakteristik

Penetapan karakteristik dilakukan untuk menetapkan sasaran teknis yang perlu diraih agar produk dapat memenuhi keinginan pengguna. Dengan menetapkan karakteristik teknik yang spesifik, perancang dapat memastikan bahwa setiap elemen rancangan memiliki fungsi yang tepat guna dan mampu memberikan kepuasan maksimal bagi pengguna akhir [17].

2.5. Pembangkitan Alternatif

Pembangkitan alternatif memiliki fungsi dan tujuan untuk menghasilkan solusi rancangan alternatif melalui metode *Morphological Chart*. Dengan menetapkan berbagai fungsi penting dan sub-solusi yang memungkinkan, perancang dapat mengidentifikasi berbagai kombinasi ide baru. Tahapan ini mendorong terciptanya alternatif desain yang kreatif dan memperluas cakupan pencarian solusi di luar konsep-konsep konvensional [18].

2.6. Evaluasi Alternatif

Evaluasi alternatif dilakukan untuk menentukan solusi yang terbaik menggunakan metode *Weighted Objective*. Cara ini membandingkan nilai manfaat dari setiap usulan rancangan berdasarkan bobot kepentingan dari tujuan yang telah ditetapkan. Hasilnya adalah keputusan yang objektif dalam menentukan rancangan terbaik untuk dikembangkan lebih lanjut [18].

2.7. Rincian Perbaikan

Rincian perbaikan berfokus pada penyempurnaan dan modifikasi detail terhadap rancangan yang telah terpilih. Tujuannya adalah untuk meningkatkan nilai produk bagi pembeli, mengoptimalkan kinerja teknis, mengurangi bobot, serta menekan biaya produksi. Melalui perbaikan detail ini, produk diharapkan memiliki daya tarik yang lebih tinggi dan lebih ekonomis untuk tim produksi [19].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Spesifikasi Atribut Hasil Kuisioner Terbuka

Spesifikasi atribut *Tri-Path Sandal* berdasarkan hasil kuisioner terbuka ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Tabulasi Kuisioner Terbuka

Atribut	Keterangan
Model	<i>Slip-on</i>
Material	Busa
Warna Laser	Merah
Warna Produk	Hitam
Posisi Laser	Di atas
Ukuran	42
Jenis Pengait	<i>Adjustable</i>
Sumber Energi	Baterai
Fitur Pembantu	Penanda Langkah
Posisi <i>Resistance Band</i>	Belakang

3.2. Tingkat Kepentingan Produk

Nilai tingkat kepentingan produk diperoleh dari pengumpulan data menggunakan kuesioner tertutup. Data tingkat kepentingan produk ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tingkat Kepentingan Produk

No.	Kriteria			Tingkat Kepentingan			
	Primer	Sekunder	Tersier	<i>Tri-Path Sandal</i>	Pesaing I	Pesaing II	Pesaing III
1.		Model	<i>Slip-on</i>	5	5	4	5
2.		Material	Kayu	5	4	4	4
3.	Fungsi Utama	Warna Laser	Merah	5	5	3	5
4.		Warna Produk	Hitam	5	3	4	3
5.		Ukuran	42	4	5	4	5
6.		Sumber Energi	Baterai	4	4	3	4

3.5. Penyusunan Kebutuhan

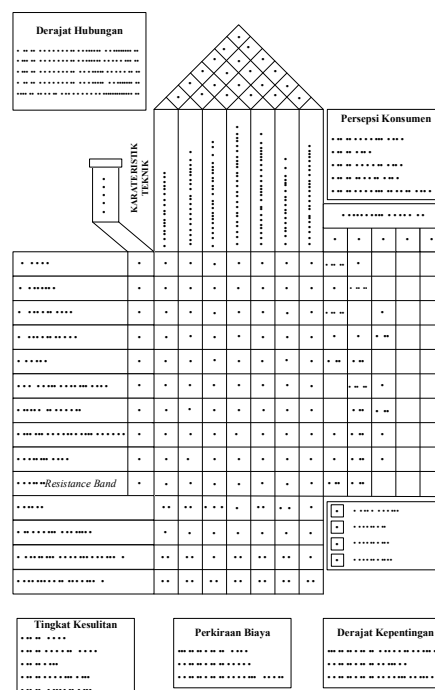
Tri-Path Sandal dirancang secara khusus untuk memfasilitasi pemulihan mobilitas pasien pasca-stroke saat sesi terapi maupun aktivitas harian di dalam ruangan. Berdasarkan spesifikasi rancangannya, produk ini memuat total 10 atribut yang mencakup 3 spesifikasi fungsional mutlak (*Demand*) dari konsumen dan 7 fitur tambahan (*Wish*) dari perancang. Proporsi fitur tambahan yang lebih tinggi dibandingkan kebutuhan mutlak ($W > D$) ini menunjukkan tingkat kemahiran perancang yang baik, karena tidak sekadar memenuhi tuntutan dasar fungsional produk, tetapi juga berhasil mengeksplorasi dan memberikan lebih banyak nilai tambah pada rancangan tersebut.. Hasil penyusunan kebutuhan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Penyusunan Kebutuhan

No.	Hasil <i>Brainstorming</i>	D/W	Kuisisioner Terbuka
1.	Produk bermodel <i>slip-on</i>	W	Produk bermodel <i>slip-on</i>
2.	Material terbuat dari EVA foam	D	Material terbuat dari kayu
3.	Laser berwarna biru	D	Laser berwarna merah
4.	Produk berwarna hitam	W	Produk berwarna hitam
5.	Posisi laser di atas	W	Posisi laser di atas
6.	Ukuran produk 41	D	Ukuran produk 42
7.	Pengait berjenis <i>adjustable</i>	W	Pengait berjenis <i>adjustable</i>
8.	Sumber energi dari baterai kancing	W	Sumber energi dari baterai
9.	Menggunakan penanda langkah	W	Menggunakan penanda langkah
10.	Posisi <i>resistance band</i> di belakang	W	Posisi <i>resistance band</i> di belakang

3.6. Penetapan Karakteristik

Penetapan karakteristik dengan metode *Quality Function Deployment* (QFD) bertujuan menyelaraskan desain produk dengan ekspektasi pengguna agar berdaya saing tinggi. Tahapan pelaksanaannya dimulai dari identifikasi kebutuhan pelanggan yang kemudian ditransformasikan ke dalam spesifikasi teknis perancangan. *Quality Function Deployment* (QFD) *Tri-Path Sandal* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. House of Quality Tri-Path Sandal

3.7. Pembangkitan Alternatif

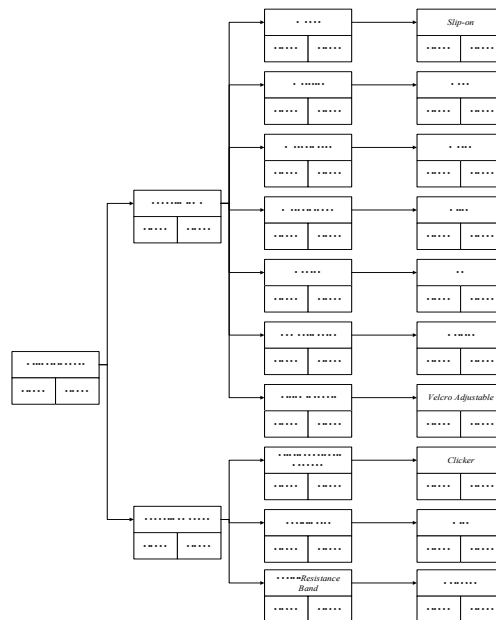
Tahap pembangkitan alternatif dilakukan untuk merumuskan variasi jawaban desain terhadap permasalahan yang ada pada *Tri-Path Sandal*. Seluruh opsi yang terkumpul kemudian dijadikan acuan dasar dalam proses pemilihan rancangan akhir terbaik. *Morphological chart* solusi rancangan *Tri-Path Sandal* dapat dilihat di Tabel 4.

Tabel 4. *Morphological Chart* Tri-Path Sandal

No.	Fungsi	Cara Mencapai Fungsi		
		1	2	3
1	Model	<i>Slip-on</i>	<i>Flip-flops</i>	<i>Platform</i>
2	Material	Busa	Kayu	Karet
3	Warna Laser	Biru	Hijau	Merah
4	Warna Produk	Putih	Coklat	Hitam
5	Ukuran	40	41	42
6	Sumber Energi	Panel surya	Piezoelektrik	Baterai
7	Sistem Pengait	<i>Velcro adjustable</i>	<i>Zipper</i>	<i>Snap button</i>
8	Fitur Pendeteksi Langkah	<i>Padding</i>	<i>Clicker</i>	<i>Hotspot</i>
9	Posisi Laser	Atas	Samping	Bawah
10	Posisi Resistance Band	Belakang	Samping	Depan
		Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3

3.8. Evaluasi Alternatif

Evaluasi lanjutan dilakukan kepada opsi-opsi dari *Morphological Chart* guna menentukan alternatif rancangan yang paling optimal. Tahapan penyeleksian ini menggunakan metode yang relevan terhadap beban objektif, di mana rincian bobot relatif untuk masing-masing atribut ditunjukkan pada Gambar 4.



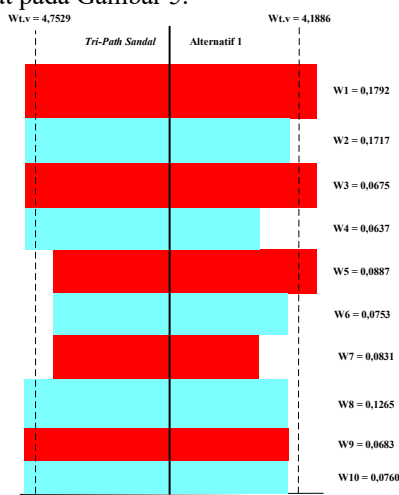
Gambar 4. Nilai Bobot Relatif Masing-Masing Atribut

Perbandingan nilai kepentingan bobot alternatif dari setiap atribut untuk setiap alternatif dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Kepentingan Bobot Alternatif

Produk	Nilai (v)	Wt.v
<i>Tri-Path Sandal</i>	47	4,7529
Alternatif I	41	4,1886
Alternatif II	37	3,7384
Alternatif III	41	4,1886

Proses perhitungan untuk masing-masing alternatif dilakukan melalui perkalian antara bobot atribut produk dan nilai relatif dari tahap sebelumnya. Total penjumlahan dari hasil perkalian tersebut menunjukkan bahwa rancangan *Tri-Path Sandal* berhasil memperoleh nilai maksimal sebesar 4,7529. Oleh karena itu, alternatif 1 dipilih sebagai solusi rancangan akhir sebab capaian nilainya sebesar 4,1886 merupakan yang paling mendekati standar tertinggi tersebut. Adapun profil nilai perbandingan alternatif *Tri-Path Sandal* dan Alternatif 1 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Nilai Perbandingan Relatif Masing-Masing Atribut

Berdasarkan perhitungan, luas *gap Tri-Path Sandal* (0,1860) terbukti lebih kecil dibandingkan dengan Alternatif 1 (0,2721), sehingga *Tri-Path Sandal* ditetapkan sebagai rancangan terpilih. Selanjutnya, berdasarkan analisis grafik pembobotan, atribut dengan bobot tertinggi adalah model (W1), sementara bobot terendah adalah warna produk (W4). Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa rancangan *Tri-Path Sandal* memiliki performansi yang lebih unggul daripada Alternatif 1..

3.9. Pengembangan Rancangan

Tahap pengembangan rancangan menghasilkan penyesuaian pada estimasi biaya akhir produk. Rincian perbandingan harga sebelum dan sesudah penyesuaian tersebut ditunjukkan pada Tabel 6.

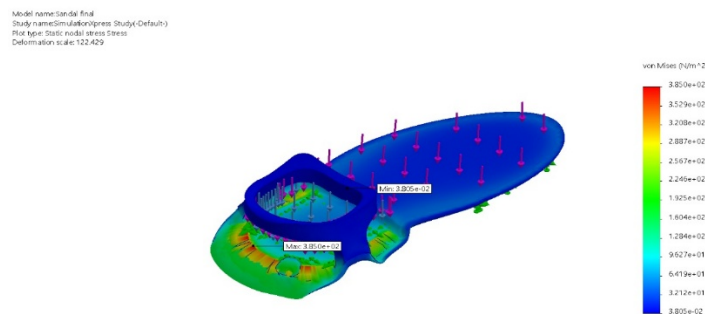
Tabel 6. Harga Produk *Tri-Path Sandal*

No.	Biaya	Harga Komponen (Rp)
1.	Harga Awal	689.500
2.	Harga Akhir	264.500

Proses evaluasi pada pembuatan *Tri-Path Sandal* berhasil menekan biaya produksi melalui eliminasi penggunaan alat bor listrik dan gunting. Tindakan efisiensi tahapan perakitan ini berdampak signifikan pada penurunan harga akhir produk, yakni dari harga awal Rp689.500,- turun menjadi Rp264.500,-.

3.10. Simulasi Produk dengan Software SolidWorks

Simulasi rancangan melalui perangkat lunak *SolidWorks* dilakukan guna mengevaluasi kekuatan struktural sekaligus menganalisis kesesuaian pergerakan (*motion study*) antar komponen penyusunnya. Adapun visualisasi dari hasil simulasi tersebut disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Simulasi Produk

Berdasarkan analisis *Mass Properties*, rancangan *Tri-Path Sandal* memiliki spesifikasi massa sebesar 360,49 gr dan volume 0,0039 m³. Sementara itu, hasil pengujian struktural menggunakan fitur *SimulationXpress* menunjukkan bahwa rancangan ini memiliki kekuatan tarik (*tensile strength*) sebesar 2e+07 N/m². Berdasarkan hasil analisis *mass properties* dan *SimulationXpress*, rancangan *Tri-Path Sandal* terbukti ringan sekaligus kuat, serta dari hasil *tensile strength* mengindikasikan bahwa material tidak mudah rusak dan sangat aman untuk digunakan.

4. Kesimpulan

Nigel Cross adalah sebuah metode dalam disiplin perancangan dan pengembangan produk yang mengintegrasikan strategi-strategi *marketing* produk dengan metode sistematis menggunakan tujuh langkah, yaitu klarifikasi tujuan, penetapan fungsi, penyusunan kebutuhan, penentuan karakteristik, pembangkitan alternatif, evaluasi alternatif, serta pengembangan rancangan akhir. Riset ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan produk *Tri-Path Sandal* dengan menggunakan metode *Nigel Cross*. Atas dasar hasil riset yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa metode yang dipilih dalam menyelesaikan permasalahan memiliki perbedaan dari metode peneliti dan ilmuwan. Perancangan *Tri-Path Sandal* diinisiasi dengan klarifikasi tujuan menggunakan grafik pohon tujuan untuk mengetahui dan menentukan target utama dan juga subtujuan secara bertingkat. Setelah itu, dilakukan penetapan fungsi menggunakan *black box diagram* untuk memahami cara kerja produk dengan meneliti dan mempelajari hubungan masukan-keluaran. Kemudian, penyusunan kebutuhan dilakukan dengan menetapkan atribut-atribut pada produk yang berpatokan pada hasil *brainstorming* dan kuesioner terbuka untuk menentukan limitasi jawaban yang dapat diterima. Pada penentuan karakteristik, metode *Quality Function Deployment* (QFD) digunakan dengan menginterpretasikan keperluan pengguna sehingga menjadi karakteristik teknis, digunakan juga matriks rumah mutu atau yang dapat juga disebut *House of Quality*. Lalu, pada tahap pembangkitan alternatif, dirumuskan seperangkat kemungkinan dalam bentuk tabel *morphological chart* untuk setiap atribut produk. Pada tahap evaluasi alternatif, digunakan metode nilai bobot relatif untuk memilih seperangkat jawaban terbaik berdasarkan skala kepentingan konsumen. Pada tahap akhir perancangan produk, dimanfaatkan metode *value engineering* untuk menyempurnakan rancangan dalam aspek nilai ekonomisnya, sehingga biaya pembuatan berhasil dipangkas dari Rp689.500 menjadi Rp264.500 tanpa menurunkan fungsionalitas dan kualitas produk. Pada tahap akhir desain, diperoleh desain produk *Tri-Path Sandal* yang telah disempurnakan dengan spesifikasi model *slip-on*, material kayu, warna laser merah, warna produk hitam, ukuran 42, sumber energi berupa baterai kancing, sistem pengait *velcro adjustable*, fitur pendeteksi langkah berupa *auditory feedback clicker*, fitur penuntun langkah berupa visual laser, dan fitur pelatih otot berupa *resistance band*.

References

- [1] N. Kadek Diah Purnamayanti *et al.*, "Aplikasi Latihan Rentang Gerak dengan Berbagai Pendekatan Pada Pasien Stroke," *Jurnal Kesehatan*, vol. 3, no. 1, pp. 22-34, 2020.
- [2] R. Mustofa, R. Ismail, and B. Setiyana, "Perancangan dan Pengembangan Produk Alat Terapi Jari untuk Membantu Proses Rehabilitasi Pasien Pasca Stroke," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 10, no. 2, pp. 145-150, 2022.
- [3] A. Rahmadhani Kaban *et al.*, "Hubungan Status Fungsional dengan Kualitas Hidup Pasien Pasca Stroke," *Jurnal Keperawatan Bunda Delima*, vol. 7, no. 2, pp. 27-33, 2025.

- [4] G. Bin Song and H. Jeong Ryu, "Effects of Gait Training with Rhythmic Auditory Stimulation on Gait Ability in Stroke Patients," *Journal of Physical Therapy Science*, vol. 28, no. 5, pp. 1403-1406, 2016.
- [5] H. Manalu, D. Angin, and T. Gultom, "Alat Bantu Sepeda Tangan Otomatis Pasien Stroke Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Media Elektro*, vol. 14, no. 2, pp. 97 - 106, 2025.
- [6] W. Wahid Muttaqin *et al.*, "Pengembangan Alat Bantu Jalan (ABJS) Pada Pasien Stroke di Kabupaten Cilacap," *Sains Indonesiana: Jurnal Ilmiah Nusantara*, vol. 3, no. 1, pp. 1-6, 2025.
- [7] E. Suprayitno *et al.*, "Perancangan Ulang Body Kit Preamplifier Gitar Bass Elektrik Menggunakan Metode Nigel Cross," *Optimasi Sistem Industri*, vol. 11, no. 2, pp. 150-160, 2018.
- [8] G. Budi Pratama *et al.*, "Ergonomic Product Design: An Empirical Study on The Influencing Factors to Use and to Buy," *Strategic Design Research Journal*, vol. 15, no. 3, pp. 248-261, 2023.
- [9] M. Suari *et al.*, "Pengaruh Kualitas Produk dan Desain Produk Terhadap Keputusan Pembelian," *Bisma: Jurnal Manajemen*, vol. 5, no. 1, pp. 26-33, 2019.
- [10] M. Sari and U. Soebiantoro, "Pengaruh Kualitas Produk, Persepsi Harga dan Citra Merek Terhadap Keputusan Pembelian Produk Teh Gelas di Kota Surabaya," *Jurnal EKOMBIS*, vol. 10, no. 2, pp. 851-858, 2022.
- [11] R. Dwi Putera, A. Setya Pradana, K. Muhammad, and A. Rahman Sari Nurhidayat, "Platelet Lysate Nusantara (PL-NUSA) Product Packaging Design Using The Nigel Cross Approach," *Jurnal Ilmiah Dinamika Rekayasa*, vol. 21, no. 1, pp. 29-40, 2025.
- [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: Riset dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, vol. 7, no. 1, pp. 795-809, 2023.
- [13] A. Malik *et al.*, "Rancang Bangun Alat Penjernih Air Tipe Portable Menggunakan Metode Nigel Cross," *JUTIN: Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, vol. 6, no. 4, pp. 1147-1152, 2023.
- [14] G. Oryza Dharma *et al.*, "Perancangan Ulang Headset dan Penutup Mata untuk Tidur Menggunakan Metode Nigel Cross," *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, vol. 11, no.1, pp.65-77, 2018.
- [15] A. Dewantoro *et al.*, "Analisa dan Perancangan Desain Produksi," *Jurnal Ilmu Teknik dan Komputer*, vol. 3, no. 2, pp. 80-86, 2019.
- [16] R. Ginting, A. Ishak, and L. D. Etaniya, "Product Design of a Multifunctional Wheelchair Using Nigel Cross Approach," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1003, no. 1, pp. 1-10, 2020.
- [17] R. Ginting, R. Silalahi, and M. A. Marunduri, "The Conceptual Integration of Quality Function Deployment and Value Engineering for Product Development: A Case Study of Water Dispenser," *International Journal of Technology*, vol. 16, no. 1, pp. 124-135, 2025.
- [18] R. Ginting, A. Ishak, N. Sihombing, and M. Ramadhan, "Design of Anti Overload Bag product with the Nigel Cross Approach," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1003, no. 1, pp. 1-11, 2020.
- [19] R. Ginting, A. Ishak, and J. Ricky, "Product Design of Massage Cap by Using Nigel Cross Approach," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1003, no. 1, pp. 1-10, 2020.