



PAPER – **OPEN ACCESS**

Perancangan Produk Ortho-Rest dengan Metode Nigel Cross

Author : Aulia Myeisah, et al
DOI : 10.32734/ee.v9i2.2758
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 Produk Ortho-Rest dengan Metode Nigel Cross

Aulia Myeisah*, Arcelina Rezeki Sianturi, Keisya Nawai Putri Karya

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

auiamyeisah27@gmail.com, arcelinarezekisianturi@gmail.com, keisyanawaiputrikarya2006@gmail.com

Abstrak

Permasalahan fraktur pada ekstremitas atas umumnya memerlukan penggunaan alat bantu seperti *arm sling* dalam proses pemulihan. Namun, penggunaan alat tersebut dalam jangka waktu tertentu dapat menimbulkan ketidaknyamanan, khususnya nyeri pada area leher akibat distribusi beban yang tidak merata. Selain itu, masih terbatasnya produk yang mampu membantu proses pemulihan fraktur secara ergonomis menjadi tantangan dalam pengembangan alat bantu yang lebih optimal. Karena itu, perlu dikembangkan inovasi produk yang mampu meningkatkan kenyamanan dan stabilitas pengguna. Penelitian ini menggunakan metode *Nigel Cross* sebagai pendekatan sistematis dalam perancangan produk Ortho-Rest. Tahapan metode meliputi penentuan sasaran perancangan, identifikasi fungsi produk, perumusan kebutuhan, pengembangan berbagai opsi desain, serta proses evaluasi rancangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk Ortho-Rest mampu memenuhi kebutuhan pengguna dengan menghadirkan desain ergonomis yang dapat menopang lengan, mengurangi beban pada leher, dan meningkatkan kenyamanan selama penggunaan serta memiliki estimasi harga sebesar Rp 1.093.000, sehingga produk ini diharapkan menjadi solusi efektif dalam membantu proses pemulihan fraktur.

Kata Kunci: Ergonomis; Fraktur; Metode Nigel Cross; Ortho-Rest; Perancangan

Abstract

Fractures of the upper extremities generally require the use of assistive devices such as arm slings during the recovery process. However, prolonged use of these devices can cause discomfort, particularly neck pain due to uneven load distribution. In addition, the limited availability of products that ergonomically support fracture recovery presents a challenge in developing more optimal assistive devices. Therefore, an innovative product is needed to improve user comfort and stability. This study applies the Nigel Cross method as a systematic approach in designing the Ortho-Rest product. The method includes stages such as defining objectives, determining functions, specifying requirements, developing alternatives, and conducting design evaluation. The results show that the Ortho-Rest product is able to meet user needs by providing an ergonomic design that supports the arm, reduces neck load, and increase comfort during use and has an estimated price of IDR 1,093,000, so this product is anticipated to serve as an effective solution in supporting the fracture recovery process.

Keywords: Ergonomic; Fracture; Nigel Cross Method; Ortho-Rest; Design

1. Pendahuluan

Fraktur pada ekstremitas atas umumnya membutuhkan *arm sling* sebagai alat bantu pemulihan. Namun, pemakaian dalam waktu tertentu sering menimbulkan ketidaknyamanan, terutama nyeri di leher akibat beban yang tidak tersebar merata [1]. Gangguan muskuloskeletal, terutama nyeri leher, memiliki prevalensi yang tinggi (sekitar 80%), cenderung meningkat, dan dapat berkembang menjadi kondisi kronis akibat postur tubuh yang tidak tepat, sehingga diperlukan solusi yang lebih ergonomis [2]. Keluhan muskuloskeletal biasanya timbul karena ketegangan otot yang berlebih akibat postur kerja kurang tepat serta beban kerja yang tinggi dalam durasi panjang [3]. Kondisi ini menunjukkan perlunya solusi yang lebih ergonomis agar kenyamanan pengguna meningkat. Beberapa upaya yang bisa dilakukan antara lain menambahkan bantalan pada *arm sling*, menggunakan material yang lebih ringan, serta mengembangkan alat bantu tambahan untuk menopang lengan dengan lebih baik. Selain itu, penggunaan

penopang berbasis meja juga dapat membantu mendistribusikan beban sehingga tekanan pada leher berkurang. Dari berbagai alternatif tersebut, dikembangkan produk Ortho-Rest sebagai penyangga lengan yang diharapkan mampu meningkatkan kenyamanan dan stabilitas selama masa pemulihan [4].

Produk dapat diartikan sebagai segala sesuatu yang dipasarkan untuk mengakomodasi kebutuhan dan keinginan konsumen. Dari sudut pandang konseptual, produk merupakan hasil pemikiran produsen yang disusun dengan mempertimbangkan tujuan organisasi, kebutuhan pengguna, kemampuan yang dimiliki, serta daya beli pasar [5]. Perancangan produk adalah suatu rangkaian proses yang diawali dengan kajian terhadap persepsi serta potensi pasar, kemudian berlanjut sampai pada tahap produksi, pemasaran, serta penyaluran produk kepada konsumen [6].

Metode *Nigel Cross* digunakan dalam perancangan produk Ortho-Rest sebagai alternatif selain *Quality Function Deployment*. QFD sendiri adalah pendekatan yang mentransformasikan kebutuhan pelanggan dikonversi menjadi spesifikasi teknis dalam proses desain. Sementara itu, metode *Nigel Cross* menggabungkan unsur prosedural dan struktural dalam proses perancangan, serta mengaitkan masalah dan submasalah secara sistematis dan bertingkat. Pendekatan ini menekankan pada pemenuhan kebutuhan konsumen [7]. Dalam penelitian ini, metode tersebut meliputi tujuh tahapan inti, yaitu penetapan tujuan untuk menetapkan arah perancangan, penentuan fungsi produk, penyusunan kebutuhan sebagai dasar spesifikasi, penetapan karakteristik guna menentukan target teknis, pengembangan alternatif desain, evaluasi alternatif untuk memilih yang terbaik, serta tahap penyempurnaan atau perbaikan desain [8].

Data penelitian dikumpulkan melalui penyebaran kuesioner *Analytic Hierarchy Process* (AHP) kepada responden untuk menilai tingkat kepentingan antar kriteria dalam perancangan produk. AHP merupakan metode pengambilan keputusan yang menggunakan perbandingan berpasangan antar kriteria dengan skala tertentu untuk menentukan prioritas. Hasil kuesioner kemudian diolah guna memperoleh bobot tiap kriteria, yang selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam memilih alternatif desain terbaik [9].

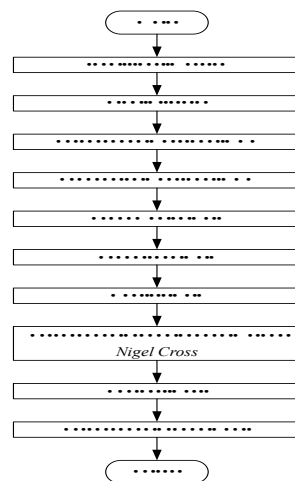
Quality Function Deployment dapat diartikan sebagai metode terstruktur dalam proses perencanaan dan pengembangan produk maupun jasa yang mendukung tim merumuskan kebutuhan serta harapan konsumen secara jelas, sekaligus menilai kemampuan produk dalam memenuhinya secara sistematis. Pendekatan ini berfokus pada mengidentifikasi keinginan pelanggan dan menerjemahkannya secara tepat ke dalam desain teknis, proses manufaktur, hingga perencanaan produksi [10]. *House of Quality* merupakan elemen utama dalam metode *Quality Function Deployment* yang tersusun atas beberapa komponen, seperti kebutuhan pelanggan, *planning matrix*, respons teknis, *relationship matrix*, korelasi teknis, dan *technical matrix*. HoQ berfungsi untuk mengubah aspirasi pelanggan (*voice of customer*) menjadi spesifikasi teknis produk [11].

Flow Process Chart adalah peta menggambarkan seluruh kegiatan dalam suatu proses kerja, baik yang tergolong produktif (operasi dan inspeksi) maupun tidak produktif (transportasi, menunggu, dan penyimpanan), dengan uraian kegiatan secara rinci dari awal hingga akhir proses [12]. *Flow Process Chart* (FPC) digunakan dalam perancangan produk Ortho-Rest untuk memetakan alur produksi secara terstruktur serta membantu menganalisis efisiensi tiap tahap, sehingga aktivitas yang tidak bernilai tambah dapat diminimalkan.

Simulasi pada penelitian ini dilakukan menggunakan *SolidWorks*. Simulasi merupakan teknik untuk meniru proses dari sistem nyata dengan bantuan perangkat lunak, sehingga perilaku sistem pada kondisi tertentu dapat dianalisis. Metode ini membantu dalam pengambilan keputusan terhadap sistem yang diusulkan tanpa harus mengubah sistem asli. Selain itu, simulasi memberikan keuntungan seperti memungkinkan *trial and error*, menghemat waktu pengujian, lebih efisien biaya, mendorong solusi yang kreatif, serta memungkinkan pengamatan sistem secara menyeluruh [13]. *SolidWorks* merupakan perangkat lunak CAD yang digunakan untuk membuat gambar, merancang, serta menguji material sebelum tahap produksi. Software ini memungkinkan pembuatan desain secara cepat dan akurat, serta menghasilkan model virtual dalam bentuk dua maupun tiga dimensi [14].

2. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian adalah pendekatan yang tersusun secara sistematis untuk membantu peneliti menjawab rumusan masalah dan untuk mewujudkan tujuan yang telah ditentukan. Pada dasarnya, metodologi penelitian merupakan pendekatan ilmiah dalam mengumpulkan data yang memiliki sasaran serta kegunaan tertentu. Sementara itu, penelitian sendiri merupakan proses penyelidikan untuk menemukan kebenaran dan membuktikan suatu fenomena melalui aktivitas intelektual, seperti menggali pengetahuan baru, memperbaiki, serta meluruskan kesalahan pemahaman. Dalam pelaksanaannya, setiap penelitian memerlukan metode sebagai metode pengumpulan serta pengolahan data yang disesuaikan dengan tujuan penelitian [15].



Gambar 1. Flow Chart Tahapan Penelitian Produk Ortho-Rest

Dalam proses proses desain produk dengan pendekatan *Nigel Cross*, terdapat beberapa langkah-langkah yang perlu dilalui, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan Perancangan Produk Menggunakan Metode *Nigel Cross*

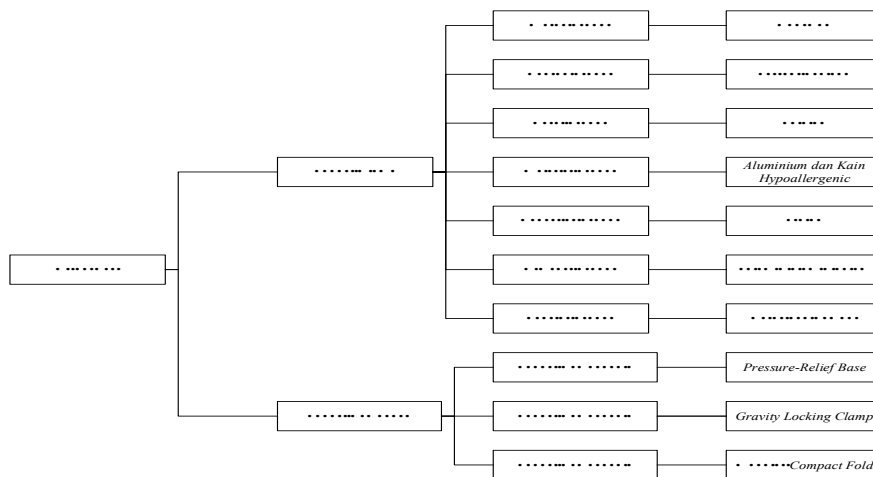
No.	Jenis Tahap	Fungsi
1.	Klarifikasi Tujuan	Menentukan dan memperjelas sasaran utama perancangan serta strategi pemasaran yang ingin dicapai.
2.	Penetapan Fungsi	Menentukan fungsi-fungsi utama yang harus dimiliki produk serta menetapkan batasan sistem.
3.	Menyusun Kebutuhan	Mengidentifikasi dan menyusun kebutuhan yang harus dipenuhi oleh produk menjadi spesifikasi teknis yang lebih detail dan terukur sebagai acuan dalam proses desain.
4.	Penentuan Karakteristik	Menentukan karakteristik teknis produk yang harus dicapai agar dapat memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen.
5.	Pembangkitan Alternatif	Menghasilkan berbagai alternatif solusi desain dengan mengkombinasikan berbagai elemen menggunakan metode seperti <i>Morphological Chart</i> , sehingga muncul ide-ide inovatif.
6.	Evaluasi Alternatif	Membandingkan setiap alternatif desain berdasarkan kriteria tertentu menggunakan metode seperti <i>Weighted Objective</i> , untuk memilih solusi terbaik yang paling sesuai dengan tujuan.
7.	Rincian Perbaikan	Melakukan penyempurnaan atau modifikasi desain yang sudah ada, seperti meningkatkan kualitas, mengurangi biaya, memperbaiki tampilan, dan meningkatkan daya tarik produk.

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini, perancangan produk Ortho-Rest dilakukan dengan pendekatan *Nigel Cross* yang mencakup tujuh tahap inti, meliputi penetapan tujuan, identifikasi fungsi, perumusan kebutuhan, penentuan karakteristik, pengembangan alternatif, evaluasi alternatif, serta tahap perbaikan. Seluruh tahapan dilaksanakan secara sistematis agar menghasilkan rancangan yang selaras dengan kebutuhan konsumen serta memiliki fungsi dan kinerja yang optimal. Hasil tiap tahap kemudian dianalisis dan disajikan secara terstruktur pada subbab berikutnya.

3.1. Klarifikasi Tujuan (*Clarifying Objectives*)

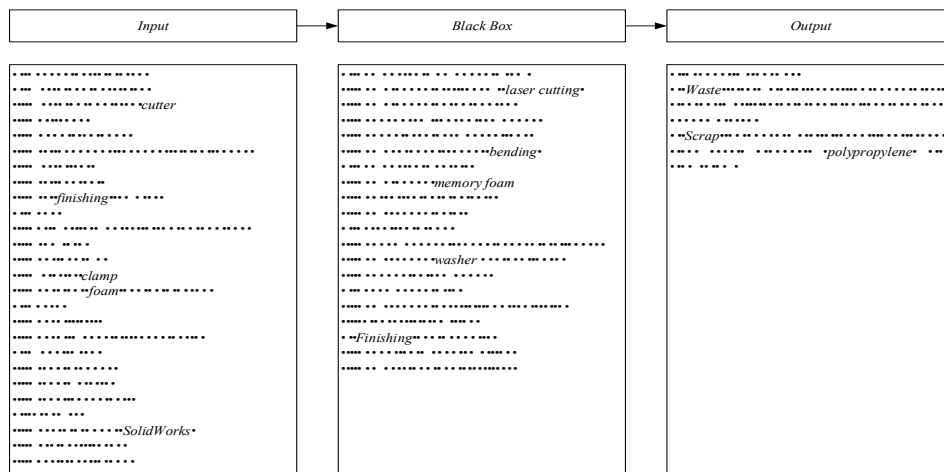
Tahap awal dalam merancang menurut *Nigel Cross* merupakan tahap penetapan tujuan (*clarifying objectives*) untuk menetapkan arah desain produk Ortho-Rest. Metode yang digunakan berupa pohon tujuan (*objective tree*), yang berfungsi mengidentifikasi keterkaitan antara tujuan utama dan subtujuan dari produk yang dirancang, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Pohon Tujuan Produk Ortho-Rest

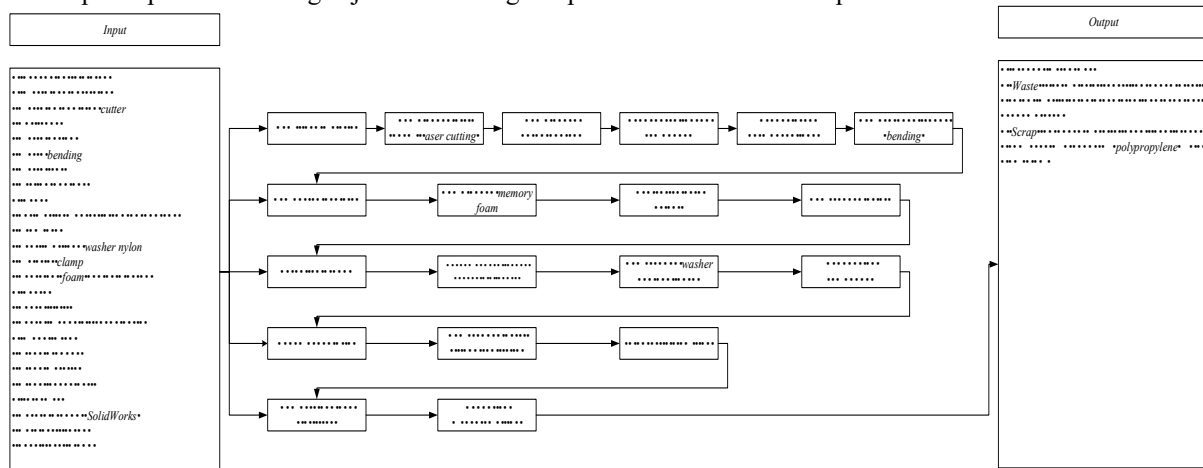
3.2. Penetapan Fungsi (Establishing Function)

Tahap kedua adalah menentukan fungsi keseluruhan sistem. Hasil penetapan fungsi produk Ortho-Rest divisualisasikan melalui diagram *Black Box* yang ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Black Box Produk Ortho-Rest

Selanjutnya disusun blok diagram untuk menggambarkan interaksi antar subfungsi sistem secara terpisah, sehingga input, proses, dan output dapat terlihat dengan jelas. Blok diagram produk Ortho-Rest ditampilkan berikut Gambar 4.



Gambar 4. Blok Diagram Produk Ortho-Rest

3.3. Penyusunan Kebutuhan (Setting Requirement)

Setelah menetapkan fungsi, selanjutnya tahap ketiga adalah menyusun keperluan untuk setiap atribut secara rinci. Penentuan kebutuhan dilakukan dengan membandingkan hasil rekapitulasi kuesioner terhadap atribut yang ada, kemudian diklasifikasikan dalam simbol D sebagai *demand* dan W sebagai *wish*. Karakteristik produk Ortho-Rest ditampilkan pada Tabel 2.

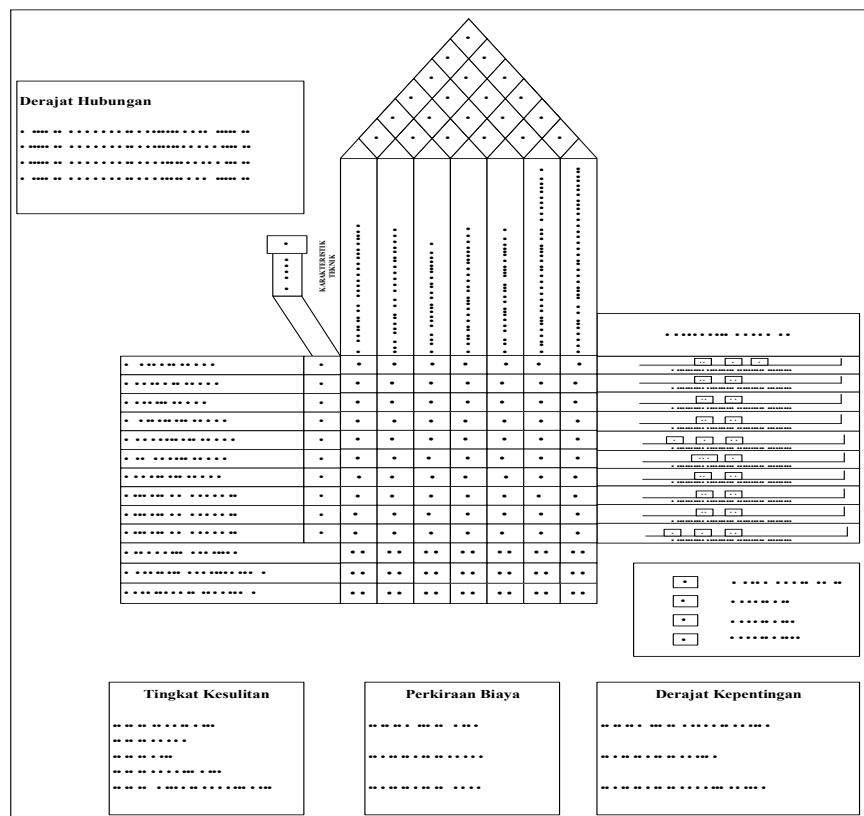
Tabel 2. *Wish dan Demand* Produk Ortho-Rest

No.	Hasil <i>Brainstorming</i>	W/D	Kuesioner Terbuka
1.	Berwarna abu-abu	W	Berwarna abu-abu
2.	Bentuk produk persegi panjang	W	Bentuk produk persegi panjang
3.	Berat produk 500 gram	W	Berat produk 500 gram
4.	Material kain hipoalergi dan aluminium	W	Material aluminium dan katun
5.	Kapasitas produk 4-5 Kg	W	Kapasitas produk 5 Kg
6.	Dimensi produk 12×8×35 cm	D	Dimensi produk 18×10×40 cm
7.	Tekstur produk halus/lembut	W	Tekstur produk halus
8.	Fitur <i>pressure relief base</i>	D	Fitur nyeri berkurang
9.	Fitur <i>gravity locking clamp</i>	W	Fitur penjepit
10.	Fitur <i>modular compact fold</i>	W	Fitur bisa dilipat

Berdasarkan tabel tersebut, ada 2 kategori D dan 8 kategori W, sehingga total *wish* menjadi dominan daripada *demand*. Dengan begitu ini mengindikasikan bahwa perancang mempunyai kemampuan cukup baik untuk menyesuaikan spesifikasi produk dengan keperluan konsumen.

3.4. Penentuan Karakteristik (Determining Characteristics)

Tahap keempat adalah penetapan karakteristik, yang bertujuan menerjemahkan kebutuhan konsumen ke dalam spesifikasi teknis produk dengan metode QFD. Setiap atribut dianalisis berdasarkan tingkat kepentingan, tingkat kesulitan, dan estimasi biaya untuk menetapkan prioritas pengembangan. Melalui kuesioner terbuka dan tertutup, diperoleh informasi atribut produk Ortho-Rest yang diharapkan konsumen, sebagaimana ditampilkan Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan Antara Karakteristik Teknik dengan Tingkat Kesulitan, Derajat Kepentingan, dan Perkiraan Biaya

3.5. Pembangkitan Alternatif (Generating Alternatives)

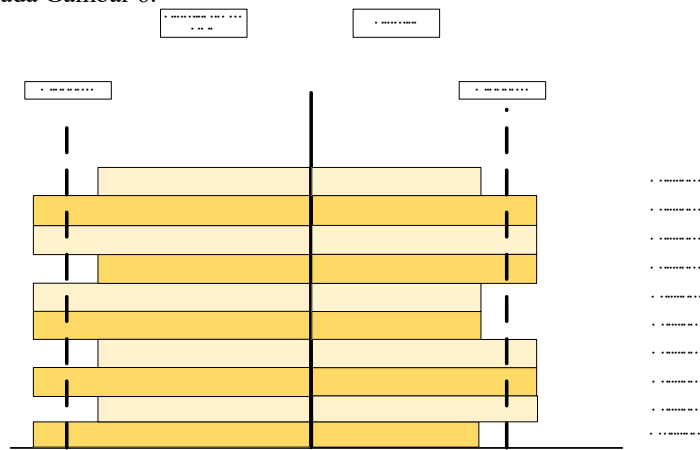
Tahap kelima adalah pembangkit alternatif yang ditujukan untuk menghasilkan berbagai pilihan solusi untuk kemudian dipilih yang paling optimal. Proses ini dilakukan menggunakan *Morphological Chart*. Berdasarkan tabel tersebut, diperoleh tiga alternatif yang ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. *Morphological Chart* Produk Ortho-Rest

Fungsi	Cara Mencapai Fungsi		
	1	2	3
Warna	Abu-abu	Hitam	Biru
Bentuk	Persegi Panjang	Oval	Bulat
Berat	500 gr	450gr	550 gr
Material	Aluminium dan Katun	Aluminium dan Foam	Plastik ABS dan Foam
Kapasitas	5 kg	6 kg	5 kg
Dimensi	18 cm × 10 cm × 40 cm	20 cm × 12 cm × 35 cm	Ø 15 cm × 35 cm
Tekstur	Halus	Lembut	Breathable
Pressure-Relief Base	Pereda Nyeri	Lebih Stabil	Tahan Lama
Gravity Locking Clamp	Penjepit	Clamp Karet Anti-Slip	Adjustable Clamp
Modular Compact Fold	Bisa Dilipat	Adjustable	Foldable
	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3

3.6. Evaluasi Alternatif (Evaluating Alternatives)

Tahap keenam ini ditujukan untuk menganalisis serta menilai dan membandingkan nilai kegunaan dari tiap rancangan berdasarkan kinerja dan bobot tujuan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa alternatif produk Ortho-Rest memperoleh nilai tertinggi sebesar 4,1166, diikuti alternatif 1 dengan nilai 3,9994. Oleh karena itu, kedua alternatif tersebut dibandingkan lebih lanjut berdasarkan karakteristik, bobot nilai, dan tingkat kepentingannya. Profil perbandingan antara alternatif Kelompok XIV/A dan alternatif 1 ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Profil Perbandingan Nilai Alternatif Kelompok XIV/A dan Alternatif 1

3.7. Rincian Perbaikan

Tahap akhir dalam proses merancang produk adalah *value engineering* yang bertujuan meningkatkan mutu serta daya tarik produk bagi konsumen, sekaligus menekan *cost* produksi. Estimasi biaya untuk setiap fungsi tambahan telah dihitung sebagai dasar penentuan harga jual. Detail biaya komponen yang digunakan ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Harga Komponen-Komponen yang akan Digunakan

Komponen	Harga Komponen (Rp)	Jumlah Komponen yang Digunakan	Total Biaya (Rp)
<i>Aluminium Alloy 6061</i>	60.000	1	60.000
<i>Polypropylene (PP)</i>	20.000	1	20.000
Baut dan Mur	5.000	4	20.000
Ring (<i>Washer</i>)	2.000	4	8.000
<i>High-Density Memory Foam</i>	50.000	1	50.000
Kain Katun	25.000	1	25.000
<i>Heat Gun</i>	150.000	1	150.000
<i>Cutter Heavy Duty</i>	30.000	1	30.000
Mesin <i>Laser/Plasma Cutting</i>	200.000	1	200.000
Mesin Bor	250.000	1	250.000
Mesin <i>Bending</i>	300.000	1	300.000
Jangka Sorong	100.000	1	100.000
Mesin Gerinda	200.000	1	200.000
Amplas	10.000	2	20.000
Kunci <i>Ring</i>	50.000	1	50.000
Mesin Jahit	300.000	1	300.000
Total			Rp. 1.783.000

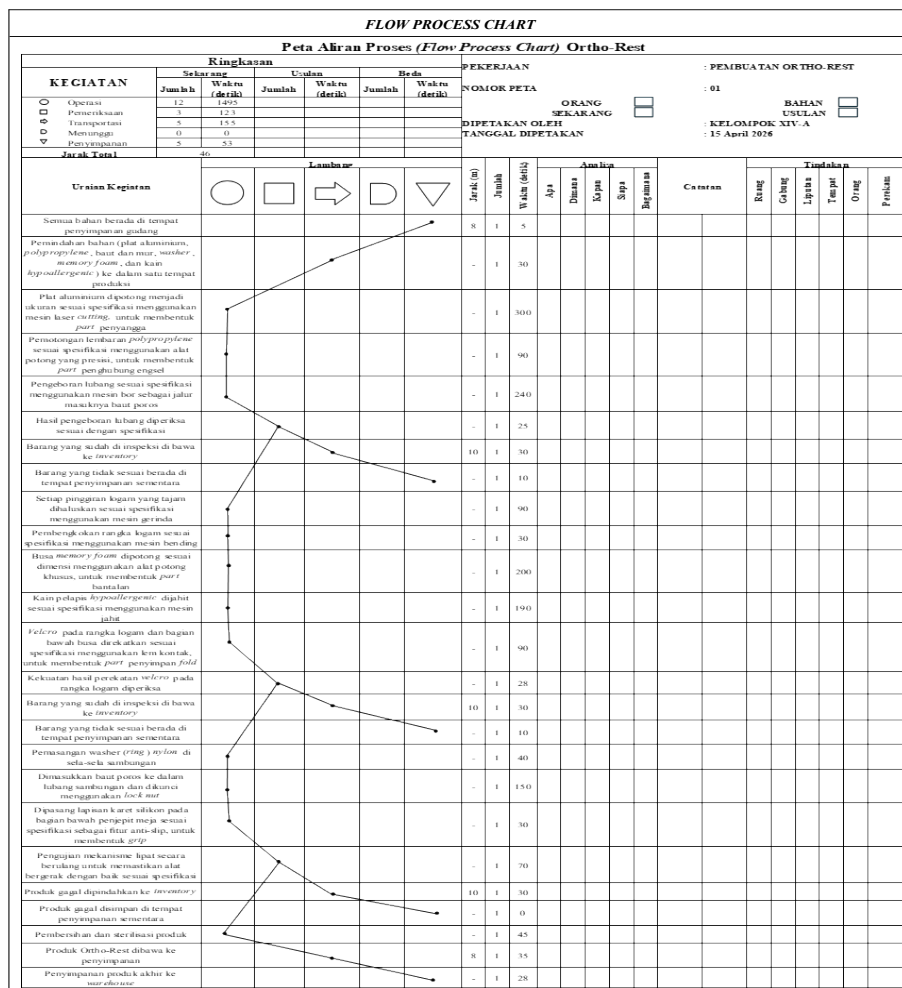
Evaluasi alternatif produk dilakukan dengan mengidentifikasi komponen alternatif yang memiliki harga lebih terjangkau dibandingkan sebelumnya. Hasil evaluasi produk Ortho-Rest ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Evaluasi Harga Komponen-Komponen yang akan Digunakan

Komponen	Harga Komponen (Rp)	Jumlah Komponen yang Digunakan	Total Biaya (Rp)
<i>Aluminium Alloy 6061</i>	45.000	1	45.000
<i>Polypropylene (PP)</i>	20.000	1	20.000
Baut dan Mur	5.000	4	20.000
Ring (<i>Washer</i>)	2.000	4	8.000
<i>High-Density Memory Foam</i>	25.000	1	25.000
Kain Katun	25.000	1	25.000
<i>Heat Gun</i>	150.000	1	150.000
<i>Cutter Heavy Duty</i>	30.000	1	30.000
Mesin <i>Laser/Plasma Cutting</i>	100.000	1	100.000
Mesin Bor	150.000	1	150.000
Mesin <i>Bending</i>	100.000	1	100.000
Jangka Sorong	200.000	1	200.000
Mesin Gerinda	10.000	2	20.000
Amplas	50.000	1	50.000
Kunci <i>Ring</i>	150.000	1	150.000
Total			Rp.1.093.000

3.8. Flow Process Chart

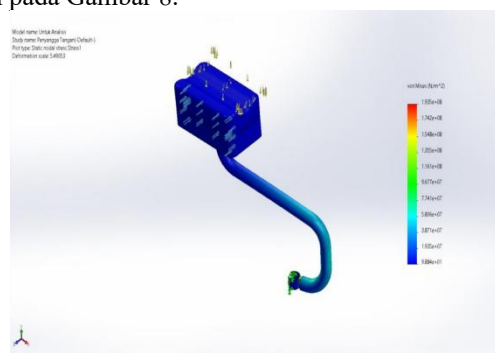
FPC untuk produksi Ortho-Rest ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Flow Process Chart pada Produk Ortho-Rest

3.9. Simulasi

Simulasi menggunakan *SolidWorks* bermanfaat untuk menganalisis tegangan serta kekuatan produk melalui fitur *SimulationXpress Analysis Wizard*. Fitur ini bermanfaat untuk meminimalisir kesalahan selama proses desain produk. Hasil simulasi produk Ortho-Rest ditampilkan pada Gambar 8.

Gambar 8. Simulasi Produk Ortho-Rest Menggunakan Software *SolidWorks*

4. Kesimpulan

Perancangan produk Ortho-Rest mengacu pada metode *Nigel Cross*, dimulai dari klarifikasi tujuan yang berguna untuk menetapkan sasaran desain, dilanjutkan dengan penentuan fungsi utama dan pendukung, serta penyusunan kebutuhan berdasarkan survei pasar yang mencakup kenyamanan, dimensi, material, dan fitur tambahan. Tahap karakteristik dilakukan untuk

menerjemahkan kebutuhan tersebut ke dalam spesifikasi teknis, kemudian dikembangkan beberapa alternatif desain yang selanjutnya dievaluasi menggunakan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) guna memilih alternatif terbaik berdasarkan bobot kepentingan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa desain terpilih mampu memenuhi kebutuhan pengguna dengan menekankan aspek ergonomi dan stabilitas, serta dilengkapi fitur *pressure-relief base*, *gravity locking clamp*, dan modular *compact fold*. Spesifikasi akhir meliputi ukuran $12 \times 8 \times 35$ cm, berat 0,5 kg, kapasitas beban 4–5 kg, serta penggunaan material *polypropylene*, aluminium, dan kain katun. Selain itu, pengkajian *Importance Performance Analysis* (IPA) mengindikasikan bahwa produk berada pada kuadran dengan tingkat kepentingan serta kinerja yang tinggi. Secara keseluruhan, penerapan metode *Nigel Cross* menghasilkan perancangan yang sistematis dan terstruktur, dengan visualisasi akhir menggunakan *SolidWorks* yang memperjelas spesifikasi teknis serta menunjukkan bahwa Ortho-Rest layak secara teknis dan berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut.

Referensi

- [1] T. Arga Saputro, "Arm Sling Versus Figure of Eight for Treating Midshaft Clavicle Fracture in Adults – A Systematic Review," *Cerdika: Jurnal Ilmiah Indonesia*, vol. 1, no. 6, pp. 755–760, Jun. 2021, doi: 10.36418/cerdika.v1i6.107.
- [2] Gun-Woo Park, Jungae An, Sang-Woo Kim, and Byoung-Hee Lee, "Effects of Sling-Based Thoracic Active Exercise on Pain and Function and Quality of Life in Female Patients with Neck Pain: A Randomized Controlled Trial," *Healthcare*, vol. 9, no. 11, p. 1514, 2021, doi: 10.3390/healthcare9111514.
- [3] P. R. Maulina, S. Darnoto, D. Astuti, and M. Porusia, "Hubungan Sikap Kerja dengan Kejadian Keluhan Muskuloskeletal pada Perawat di Rumah Sakit," *Environmental Occupational Health and Safety Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 161–162, Jan. 2023.
- [4] I. L. G. Lombok, D. V. D. Doda, and E. A. Pangkahila, "Hubungan Postur Kerja Ergonomis dan Beban Kerja dengan Upper Limb Pain pada Petugas Cleaning Service," *Medical Scope Journal*, vol. 8, no. 1, pp. 117–121, Aug. 2025, doi: 10.35790/msj.v8i1.62197.
- [5] S. Rahayu, "Strategi Pemasaran Produk Dalam Meningkatkan Kepuasan Pelanggan," *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmiah Sosial Budaya*, vol. 2, no. 1, pp. 109–113, Jan. 2023, doi: 10.47233/jppisb.v2i1.705.
- [6] R. B. Jakaria and T. Sukmono, *Perencanaan dan Perancangan Produk*. Sidoarjo: UMSIDA Press, 2021.
- [7] 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, Jan. 2023, doi: 10.33395/remik.v7i1.12173.
- [8] G. O. Dharma, D. R. Lucitasari, and M. S. A. Khannan, "Perancangan Ulang Headset dan Penutup Mata untuk Tidur Menggunakan Metode Nigel Cross," *OPSI – Jurnal Optimasi Sistem Industri*, vol. 11, no. 1, pp. 65–77, Jun. 2018.
- [9] M. Reza Maulana, R. Ariza, C. Hidayat, A. Halim Anshor, and M. Fatchan, "PENGUNAAN AHP DALAM SISTEM PENGAMBILAN KEPUTUSAN PEMILIHAN MARKETPLACE (STUDI KASUS : MARKETPLACE E-COMMERCE DI ERA DIGITAL)," 2025.
- [10] 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, doi: 10.14716/ijtech.v16i1.6326.
- [11] Y. Josephine et al., "Penyusunan House of Quality Menggunakan Metode Quality Function Deployment," *Jurnal Mitra Teknik Industri*, vol. 2, no. 1, pp. 36–46, 2023.
- [12] D. N. Putri1, F. Butarbutar2, and S. Hadiwijaya3, "ANALISIS PERBAIKAN KUALITAS PRODUK BED A6 DENGAN METODE FAULT TREE ANALYSIS (FTA) DAN FLOW PROCESS CHART (FPC) DI PT. PARAMOUNT BED INDONESIA," *Jurnal Industrikrisna*, vol. 13, no. 1, pp. 10–20, 2024.
- [13] A. Muhammad Nurdin, *Et Al, Pemodelan dan Simulasi Sistem Komputer*. Banten: PT. Sada Kurnia Pustaka, 2026.
- [14] S. Saefudin et al., "Peningkatan Keterampilan Menggambar Teknik menggunakan Software CAD untuk siswa SMK," *Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknik*, vol. 6, no. 2, pp. 91–97, Apr. 2024, doi: 10.24853/jpmt.6.2.91-97.
- [15] M. A. Sahban et al., *Metodologi Penelitian*. Padang: CV. Pustaka Inspirasi Minang, 2024.