



PAPER – **OPEN ACCESS**

Perancangan Hygienifier Rack Berbasis Sensor Kelembapan dengan Metode Nigel Cross

Author : Sidharta Jaya Putra, et al
DOI : 10.32734/ee.v9i2.2741
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 *Hygienifier Rack* Berbasis Sensor Kelembapan dengan Metode *Nigel Cross*

Sidharta Jaya Putra*, Muhammad Rifqi, Vera Fitriah Nova

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

khosidharta@gmail.com, rifqi7120@gmail.com, verafitriahnova12@gmail.com

Abstrak

Perancangan sebuah produk dilakukan untuk menghasilkan solusi yang sesuai kebutuhan pengguna serta memiliki nilai fungsional dan ekonomis. Penelitian ini merancang *Hygienifier Rack* dengan menerapkan metode *Nigel Cross* yang meliputi tahapan klarifikasi tujuan, penetapan fungsi, penetapan kebutuhan, penentuan karakteristik, pembangkitan alternatif, evaluasi alternatif, hingga pengembangan rancangan. Masalah utama yang diangkat adalah kondisi sepatu yang lembap, berbau, dan berpotensi menjadi sarang bakteri akibat minimnya proses pengeringan serta sirkulasi udara. Tahap awal dimulai dengan mengidentifikasi tujuan melalui *objective tree*, dilanjutkan penetapan fungsi dengan teknik *black box* untuk menggambarkan relasi antara *input* dengan *output* sistem. Tahap selanjutnya yaitu menetapkan kebutuhan dilakukan berdasarkan kuesioner menggunakan metode *demand* dan *wish*, sementara karakteristik produk ditentukan melalui *Quality Function Deployment* (QFD). Pada pembuatan alternatif produk, *Morphological Chart* digunakan untuk menghasilkan beberapa desain, yang kemudian dievaluasi menggunakan metode pembobotan tujuan untuk memilih alternatif terbaik. Dari sisi biaya, produksi awal *Hygienifier Rack* sebesar Rp690.000 per unit dapat ditekan menjadi Rp588.000 setelah evaluasi alternatif untuk komponen produk. Dengan demikian, penerapan *Nigel Cross* terbukti telah membantu menciptakan desain produk sesuai kebutuhan pengguna serta memiliki performa yang baik.

Kata Kunci: *Nigel Cross*; perancangan; sensor; *wish*

Abstract

Product design is intended to deliver solutions that align with user requirements while still preserving functional effectiveness and economic feasibility. This study develops a *Hygienifier Rack* using *Nigel Cross* method, which involves stages from clarifying objectives to final design development. Some primary issue addressed are damp and malodorous shoes that can trigger bacterial proliferation due to insufficient drying as well as poor air circulation. The process begins with identifying objectives using an *objective tree*. Functions are then defined through a *black box* approach to describe the relationship between system inputs and outputs. Requirements are determined based on questionnaire results using *demand* and *wish* methods. Product characteristics are established through *Quality Function Deployment* (QFD) to ensure alignment with user expectations. Several design alternatives are constructed using *morphological chart*. Each alternative is subsequently assessed by the weighted objectives method to select most suitable design. The final product includes a heater, UV-C sterilization, and a microcontroller-based humidity sensor. This system effectively reduces moisture, eliminates odors, and maintains shoe hygiene automatically and efficiently. The production cost decreases from Rp690,000 to Rp588,000 per unit after evaluating component alternatives. Such findings suggest that *Nigel Cross* holds strong potential in delivering an optimal and user-oriented product design.

Keywords: design; *Nigel Cross*; sensor; *wish*

1. Pendahuluan

Sepatu adalah bentuk alas kaki yang umum dipakai. Sepatu berfungsi untuk melindungi kaki dari kotoran dan mencegah cedera akibat kontak dengan substansi berbahaya di lingkungan sekitar. Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), kata sepatu

diartikan sebagai penutup atau pelindung kaki yang umumnya terbuat dari bahan seperti karet dengan daerah telapak serta tumit yang padat serta kuat[1].

Dalam aktivitas sehari-hari, sepatu menjadi kebutuhan penting bagi kita. Meskipun demikian, kondisi cuaca yang tidak menentu, khususnya saat hujan, kerap menyebabkan sepatu menjadi basah dan lembap. Penanganan yang dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut umumnya adalah mengeringkannya secara tradisional melalui pemanfaatan panas dari sinar matahari[2]. Meskipun demikian, metode untuk mengeringkan sepatu dengan memanfaatkan sinar matahari di Indonesia sering menghadapi hambatan, khususnya pada musim hujan. Kondisi sepatu basah serta lembap berpotensi menciptakan aroma tidak sedap serta meningkatkan resiko gangguan kesehatan sebab berkembangnya mikroorganisme tidak baik [3]. Selain itu, pengeringan sepatu dengan memanfaatkan sinar matahari juga berpotensi merusak sepatu, misalnya menyebabkan perekat pada sol terlepas serta mengakibatkan warna menjadi pudar[4]. Paparan sinar matahari langsung berpotensi mempercepat kerusakan material sepatu.[5]. Selain itu, penggunaan sepatu sehari-hari yang diiringi dengan kaki yang mengeluarkan keringat juga membuat sepatu berbau tak sedap[6]. Maka dari itu dirancanglah sebuah produk bernama *Hygienifier Rack* yang bertujuan untuk menjaga kebersihan dan keawetan sepatu.

Perancangan didefinisikan sebagai fase dalam merealisasikan sebuah ide menjadi bentuk nyata melalui penentuan elemen spesifik seperti model, dimensi (*size*), serta palet warna. Perancangan dilakukan untuk menciptakan komoditas yang tidak hanya memiliki nilai ekonomis di pasar, tetapi juga mampu memberikan manfaat fungsional bagi target konsumen yang telah ditentukan[7]. Konsumen dan produsen mengharapkan produk *Hygienifier Rack* memenuhi spesifikasi berupa ukuran 50 cm × 20 cm × 85 cm, warna abu-abu, material kayu solid, desain berbentuk persegi meninggi dan dibuka *tilt-out*, berat 3 kg, kapasitas 4 pasang, *finishing* cat minyak, *sterilizer* sinar UV-C, alat pengering *heater*, dan varian pewangi kopi.

Perancangan produk *Hygienifier Rack* menggunakan metode *Nigel Cross* yang terbagi menjadi tujuh langkah. Langkah-langkah yang dimaksud meliputi klasifikasi tujuan, penetapan fungsi, penetapan kebutuhan, penetapan karakteristik, pembangkitan alternatif, evaluasi alternatif, serta pengembangan rancangan[8]. Kelebihan utama dari metode *Nigel Cross* terletak pada cakupannya yang komprehensif, sehingga seluruh tahapan desain diproses secara terintegrasi. Alur kerjanya dimulai dari tahap identifikasi serta klasifikasi masalah yang mendalam hingga mencapai tahap penyusunan rincian perancangan secara spesifik. *Quality Function Deployment* (QFD) adalah metode yang digunakan pada saat perencanaan dan pengembangan produk untuk mengenali, merumuskan, serta mengevaluasi seberapa mampu produk atau layanan menjawab tuntutan dan ekspektasi konsumen. Penerapan QFD memberikan berbagai keuntungan, antara lain pengurangan biaya desain, percepatan waktu pemasaran, serta peningkatan kesesuaian produk dengan kebutuhan dan preferensi konsumen[9].

Perancangan produk merupakan langkah krusial dalam proses produksi. Perkembangan teknologi telah mendorong hadirnya *software* perancangan berbasis komputer yang dikenal sebagai *Computer Aided Design* (CAD). Salah satu aplikasi yang banyak digunakan adalah *SolidWorks*, yang memungkinkan pembuatan visualisasi 3D dan juga simulasi kinerja suatu produk bahkan sebelum diproduksi. *SolidWorks* menyediakan beragam fitur yang mempercepat proses pengembangan sekaligus meningkatkan presisi hasil rancangan[10]. Tujuan perancangan produk *Hygienifier Rack* dengan metode *Nigel Cross* adalah untuk menghasilkan alternatif desain terbaik yang mampu memenuhi kebutuhan pengguna dalam menjaga sepatu melalui proses perancangan yang terstruktur dan komprehensif. *House of Quality* (HOQ) merupakan instrumen analisis yang disajikan dengan bentuk matriks menyerupai rumah untuk mengaitkan kebutuhan konsumen (*wish*) dengan berbagai pendekatan teknis (*how*) dalam proses desain dan produksi. Melalui penggunaan HOQ, perancangan produk dapat diarahkan agar lebih sesuai terhadap kebutuhan dan harapan konsumen[11].

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode *Nigel Cross* yang diawali penyusunan serta penyebaran kuesioner *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Rangkaian tahapan yang perlu dijalankan dalam proses perancangan produk menggunakan *Nigel Cross* dijelaskan sebagai berikut.

2.1. Klarifikasi Tujuan

Klarifikasi tujuan merupakan tahapan yang bertujuan untuk memperjelas arah perancangan serta menemukan solusi pada setiap langkah yang dilalui. Hasil dari tahap ini berupa kumpulan tujuan dari objek yang akan dirancang dan dalam prosesnya masih dapat mengalami perubahan[12]. Pada tahap klarifikasi tujuan, metode pohon tujuan digunakan sebagai alat bantu analisis.

2.2. Penetapan Fungsi

Penetapan fungsi merupakan tahapan yang dilaksanakan melalui metode analisis fungsional (*Function Analysis*). Tujuan metode ini adalah identifikasi fungsi utama yang diperlukan sekaligus menetapkan batasan-batasan yang berlaku dalam pengembangan rancangan produk[13].

2.3. Penyusunan Kebutuhan

Penyusunan kebutuhan merupakan tahapan perumusan spesifikasi akurat sebagai dasar proses perancangan produk[14]. Penyusunan kebutuhan dilakukan melalui penyebaran kuesioner AHP, sehingga spesifikasi yang dihasilkan sesuai dan mendukung desain yang akan dikembangkan.

2.4. Penentuan Karakteristik

Penentuan karakteristik diarahkan untuk menetapkan sasaran yang wajib diraih dalam perancangan produk melalui penentuan karakteristik teknis. Tahapan ini dijalankan berdasarkan kebutuhan pengguna menggunakan *Quality Function Deployment* (QFD) agar target yang berkaitan dengan aspek teknik maupun material produk dapat teridentifikasi sesuai dengan tuntutan dan ekspektasi konsumen[15].

2.5. Pembangkitan Alternatif

Pembangkitan alternatif merupakan tahapan penciptaan solusi lain bagi perancangan produk. Pada tahap ini digunakan metode *Morphological Chart*, yaitu daftar sistematis yang berisi elemen atau subsolusi yang dapat dikombinasikan[16]. Melalui metode ini, berbagai variasi desain dapat dihasilkan termasuk kemungkinan solusi baru yang bahkan tidak pernah dipertimbangkan.

2.6. Evaluasi Alternatif

Evaluasi alternatif merupakan tahap untuk menentukan opsi paling optimal dari berbagai alternatif yang telah dihasilkan[17]. Pada tahap ini, setiap alternatif dievaluasi menggunakan metode *Weighted Objective* dengan mempertimbangkan bobot masing-masing tujuan, sehingga diperoleh rancangan yang paling optimal serta mampu memenuhi kebutuhan konsumen.

2.7. Pengembangan Rancangan

Langkah berikutnya adalah tahap pengembangan rancangan. Pengembangan rancangan dikerjakan dengan memanfaatkan *software SolidWorks* untuk visualisasi model 3D produk sekaligus menerapkan metode rekayasa nilai[18]. Metode ini bermanfaat dalam peningkatan sekaligus pertahanan nilai produk bagi konsumen, penekanan biaya produksi, serta pendukung peningkatan performa, tampilan, dan daya tarik produk..

Flow chart tahapan perancangan produk *Hygienifier Rack* menggunakan metode *Nigel Cross* ditampilkan pada gambar sebagai berikut.

2.8. Simulasi Produk dengan Software SolidWorks

Simulasi dilakukan dengan memanfaatkan *software SolidWorks*. Simulasi bertujuan untuk mengetahui massa, volume, serta kekuatan produk melalui fitur *mass properties* dan *SimulationXpress*. Tahap ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian dan kekuatan rancangan, sehingga perbaikan dapat dilakukan sebelum proses pembuatan.

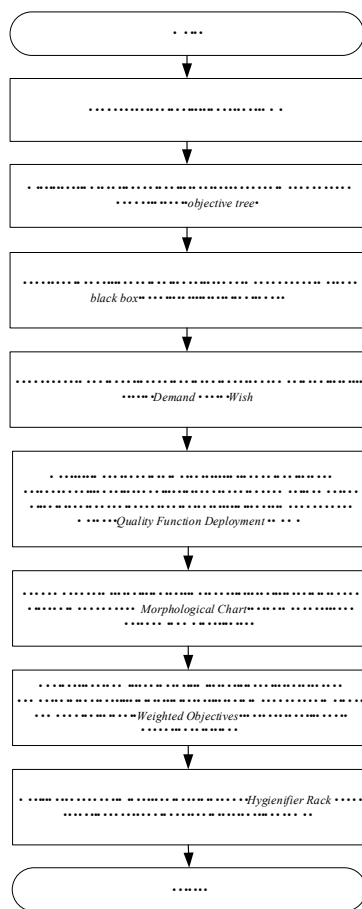
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Klarifikasi Tujuan

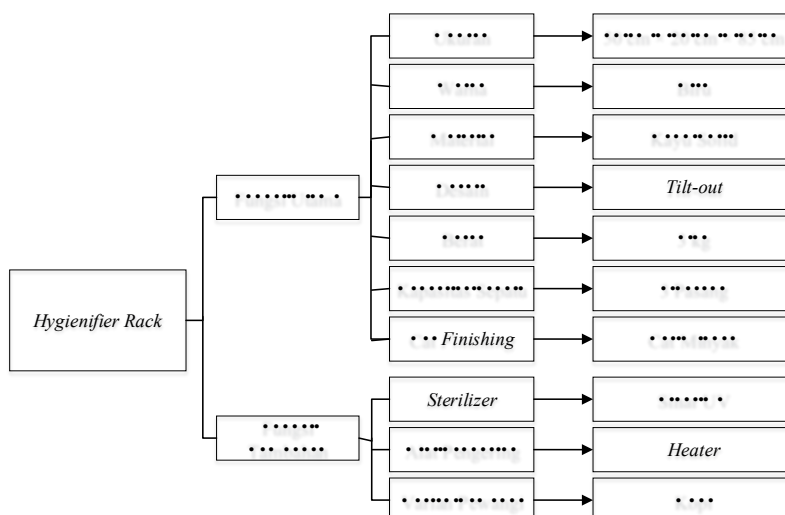
Klarifikasi tujuan dilakukan agar arah perancangan dapat ditentukan. Metode yang diterapkan adalah pohon tujuan. Menggunakan metode tersebut, tujuan serta sub tujuan perancangan produk bahkan hubungan di antaranya juga dapat diidentifikasi secara sistematis. Pohon tujuan dari produk *Hygienifier Rack* ditunjukkan pada Gambar 2.

3.2. Penetapan Fungsi

Penetapan fungsi rancangan dilakukan melalui transformasi *input* serta *output* dengan memanfaatkan diagram *black box*. Diagram *black box* pada produk *Hygienifier Rack* ditampilkan pada Gambar 3.



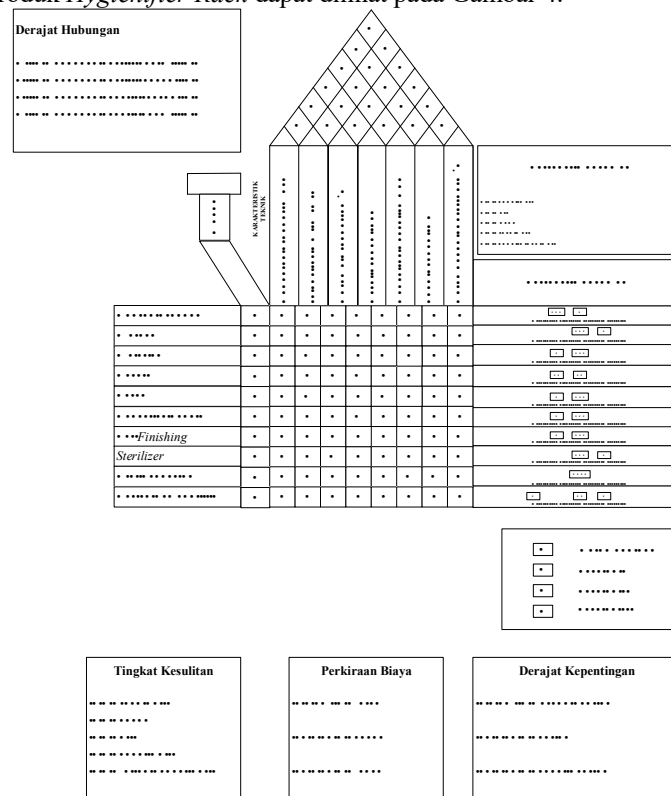
Gambar 1. Flow Chart Tahapan Perancangan Produk *Hygienifier Rack* Menggunakan Metode *Nigel Cross*



Gambar 2. Pohon Tujuan Produk *Hygienifier Rack*

3.4. Penetapan Karakteristik

Quality Function Deployment (QFD) merupakan metode yang bertujuan untuk memperbaiki mutu produk atau layanan melalui pemahaman kebutuhan pengguna yang kemudian dikonversikan ke dalam spesifikasi teknis di setiap tahap pengembangannya. *Quality Function Deployment* produk *Hygienifier Rack* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. House of Quality (HoQ) Produk *Hygienifier Rack*

3.5. Pembangkitan Alternatif

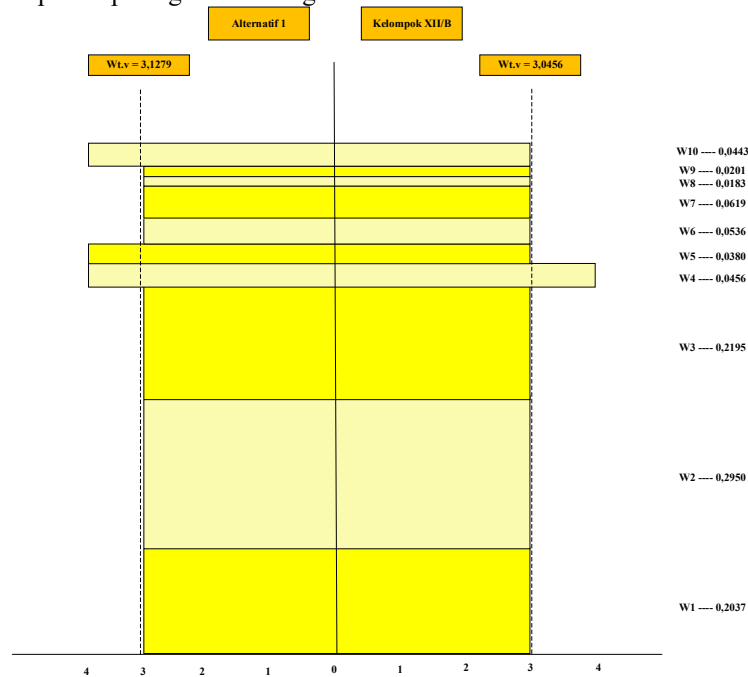
Tahapan pembangkitan alternatif diarahkan untuk menghimpun beragam kemungkinan solusi yang digunakan dalam upaya pemecahan masalah, kemudian solusi yang paling optimal akan dipilih. Proses ini dilakukan dengan menggunakan *Morphological Chart*. *Morphological Chart* dari produk *Hygienifier Rack* ditampilkan tabel sebagai berikut.

Tabel 2. *Morphological Chart* Produk *Hygienifier Rack*

Fungsi	Cara Mencapai Fungsi		
	1	2	3
Ukuran	50 cm × 20 cm × 85 cm	60 cm × 29 cm × 49 cm	35 cm × 30 cm × 58 cm
Warna	Hijau	Biru	Abu-Abu
Material	Besi	Kayu Solid	Plastik
Desain	Persegi Meninggi – Buka Miring	Persegi – Buka Satu Sisi	Lingkaran Memutar
Berat	4,5 kg	3 kg	2,5 kg
Kapasitas Sepatu	5 Pasang	4 Pasang	3 Pasang
Cat <i>Finishing</i>	Cat Dikok	Cat Minyak	Cat Latex
<i>Sterilizer</i>	Sinar UV	Semprotan Anti Bakteri	Ozone
Alat Pengering	Ventilasi	Heater	Kipas
Varian Pewangi	Kopi	Dau Jeruk	Mint
	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3

3.6. Evaluasi Alternatif

Evaluasi alternatif dimaksudkan untuk mengukur serta menyandingkan nilai utilitas dari pilihan-pilihan rancangan produk berdasarkan performa yang diukur melalui pembobotan tujuan. Proses ini mencakup peninjauan kembali alternatif yang telah dihasilkan. Metode yang diterapkan dalam tahap ini adalah pembobotan tujuan (*Weighted Objectives*). Metode pembobotan tujuan produk *Hygienifier Rack* ditampilkan pada gambar sebagai berikut.



Gambar 5. Nilai Perbandingan Alternatif 1 dan *Hygienifier Rack*

3.7. Pengembangan Rancangan

Berdasarkan fungsi-fungsi yang telah diidentifikasi, setiap fungsi kemudian diberikan nilai sesuai dengan persepsi konsumen. Nilai tersebut kemudian dianalisis dengan mempertimbangkan kesesuaian rancangan terhadap kebutuhan dan keinginan konsumen. Hasil evaluasi harga komponen pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Evaluasi Harga Komponen

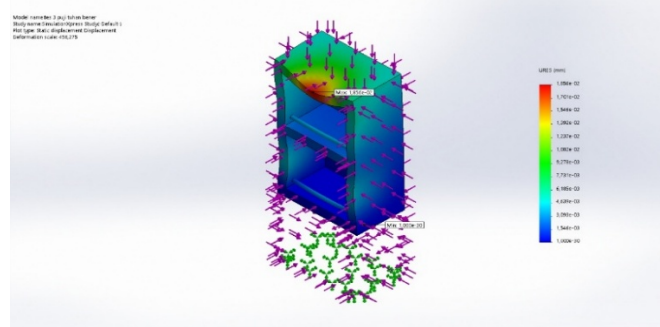
Komponen	Harga Komponen	Jumlah Komponen Yang Digunakan	Total Biaya
Triplek	Rp100.000/lembar	1 lembar	Rp100.000
Kayu <i>Plywood</i>	Rp40.000/lembar kecil	1 lembar kecil	Rp40.000
Sekrup	Rp12.000/ <i>pack</i>	1 <i>pack</i>	Rp12.000
Lem Kayu	Rp15.000/botol	1 botol	Rp15.000
Amplas	Rp8.000/lembar	2 lembar	Rp16.000
<i>Arduino Nano</i>	Rp45.000/pcs	1 pcs	Rp45.000
Sensor DHT22	Rp30.000/pcs	1 pcs	Rp30.000
Lampu UV-C	Rp30.000/pcs	1 pcs	Rp30.000
LCD/OLED	Rp40.000/pcs	1 pcs	Rp40.000
MOSFET (IRFZ44N)	Rp8.000/pcs	1 pcs	Rp8.000
<i>Magnetic Door Switch</i>	Rp12.000/pcs	1 pcs	Rp12.000

Tabel 3. Hasil Evaluasi Harga Komponen

Komponen	Harga Komponen	Jumlah Komponen Yang Digunakan	Total Biaya
Kabel	Rp10.000/meter	2 meter	Rp20.000
Kabel <i>Jumper</i>	Rp15.000/set	1 set	Rp15.000
Timah	Rp15.000/roll kecil	1 roll kecil	Rp15.000
<i>cable Tie</i>	Rp10.000/pack	1 pack	Rp10.000
Panel Surya	Rp100.000/pcs	1 pcs	Rp100.000
<i>Solar Charger Controller</i>	Rp50.000/pcs	1 pcs	Rp50.000
Baterai 12V	Rp30.000/pcs	1 pcs	Rp30.000
Total			Rp588.000

3.8. Simulasi Produk dengan Software SolidWorks

Simulasi produk menggunakan *software SolidWorks* dilakukan dalam upaya menganalisa *mass properties* dan serta fitur *SimulationXpress*. Hasil simulasi *SolidWorks* pada produk *Hygienifier Rack* ditampilkan pada gambar sebagai berikut.

Gambar 6. Hasil Simulasi Produk *Hygienifier Rack* Dengan Software *Solidworks*

Berdasarkan analisis *mass properties* serta *SimulationXpress* pada produk *Hygienifier Rack*, didapatkan bahwa hasil *mass properties* menunjukkan bagian lemari atas memiliki massa sebesar 0,00883965 kg dengan volume sebesar 5,52513e-05 m³, sedangkan massa lemari bawah sebesar 0,00381987 kg dan volume sebesar 2,38757e-05 m³. Hasil analisis menggunakan *Simulation Xpress* menunjukkan bahwa produk *Hygienifier Rack* mempunyai *yield strength* sebesar 2e+07 N/m².

4. Kesimpulan

Permasalahan sepatu yang lembap, berbau, dan berpotensi menjadi sarang bakteri akibat kurangnya proses pengeringan dan sirkulasi udara menjadi latar belakang dalam penelitian ini. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dirancang produk *Hygienifier Rack* yang dilengkapi dengan sistem pengering, sterilisasi, serta sensor kelembapan guna meningkatkan kebersihan dan kenyamanan penggunaan sepatu secara optimal. Perancangan produk *Hygienifier Rack* dilakukan berdasarkan metode *Nigel Cross* yang meliputi tujuh tahapan, dari klarifikasi tujuan, penetapan fungsi, perumusan kebutuhan, penentuan karakteristik, pembangkitan alternatif, evaluasi alternatif, hingga pengembangan rancangan. Dalam proses perumusan kebutuhan, atribut *demand* dan *wish* diidentifikasi berdasarkan hasil kuesioner, yang kemudian dialihkan ke dalam spesifikasi teknis berdasarkan metode *Quality Function Deployment* (QFD). Selanjutnya, berbagai alternatif produk dihasilkan berdasarkan *Morphological Chart*, kemudian diseleksi menggunakan metode pembobotan tujuan untuk mendapatkan alternatif yang paling optimal. Hasil akhir perancangan menunjukkan bahwa produk *Hygienifier Rack* mengalami penurunan biaya produksi dari Rp690.000 menjadi Rp588.000 per unit setelah dilakukan evaluasi terhadap komponen produk. Berdasarkan hasil simulasi produk menggunakan *software SolidWorks*, didapatkan *mass properties* dari *Hygienifier Rack* yaitu 0,00883965 kg dan volume sebesar 5,52513e-05 m³, serta massa lemari bawah sebesar 0,00381987 kg dan volume sebesar 2,38757e-05 m³. Hasil analisis menggunakan *Simulation Xpress* menunjukkan bahwa produk *Hygienifier Rack* memiliki nilai *yield strength* sebesar 2e+07 N/m². Dengan demikian, penerapan metode *Nigel Cross* dalam perancangan *Hygienifier Rack* terbukti mampu menghasilkan produk yang sesuai dengan

kebutuhan pengguna, memiliki performa yang baik, serta lebih efisien dari segi biaya. Produk ini diharapkan mampu menjadi solusi praktis untuk menjaga kebersihan serta kualitas sepatu dalam kehidupan sehari-hari.

Referensi

- [1] A. R. D. Galih and C. Anam, "Perancangan Produk Sepatu Pria dengan Memanfaatkan Material Kulit Kayu Ulin Khas Kalimantan," *Jurnal Desain*, vol. 9, no. 2, p. 159, Feb. 2022, doi: 10.30998/jd.v9i2.10838.
- [2] B. Baskaran, M. Mukramin, and B. Sulaeman, "RANCANG BANGUN SISTEM PENERING SEPATU OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBABAN SUHU BERBASIS ARDUINO," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3S1, pp. 4062–4073, Oct. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3s1.5253.
- [3] M. R. Fahmi and A. Supriyanto, "Penerapan Sistem Pengering Sepatu Otomatis Berbasis Iot Menggunakan Sensor Dht22 dan Sinar Uv-C," *Journal Information Technology Trends*, vol. 2, pp. 1–9, Jun. 2025.
- [4] A. Riyanto *et al.*, "ENTRIES (Journal of Electrical Network Systems and Sources) Jurusan Teknik Elektro-Politeknik Negeri Ketapang MONITORING DAN KONTROL ALAT PENERING SEPATU OTOMATIS BERBASIS IoT," vol. 4, no. 2, pp. 32–37, 2025, doi: 10.58466/entries.
- [5] A. Renaldi, P. Dewata, and P. Diptya Widayaka, "Pengering Sepatu Menggunakan Fuzzy Logic Controller dengan Monitoring Berbasis Internet of Things Shoe Dryer Using Fuzzy Logic Controller with Internet of Things-Based Monitoring," *Jurnal Bumigora Information Technology (BITE)*, vol. 6, no. 1, pp. 15–30, 2024, doi: 10.30812/bite/v6i1.xxxxxx.
- [6] Supartiningsih and F. Anggini, "Formulasi Footspray Ekstak Daun Serai (Cymbopogon citratus) Sebagai Penghilang Bau Kaki Serta Uji Aktivitas Anti Bakteri Staphylococcus epidermidis," *J. Teknol.*, vol. 5, no. 1, pp. 207–217, 2023.
- [7] Saeful Nurochim, N. R. As'ad, and A. N. Rukmana, "Perancangan Produk Waistbag dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD)," *Jurnal Riset Teknik Industri*, vol. 1, no. 1, pp. 1–13, Jul. 2021, doi: 10.29313/jrti.v1i1.91.
- [8] Muhammad Anton Alifandi and Ferida Yuamita, "Perencanaan dan Perancangan Produk Wastafel dan Fitur Sabun Otomatis Dengan Metode Nigel Cross," *Jurnal Universal Technic*, vol. 2, no. 2, pp. 67–78, Oct. 2023, doi: 10.58192/unitech.v2i2.1404.
- [9] D. Agustian, P. Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, U. Sultan Ageng Tirtayasa, J. Raya Palka Km, and K. Serang Provinsi Banten, "STUDI PENERAPAN METODE QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD) TERHADAP PENGEMBANGAN PRODUK DI BERBAGAI BIDANG," *JAPTI: Jurnal Aplikasi Ilmu Teknik Industri*, vol. 6, no. 1, pp. 20–27, 2025, [Online]. Available: www.journal.univetbantara.ac.id/index.php/japti
- [10] A. Prasetyo, A. Tiroy Pardamean Sihole, M. Dwina Khairunisa, M. Najibulloh, and Ra. Atmayati, "Implementasi Software Solidworks dalam Perancangan Produksi Lemari untuk Efisiensi Waktu Produksi," *SCIENTIFIC JOURNAL OF REFLECTION: Economic, Accounting, Management and Business*, vol. 8, no. 1, pp. 164–169, 2025.
- [11] L. Irawati and W. Handayani, "Usulan Perbaikan Desain Kemasan Menggunakan Metode Quality Function Deployment dan House Of Quality," *Al-Kharaj : Jurnal Ekonomi, Keuangan & Bisnis Syariah*, vol. 5, no. 4, pp. 1732–1738, Oct. 2022, doi: 10.47467/alkharaj.v5i4.1893.
- [12] B. B. Wahyujati, *Metode Perancangan: Rangkuman Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Sanata Dharma University Press, 2022.
- [13] M. Arif, *Bahan Ajar Rancangan Teknik Industri*. Yogyakarta: Deepublish, 2016.
- [14] G. O. Dharma, D. R. Lucitasari, and M. S. A. Khannan, "Perancangan Ulang Headset dan Penutup Mata untuk Tidur Menggunakan Metode Nigel Cross," *Jurnal Optimasi Sistem industri*, vol. 11, no. 1, p. 67, 2018.
- [15] A. Malik, A. Fiatno, and B. Setiawan, "Rancang Bangun Alat Penjernih Air Tipe Portable Menggunakan Metode Nigel Cross," *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, vol. 6, no. 4, pp. 1147–1152, Oct. 2023, doi: 10.31004/jutin.v6i4.19562.
- [16] F. Sulaiman, "Desain Produk: Rancangan Tempat Lilin Multifungsi dengan Pendekatan 7 Langkah Nigel Cross," *Jurnal Teknovasi*, vol. 04, no. 01, pp. 32–41, 2017.
- [17] 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.
- [18] O.-J. Optimasi, S. Industri, E. Suprayitno, M. Chaeron, M. Shodiq, and A. Khannan, "Perancangan Ulang Body Kit Preamplifier Gitar Bass Elektrik Menggunakan Metode Nigel Cross," *Desember*, vol. 11, no. 2, 2018, [Online]. Available: <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/opsi>