



PAPER – OPEN ACCESS

Perancangan Produk SmartDry Hub dengan Menggunakan Metode Nigel Cross

Author : Mishel Lea Aknesia Simanjuntak, et al
DOI : 10.32734/ee.v9i2.2755
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 *SmartDry Hub* dengan Menggunakan Metode *Nigel Cross*

Mishel Lea Aknesia Simanjuntak*, Rafael Saro Zendrato, Yosua Situngkir

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

mishelsimanjuntak04@gmail.com, rafaelzend73@gmail.com, yosuasitungkir25@gmail.com

Abstrak

Kebersihan peralatan makan merupakan aspek penting dalam menjaga keamanan pangan, namun masih sering diabaikan, terutama pada proses pengeringan dan penyimpanan yang kurang higienis sehingga berpotensi menimbulkan pertumbuhan mikroorganisme. Kondisi ini menjadi alasan utama penelitian dilakukan, karena praktik konvensional seperti penggunaan rak yang mudah berkarat dan pengeringan tidak optimal dapat meningkatkan risiko kontaminasi. Penelitian ini bertujuan mengatasi permasalahan tersebut melalui perancangan *SmartDry Hub* sebagai produk berupa rak pengering dan penyimpanan peralatan makan yang lebih higienis, efisien, dan aman. Metode yang digunakan adalah *Nigel Cross* dengan tujuh tahapan perancangan yang sistematis dan terstruktur, didukung oleh *Quality Function Deployment* (QFD) untuk menerjemahkan kebutuhan konsumen ke dalam spesifikasi teknis, serta *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk menentukan alternatif desain terbaik melalui pembobotan. Data dikumpulkan melalui penyebaran kuesioner kepada responden, khususnya pemilik dan pekerja kafe sebagai target pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *SmartDry Hub* dilengkapi fitur pengering otomatis, sensor suhu, serta *drip tray* sehingga mampu mengurangi kelembapan dan risiko kontaminasi bakteri. Selain itu, penerapan *value engineering* pada tahap akhir berhasil menekan biaya produksi tanpa mengurangi kualitas produk. Produk ini juga dirancang dengan mempertimbangkan aspek ergonomi dan kemudahan penggunaan, sehingga meningkatkan kenyamanan serta efisiensi aktivitas pengguna sehari-hari. Dengan demikian, *SmartDry Hub* diharapkan menjadi solusi inovatif dalam meningkatkan kebersihan peralatan makan serta mendukung pola hidup sehat.

Kata Kunci: Keamanan Pangan; *Nigel Cross*; Produk Inovatif; *Quality Function Deployment* (QFD); Rak Pengering

Abstract

Tableware hygiene is essential for food safety but is often neglected, especially in improper drying and storage processes that can promote microorganism growth. This issue underlies the study, as conventional practices such as rust-prone racks and ineffective drying increase contamination risk. This research aims to design *SmartDry Hub*, a hygienic, efficient, and safe dish drying and storage rack. The study applies the *Nigel Cross* method with seven systematic stages, supported by *Quality Function Deployment* (QFD) to translate customer needs into technical specifications and *Analytical Hierarchy Process* (AHP) to select the best design alternative. Data was collected by distributing questionnaires to respondents, specifically café owners and employees as the target users. The results show that *SmartDry Hub* features automatic drying, a temperature sensor, and a *drip tray* to reduce moisture and contamination risk. *Value engineering* further reduces production costs without compromising quality. Additionally, the product is designed with ergonomic considerations to enhance user comfort and efficiency. Therefore, *SmartDry Hub* is expected to be an innovative solution for improving tableware hygiene and supporting a healthier lifestyle.

Keywords: Drying Rack; Food Safety; Innovative Product; *Nigel Cross*; *Quality Function Deployment* (QFD)

1. Pendahuluan

Makanan dan minuman menjadi kebutuhan pokok yang berpengaruh pada kesehatan dan kelangsungan hidup, sehingga harus aman dikonsumsi. Kesalahan dalam penyediaannya dapat menimbulkan risiko kesehatan. Salah satu aspek yang sering diabaikan adalah kebersihan peralatan makan, yang dapat terkontaminasi akibat air, proses pencucian, atau penyimpanan yang tidak higienis. Dengan demikian, kebersihan peralatan makan sangat krusial untuk menjaga kualitas makanan[1]. Peralatan makan yang tidak dibersihkan secara optimal dapat menjadi tempat berkembangnya mikroorganisme atau agen penyebab penyakit, yang kemudian berpotensi mengkontaminasi makanan yang disajikan di atasnya[2]. Pengeringan peralatan makan di rumah makan masih kurang efektif, terlihat dari penggunaan rak yang mudah berkarat dan pemakaian lap berulang yang kurang higienis. Peralatan yang disimpan dalam kondisi lembap berisiko mempercepat pertumbuhan bakteri.[3]. Selain pengeringan, cara penyimpanan juga berpengaruh terhadap kebersihan peralatan makan. Penempatan yang terbuka atau tanpa alas dapat memudahkan kontaminasi, terutama pada bagian yang bersentuhan langsung dengan mulut seperti bibir gelas.[4]. Oleh sebab itu, kelompok VIII/C menciptakan produk tempat penyimpanan peralatan makan yang memiliki kelebihan dibandingkan dengan tempat penyimpanan peralatan makan pada umumnya, produk ini dirancang dengan mengembangkan inovasi rak pengering peralatan secara otomatis *SmartDry Hub* yang lebih higienis dan efisien dibandingkan rak pengering pada umumnya. Produk ini dirancang mengurangi resiko pertumbuhan bakteri pada peralatan makan, mempercepat proses pengeringan, serta mendukung terciptanya tempat penyimpanan peralatan makan yang lebih bersih dan sehat.

Metode *Nigel Cross* menjadi salah satu pendekatan alternatif yang dapat diterapkan dalam perancangan produk. Metode ini menggabungkan aspek struktural dan programatik dalam proses desain. Selain itu, metode ini juga memberikan kerangka kerja yang sistematis dan terstruktur dalam pengembangan produk[5]. Dalam proses pembuatan, tahap awal dilakukan melalui perancangan dan pengembangan produk dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) yang dituangkan dalam bentuk *House of Quality* (HoQ). Metode QFD menjadi suatu pendekatan yang dipakai untuk menafsirkan keperluan serta kemauan konsumen ke dalam desain produk yang mempunyai spesifikasi teknis dan karakteristik mutu khusus. Pendekatan ini selaras dengan metode *Nigel Cross* yang menekankan proses perancangan secara sistematis dan terstruktur dalam pengembangan produk[6]. Metode *Nigel Cross* memiliki keunggulan dalam proses perancangan karena mampu menggabungkan prosedur desain dengan struktur perancangan secara terpadu, suatu karakteristik yang tidak dimiliki oleh dua metode lainnya[7]. Guna memperoleh data yang bersifat bias dari responden, dilaksanakan pengumpulan data melalui penyebaran kuesioner AHP. Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) merupakan suatu pendekatan pengambilan keputusan yang sistematis serta menyeluruh. Pendekatan ini mencakup tahapan evaluasi yang diawali dengan pemberian bobot pada setiap kriteria untuk menentukan tingkat kepentingan masing-masing indikator, kemudian dilanjutkan dengan penilaian alternatif sehingga diperoleh bobot akhir guna mengetahui alternatif dengan nilai tertinggi[8].

Kegiatan ini bermaksud untuk memahami serta mengevaluasi capaian penyusunan produk yang sudah ditingkatkan melalui metode *Nigel Cross*. Fokus pada cara pengembangan *SmartDry Hub* yang ditujukan bagi pemilik dan pekerja usaha kafe, dengan harapan produk dapat didesain secara terbaik sesuai keperluan, prioritas, dan kebiasaan konsumen. Maka dari itu, *SmartDry Hub* diharapkan dapat menjadi pendekatan kreatif yang mampu membantu aktivitas pengguna secara lebih tepat.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian adalah sederet proses dan tahapan yang dipakai dalam pelaksanaan suatu riset. Teknik ini memungkinkan penelitian dilakukan secara terstruktur, faktual, rasional, dan mempunyai mutu yang dapat dipertanggungjawabkan. Lebih lagi, metode penelitian juga bermanfaat sebagai rancangan dalam pengumpulan data serta dalam mendapatkan penyelesaian atas suatu persoalan berlandaskan realita yang ada. Informasi yang telah dirangkum lalu diproses memakai Metode Interval Bertingkat (*Method of Successive Interval/MSI*) agar skala data ordinal dapat diubah menjadi skala interval[9]. Metode yang diterapkan dalam perancangan produk *SmartDry Hub* mengacu pada tujuh tahapan pengembangan produk menurut *Nigel Cross*.

- Klarifikasi Tujuan

Tahap klarifikasi tujuan umumnya dilakukan dengan memakai metode pohon tujuan, yaitu suatu cara untuk menggambarkan sasaran dan target yang ingin diperoleh dengan memikirkan beragam faktor yang sesuai. Dalam penerapannya, langkah pertama adalah membuat diagram berbentuk pohon yang menunjukkan hubungan secara hierarkis, kemudian dilanjutkan dengan menyusun daftar tujuan secara berurutan mulai dari tingkat tertinggi hingga ke tingkat yang lebih rendah[10].

- Penetapan Fungsi

Penetapan fungsi dilakukan dengan menggunakan metode pohon tujuan untuk mengidentifikasi persoalan yang memiliki bermacam tingkatan, baik secara umum ataupun lebih rinci. Dalam proses ini, perancang dapat secara fleksibel menelusuri setiap level permasalahan, baik dengan menaikkan maupun menurunkan tingkat analisis, serta menguraikannya ke dalam beberapa tingkatan yang lebih spesifik[11].

- Penyusunan Kebutuhan

Setelah fungsi ditentukan, tahap berikutnya adalah merumuskan kebutuhan secara lebih rinci. Proses ini dilakukan dengan mengidentifikasi berbagai aspek yang diperlukan agar produk dapat berfungsi sesuai tujuan yang diharapkan. Tahap ini bertujuan untuk menyusun spesifikasi yang jelas, terukur, dan sistematis sebagai landasan dalam proses perancangan, sehingga desain yang dihasilkan menjadi lebih tepat guna dan sesuai dengan kebutuhan pengguna[12].

- Penetapan Karakteristik

Penetapan karakteristik merupakan suatu pendekatan agar kualitas produk maupun jasa naik dengan cara mengetahui keperluan konsumen, lalu mengaitkannya dengan persyaratan khusus pada setiap tahap proses pengembangan. Salah satu metode yang dipakai yaitu *Quality Function Deployment* (QFD). *Quality Function Deployment* (QFD) merupakan metode yang digunakan untuk meningkatkan mutu produk dan layanan dengan cara mengidentifikasi kebutuhan pelanggan, lalu mengaitkannya dengan persyaratan teknis pada setiap tahapan pengembangan *Quality Function Deployment* (QFD) juga berfungsi sebagai alat perencanaan yang membantu perusahaan lebih berfokus pada keinginan konsumen dalam penyusunan spesifikasi desain hingga proses produksi, sehingga produk yang dihasilkan dapat memenuhi harapan pengguna[13].

- Pembangkitan Alternatif

Tahap setelahnya adalah pembangkitan alternatif yang bertujuan untuk menghasilkan beberapa pilihan solusi desain alat bantu. Metode yang digunakan pada tahap ini adalah *morphological chart*, dengan *input* berupa atribut produk yang diperoleh dari tahapan sebelumnya. Melalui *morphological chart*, berbagai solusi dari setiap atribut dikaitkan dengan *sub* fungsi, sehingga dapat menghasilkan beragam alternatif desain dalam bentuk tabel. Alternatif-alternatif tersebut kemudian menjadi hasil akhir dari tahap ini[14].

- Evaluasi Alternatif

Tahap berikutnya adalah proses evaluasi dan penilaian terhadap berbagai alternatif desain yang telah diperoleh melalui *morphological chart*. Dilakukan penilaian dengan mempertimbangkan kebutuhan dan preferensi pengguna melalui proses pembobotan. Hasil dari tahap ini adalah terpilihnya satu alternatif rancangan terbaik yang akan diperluas lagi pada tahap selanjutnya.

- Pengembangan Rancangan (*Improving Details*)

Tahap *Improving Details* merupakan fase akhir dalam metode rasional. Penyempurnaan desain dibuat berlandaskan hasil pemilihan alternatif terbaik melalui hasil pembobotan yang didapat. *Value engineering* merupakan metode yang digunakan dalam tahap ini, tujuannya yaitu untuk meningkatkan atau mempertahankan mutu produk sekaligus menekan biaya produksi semaksimal mungkin.

Langkah-langkah dalam penelitian perancangan produk dapat dilihat pada Gambar 2.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Spesifikasi Produk Akhir

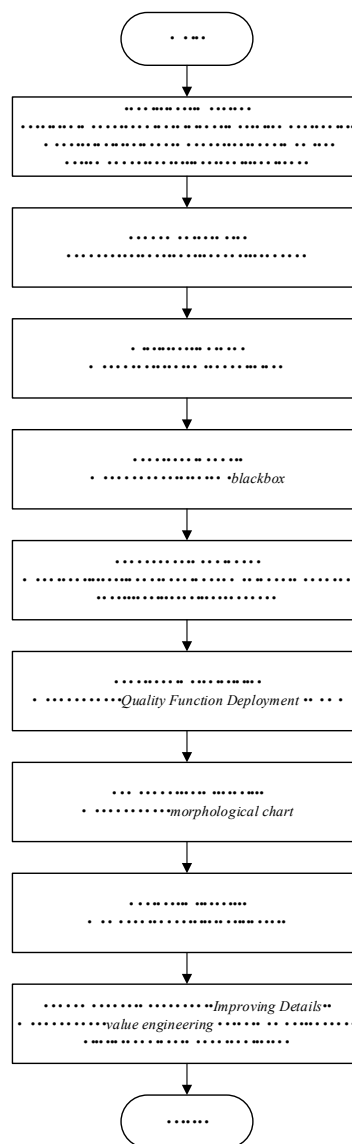
SolidWorks adalah *software* yang dipakai dalam merancang produk akhir *SmartDry Hub* yang telah dirancang secara sistematis dan terperinci untuk menunjukkan bentuk, fungsi, serta susunan komponennya secara menyeluruh dapat dilihat pada Gambar 1.

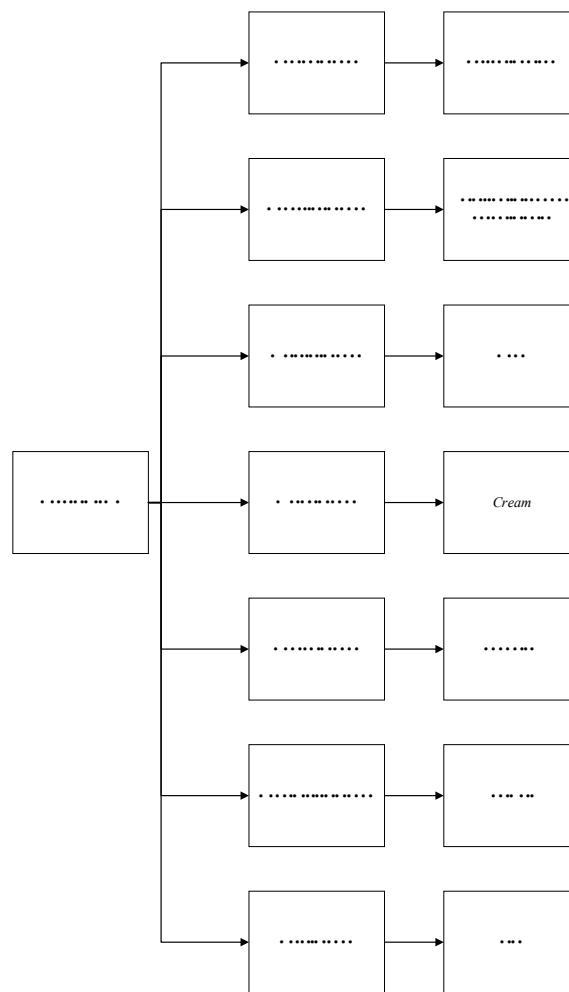


Gambar 1. Rancangan Produk Akhir *SmartDry Hub* Kelompok VIII/C

3.2. Problem

Tujuan utama dapat diwujudkan melalui pencapaian berbagai subtujuan yang tersusun secara hierarkis dan saling berkaitan. Untuk merancang serta memvisualisasikan hubungan tersebut secara sistematis, digunakan metode pohon tujuan sebagai alat analisis dapat dilihat pada Gambar 3.

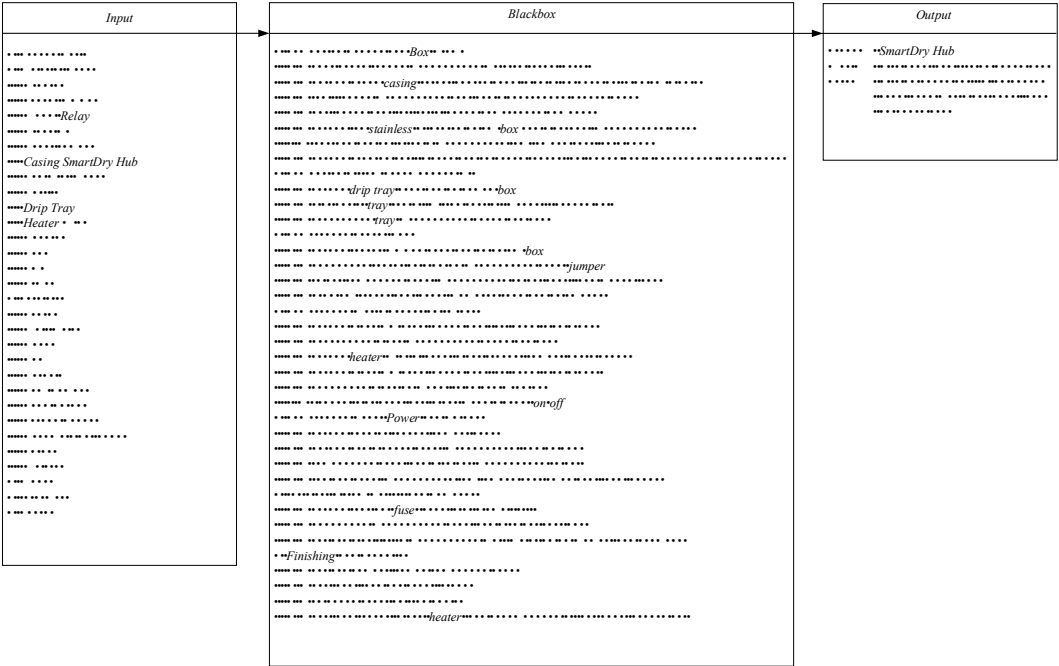
Gambar 2. *Flow Chart* Langkah Penelitian Perancangan Produk



4. Hasil penetapan fungsi pada produk *SmartDry Hub* yang disajikan dalam bentuk diagram *blackbox* dapat dilihat pada Gambar

Setelah fungsi ditetapkan, tahap selanjutnya adalah mengidentifikasi kebutuhan untuk merumuskan spesifikasi teknis yang akurat dalam tahap perancangan. Membuat batasan yang jelas mengenai capaian yang harus dipenuhi oleh perancang adalah tujuan tahap ini, di mana parameter kinerja berfungsi sebagai acuan untuk menyaring sekaligus membatasi berbagai alternatif solusi yang tersedia [15]. Hasil penyusunan kebutuhan pada produk *SmartDry Hub* disajikan pada Tabel 1.

Penetapan karakteristik produk *SmartDry Hub* melalui penerapan metode *Quality Function Deployment* (QFD) memperlihatkan adanya hubungan yang selaras antara kebutuhan konsumen dengan spesifikasi teknis yang dirancang, sehingga produk yang dirancang dapat memenuhi harapan pengguna serta memiliki kualitas yang optimal. Adapun hasil penetapan karakteristik tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



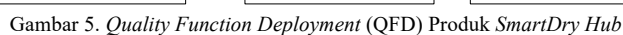
Gambar 4. Hasil Penetapan Fungsi dari Produk *SmartDry Hub*

Tabel 1. Hasil Penyebaran Kuesioner Tertutup

No.	Hasil Brainstorming	D/W	Kuesioner Terbuka
1.	Bentuk produk persegi panjang	W	Bentuk produk persegi panjang
2.	Kapasitas produk 8 piring, 5 pasang sendok-garpu, dan 5 gelas	W	Kapasitas produk 8 piring, 5 pasang sendok-garpu, dan 5 gelas
3.	Material produk kayu	W	Material produk kayu
4.	Warna produk coklat	D	Warna produk <i>cream</i>
5.	Ukuran produk 60x45 cm	W	Ukuran produk 60x45 cm
6.	Daya listrik produk 15 watt	W	Daya listrik produk 15 watt
7.	Berat produk 8 kg	D	Berat produk 7 kg
8.	Produk dilengkapi kipas pengering	W	Produk dilengkapi kipas pengering
9.	Produk dilengkapi sensor suhu	W	Produk dilengkapi sensor suhu
10.	Produk dilengkapi penampung air di bagian bawah (<i>drip tray</i>)	W	Produk dilengkapi penampung air di bagian bawah (<i>drip tray</i>)

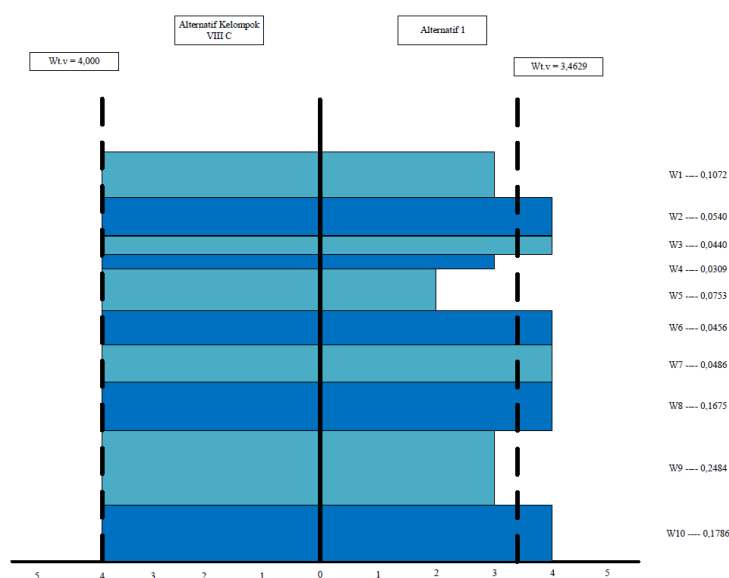
3.4. Sub Solusi

Sub solusi dihasilkan melalui proses penanganan terhadap setiap permasalahan yang timbul, termasuk dalam pemilihan atribut yang sesuai untuk produk *SmartDry Hub* Kelompok VIII/C. Proses ini dilaksanakan dengan mengacu pada tahapan metode *Nigel Cross*, sambil tetap mempertahankan keunggulan yang telah dimiliki serta meningkatkan mutu produk secara keseluruhan. Terdapat dua tahapan dalam *sub* solusi, yaitu pembangkitan alternatif (*generating alternatives*) dan evaluasi alternatif (*evaluating alternatives*). Hasil pembangkitan alternatif pada produk *SmartDry Hub* disajikan pada Tabel 2.



No.	Fungsi	Cara Mencapai Fungsi		
		1	2	3
1.	Bentuk Produk	Persegi	Persegi panjang	Tabung
2.	Kapasitas Produk	8 piring, 5 sendok, 5 gelas	7 piring, 6 sendok, 4 gelas	8 piring, 7 sendok, 6 gelas
3.	Material Produk	Plastik	Kayu	Stainless stell
4.	Warna Produk	Biru	Cokelat	Cream
5.	Ukuran Produk	60 × 50 cm	60 × 45 cm	50 × 50cm
6.	Daya Listrik Produk	17 Watt	16 watt	15 watt
7.	Berat Produk	7 kg	8 kg	9 kg
8.	Fitur Pengering	Lampu	Kipas	Pemanas
9.	Fitur Cek Kelembapan	Sensor suhu	Sensor infrared	Sensor thermocouple
10.	Fitur Penampung Air	Saluran pembuangan	Drip tray	Busa penyerap air
		Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3

Profil nilai perbandingan alternatif kelompok dengan alternatif 1 dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Profil Nilai Perbandingan Alternatif Kelompok VIII/C

3.5. Solusi

Tahap terakhir dalam proses perancangan adalah rekayasa nilai yang difokuskan pada peningkatan kualitas dan daya tarik produk bagi konsumen, sekaligus mengoptimalkan biaya produksi agar lebih efisien. Solusi yang telah dirumuskan selanjutnya direalisasikan ke dalam produk dengan menonjolkan keunggulan atribut dibandingkan dengan produk kompetitor.

Biaya pembuatan awal produk *SmartDry Hub* sebesar Rp 978.000. Nilai tersebut berasal dari komponen utama berupa Arduino seharga Rp 60.000, sensor DHT22 Rp 65.000, modul relay Rp 18.000, kipas DC Rp 30.000, dan kabel jumper Rp 40.000. Komponen dengan biaya terbesar terdapat pada *casing SmartDry Hub* sebesar Rp 250.000, sedangkan rak alat makan digunakan dua buah dengan total biaya Rp 150.000. Komponen pendukung lainnya meliputi akrilik Rp 75.000, *drip tray* Rp 40.000, baut Rp 15.000, LCD Rp 35.000, timah Rp 15.000, *heater* mini Rp 85.000, lem tembak Rp 30.000, dan obeng Rp 70.000.

Setelah dilakukan evaluasi biaya, beberapa komponen dipilih dengan harga yang lebih ekonomis sehingga biaya produksi dapat ditekan. *Casing SmartDry Hub* mengalami penurunan biaya dari Rp 250.000 menjadi Rp 200.000, sedangkan harga rak alat makan turun dari total Rp 150.000 menjadi Rp 100.000. Biaya *drip tray* juga berkurang dari Rp 40.000 menjadi Rp 30.000, dan baut dari Rp 15.000 menjadi Rp 10.000. Sementara itu, komponen utama seperti Arduino, sensor DHT22, modul *relay*, kipas DC, kabel *jumper*, LCD, timah, dan *heater* mini tetap digunakan dengan harga yang sama karena masih sesuai dengan kebutuhan produk. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa pemilihan komponen yang lebih tepat dapat menurunkan biaya produksi tanpa mengurangi fungsi utama *SmartDry Hub*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, perancangan produk *SmartDry Hub* dengan menggunakan metode *Nigel Cross* mampu menghasilkan desain yang terstruktur, dan sesuai dengan keperluan pengguna. Melalui tahapan yang dimulai dari penetapan fungsi, penyusunan kebutuhan, hingga pengembangan detail, menghasilkan produk yang tidak hanya memenuhi fungsi utamanya, tetapi juga mengedepankan kualitas, efisiensi, dan kenyamanan penggunaan. Penerapan metode QFD membantu dalam menginterpretasikan kebutuhan konsumen ke dalam spesifikasi teknis, sedangkan AHP digunakan untuk menentukan alternatif terbaik melalui proses pembobotan. Selain itu, penggunaan *value engineering* pada tahap akhir terbukti efektif dalam mengoptimalkan biaya produksi tanpa mengorbankan kualitas produk. Dengan demikian, *SmartDry Hub* dapat menjadi solusi inovatif dalam menjaga kebersihan dan higienitas peralatan makan, serta memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut sesuai dengan kebutuhan pengguna.

References

- [1] M. Kesehatan Politeknik Kesehatan Makassar, A. Syukur, Y. Jurusan Kesehatan Lingkungan, And P. Kemenkes Pontianak, "Hubungan Metode Pencucian Dan Penyimpanan Dengan Angka Kuman Peralatan Makan Pada Warung Ayam Geprek Di Pontianak Timur," *Online*, Vol. 63, No. 1, 2025, Doi: 10.32382/Medkes.V20i1.
- [2] H. Sasmita And C. Christine, "Tinjauan Proses Pencucian Peralatan Makan Dan Minum Dan Kualitas Bakteriologis Di Warung Makan Pasar Inpres Manonda," *Banua: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, Vol. 3, No. 1, Pp. 31–38, Jun. 2023, Doi: 10.33860/Bjkl.V3i1.2922.
- [3] K. A. Cholid, Y. H. Darundiati, And S. Sulistiyani, "Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Angka Kuman Pada Peralatan Makan Di Rumah Makan Wilayah Perimeter Dan Buffer Area Pelabuhan Sampit," *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip)*, Vol. 10, No. 3, Pp. 290–297, May 2022, Doi: 10.14710/Jkm.V10i3.32746.

- [4] M. Anastasya, J. Seran Tae, M. Sahdan, S. Landi, And A. History, "Relationship Between Tableware Sanitation With The Presence Of Escherichia Coli At The Restaurant Article Info Abstract / Abstrak," *Pancasakti Journal Of Public Health Science And Research*, Vol. 3, Pp. 168–176, 2023, Doi: 10.47650/Pjphsr.V3i3.575.
- [5] R. D. Putera, A. Setya Pradana, K. Muhammad, A. Rahman, And S. Nurhidayat, "Perancangan Kemasan Platelet Lysate Nusantara (Pl-Nusa) Dengan Pendekatan Desain Nigel Cross Designing The Packaging Of Platelet Lysate Nusantara (Pl-Nusa) Using The Nigel Cross Design Approach." [Online]. Available: [Http://Jurnaldinarek.Id](http://Jurnaldinarek.Id)
- [6] W. W. L. L. Geraldo Cikal Sunakalis, "Analisis Kelayakan Bisnis Dan Perancangan Produk Pada Lemari Plastik Multifungsi," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 2022.
- [7] S. Zulkifli *Et Al.*, "Redesain Masker Sebagai Alat Pelindung Diri Bagi Mahasiswa Ti Dengan Menggunakan Metode Nigel Cross."
- [8] L. Joko Susanto And A. Verdian, "Jurnal Pendidikan Rosalia (Jpr) Sistem Pendukung Keputusan Untuk Penilaian Kinerja Pegawai Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (Ahp) Pada Rsud Ahmad Yani Kota Metro".
- [9] M. Waruwu, "Pendekatan Penelitian Pendidikan: Metode Penelitian Kualitatif, Metode Penelitian Kuantitatif Dan Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Method)," *Jurnal Pendidikan Tambusai*, Vol. 7, 2023.
- [10] A. Malik, A. Fianto, 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.
- [11] 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.
- [12] D. R. L. M. S. A. K. Genta Oryza Dharma, "Perancangan Ulang Headset Dan Penutup Mata Untuk Tidur Menggunakan Metode Nigel Cross," *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, Vol. 11, Jun. 2018.
- [13] F. Sulaiman, "Desain Produk : Rancangan Tempat Lilin Multifungsi Dengan Pendekatan 7 Langkah Nigel Cross," 2017.
- [14] A. Bidiawati, Y. Muchtiar, L. Setiawati, H. Suherman, And R. Desmiarti, "Desain Alat Bantu Proses Pemotongan Tahu Guna Meningkatkan Produktivitas Produksi," *Jisi: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, Vol. 11, No. 2, Pp. 261–270, Sep. 2024, Doi: 10.24853/Jisi.11.2.261-270.
- [15] Y. Bunaya, R. Wahyudi, J. T. Ryacudu, W. Huwi, J. Agung, And L. Selatan, "Rancang Bangun Pencetak Opak Pada Umkm Legendaris Menggunakan Metode Nigel Cross Dan Value Engineering," *Jurnal Rekayasa Industri (Jri)*, Vol. 7, No. 2, 2025.