



PAPER – OPEN ACCESS

## Perancangan Produk FiberGuard (Smart Laundry Drain Filtration System) dengan Menggunakan Metode Nigel Cross

Author : Nailah Muthi'ah Pulungan, et al  
DOI : 10.32734/ee.v9i2.2772  
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 *FiberGuard* (*Smart Laundry Drain Filtration System*) dengan Menggunakan Metode *Nigel Cross*

Nailah Muthi'ah Pulungan\*, Laura Ivana Tesalonika Sihaloho, Patrick Immanuel Silalahi, Pedro Dwi Putra Artasasta Hutagalung

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

[nailahmuthiah8@gmail.com](mailto:nailahmuthiah8@gmail.com), [laura.ivana2302@gmail.com](mailto:laura.ivana2302@gmail.com), [patricksilalahi875@gmail.com](mailto:patricksilalahi875@gmail.com), [pedrohutagalung79@gmail.com](mailto:pedrohutagalung79@gmail.com)

## Abstrak

*FiberGuard* adalah alat filtrasi eksternal yang dirancang untuk menyaring mikroplastik dan serat kain sintetis dari limbah air mesin cuci guna mengurangi pencemaran lingkungan yang semakin meningkat akibat penggunaan tekstil sintetis. Produk ini menggunakan sistem filtrasi bertingkat berbasis *stainless steel mesh* dan *microfiber filter* yang mampu menangkap partikel berukuran kecil secara efektif. Selain itu, alat ini dilengkapi dengan sensor aliran air untuk memantau kinerja filtrasi, indikator LED sebagai penanda kondisi alat, serta konektor universal yang memungkinkan penggunaan pada berbagai jenis dan merek mesin cuci. Perancangan produk menjadi langkah utama dalam proses pengembangan karena berkaitan dengan penentuan bentuk, dimensi, serta fungsi agar produk mampu beroperasi dengan baik dan maksimal. Pada perancangan *FiberGuard*, digunakan 7 tahapan metode *Nigel Cross* yang dimulai dari proses *brainstorming* untuk menetapkan karakteristik produk sesuai kebutuhan pengguna. Metode AHP diterapkan untuk mengumpulkan serta menganalisis kebutuhan pengguna secara terstruktur. Hasil penyusunan kebutuhan menunjukkan adanya perbandingan antara 7 aspek *wish* (kesesuaian spesifikasi) dan 3 aspek *demand* (permintaan pasar) pada produk. Selanjutnya, pada tahap evaluasi alternatif diperoleh hasil bahwa desain yang dipilih merupakan alternatif terbaik. Tahap *improving details* menghasilkan produk yang sederhana, aplikatif, dan efektif sebagai solusi dalam mengurangi pencemaran mikroplastik.

Kata Kunci: AHP; *FiberGuard*; Filtrasi; Metode *Nigel Cross*; Perancangan Produk

## Abstract

*FiberGuard* is an external filtration device designed to filter microplastics and synthetic fabric fibers from washing machine wastewater to reduce environmental pollution caused by synthetic textiles. This product uses a multi-stage filtration system based on stainless steel mesh and microfiber filters that can effectively capture small particles. In addition, the device is equipped with a water flow sensor to monitor filtration performance, an LED indicator, and a universal connector that allows compatibility with various types and brands of washing machines. Product design is an important stage in the development process because it is related to determining the shape, dimensions, and functions so that the product can operate properly. In designing *FiberGuard*, the 7-step *Nigel Cross* method was applied, beginning with brainstorming to determine product specifications according to user needs. The AHP method was used to collect and analyze user requirements systematically. The requirement-setting stage resulted in a comparison between 7 wish aspects and 3 demand aspects of the product. Furthermore, in the alternative evaluation stage, the selected design was concluded to be the best alternative. The improving details stage produced a simple, practical, and effective product as a solution to reduce microplastic pollution.

Keywords: AHP; *FiberGuard*; Filtration; *Nigel Cross* Method; Product Design

## 1. Pendahuluan

Mikroplastik merupakan salah satu bentuk polusi lingkungan yang semakin mendapat perhatian global akibat penyebarannya yang luas di perairan serta potensi dampaknya terhadap ekosistem dan kesehatan makhluk hidup [1]. Mikroplastik merupakan partikel plastik dengan ukuran di bawah 5 mm yang terbentuk akibat penguraian plastik berukuran lebih besar maupun dari berbagai aktivitas manusia yang menggunakan polimer sintetis. Ukuran yang sangat kecil menyebabkan partikel ini mudah

terdispersi di lingkungan perairan, memiliki tingkat bioavailabilitas yang tinggi bagi organisme akuatik, serta dapat bertahan dalam waktu yang lama karena memiliki sifat sukar terdegradasi secara alami [2]. Salah satu sumber mikroplastik yang signifikan namun masih kurang mendapat perhatian adalah air limbah laundry rumah tangga, khususnya dari proses pencucian pakaian berbahan sintetis yang melepaskan serat kain mikro ke dalam air limbah dan langsung dibuang ke sistem drainase tanpa proses penyaringan [3].

Produk dapat diartikan sebagai segala bentuk hasil yang tersedia di pasar untuk ditawarkan maupun dibeli guna memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen. Istilah “produk” tidak hanya mencakup bentuk fisik, tetapi juga meliputi berbagai aspek lain yang dipengaruhi oleh persepsi konsumen, seperti layanan, kepuasan dalam penggunaan, simbol status, nilai estetika, dan lainnya [4]. Proses perancangan produk merupakan tahapan pada proses pembuatan suatu produk yang disusun berdasarkan desain bentuk, dimensi, ataupun warna [5].

*Nigel Cross* terkenal sebagai salah satu tokoh penting dalam bidang desain dan perancangan produk. Ia menekankan bahwa hasil akhir dari suatu rancangan bukan sekadar output dari proses desain semata [6]. Salah satu pendekatan yang ia kembangkan adalah metode *Nigel Cross*, yang sering dijadikan alternatif selain dari metode *Quality Function Deployment* (QFD) dari *Pahl & Beitz*. Kelebihan dari metode ini yakni kemampuan dalam mengintegrasikan berbagai aspek produk secara simultan dalam perancangan produk, yang tidak terlalu dijelaskan secara rinci pada metode lain. *Nigel Cross* juga menguraikan bahwa perancangan yang sistematis dilakukan melalui tujuh tahapan utama yang menggambarkan langkah-langkah prosedural yang tersusun untuk mendapatkan solusi suatu masalah. Setiap tahapan tersebut saling berkaitan dan membentuk struktur yang menunjukkan hubungan antar elemen dalam proses desain. Keterkaitan ini ditunjukkan melalui diagram yang memperlihatkan hubungan antara permasalahan dan solusi, baik secara langsung maupun bertingkat hingga ke submasalah dan subsolusi [7].

Metode *Nigel Cross* tidak spesifik hanya menawarkan alur perancangan produk yang sistematis, tetapi juga menampilkan pola berpikir yang logis dan terstruktur pada setiap tahapannya. Pendekatan ini memungkinkan proses desain menjadi lebih merata karena masih memikirkan keterkaitan antar permasalahan dan solusi pada satu sistem yang terorganisasi. [8].

*Analytical Hierarchy Process* (AHP) merupakan metode pendukung solusi atau keputusan yang digunakan untuk membuat sederhana persoalan yang melibatkan banyak aspek atau kriteria. Metode AHP menjabarkan permasalahan yang kompleks yang dibuat ke dalam struktur hierarki, dimulai dari tujuan utama di tingkat teratas, kemudian diikuti oleh faktor atau aspek, kriteria, sub-kriteria, dan juga alternatif solusi pada tingkat terbawah. Melalui pendekatan ini, masalah yang sebelumnya rumit bisa dipecah menjadi bagian-bagian yang lebih sederhana, terstruktur, dan lebih mudah untuk dipahami serta dianalisis [9].

Hasil dari proses tersebut menghasilkan *FiberGuard* sebagai sistem filtrasi eksternal pada saluran pembuangan mesin cuci rumah tangga yang dirancang untuk menyaring serat kain sintetis dan partikel mikroplastik sebelum air limbah dibuang ke lingkungan. *FiberGuard* mengintegrasikan sistem filtrasi bertingkat berbasis beberapa lapisan *stainless steel mesh* dan *microfiber filter* (MF filter) yang bekerja secara mekanis dalam menahan partikel berukuran mikro. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan sensor aliran air berbasis mikrokontroler dan indikator LED sebagai penanda kondisi kepenruhan filter, serta konektor selang universal yang memungkinkan pemasangan pada berbagai tipe mesin cuci rumah tangga. Dengan konsep tersebut, *FiberGuard* dirancang sebagai solusi preventif yang sederhana, aplikatif, dan terjangkau untuk skala domestik dalam upaya pengendalian pencemaran mikroplastik dari sumbernya secara langsung.

## 2. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian adalah kerangka dan dasar pemikiran yang digunakan dalam menyusun penelitian. Sedangkan metode penelitian adalah langkah atau cara yang dipakai peneliti, termasuk teknik dan prosedur, untuk mengumpulkan dan menganalisis data [10]. Perancangan produk *FiberGuard* dilakukan dengan menggunakan pendekatan 7 langkah proses desain yang dikembangkan oleh *Nigel Cross* sebagai acuan dalam setiap langkah perancangannya.

Tabel 1. Langkah Perancangan Produk *FiberGuard* Menggunakan Metode *Nigel Cross*

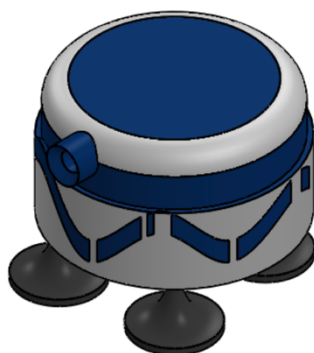
| No. | Langkah dalam Proses Perancangan                                   | Metode                            | Fungsi                                                                               |
|-----|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | <i>Clarifying Objectives</i> (Penjelasan Tujuan)                   | <i>Objectives Trees</i>           | Untuk menetapkan tujuan utama dalam proses perancangan <i>FiberGuard</i> .           |
| 2.  | <i>Estabilishing Function</i> (Penentuan Fungsi Produk)            | <i>Function Analysis</i>          | Untuk menentukan fungsi berdasarkan kebutuhan pengguna serta tujuan utama produk.    |
| 3.  | <i>Setting Requirement</i> (Penyusunan Kebutuhan Produk)           | <i>Performances Specification</i> | Untuk mengevaluasi dan membandingkan atribut produk dari hasil pengolahan kuesioner. |
| 4.  | <i>Determining Characteristic</i> (Penetapan Karakteristik Produk) | <i>Quality Function</i>           | Untuk memastikan <i>FiberGuard</i> memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan.  |
| 5.  | <i>Generating Alternatives</i> (Pengembangan Alternatif Desain)    | <i>Morphological Chart</i>        | Untuk mengembangkan alternatif-alternatif solusi dan dipilih yang paling sesuai.     |

| No. | Langkah dalam Proses Perancangan                            | Metode                     | Fungsi                                                                                      |
|-----|-------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6.  | <i>Evaluating Alternatives</i> (Evaluasi Alternatif Desain) | <i>Weighted Objectives</i> | Untuk menilai setiap alternatif solusi guna mendapatkan pilihan yang paling efektif.        |
| 7.  | <i>Improving Details</i> (Penyempurnaan Detail Rancangan)   | <i>Value Engineering</i>   | Untuk memaksimalkan desain <i>FiberGuard</i> agar lebih efisien dan menekan biaya produksi. |

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Karakteristik Produk Akhir

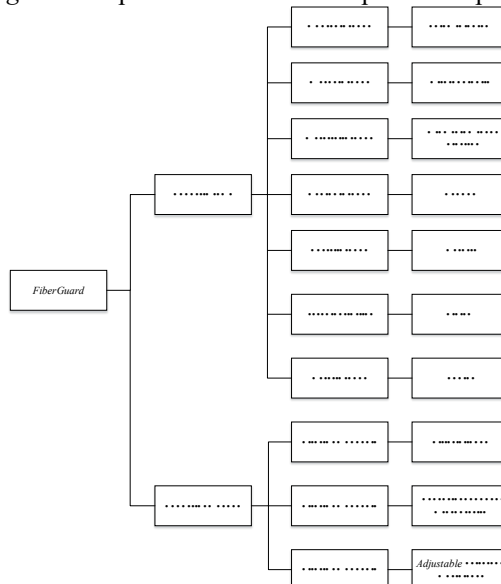
Rancangan desain akhir produk *FiberGuard* dengan menggunakan *Software Solidworks* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rancangan Desain Akhir Produk *FiberGuard*

#### 3.2. Clarifying Objectives (Penjelasan Tujuan)

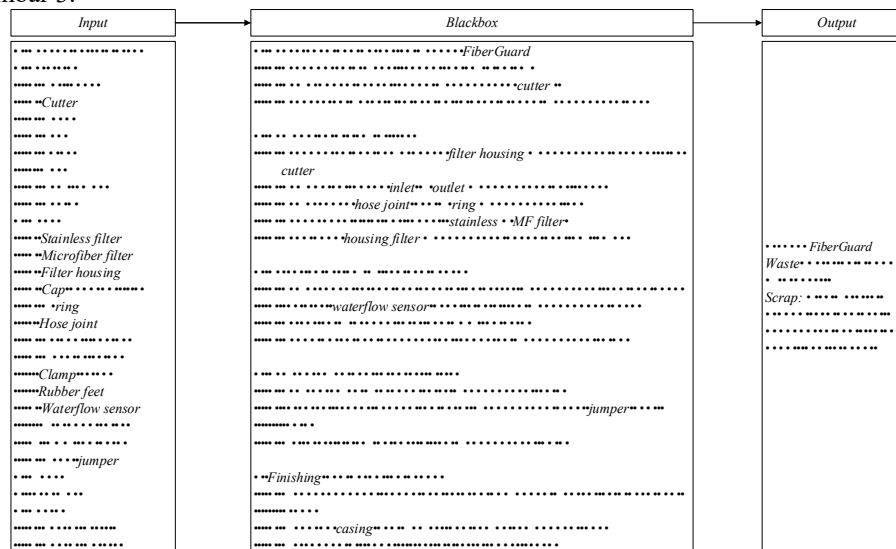
Penjelasan tujuan adalah tahap pertama dalam proses perancangan produk yang bertujuan untuk menentukan arah serta sasaran utama yang ingin dicapai. Tahapan ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode pohon tujuan (*objective tree*) yang membantu perancang dalam menjabarkan tujuan utama ke beberapa *sub*-tujuan yang lebih detail serta memahami hubungan hierarkis di antaranya. *Objective tree diagram* dari produk *FiberGuard* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pohon Tujuan Produk *FiberGuard* Kelompok VIII/B

### 3.3. Establishing Function (Penentuan Fungsi Produk)

Penentuan fungsi merupakan proses membagi fungsi utama menjadi *sub-sub* fungsi untuk menjelaskan transformasi input menjadi output dalam rancangan secara keseluruhan. Hasil penentuan fungsi produk *FiberGuard* dengan diagram *blackbox* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Penentuan Fungsi Produk *FiberGuard*

### 3.4. Setting Requirement (Penyusunan Kebutuhan Produk)

Setelah fungsi produk ditetapkan, tahap selanjutnya adalah menyusun informasi kebutuhan untuk setiap atribut secara lengkap. Penetapan kebutuhan diproses dengan menyandingkan hasil penentuan atribut berdasarkan hasil rekapitulasi kuesioner. Spesifikasi produk *FiberGuard* terdiri dari aspek *Demand* (D) yang berasal dari kebutuhan konsumen dan *Wish* (W) yang berasal dari pertimbangan perancang, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

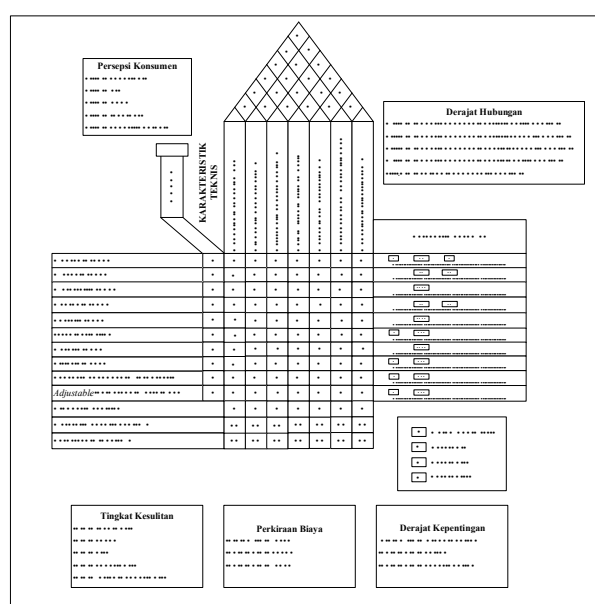
Tabel 1. Spesifikasi Produk *FiberGuard*

| No. | Hasil Brainstorming                                | D/W | Kuesioner Terbuka                                  |
|-----|----------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------|
| 1.  | Ukuran Produk 10cm x 12 cm                         | D   | Ukuran produk 10 cm × 15 cm                        |
| 2.  | Warna produk putih, hitam, dan navy                | D   | Warna produk biru dan putih                        |
| 3.  | Material produk terbuat dari aluminium dan plastik | W   | Material produk terbuat dari aluminium dan plastik |
| 4.  | Bentuk produk berupa tabung                        | W   | Bentuk produk berupa tabung                        |
| 5.  | Posisi produk berdiri                              | W   | Posisi produk berdiri                              |
| 6.  | Jarak per filter 0,5 cm                            | W   | Jarak per filter 0,5 cm                            |
| 7.  | Berat produk 400 gr                                | D   | Berat produk 450 gr                                |
| 8.  | Filter 4 tahap                                     | W   | Filter 4 tahap                                     |
| 9.  | Sensor kepuhan mikroplastik                        | W   | Sensor kepuhan mikroplastik                        |
| 10. | Adjustable ke selang mesin cuci                    | W   | Adjustable ke selang mesin cuci                    |

Dilihat dari tabel tersebut bahwa nilai W (*wish*) berjumlah 7, sedangkan D (*demand*) berjumlah 3, hasil ini menunjukkan kondisi W lebih besar daripada D. Kondisi ini mencerminkan bahwa perancang memiliki keahlian yang baik, ditunjukkan melalui kesesuaian antara spesifikasi produk dan kebutuhan konsumen.

### 3.5. Determining Characteristics (Penetapan Karakteristik Produk)

Digunakan metode *Quality Function Development* (QFD) pada produk *FiberGuard* menggunakan metode menyesuaikan spesifikasi teknis dengan keinginan pengguna, memastikan efisiensi produksi, serta meminimalkan risiko ketidaksesuaian antara produk yang dihasilkan dan kebutuhan pelanggan yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Quality Function Development (QFD) FiberGuard*

Target pencapaian ditentukan berdasarkan tiga hal utama, yaitu tingkat kesulitan, tingkat kepentingan, dan estimasi biaya. Tingkat kesulitan ditetapkan berdasarkan karakteristik teknis berupa tingkat kebocoran tergolong tingkat kesulitan sangat sulit, karakteristik teknis berupa kekuatan produk, efisiensi penyaringan, ketebalan material, ketahanan pemakaian, dan kapasitas filtrasi tergolong tingkat kesulitan sulit, sedangkan karakteristik teknis laju aliran air tergolong tingkat kesulitan mudah. Derajat kepentingan karakteristik teknis berupa tingkat kebocoran, efisiensi penyaringan, laju aliran air, ketahanan pemakaian, dan kapasitas filtrasi tergolong derajat kepentingan penting, sedangkan karakteristik teknis kekuatan produk dan ketebalan material tergolong derajat kepentingan kurang penting Sementara itu, semua karakteristik teknis tergolong perkiraan biaya sedang.

### 3.6. Generating Alternatives (Pengembangan Alternatif Desain)

Pengembangan alternatif rancangan dilakukan dengan tujuan menghasilkan berbagai pilihan solusi yang dapat dimanfaatkan dalam menyelesaikan permasalahan, kemudian dipilih alternatif yang dinilai paling optimal. Tahapan ini memanfaatkan Morphological Chart, yaitu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi, menganalisis, serta mengorganisasi beragam kemungkinan bentuk dan fungsi produk secara terstruktur. Hasil pembentukan alternatif desain pada produk FiberGuard disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. *Morphological Chart*

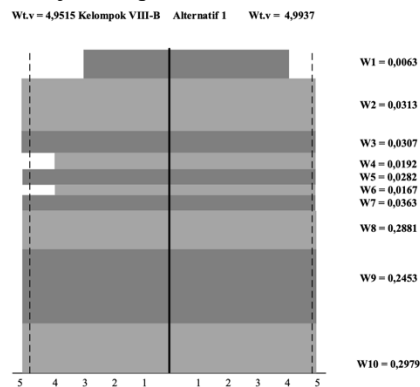
| No. | Fungsi                | Cara Mencapai Fungsi  |                   |                  |
|-----|-----------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
|     |                       | 1                     | 2                 | 3                |
| 1.  | Ukuran                | 10 cm                 | 15 cm             | 20 cm            |
| 2.  | Warna                 | Biru putih            | Merah hitam       | Kuning putih     |
| 3.  | Material              | Aluminium dan Plastik | Plastik           | Aluminium        |
| 4.  | Bentuk                | Kubus                 | Tabung            | Bola             |
| 5.  | Posisi                | Berdiri               | Menggantung       | Tidur            |
| 6.  | Jarak antar filter    | 0,3 cm                | 0,2 cm            | 0,5 cm           |
| 7.  | Berat                 | 250 gr                | 300 gr            | 450 gr           |
| 8.  | Pendeteksi aliran air | Sensor tekanan air    | Sensor waterproof | Waterflow sensor |
| 9.  | Jumlah tahap filtrasi | 2                     | 3                 | 4                |
| 10. | Koneksi filter air    | Adjustable            | Katup buka tutup  | Bongkar pasang   |

Berdasarkan *Morphological Chart*, alternatif pertama yang dihasilkan adalah sebuah produk berbentuk tabung setinggi 20 cm dengan berat 450 gram yang dirancang untuk digunakan dalam posisi berdiri. Produk berbahan plastik ini mengusung perpaduan warna biru dan putih, serta dilengkapi dengan sistem filtrasi tiga tahap yang memiliki jarak antar filter sebesar 0,5 cm. Untuk

menunjang fungsionalitasnya, desain ini menggunakan *waterflow* sensor sebagai pendeteksi aliran air dan dilengkapi dengan koneksi filter air bertipe *adjustable*.

### 3.7. Evaluating Alternatives (Evaluasi Alternatif Desain)

Evaluasi dilakukan terhadap berbagai alternatif yang dihasilkan dari *Morphological Chart* untuk menentukan pilihan terbaik. Proses ini menggunakan metode yang sesuai dengan beban objektif, yaitu metode analisa bobot tujuan. Profil nilai perbandingan alternatif produk *FiberGuard* dan alternatif 1 ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Profil Perbandingan Nilai Produk *FiberGuard* dengan Alternatif 1

Berdasarkan hasil analisis luas *gap* pada produk *FiberGuard* dan alternatif 1, didapatkan bahwa *gap* produk *FiberGuard* sebesar 0,1674 lebih kecil dibandingkan *gap* alternatif 1 sebesar 0,0251. Oleh karena itu, produk yang dipilih sebagai alternatif terbaik adalah *FiberGuard*.

### 3.8. Improving Details (Penyempurnaan Detail Rancangan)

Penyempurnaan pada detail rancangan dilakukan dengan tujuan untuk memaksimalkan nilai guna pada produk bagi konsumen serta mengefisiensikan pengeluaran biaya dari sisi produsen. Perkiraan biaya untuk setiap fungsi tambahan telah ditetapkan pada tahap sebelumnya sebagai pondasi untuk menetapkan harga jual dari produk yang akan dipasarkan. Informasi mengenai rincian biaya komponen yang digunakan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Harga Komponen-Komponen yang akan Digunakan

| Komponen                              | Harga per Komponen (Rp) | Jumlah Komponen yang Digunakan | Total Biaya (Rp) |
|---------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|------------------|
| <i>Stainless Filter</i>               | 50.000                  | 3                              | 150.000          |
| <i>Microfiber Filter</i>              | 90.000                  | 1                              | 90.000           |
| <i>Filter Housing (Atas)</i>          | 40.000                  | 1                              | 40.000           |
| <i>Filter Housing (Bawah)</i>         | 40.000                  | 1                              | 40.000           |
| Cap penutup filter                    | 40.000                  | 1                              | 40.000           |
| <i>O-ring</i>                         | 1.500                   | 4                              | 6.000            |
| <i>Hose Joint</i>                     | 50.000                  | 1                              | 50.000           |
| <i>Rubber Feet</i>                    | 1.500                   | 4                              | 6.000            |
| <i>Waterflow Sensor</i>               | 100.000                 | 1                              | 100.000          |
| <i>Mikrokontroler (ESP32/Arduino)</i> | 150.000                 | 1                              | 150.000          |
| <i>LED indicator</i>                  | 5.000                   | 1                              | 5.000            |
| Adaptor Selang Universal              | 25.000                  | 1                              | 25.000           |
| <i>Clamp Selang</i>                   | 4.000                   | 1                              | 4.000            |
| Kabel <i>Jumper</i>                   | 20.000                  | 1                              | 20.000           |
| <b>Total</b>                          |                         |                                | <b>726.000</b>   |

Evaluasi alternatif produk dilakukan dengan menekan biaya melalui penggantian komponen sejenis yang memiliki harga lebih ekonomis namun tetap mempertahankan kualitas yang sama. Hasil evaluasi pada produk *FiberGuard* ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Evaluasi Harga Komponen Produk *FiberGuard*

| Komponen                       | Harga Komponen (Rp) | Jumlah Komponen yang Digunakan | Total Biaya (Rp) |
|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|------------------|
| <i>Stainless Filter</i>        | 50.000              | 3                              | 50.000           |
| <i>Microfiber Filter</i>       | 80.000              | 1                              | 80.000           |
| <i>Filter Housing (Atas)</i>   | 30.000              | 1                              | 30.000           |
| <i>Filter housing (Bawah)</i>  | 30.000              | 1                              | 30.000           |
| Cap penutup filter             | 30.000              | 1                              | 30.000           |
| O-ring                         | 1.500               | 4                              | 1.500            |
| Hose joint                     | 45.000              | 1                              | 45.000           |
| Rubber feet                    | 1.500               | 4                              | 1.500            |
| Waterflow sensor               | 80.000              | 1                              | 80.000           |
| Mikrokontroler (ESP32/Arduino) | 100.000             | 1                              | 100.000          |
| LED indicator                  | 5.000               | 1                              | 5.000            |
| Adaptor selang universal       | 25.000              | 1                              | 25.000           |
| Clamp selang                   | 4.000               | 1                              | 4.000            |
| Kabel jumper                   | 20.000              | 1                              | 20.000           |
| Total                          |                     |                                | <b>502.000</b>   |

### 3.9. Flow Process Chart (FPC)

Flow Process Chart (FPC) dari produksi *FiberGuard* ditunjukkan pada Gambar 6.

### 3.10. Simulasi Produk melalui Software SolidWorks

*SolidWorks* merupakan perangkat lunak yang berfungsi untuk mendukung pekerjaan di bidang desain. *Software* ini terkenal dengan banyaknya fitur yang berfungsi untuk menghitung dan menganalisis desain, seperti analisis regangan, tegangan, pengaruh temperatur, dan lain sebagainya. Simulasi yang dilakukan pada produk *FiberGuard* diproses menggunakan *SolidWorks SimulationXpress Analysis Wizard* untuk menilai seberapa kuat produk yang akan dibuat. Ditinjau dari hasil *mass properties* dan *SimulationXpress*, didapat massa produk dengan jumlah 0,00554854 kg dan besar volume  $3.90742\text{e-}06\text{ m}^3$ . Selain itu, hasil *SimulationXpress* menunjukkan bahwa produk *FiberGuard* memiliki *tensile strength* sebesar  $5.73\text{e}+07\text{ N/m}^2$ .

## 4. Kesimpulan

Perancangan produk *FiberGuard* diproses dengan menerapkan metode *Nigel Cross* dengan 7 langkah yang diawali dari tahap klarifikasi tujuan menggunakan diagram pohon, kemudian penetapan fungsi untuk mengenali fungsi utama maupun fungsi tambahan, serta penyusunan kebutuhan yang terdiri dari 3 atribut *Demand* dan 7 atribut *Wish*. Penentuan spesifikasi produk dilakukan dengan metode QFD untuk menganalisis tingkat kesulitan, tingkat kepentingan, serta estimasi biaya. Pada tahap pengembangan alternatif, dihasilkan 3 rancangan melalui bantuan *Morphological Chart*, kemudian dilakukan evaluasi untuk menentukan alternatif terbaik berdasarkan bobot tujuan. Tahap selanjutnya adalah rekayasa nilai yang bertujuan menekan biaya tanpa mengurangi fungsi utama produk, sehingga diperoleh alternatif terbaik dengan biaya komponen sebesar Rp502.000. Tahap *improving details* menghasilkan spesifikasi akhir *FiberGuard*, yaitu berbentuk tabung dengan ukuran  $10\text{ cm} \times 15\text{ cm}$ , berwarna biru dan putih, menggunakan material aluminium dan plastik, memiliki posisi berdiri, jarak antar filter 0,5 cm, serta berat 450 gram, fitur filtrasi 4 tahap, *waterflow sensor*, dan fitur *adjustable* ke selang mesin cuci. Secara keseluruhan, metode *Nigel Cross* menghasilkan perancangan yang sistematis dan optimal. Hasil QFD menunjukkan produk memiliki tingkat kepentingan tinggi dengan biaya yang masih efisien, sedangkan Flow Process Chart (FPC) menggambarkan alur produksi produk *FiberGuard* yang terstruktur. Rancangan akhir divisualisasikan menggunakan *software SolidWorks* yang memperjelas bentuk dan spesifikasi teknis dan menunjukkan bahwa produk *FiberGuard* layak secara teknis dan manufaktur.

| Ringkasan                                  |          |               |        |               |        | PEKERJAAN     |        |               |         |        |       |       |           |         |          | : PEMBUATAN FILTRASI AIR FIBERGUARD |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------|----------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|---------|--------|-------|-------|-----------|---------|----------|-------------------------------------|---------|--------|-------|---------|--|--|--|--|--|--|
| KEGIATAN                                   | Sekarang |               | Usulan |               | Beda   |               |        |               |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
|                                            | Jumlah   | Waktu (detik) | Jumlah | Waktu (detik) | Jumlah | Waktu (detik) |        |               |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| ○ Operasi                                  | 17       | 5940          |        |               |        |               |        |               |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| □ Pemeriksaan                              | 2        | 300           |        |               |        |               |        |               |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| ◇ Transportasi                             | 3        | 360           |        |               |        |               |        |               |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| ◇ Menunggu                                 | -        |               |        |               |        |               |        |               |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| ▽ Penyimpanan                              | 3        | 600           |        |               |        |               |        |               |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Jarak Total                                | 14       |               |        |               |        |               |        |               |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Uraian Kegiatan                            | Lambang  |               |        |               |        | Jarak (m)     | Jumlah | Waktu (detik) | Analisa |        |       |       |           | Catatan | Tindakan |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
|                                            | ○        | □             | ➡      | ◇             | ▽      |               |        |               | Apa     | Dimana | Kapan | Siapa | Bagaimana |         | Ruang    | Gedung                              | Liputan | Tempat | Orang | Perekam |  |  |  |  |  |  |
| Persiapan Bahan                            |          |               |        |               |        | -             | 1      | 300           |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Bahan dibawa ke ruang kerja                |          |               |        |               |        | 7             | 1      | 120           |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Pengukuran dimensi tabung                  |          |               |        |               |        | -             | 1      | 120           |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Pemotongan bahan tabung                    |          |               |        |               |        | -             | 1      | 180           |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Pengecatan warna pada produk               |          |               |        |               |        | -             | 1      | 600           |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Pengukuran dan pemotongan filter housing   |          |               |        |               |        | -             | 1      | 120           |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Pembuatan lubang inlet dan outlet          |          |               |        |               |        | -             | 2      | 300           |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Pemasangan hose joint & O-ring             |          |               |        |               |        | -             | 2      | 180           |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Penyusunan filter bertingkat               |          |               |        |               |        | -             | 1      | 240           |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Penutupan housing filter                   |          |               |        |               |        | -             | 1      | 180           |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Pemasangan selang dan adaptor universal    |          |               |        |               |        | -             | 2      | 180           |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Instalasi waterflow sensor                 |          |               |        |               |        | -             | 1      | 300           |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Perakitan mikrokontroler dan LED indikator |          |               |        |               |        | -             | 1      | 300           |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Penyolderan dan pengkabelan rangkaian      |          |               |        |               |        | -             | 1      | 720           |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Pemrograman mikrokontroler                 |          |               |        |               |        | -             | 1      | 600           |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Integrasi sensor dengan indikator          |          |               |        |               |        | -             | 1      | 600           |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Kalibrasi sistem deteksi aliran            |          |               |        |               |        | -             | 1      | 600           |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Penggabungan rangka seluruh komponen       |          |               |        |               |        | -             | 1      | 300           |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Pemeriksaan sambungan rapat                |          |               |        |               |        | -             | 1      | 120           |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Rangkaian dibawa ke tempat penyimpanan     |          |               |        |               |        | 7             | 1      | 120           |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Rangkaian disimpan pada tempat penyimpanan |          |               |        |               |        | -             | 1      | 300           |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Pengujian filtrasi air dan fungsi sensor   |          |               |        |               |        | -             | 1      | 420           |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Produk dipindahkan ke gudang produk jadi   |          |               |        |               |        | 7             | 1      | 120           |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |
| Penyimpanan produk jadi                    |          |               |        |               |        | -             | -      | -             |         |        |       |       |           |         |          |                                     |         |        |       |         |  |  |  |  |  |  |

Gambar 6. Flow Process Chart

## Referensi

- [1] A. Ashrafy *et al.*, "Microplastics Pollution: A Brief Review of Its Source and Abundance in Different Aquatic Ecosystems," *J. Hazard. Mater. Adv.*, vol. 9, no. December 2022, 2023, doi: 10.1016/j.hazadv.2022.100215.
- [2] N. Tuhumury and A. Ritonga, "IDENTIFIKASI KEBERADAAN DAN JENIS MIKROPLASTIK PADA KERANG DARAH (Anadara granosa) DI PERAIRAN TANJUNG TIRAM, TELUK AMBON," *Trit. J. Manaj. Sumberd. Perair.*, vol. 16, no. 1, pp. 1–7, 2020, doi: 10.30598/tritonvol16issue1page1-7.
- [3] J. Junardi, "Simulasi Penyisihan Mikroplastik Pada Limbah Laundry Menggunakan Proses Filtrasi Bertingkat," *STABILITA || J. Ilm. Tek. Sipil*, vol. 10, no. 1, p. 46, 2022, doi: 10.55679/jts.v10i1.27911.
- [4] F. S. Burta, "No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title," vol. 8, no. 1, pp. 430–439, 2018.
- [5] C. Febryan, N. Luh, P. Lilis, S. Setiawati, F. Teknik, and U. Udayana, "Jurnal Taguchi," vol. 4, no. desember, pp. 31–41, 2024.
- [6] C. E. V. Wuisang, "TINJAUAN ARSITEKTUR : BAGAIMANA MERANCANG ARSITEKTUR DAN MERANCANG : Menerjemahkan ke dalam bahasa rupa ( ruang – bentuk ) Merangkai dan merakit unsur ruang - bentuk," *Media Matrasain*, vol. 12, no. 3, pp. 35–43, 2015.
- [7] R. Ramdhani, I. Fanani, and M. Nurhayaty, "Quality Function Deployment (Qfd) Untuk Peningkatan Kualitas Produk Sepatu Pt. X," *J. Media Teknol.*, vol. 12, no. 1, pp. 182–188, 2025, doi: 10.25157/jmt.v12i1.5262.
- [8] S. Zulkifli *et al.*, "Keywords : Product Design , Mask Redesign , Nigel Cross Method," vol. 1, no. 1, 2021.
- [9] A. U. Khan, A. U. Khan, and Y. Ali, "Analytical Hierarchy Process (Ahp) and Analytic Network Process Methods and Their Applications: a Twenty Year Review From 2000–2019," *Int. J. Anal. Hierarchy Process*, vol. 12, no. 3, pp. 369–402, 2020, doi: 10.13033/IJAHP.V12I3.822.
- [10] V. Ayumi, *Konsep dan Struktur Penulisan Karya Ilmiah*. Jawa Barat: CV Jejak, 2021.