



PAPER – **OPEN ACCESS**

## Perancangan Produk Alat Penyangrai dan Penggiling Kopi Otomatis Menggunakan Metode Nigel Cross

Author : Lidwina Inara Siagian, dkk  
DOI : 10.32734/ee.v6i1.1774  
Electronic ISSN : 2654-7031  
Print ISSN : 2654-7031

*Volume 6 Issue 1 – 2023 TALENTA Conference Series: Energy and 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 Alat Penyangrai dan Penggiling Kopi Otomatis Menggunakan Metode *Nigel Cross*

Lidwina Inara Siagian<sup>a</sup>, Ruth Rose Angeline Tarigan<sup>b</sup>, Hana Charelin Hutagalung<sup>c\*</sup>, Adrian Nathanael Bakara<sup>c</sup>, Tanjiro Bastian Chandra<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

<sup>b</sup>Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

<sup>c</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

lidwinasgn@gmail.com, angeltarigan115@gmail.com, hanacharelin24@gmail.com, adrianbakara02@gmail.com, tanjiro2002@gmail.com

## Abstrak

Penyangrai dan penggiling kopi otomatis dirancang dengan menerapkan *Nigel Cross* yang terdiri atas 7 langkah. Langkah awal yaitu klarifikasi tujuan yang menghasilkan *objective tree* dengan level berbeda. Selanjutnya, penetapan fungsi dengan prinsip *blackbox* yaitu dengan ditambahkan penanda suara sebagai sub fungsi, produk dibuat menjadi lebih efisien dengan menggabung dua operasi dalam satu wadah. Tahap penetapan kebutuhan menghasilkan *Wish* sejumlah 9 dan *Demand* sejumlah 1 dari 10 atribut produk. Langkah *determining characteristics* berdasarkan tingkat kesulitan menghasilkan 4 karakteristik dengan tingkat sulit, 4 dengan tingkat sangat sulit, dan 2 dengan tingkat cukup mudah. Selanjutnya, diperoleh sejumlah alternatif dari Penyangrai dan penggiling kopi otomatis sebanyak 3 pada tahap pembangkitan alternatif. Tahap evaluasi alternatif menghasilkan 3 alternatif produk. Dari alternatif yang ada diperoleh bahwa alternatif kelompok 1 lebih stabil daripada alternatif 1 berdasarkan tahapan evaluasi alternatif. Penelitian dibuat agar memenuhi langkah-langkah perancangan dan pengembangan produk secara sistematis terhadap Penyangrai dan Penggiling Kopi Otomatis dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment (QFD)* untuk mendapatkan produk yang sesuai dengan keinginan para konsumen.

Kata Kunci: QFD; Wish; Demand; *Nigel Cross*

## Abstract

Automatic coffee roasters and grinders are designed by applying *Nigel Cross* which consists of 7 steps. The first step is the clarification of objectives which results in an objective tree that consist of levels that differs. Establishing Functions using the blackbox principle, namely by adding sound markers as a sub function, the product is made more efficient by combining two operations in one container. The setting requirements stage produces 9 attributes of Wish and 1 attributes of Demand. The determining characteristics step based on the level of difficulty produces 4 characteristics with a difficult level, 4 with a very difficult level, and 2 with a fairly easy level. The generating alternatives stage results in 3 product alternatives. It was found that group 1 alternative was more stable than alternative 1 based on Evaluating Alternatives. The research was made in order to fulfill the steps of systematic product design and development against Automatic Coffee Roasters and Grinders using the *Quality Function Deployment (QFD)* method to obtain products that are in accordance with the wishes of consumers.

Keywords: QFD; Wish; Demand; *Nigel Cross*

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Penyangraian kopi (*roasting coffee*) merupakan langkah dilakukannya pengeluaran air dari kopi, pengeringan dan pengembangan biji kopi, pengurangan beratnya untuk memberikan aroma pada kopi tersebut [1]. Proses menggiling kopi adalah pengolahan hasil sangraian kopi dari biji hingga berbentuk bubuk [2]. Proses pengolahan kopi dalam industri kecil atau rumah tangga masih bersifat konvensional sehingga memiliki kekurangan karena membutuhkan sejumlah besar tenaga kerja. Ini akan menyebabkan lamanya proses produksi berlangsung dan kurang efisien [3]. Proses penyangraian dan penggilingan kopi umumnya dilakukan dengan teknik konvensional dan terpisah. Untuk memudahkan para pengusaha kopi dibutuhkan alat penyangrai dan penggiling kopi yang praktis artinya sudah terotomatisasi. Produk penyangrai dan penggiling kopi yang tersedia di pasaran saat ini sudah memiliki kelebihan dalam hal estetika, dan penggunaannya yang memudahkan manusia tetapi kelemahannya ada pada sisi biaya dan daya yang diperlukan masih sangat tinggi sehingga kurang dapat digunakan oleh usaha-usaha kecil. Selain itu, pada industri rumahan menggunakan alat penyangrai dan penggiling kopi konvensional yaitu dengan pengaduk tangan, kompos kayu atau gas, dan digiling menggunakan blender. Hal tersebut membutuhkan lebih banyak waktu, tenaga, dan biaya. Penyangrai dan penggiling kopi yang digunakan masih menggunakan alat manual dan membuat kurang efisien. Penyangrai dan penggiling kopi manual akan menyebabkan penyangraian kopi kurang merata dan gosong. Jika penyangraian dan penggilingan kopi dilakukan dalam skala besar akan berpengaruh pada mutu serta produktivitasnya[4].

Berdasarkan masalah yang telah dipaparkan diperlukan perancangan alat penyangrai dan penggiling kopi berbasis otomatis dengan berdasar dari hasil data survey pasar. Rancangan yang dihasilkan diharapkan akan memenuhi standar kualitas yang diinginkan dan dibutuhkan konsumen. Oleh karena itu digunakan metode *Nigel Cross* untuk perancangan produk alat penyangrai dan penggiling kopi berbasis otomatis. Metode perancangan produk rasional oleh *Nigel Cross* merupakan metode perancangan produk yang menggunakan pendekatan yang lebih sistematis dalam proses perancangan dibandingkan dengan metode kreatif [5]. Metode *Nigel Cross* bertujuan agar solusi yang memungkinkan dapat diperluas, kerja tim dapat difasilitasi, dan keputusan terbaik dapat diambil berdasarkan gagasan yang sepadan. Tujuan ini sama dengan metode kreatif sehingga *Nigel Cross* tidak selalu berlawanan dengan metode kreatif. Pada metode *Nigel Cross*, aspek proses desain dimulai dari klarifikasi masalah hingga desain detail [6].

*Nigel Cross* merupakan metode alternatif yang digunakan selain *Quality Function Deployment*. Langkah-langkah *Nigel Cross* terdiri atas dengan metode yang berbeda-beda di setiap langkahnya. Langkah-langkah tersebut adalah klarifikasi tujuan, penetapan fungsi, penyusunan kebutuhan, penetapan karakteristik, pembangkitan alternatif, evaluasi alternatif dan rincian perbaikan [7].

## 1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dibuat agar dapat dilakukan perancangan produk dengan metode *Nigel Cross* dan *Quality Function Deployment* (QFD) pada produk Penyangrai dan Penggiling Kopi Otomatis sesuai keinginan serta kebutuhan konsumen serta spesifikasi akhir, material, fungsi, dan biaya dapat diperlihatkan sehingga dapat memenuhi keinginan konsumen dalam penggunaan produk nantinya.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini membuat produk penyangrai dan penggiling kopi otomatis dengan metode *nigel cross*.

### 2.1. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dibuat dengan tahapan sebagai berikut.

- Klarifikasi Tujuan

Metode pada tahap ini yaitu dengan *objective tree* yang menunjukkan bentuk dan uraian rincian dari tujuan-tujuan yang ada [8] yang ingin diperoleh dengan berbagai pertimbangan.

- Penetapan Fungsi

Penetapan Fungsi produk menggunakan prinsip *Black Box*. Penetapan Fungsi dilakukan agar Batasan sistem dan fungsi dapat ditetapkan [9].

- Menyusun Kebutuhan

Tahap ini bertujuan agar seluruh hal yang dibutuhkan dapat dirincikan sesuai spesifikasi agar desain produk lebih tepat dan sesuai keinginan [10].

- Penentuan Karakteristik

Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengetahui standar kualitas yang dibutuhkan dan diinginkan konsumen terhadap produk yang akan dirancang [11].

- Penentuan Alternatif

Penentuan alternatif, bertujuan untuk menghasilkan alternatif untuk menjadi pilihan sehingga dapat digunakan untuk memperoleh solusi terbaik terhadap masalah yang ada dalam merancang produk [12].

- Evaluasi Alternatif

Tahap ini bertujuan untuk mencari solusi ataupun alternatif yang terbaik.

- Rincian Perbaikan (*Improving Details*)

Tahap ini bertujuan menguraikan rincian perbaikan yang dilakukan berdasarkan hasil dari seluruh langkah yang telah dilakukan sebelumnya.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan metode penelitian yang ada diperoleh hasil perancangan produk Alat Penyangrai dan Penggiling Kopi Otomatis dengan menggunakan menggunakan nigel cross yaitu :

#### 3.1. Problem

##### 3.1.1. Spesifikasi Produk Berdasarkan Brainstorming

Produk Alat Penyangrai dan Penggiling Kopi Otomatis yang dihasilkan dari brainstorming kelompok ditunjukkan pada Tabel 1.

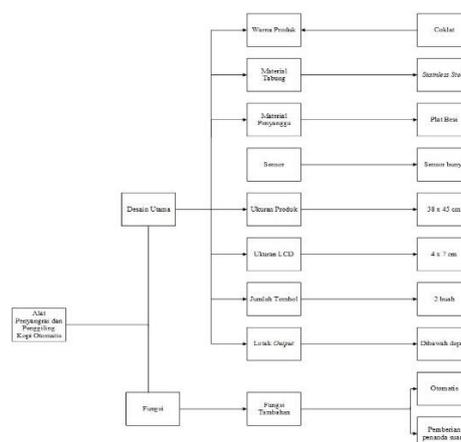
Tabel 1. Spesifikasi Hasil *Brainstorming*

No	Atribut	Spesifikasi
1	Warna Produk	Coklat
2	Bahan Tabung	<i>Stainless steel</i>
3	Bahan Penyangga	Plat besi
4	Tinggi Produk	45 cm
5	Lebar Produk	38 cm
6	Penggunaan Sensor	Sensor bunyi
7	Jumlah Tombol	2 buah

#### 3.2. Sub Problem

##### 3.2.1. Klarifikasi Tujuan (*Clarifying Objectives*)

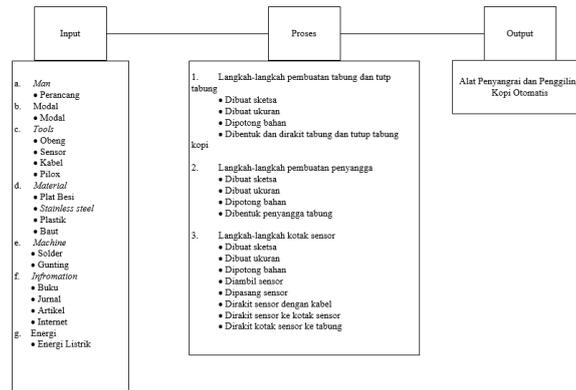
Langkah ini menggunakan pohon tujuan dari produk. Pohon tujuan ditunjukkan sebagai berikut.



Gambar 1. Sistem *Input-Output* Produk

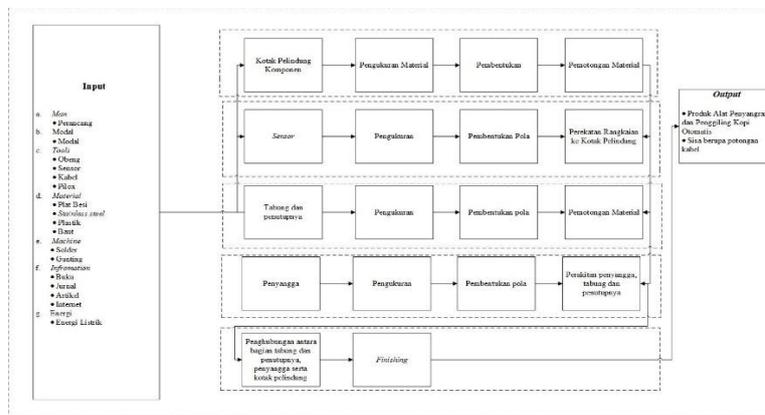
##### 3.2.2. Penetapan Fungsi (*Establishing Function*)

Metode pohon tujuan dari tahap klarifikasi tujuan menggambarkan tingkatan perbedaan yang ada [13]. Tahapan penetapan fungsi menggunakan prinsip *black box* ditunjukkan sebagai berikut.



Gambar 2. Pohon Tujuan Produk

Pada perancangan produk akan diberikan pembatas bagi fungsi sistem yang akan dirancang. Sistem pembatas produk yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Sistem Pembatas Produk

### 3.2.3. Penyusunan Kebutuhan (Setting Requirement)

Setelah melewati fase penetapan fungsi maka langkah selanjutnya yaitu penyusunan kebutuhan. Penyusunan kebutuhan pada produk Alat Penyangrai dan Penggiling Kopi Otomatis ditunjukkan sebagai berikut.

Tabel 2. Spesifikasi Alat Penyangrai dan Penggiling Kopi Otomatis

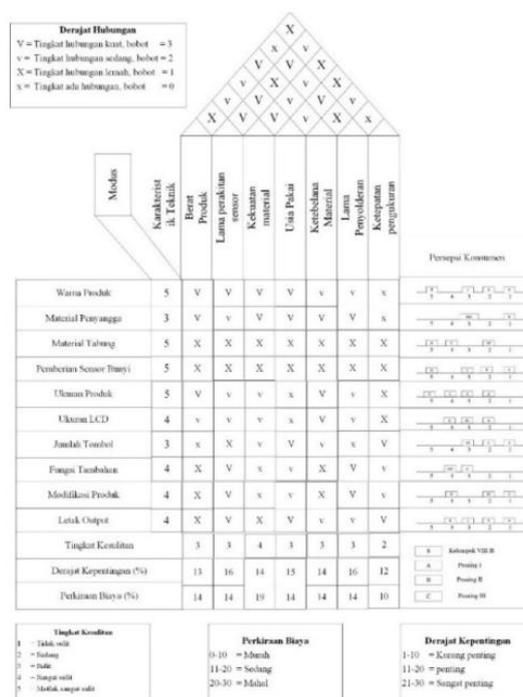
No	Brainstorming	D/W	Keinginan Konsumen
1	Warna Tabung Coklat	W	Warna Tabung Coklat
2	Material Penyangga Plat Besi	W	Material Penyangga Plat Besi
3	Material Tabung <i>Stainless Steel</i>	W	Material Tabung <i>Stainless Steel</i>
4	Dilengkapi Sensor Bunyi	W	Dilengkapi Sensor Bunyi
5	Ukuran Produk 38 x 45	W	Ukuran Produk 38 x 45
6	Ukuran LCD 4 x 7	W	Ukuran LCD 4 x 7
7	Jumlah Tombol 2	W	Jumlah Tombol 2
8	Fungsi Tambahan Penanda Suara	W	Fungsi Tambahan Penanda Suara
9	Modifikasi Produk Otomatis	W	Modifikasi Produk Otomatis
10	Letak <i>Output</i> di samping	D	Letak <i>Output</i> di bawah depan

Berdasarkan tabel diatas, didapatkan bahwa  $W > D$ , dimana jumlah *demand* sebanyak 1 dan *wish* sebanyak 9. Maka dapat disimpulkan bahwa perancang paham atau terampil dalam merancang produk yang akan dibuat karena telah menyesuaikan dengan kebutuhan para konsumen.

### 3.3. Sub Solusi

#### 3.3.1. Penentuan Karakteristik

Tahapan penentuan karakteristik berfungsi agar dicapainya tujuan setiap karakteristik teknis sesuai kepuasan dan kebutuhan konsumen [14]. Langkah penentuan karakteristik menggunakan metode *Quality Function Development (QFD)*. Metode *Quality Function Deployment (QFD)* diperlukan agar dapat diketahui apa saja keinginan konsumen terhadap produk untuk dapat diperoleh perbaikan terhadap produk guna mencapai ekspektasi dan kepuasa konsumen [15]. Hasil keseluruhan langkah digabungkan sebagai tahap akhir dari metode *Quality Function Development (QFD)* sehingga menghasilkan rumah mutu yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Quality Function Development (QFD)

### 3.4. Solusi

#### 3.4.1. Pembangkitan Alternatif (Generating Alternatives)

Setelah melewati fase solusi maka masuklah ke fase solusi. Tahapan awal dari solusi yaitu pembangkitan Alternatif (*Generating Alternatives*). Pembangkitan Alternatif (*Generating Alternatives*) dari produk ini akan menggunakan *morphological chart* yang ditunjukkan seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Morphological Chart

No	Fungsi	Cara Mencapai Fungsi		
		1	2	3
1	Warna Tabung	Coklat	Hitam	Abu-abu
2	Jumlah Tombol	2	3	4
3	Ukuran Produk (cm)	38 x 45	30 x 50	40 x 30
4	Ukuran LCD (cm)	3 x 4	3 x 5	4 x 7
5	Letak <i>Output</i> Kopi	Dibawah Depan	Dibawah samping	Dibawah belakang
6	Pemberian Sensor Bunyi	Setuju	Tidak setuju	Ragu-ragu
7	Material Penyangga	Aluminium	Plat besi	Kayu
8	Material Tabung	Aluminium	Baja	Stainless steel
9	Fungsi Tambahan	Penanda Suara	Penanda waktu	Sensor jarak
10	Modifikasi Produk	Otomatis	Manual	Digiling

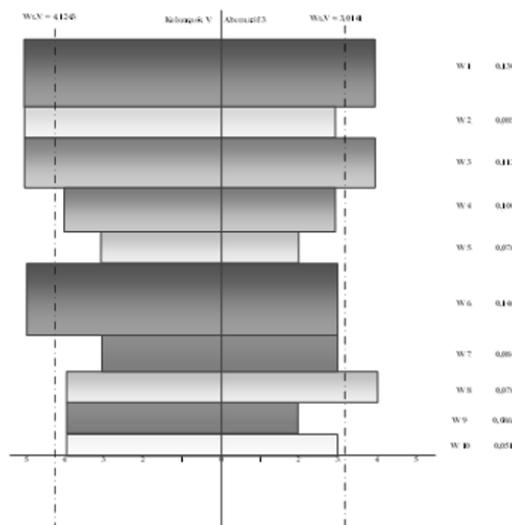
  

Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
--------------	--------------	--------------

Kombinasi yang diperoleh berdasarkan *Morphological Chart* adalah sejumlah 120 cara dengan rumus sebagai berikut :  $C_3^{10} = 120$  cara.

3.4.2. *Evaluasi Alternatif (Evaluating Alternatives)*

Tahapan selanjutnya yaitu evaluasi alternatif (*evaluating alternatives*). Tahapan ini akan membandingkan masing-masing karakteristik teknis alternatif Alat penyangrai dan Penggiling Kopi sesuai hasil bobot nilai dan kepentingannya. Rekapitulasi perbandingan alternatif untuk setiap atribut terhadap atribut lainnya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Profil Nilai Perbandingan Alternatif Kelompok 8 dan Alternatif 3

3.4.3. *Rincian Perbaikan (Improving Details)*

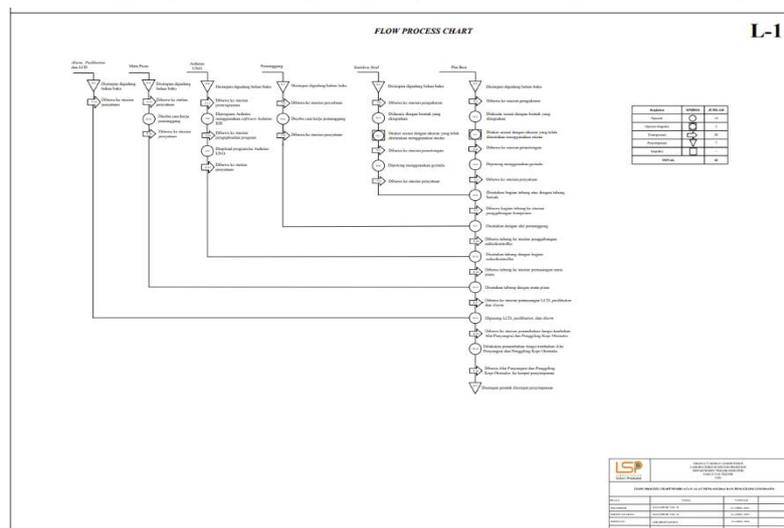
Rincian perbaikan adalah langkah penyelesaian dari proses perancangan untuk agar produk dapat bernilai lebih bagi konsumen dan biaya yang dikeluarkan dapat diminimalisir. Biaya tiap komponen alat penyangrai dan penggiling kopi otomatis dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Biaya Tiap Komponen Alat Penyangrai Dan Penggiling Kopi Otomatis

No	Komponen	Harga Komponen	Jumlah Komponen yang Dibutuhkan	Total Harga (Rp)
1	<i>Stainless Steel</i>	Rp 50.000	2	Rp 100.000
2	Plat Besi	Rp 30.000	2	Rp 60.000
3	LCD	Rp 75.000	1	Rp 75.000
4	Baut	Rp 2.000	6	Rp 20.000
5	<i>Cat Powder Coating</i>	Rp 25.000	2	Rp 50.000
6	Kawat Las	Rp 30.000	1	Rp 90.000
7	<i>Alarm</i>	Rp 80.000	1	Rp 80.000
8	Mata Pisau	Rp 55.000	1	Rp 55.000
Total				Rp 100.000

### 3.5. Flow Process Chart (FPC)

*Flow Process Chart* dari Alat Penyangrai dan Penggiling Kopi Otomatis dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 7. Flow Process Chart dari produksi Alat Penyangrai dan Penggiling Kopi Otomatis

### 3.6. Simulasi Produk dengan Menggunakan Software SolidWorks

Dari hasil *mass properties* dan *SimulationXpress* dapat diperoleh kesimpulan bahwa dari hasil *mass properties* diperoleh massa sebesar 72,36 kilogram dan volume sebesar 2955,54 *cubic centimeters* dan dari hasil *SimulationXpress* didapatkan bahwa *Part* Tabung Bawah Alat Penyangrai dan Penggiling Kopi Otomatis memiliki *modulus young* sebesar  $2.8e+005$  N/m<sup>2</sup> dan *yield strength* sebesar  $2.27e+008$  N/m<sup>2</sup>.

## 4. Kesimpulan

Dalam perancangan produk menggunakan metode *Nigel Cross*, terdapat 7 tahapan yang dilakukan. Klarifikasi tujuan awal menghasilkan diagram pohon dengan 3 tingkatan. Penyusunan kebutuhan mengungkapkan adanya 9 atribut *Wishes*. Karakteristik teknis yang ditemukan terdiri dari 1 atribut dengan tingkat kesulitan sangat sulit dan 6 atribut dengan tingkat kesulitan sulit. Tahap pembangkitan alternatif menghasilkan 3 alternatif yang kemudian dievaluasi, dengan kelompok VIII B terbukti menjadi pilihan yang stabil. Dalam tahap rincian perbaikan, biaya produksi berhasil dikurangi dari Rp.530.000 menjadi Rp.426.000.

*Flow Process Chart* digunakan untuk menggambarkan aliran proses yang melibatkan beberapa kegiatan. Dimulai dari pengumpulan bahan, pemrograman Arduino, pengujian pemanggang, pengukuran dan pemotongan *stainless steel* serta plat besi, penyatuan tabung, hingga penyatuan dengan komponen lain seperti pemanggang, mikrokontroler, dan mata pisau. Proses berlanjut dengan pemasangan LCD, *push button*, *alarm*, dan tambahan fungsi sebelum produk jadi disimpan. *Flow Process Chart* terdiri

dari 43 komponen, termasuk 7 kegiatan penyimpanan, 20 kegiatan transportasi, 14 operasi, dan 2 kegiatan inspeksi-operasi, tanpa inspeksi dan *delay*.

Untuk simulasi produk, *software Solidworks* digunakan untuk memperoleh informasi tentang *mass properties* dan melakukan simulasi Alat Penyangrai dan Penggiling Kopi Otomatis. Hasil analisis *mass properties* menunjukkan massa 0,35 gram, volume 447,72 gram, dan luas permukaan 1043,79 mm<sup>2</sup> pada produk tersebut. Simulasi dilakukan pada Alat Penyangrai dan Penggiling Kopi Otomatis kelompok VIII B.

## Referensi

- [1] Friyogi Tampubolon, dkk, "Perancangan, Implementasi Monitoring dan Kontrol Alat Pemanggang Kopi," ELKHA, Okt 2020, vol.19, no.1, pp.69.
- [2] Fachrur F. M, dkk, "Implementasi Sistem Otomasi Takaran Biji Kopi Pada Tempat Penyimpanan di Mesin Penggiling Kopi," Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, September 2020, vol. 4, no. 9, pp : 2784. doi : 10.25124/jrsi.v3i03.17.
- [3] Fachrur F. M, dkk, "Perancangan Mesin Grinder Kopi Berbasis Internet Of Things," e-Proceeding of Applied Science. Juni 2022, vol. 8, no. 3, pp : 218.
- [4] Ristiawan, Masde, Eko Ariyanto, "Otomatisasi Pengatur Suhu dan Waktu pada Penyangrai Kopi (*Roaster Coffee*) Berbasis ATMEGA 16 pada Tampilan LCD (Liquid Crystal Display)," Gema Teknologi, Okt 2016, vol.19, no.1, pp.6. doi: <https://doi.org/10.14710/gt.v19i1.21949>.
- [5] Lestari, I. R, dkk, "Perancangan Material Handling Equipment pada Proses Penggilingan ke Oksidasi Enzimatis Bubuk The Menggunakan Metode Perancangan Produk Rasional pada PT. Perkebunan Nusantara VIII Ranca Bali," Jurnal Rekayasa Sistem dan Industri, Juli 2016, vol. 3, no. 3, pp : 19. doi : 10.25124/jrsi.v3i03.17.
- [6] Ramadhanty, Devany, dkk. "Perancangan Alat Bantu Pengujian Kebocoran *Nozzle* pada PT. XYZ dengan Metode Rasional," Journal of Engineering, Feb 2021, vol. 8, no.1, pp. 549.
- [7] Suprayitno, Ade, dkk, "Perancangan Ulang Body Kit Preamplifier Gitas Bass Elektrik Menggunakan Metode *Nigel Cross*," Jurnal OPSI, 2018, vol. 11, no. 2, pp. 151-152. doi : <https://doi.org/10.31315/opsi.v11i2.2556>
- [8] Dharma, dkk, "Perancangan Ulang Headset dan Penutup Mata untuk Tidur Menggunakan Metode *Nigel Cross*," Jurnal Optimasi Sistem Industri, 2018, vol. 11, no. 1, pp. 67. doi : <https://doi.org/10.31315/opsi.v11i1.2204>.
- [9] Ginting, Rosnani dan Muhammad Khatami, "Perancangan Produk dengan Menggunakan *Nigel Cross*," 9 TALENTA *Conference Series: Energy & Engineering (EE)*, 2019, vol. 2, no. 3, pp. 184.
- [10] Fahrudin, W.A, "Rancangan Desain Produk Rak Pot Bunga dengan Pendekatan 7 Langkah *Nigel Cross*," TEKSNOLOGI, 2019, vol. 2 no. 2, pp. 104. doi : <http://dx.doi.org/10.32493/teknologi.v2i2.7898>.
- [11] Tarigan, R.Y. dan Rosnani Ginting, "Perancangan Produk pada Rak Alat Tulis Kantor (ATK) dengan Menggunakan Metode *Nigel Cross*," Talenta Publisher, 2019, vol 2, no. 3, pp.115. doi : 10.32734/ee.v2i3.706.
- [12] Tarigan, R.Y. dan Rosnani Ginting, "Kombinasi QFD Dan *Nigel Cross* untuk Perancangan Halal Tourism di Danau Toba," Remik: Riset dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer, Jan 2023, vol 7, no. 1, pp.798. doi : 10.33395/remik.v7i1.12173.
- [13] Sulaiman, Fahmi. "Desain Produk : Rancangan Tempat Lilin Multifungsi dengan Pendekatan 7 Langkah *Nigel Cross*," Jurnal Teknovasi, 2017, vol. 4, no.1.
- [14] Dharma, Gentha Oryza, dkk, "Perancangan Ulang Headset Dan Penutup Mata Untuk Tidur Menggunakan Metode *Nigel Cross*," Jurnal OPSI, 2018, vol.11, no. 1.
- [15] Azizah, Ikrimah Nur, dkk, "Penerapan Metode Quality Function Deployment dalam Memenuhi Kepuasan Konsumen pada Industri Komponen Otomotif," Jurnal Teknik Industri, 2018, vol. 19, no.2. doi: <https://doi.org/10.22219/JTIUMM.Vol19.No2.127-136>.