



**PAPER – OPEN ACCESS**

## Perancangan Produk Ergo Mechanical Agriculture Sebagai Alat Bantu Tani Menggunakan Metode Nigel Cross

Author : Meutia Afifah Husnaidi, dkk  
DOI : 10.32734/ee.v8i1.2606  
Electronic ISSN : 2654-704X  
Print ISSN : 2654-7031

*Volume 8 Issue 1 – 2025 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 *Ergo Mechanical Agriculture* Sebagai Alat Bantu Tani Menggunakan Metode *Nigel Cross*

Meutia Afifah Husnaidi\*, Justan Ali Vocano Simbolon, Yusuf Fernando Manullang

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

mutiaafifah2605@gmail.com, justanalivss@gmail.com, yusuffernando02@gmail.com

## Abstrak

Petani kecil umumnya masih bergantung pada proses kerja manual, yang berisiko menimbulkan gangguan muskuloskeletal (MSDs). Untuk mengatasi hal tersebut, dikembangkanlah produk *Ergo Mechanical Agriculture*, sebuah alat bantu pertanian yang menggabungkan prinsip ergonomi dengan teknologi mekanik. Dalam perancangan produk *Ergo Mechanical Agriculture*, digunakan metode *Nigel Cross*. Perancangan produk ini mengikuti tujuh langkah dalam metode *Nigel Cross*. Tahapan dimulai dari klarifikasi tujuan dengan diagram pohon, penetapan fungsi melalui prinsip *blackbox*, dan penyusunan kebutuhan dengan membandingkan hasil *brainstorming* dan kuesioner. Karakteristik produk ditentukan melalui QFD, alternatif dikembangkan dengan AHP, *Gantt Chart*, dan *Morphological Chart*, evaluasi dilakukan menggunakan *Weighted Objective*, dan tahap akhir berupa rincian perbaikan untuk efisiensi biaya tanpa mengurangi kualitas. Harga atau biaya yang dikeluarkan dalam pembuatan produk yaitu Rp1.570.000. Setelah dilakukan rincian perbaikan, biaya yang dikeluarkan mengalami penurunan menjadi Rp1.270.000. Tujuan penggunaan metode *Nigel Cross* dalam merancang produk *Ergo Mechanical Agriculture* adalah untuk menciptakan desain yang selaras dengan harapan dan kebutuhan pengguna, serta menampilkan rincian spesifikasi akhir, bahan, fungsi, dan perkiraan biaya secara lengkap, sehingga produk dapat memberikan kenyamanan dan kepuasan bagi pengguna.

**Kata Kunci:** *Ergo Mechanical Agriculture*; *Nigel Cross*; Pertanian; Produk

## Abstract

Small-scale farmers often depend on manual labor, increasing the risk of musculoskeletal disorders (MSDs). To address this, the *Ergo Mechanical Agriculture* tool was developed by combining ergonomic principles with mechanical technology. The design uses a rational approach based on the *Nigel Cross* method. The design process follows seven stages: goal clarification using a goal tree diagram, function definition through the *blackbox* principle, and requirement formulation by comparing brainstorming results with questionnaire data. Product characteristics are set using QFD, while alternatives are developed through AHP, *Gantt Chart*, and *Morphological Chart*. Evaluation is conducted using the *Weighted Objective* method, and the final step involves refining the design to reduce costs without lowering quality. The cost incurred in the production of the product was Rp1,570,000. After detailed improvements were made, the cost decreased to Rp1,270,000. Using the *Nigel Cross* method aims to create a product design that reflects user needs and expectations, with clear specifications on materials, functions, and estimated costs. This approach ensures the final product delivers both comfort and satisfaction for users.

**Keywords:** *Agriculture*; *Ergo Mechanical Agriculture*; *Nigel Cross*; Product

## 1. Pendahuluan

Petani kecil merupakan individu yang mengelola lahan dengan luas terbatas dan hasil produksi yang minim. Karena sebagian besar pekerjaan masih dilakukan secara manual, dibutuhkan alat yang nyaman, aman, dan efisien. Selain itu, posisi kerja yang sering membungkuk dapat menyebabkan kelelahan serta memberikan tekanan berlebih pada punggung dan leher [1]. Berdasarkan Labour Force Survey tahun 2019, tercatat sebanyak 480.000 kasus gangguan otot dan rangka akibat kerja (MSDs) di Inggris, dengan sektor pertanian menjadi penyumbang tertinggi. Sementara itu, di Indonesia, sekitar 9,9% pekerja di sektor pertanian mengalami MSDs, di mana sebagian besar (67,7%) merupakan petani padi [2].

Aspek ergonomis pada suatu alat memiliki peran krusial dalam membantu meningkatkan produktivitas petani, sekaligus meminimalkan beban kerja dan rasa lelah yang dirasakan [3]. *Ergo Mechanical Agriculture* dirancang dengan memadukan prinsip-prinsip ergonomi dan teknologi mekanik untuk diterapkan dalam sektor pertanian.

Perencanaan dan perancangan produk merupakan proses yang dimulai dari pengenalan adanya peluang di pasar hingga tahap akhir berupa produksi, pemasaran, dan distribusi produk [4]. Pengembangan suatu produk atau layanan mencakup proses mengidentifikasi nilai atau manfaat yang ingin ditawarkan. Manfaat tersebut kemudian diwujudkan melalui beragam atribut produk, seperti kualitas, fitur, serta aspek gaya dan desain [5]. Terdapat lima dimensi yang digunakan untuk mengevaluasi keunggulan kompetitif dalam pengembangan produk, yaitu harga, kualitas, keandalan pengiriman, inovasi produk, dan kecepatan waktu ke pasar (*time to market*) [6].

Dalam penelitian ini, pengembangan produk *Ergo Mechanical Agriculture* dilakukan dengan menggunakan metode *Nigel Cross*. Pendekatan ini menyatukan elemen-elemen dari program desain dengan aspek-aspek struktural dalam proses perancangan [7]. Proses perancangan berdasarkan metode *Nigel Cross* terdiri dari tujuh tahapan, yaitu klarifikasi tujuan, penetapan fungsi, penyusunan kebutuhan, penentuan karakteristik, pengembangan alternatif, evaluasi alternatif, serta perincian perbaikan [8]. Metode *Nigel Cross* merupakan salah satu pendekatan alternatif dalam perancangan produk selain metode *Quality Function Deployment* (QFD) [9].

QFD adalah teknik yang menerjemahkan keinginan konsumen ke dalam desain produk, dengan memprioritaskan kualitas dan menyelaraskan spesifikasi hingga tahap manufaktur. Metode ini juga berfungsi sebagai langkah penjaminan kualitas dalam proses perancangan. Metode ini bertujuan untuk mengubah keinginan dan kebutuhan konsumen menjadi rancangan produk yang memenuhi spesifikasi teknis dan karakteristik kualitas tertentu. Dengan demikian, penerapan metode ini dapat mendorong peningkatan penjualan produk [10].

Permasalahan dalam penelitian ini adalah tingginya beban kerja fisik dan risiko gangguan otot rangka pada petani kecil akibat penggunaan alat pertanian yang belum ergonomis dan efisien. Untuk mengatasi hal tersebut, dirancang produk *Ergo Mechanical Agriculture*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil perancangan produk dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD), yang didasarkan pada tahapan-tahapan metode *Nigel Cross*, sehingga produk *Ergo Mechanical Agriculture* dapat dirancang sesuai dengan kebutuhan konsumen.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Nigel Cross

Perancangan produk menurut metode *Nigel Cross* terdiri dari tujuh tahap utama, yaitu perumusan tujuan, penentuan fungsi, identifikasi kebutuhan, penetapan karakteristik, pengembangan alternatif, evaluasi alternatif, serta perincian dan penyempurnaan desain [11].

#### 2.1.1. Klasifikasi Tujuan (*Clarifying Object*)

Klasifikasi tujuan bertujuan untuk menentukan arah perancangan produk. Metode yang digunakan adalah *objective trees* (pohon tujuan), yang membantu mengidentifikasi tujuan utama dan sub-tujuan serta hubungan hierarkis di antara keduanya [12].

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

Dalam proses perancangan produk, penetapan fungsi digunakan untuk mengidentifikasi dan menetapkan fungsi-fungsi utama yang dibutuhkan serta batasan-batasan sistem yang akan dirancang. Tahap ini sangat penting karena membantu perancang memahami maksud dari permasalahan secara menyeluruh, baik dari sudut pandang yang umum hingga ke detail yang lebih spesifik dengan menggunakan metode *Function Analysis System Technique* (FAST).

### 2.1.3. Penyusunan Kebutuhan (*Setting Requirement*)

Langkah ini bertujuan untuk menyusun spesifikasi teknis yang akurat sebagai acuan dalam proses perancangan produk. Dengan menggunakan pendekatan *Performance Specification*, perancang dapat menentukan batasan-batasan yang jelas mengenai apa saja yang harus dicapai.

### 2.1.4. Penentuan Karakteristik (*Determining Characteristics*)

Penentuan karakteristik merupakan langkah penting untuk memastikan bahwa desain mampu memenuhi kebutuhan yang telah ditentukan sebelumnya. QFD merupakan metode kompleks dengan tujuan untuk mengumpulkan data teknis serta *wants* and *needs* konsumen untuk menilai kesesuaian produk dengan kebutuhan dan keinginan konsumen dengan menggunakan metode *House of Quality* [13].

### 2.1.5. Pembangkitan Alternatif (*Generating Alternatives*)

Pada tahap ini, berbagai alternatif solusi perancangan mulai dikembangkan untuk menjawab permasalahan yang telah diidentifikasi sebelumnya. Proses ini dilakukan dengan menggunakan metode *Morphological Chart*.

### 2.1.6. Evaluasi Alternatif (*Evaluating Alternatives*)

Selanjutnya, alternatif-alternatif yang telah dibuat akan dievaluasi untuk menentukan pilihan terbaik yang paling sesuai dengan kebutuhan perancangan. Proses ini dilakukan dengan pendekatan evaluasi yang memberikan bobot pada setiap kriteria berdasarkan tingkat kepentingannya menggunakan metode *Weighted Objectives*.

### 2.1.7. Rincian Perbaikan (*Improving Details*)

Modifikasi ini bertujuan untuk menyempurnakan produk dengan cara meningkatkan performa, memperbaiki tampilan visual, mengurangi bobot, menurunkan biaya produksi, serta meningkatkan daya tarik secara keseluruhan dengan menggunakan metode *Improving Detail*.

## 2.2. Flow Process Chart (FPC)

Peta aliran proses adalah diagram yang menunjukkan urutan kegiatan seperti operasi, pemeriksaan, pemindahan, menunggu, dan penyimpanan dalam suatu proses, serta mencakup informasi penting seperti waktu dan jarak perpindahan antar operasi. Peta ini memberikan gambaran mengenai langkah-langkah pemindahan barang antar operasi, dan informasi tersebut wajib dicantumkan dalam peta aliran proses operasi [14].

## 2.3. Simulasi SolidWorks

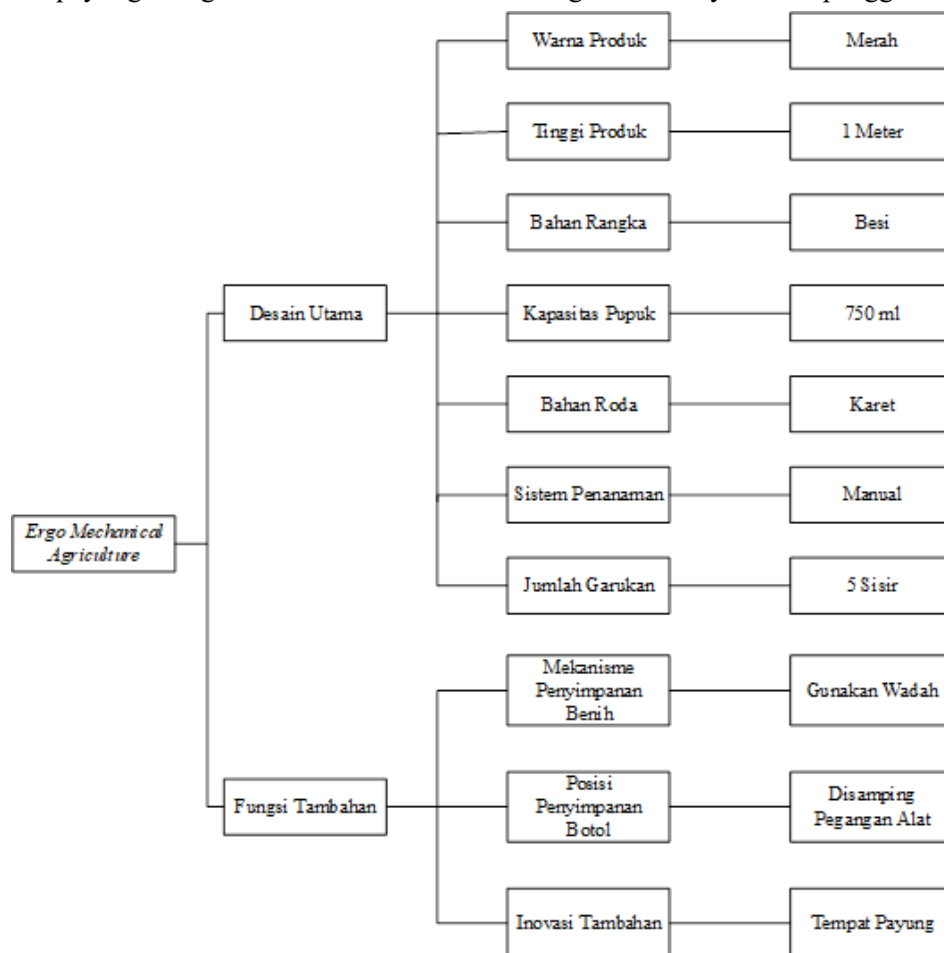
*SolidWorks* adalah *software* desain *engineering* untuk membuat model 3D. Terdapat tiga tampilan utama, yaitu *part* untuk menggambar komponen, *assembly* untuk menggabungkan komponen menjadi satu konstruksi, dan *drawing* untuk membuat gambar kerja dari model yang siap dicetak dan digunakan di industri [15].

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Nigel Cross

##### 3.1.1. Klasifikasi Tujuan (Clarifying Object)

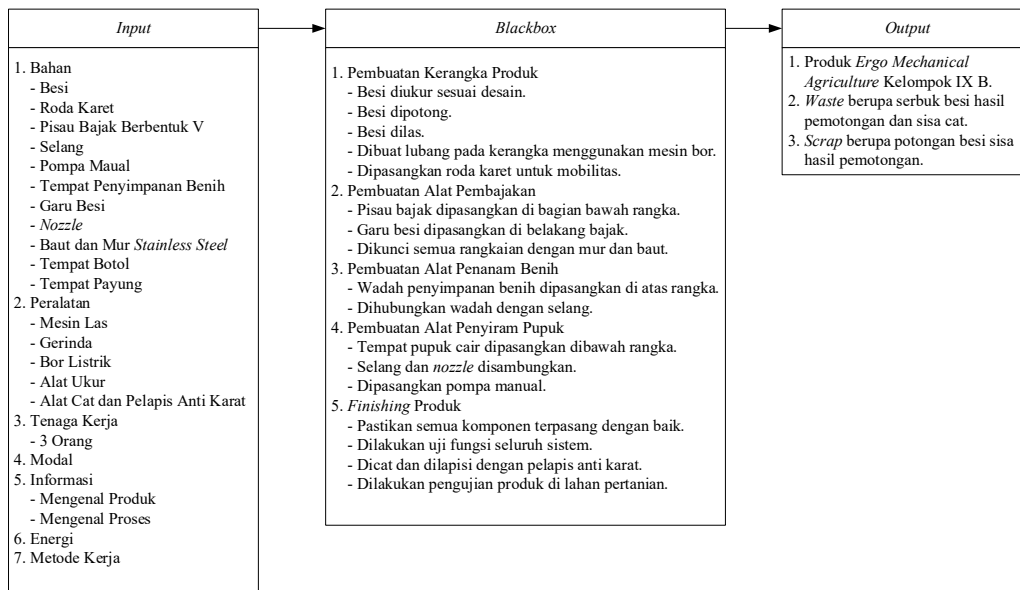
Atribut spesifikasi akhir dari produk *Ergo Mechanical Agriculture* adalah warna produk merah, tinggi produk 1 meter, bahan rangka terbuat dari besi, dan kapasitas penampungan pupuk sebesar 750 ml. Bahan roda yang digunakan adalah karet, dengan sistem penanaman yang menggunakan metode manual. Produk ini dilengkapi dengan lima sisir garukan untuk proses pengolahan tanah. Mekanisme penyimpanan benih menggunakan wadah khusus, sedangkan posisi tempat penyimpanan botol diletakkan di samping pegangan alat. Selain itu, alat ini juga dilengkapi dengan tempat penyimpanan payung sebagai fitur tambahan untuk meningkatkan kenyamanan pengguna di lapangan.



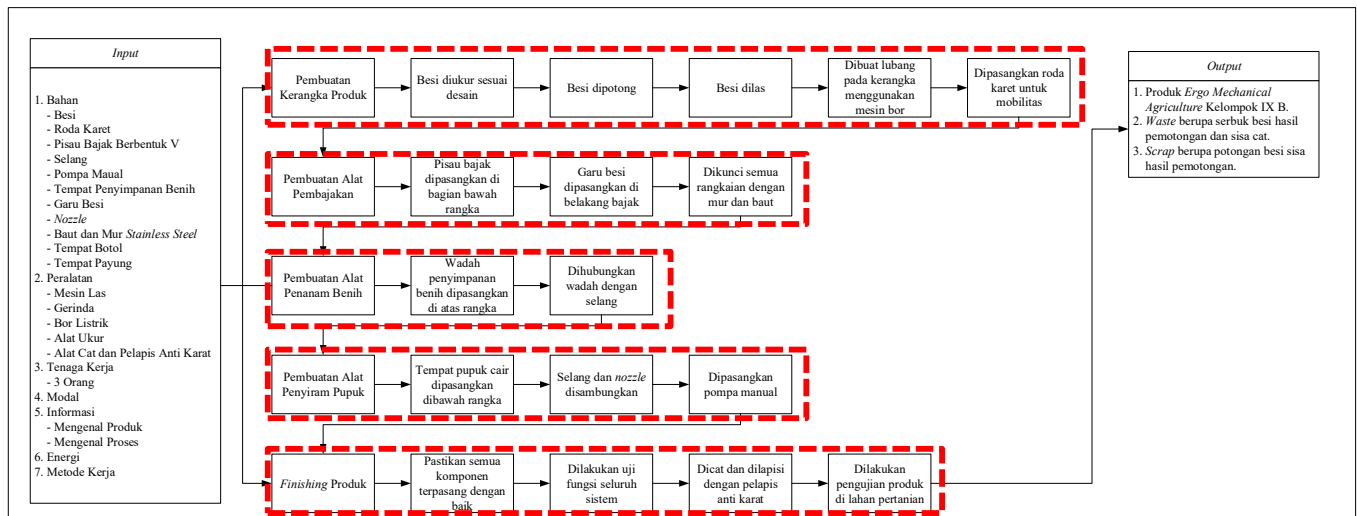
Gambar 1. Diagram Pohon Tujuan Produk *Ergo Mechanical Agriculture*

##### 3.1.2. Penetapan Fungsi (Establishing Function)

Diagram fungsi rancangan dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2. Diagram Fungsi Rancangan Produk *Ergo Mechanical Agriculture*

Sistem pembatas perancangan *Ergo Mechanical Agriculture* dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Sistem Pembatas *Ergo Mechanical Agriculture*

### 3.1.3. Penyusunan Kebutuhan (Setting Requirement)

Kebutuhan *Ergo Mechanical Agriculture* Kelompok IX B dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi *Ergo Mechanical Agriculture* Kelompok IX B

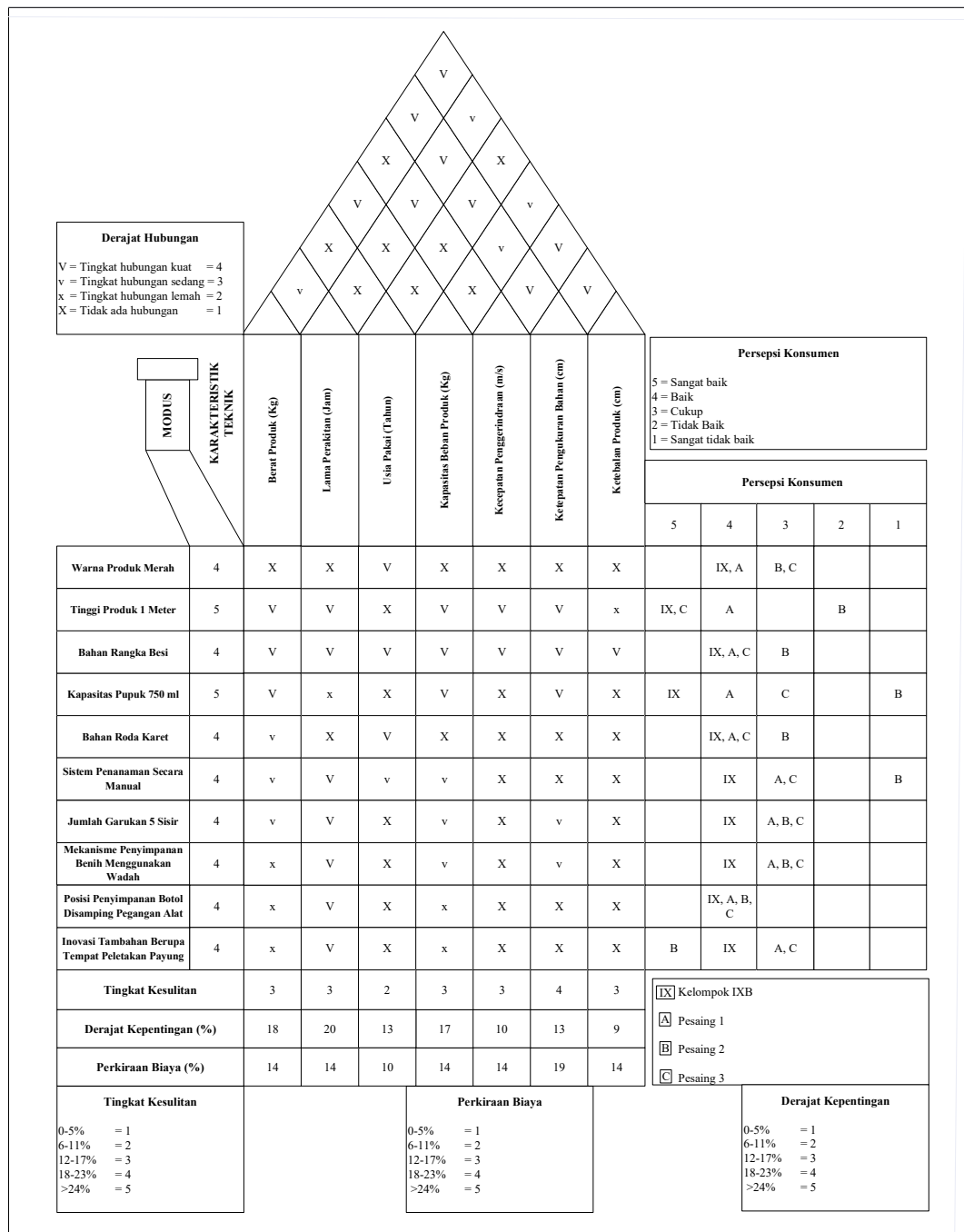
No	<i>Brainstorming</i>	D/W	Kuesioner Terbuka
1.	Warna produk merah	W	Warna produk merah
2.	Tinggi produk 1, meter	D	Tinggi produk 1 meter
3.	Bahan rangka adalah besi	W	Bahan rangka adalah besi
4.	Kapasitas pupuk adalah 1 liter	D	Kapasitas pupuk adalah 750 ml
5.	Bahan roda adalah karet	W	Bahan roda adalah karet
6.	Sistem penanaman menggunakan sistem manual	W	Sistem penanaman menggunakan sistem manual
7.	Jumlah garukan sebanyak 5 sisir	W	Jumlah garukan sebanyak 5 sisir
No	<i>Brainstorming</i>	D/W	Kuesioner Terbuka
8.	Mekanisme penyimpanan benih menggunakan wadah	W	Mekanisme penyimpanan benih menggunakan wadah
9.	Posisi tempat penyimpanan botol berada di samping pegangan alat	W	Posisi tempat penyimpanan botol berada di samping pegangan alat
10.	Menambahlan tempat penyimpanan payung	W	Menambahlan tempat penyimpanan payung

#### 3.1.4. Penentuan Karakteristik (*Determining Characteristics*)

Hasil akhir *Quality Function Deployment* (QFD) merupakan keseluruhan langkah penentuan karakteristik yang digabungkan sehingga menghasilkan sebuah rumah mutu yang dapat dilihat pada Gambar 4.

Hasil dari QFD *Ergo Mechanical Agriculture* adalah sebagai berikut. Atribut *Ergo Mechanical Agriculture* sesuai dengan keinginan konsumen adalah produk ini berwarna merah dengan tinggi 1 meter. Bahan rangka terbuat dari besi. Kapasitas pupuk sebesar 1 liter. Roda menggunakan bahan karet. Sistem penanaman menggunakan sistem manual. Jumlah garukan sebanyak 5 sisir. Mekanisme penyimpanan benih menggunakan wadah. Posisi tempat penyimpanan botol berada di samping pegangan alat. Dilengkapi tambahan tempat penyimpanan payung. Hasil perbandingan atribut produk *Ergo Mechanical Agriculture* dan pesainnya adalah sebagai berikut.

- Untuk warna produk, kelompok IX B dan pesaing I berada di urutan pertama disusul pesaing I dan pesaing II urutan kedua.
- Untuk tinggi produk, kelompok IX B dan pesaing III berada di urutan pertama disusul pesaing I di urutan kedua dan pesaing II urutan ketiga.
- Untuk bahan produk, kelompok IX B, pesaing I, pesaing III berada di urutan pertama disusul pesaing II urutan kedua.
- Untuk kapasitas produk, kelompok IX B di urutan pertama, pesaing I di urutan kedua, pesaing III berada di urutan ketiga dan pesaing II terakhir.
- Untuk bahan roda produk, kelompok IX B, pesaing I, pesaing III berada di urutan pertama disusul pesaing II urutan kedua.
- Untuk sistem penanaman produk, kelompok IX B posisi pertama dan pesaing I, pesaing III berada di urutan kedua disusul pesaing II terakhir.



Gambar 4. Quality Function Deployment (QFD) Ergo Mechanical Agriculture

- Untuk jumlah garukan produk, kelompok IX B posisi pertama dan pesaing I, pesaing II, pesain III berada di urutan kedua.
- Untuk mekanisme penyimpanan, kelompok IX B posisi pertama dan pesaing I, pesaing II, pesain III berada di urutan kedua.
- Untuk posisi penyimpanan botol, kelompok IX B, pesaing I, pesaing II, pesain III berada di urutan pertama.
- Untuk posisi penyimpanan payung, pesaing II diposisi pertama, kelompok IX B urutan kedua, pesaing I dan pesaing III di urutan ketiga.



Tingkat kesulitan pada karakteristik teknik yang dibuat oleh kelompok IX B dilihat dari karakteristik teknik produk bahwa yang tergolong kedalam sedang yaitu usia pakai, tingkat kesulitan yang tergolong kedalam sulit yaitu berat produk, lama perakitan, kapasitas beban produk, kecepatan penggerinderaan, dan ketebalan produk serta tingkat kesulitan yang tergolong kedalam sangat sulit yaitu ketepatan pengukuran bahan.

### 3.1.5. Pembangkitan Alternatif (Generating Alternatives)

Identifikasi kombinasi dari seluruh rancangan yang mungkin diterapkan dari *Morphological Chart* dapat dilihat pada Tabel 2.

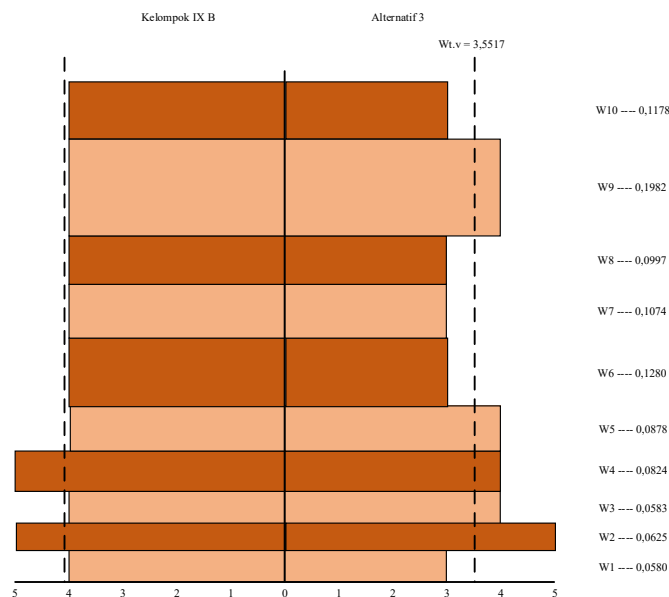
Tabel 2. Kombinasi Solusi Rancangan Ergo Mechanical Agriculture

No.	Fungsi	Cara Mencapai Fungsi		
		1	2	3
1.	Warna Produk	Merah	Hitam	Hijau
2.	Tinggi Produk	1 meter	1,1 meter	1,2 meter
3.	Bahan Rangka	Besi	Kayu	Plastik
4.	Kapasitas Pupuk	750 ml	1 liter	1,5 liter
5.	Bahan Roda	Plastik	Karet	Besi
6.	Sistem Penanaman	Manual	Memakai pegas	Ditancapkan
7.	Jumlah Garukan	5 sisir	6 sisir	7 sisir
8.	Mekanisme Penyimpanan Benih	Didalam alat	Pakai wadah	Pakai wadah
9.	Posisi Penyimpanan Botol	Di bawah pegangan alat	Sebelah kanan pegangan alat	Di samping pegangan alat
10.	Inovasi	Tempat payung	Gantungan topi	Tempat mantel

Berdasarkan tabel diatas, dipilih alternatif 3, yaitu warna produk hitam, tinggi produk 1 meter, bahan rangka kayu, kapasitas pupuk 1,5 liter, bahan roda karet, sistem Alternatif 1 ara manual c Alternatif 2 apkan ke ta Alternatif 3 garukan sebanyak 5 sisir, mekanisme penyimpanan benih menggunakan wadah, posisi tempat penyimpanan berada di samping pegangan alat, dan menambahkan tempat penyimpanan mantel.

### 3.1.6. Evaluasi Alternatif (Evaluating Alternatives)

Dengan menghitung bobot relatif masing-masing atribut dapat dilihat bahwa bobot yang paling besar terdapat pada W9 yaitu posisi penyimpanan botol sedangkan bobot paling kecil adalah W1 yaitu warna produk. Dari perhitungan luas diperoleh luas *gap* kelompok IX B adalah sebesar 0,1239 yang dimana ukuran tersebut lebih kecil dari luas *gap* alternatif 3 yaitu sebesar 0,2818. Diagram nilai perbandingan kelompok IX B dan alternatif III ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Profil Nilai Perbandingan Kelompok IX B dan Alternatif III

### 3.1.7. Improving Details

Harga dari tiap-tiap komponen produksi produk telah diramalkan sebelumnya digunakan sebagai acuan untuk penentuan harga jual produk yang kemudian dilakukan evaluasi tanpa mengurangi fungsi produk sehingga mendapatkan hasil terbaik yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Evaluasi Harga Komponen-Komponen yang akan Digunakan

No.	Komponen	Harga Komponen (Rp)	Jumlah Komponen yang Dibutuhkan	Total Harga (Rp)
1.	Besi	20.000/meter	6 meter	120.000
2.	Roda Karet	80.000/unit	4 unit	320.000
3.	Pisau Bajak Berbentuk V	150.000/unit	1 unit	150.000
4.	Tangki Pupuk Cair	150.000/unit	1 unit	150.000
5.	Selang	10.000/meter	3 meter	30.000
6.	Pompa Manual	150.000/unit	1 unit	150.000
7.	Tabung Penyimpanan Benih	50.000/unit	1 unit	50.000
8.	Garukan Besi	100.000/unit	1 unit	100.000
9.	Nozzle	20.000/unit	2 unit	40.000
10.	Baut dan Mur	3.000/unit	10 unit	30.000
No.	Komponen	Harga Komponen (Rp)	Jumlah Komponen yang Dibutuhkan	Total Harga (Rp)
11.	Tempat Botol	10.000/unit	1 unit	10.000
12.	Tempat Payung	20.000/unit	1 unit	20.000
13.	Alat Cat dan Pelapis Anti Karat	100.000/liter	1 liter	100.000
Total				1.270.000



besi, kapasitas pupuk 750 ml, bahan roda karet, jumlah garukan 5 sisir, sistem penanaman manual, penyimpanan benih menggunakan wadah, penyimpanan botol di samping pegangan alat, dan terdapat penambahan tempat penyimpanan payung. Harga total yang dibutuhkan untuk proses perancangan produk setelah dikurangi penggunaan besi dan juga selang adalah Rp1.270.000,00. *Flow Process Chart* produk ini mencakup 51 kegiatan, terdiri dari 5 kegiatan operasi, 2 kegiatan operasi-inspeksi, 24 kegiatan transportasi, 12 kegiatan penyimpanan dan 8 kegiatan inspeksi. Pada simulasi produk, hasil mass properties menunjukkan massa sebesar 19,02 kg dan volume sebesar  $7,1507 \times 10^{-4} \text{ cm}^3$ . Berdasarkan hasil penelitian, telah dirancang produk *Ergo Mechanical Agriculture* yang mengintegrasikan prinsip ergonomi dan teknologi mekanik untuk mengurangi beban kerja fisik serta risiko gangguan otot rangka pada petani kecil. Proses perancangan dilakukan menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) yang disusun berdasarkan tahapan-tahapan dalam metode *Nigel Cross*. Hasil perancangan menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu menghasilkan desain produk yang sesuai dengan kebutuhan dan keinginan konsumen, serta mendukung peningkatan kenyamanan, efisiensi, dan keselamatan kerja di sektor pertanian.

## Referensi

- [1] I. G. Bawa Susana and I. K. Perdana Putra, "Aplikasi Alat Bantu Ergonomis pada Kerja Manual Berdasarkan Kajian Ergo-Mechanical untuk Petani Kecil," *Energy, Materials and Product Design*, vol. 3, no. 1, pp. 176–183, May 2024.
- [2] H. Salsabila Afro, I. Paskarini, D. Keselamatan dan Kesehatan Kerja, and F. Kesehatan Masyarakat, "PREVENTIF: JURNAL KESEHATAN MASYARAKAT Hubungan Antara IMT dan Kebiasaan Merokok dengan Keluhan Musculoskeletal Disorders pada Petani Padi di Desa Doho, Kabupaten Madiun, Jawa Timur," vol. 13, pp. 98–111, 2022.
- [3] P. Lahan, P. Berdasarkan, M. Nbm, D. Owas, M. Mahmuda, and S. & Wiyogo, "Analisis Ergonomis pada Alat Mini Cultivator," 2023.
- [4] F. Sulaiman, "Desain Produk : Rancangan Tempat Lilin Multifungsi dengan Pendekatan 7 Langkah Nigel Cross," 2017.
- [5] Zulaiha and L. Dimiyati, "Pengaruh Atribut Produk Terhadap Keputusan Pembelian (Study Kasus pada Pengguna Produk Johnson's Baby di Desa Rantau Kasai Kecamatan Lintang Kanan Kabupaten Empat Lawang)," *Journal Ekombis Review*, vol. 11, no. 1, 2023.
- [6] I. F. Hasnatika<sup>1</sup> and I. Nurnida<sup>2</sup>, "Analisis Pengaruh Inovasi Produk Terhadap Keunggulan Bersaing pada UKM 'Duren Kamu Pasti Kembali' di Kota Serang," *Jurnal Riset Bisnis dan Investasi*, vol. 4, no. 3, p. 1, 2018.
- [7] T. Alda, D. Charin, and N. Tarigan, "TALENTA Conference Series: Energy & Engineering Penerapan Metode Nigel Cross pada Desain Produk Rompi Pemanas Akupunktur (Heating Acupuncture Vest)," 2022.
- [8] M. Arif, *Bahan Ajar Rancangan Teknik Industri*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish, 2016.
- [9] E. Suprayitno, M. Chaeron, M. Shodiq, and A. Khannan, "Perancangan Ulang Body Kit Preamplifier Gitar Bass Elektrik Menggunakan Metode Nigel Cross," 2018.
- [10] B. Rahmanulia, A. Solekha, S. D. Hapsari, A. Zaqi, A. Faritsy, and J. T. Industri, "Perencanaan dan Pengembangan Produk Pouch Bag Menggunakan Metode QFD (Studi Kasus : Bank Sampah Gemah Ripah Bantul)," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, vol. 2, no. 3, pp. 168–175, 2023.
- [11] R. Ginting and A. F. Malik, "TALENTA Conference Series: Energy and Engineering Desain Produk Knee and Leg Brace (Penyangga Lutut dan Kaki) dengan Penerapan Metode Nigel Cross", 2021.
- [12] A. Hartanto, E. Sri, and E. Rumapea, "Perancangan Lumbar Support with Belt dengan Menggunakan Metode Nigel cross," 2023.
- [13] A. M. A. Putra and S. Anggraini, "Metode Nigel Cross: Perancangan Produk Bantal Duduk Relaksasi dengan Alat Pijat Penggetar dan Heat Pack," *TALENTA Conference Series*, 2024.
- [14] D. N. Putri1, F. Butarbutar2, and S. Hadiwijaya3, "Analisis Perbaikan Kualitas Produk Bed A6 dengan Metode Fault Tree Analysis (Fta) dan Flow Process Chart (FPC) di PT. Paramount Bed Indonesia," *Jurnal Industrikrisna*, vol. 13, no. 1, pp. 10–20, 2024.
- [15] A. Dwi Yulianto and dan Mulyadi, "Plate Mold dengan Software Simulasi (Solidworks 3D)," *Journal of Technical Engineering: Piston*, vol. 3, no. 2, pp. 6–16, 2020.