



PAPER – OPEN ACCESS

Perancangan dan Pengembangan Produk Electric Row Seeder Menggunakan Metode Nigel Cross

Author : Kristian Efraem Keliat, dkk
DOI : 10.32734/ee.v8i1.2610
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 dan Pengembangan Produk *Electric Row Seeder* Menggunakan Metode *Nigel Cross*

Kristian Efraem Keliat, Imelda Br. Simanjuntak*, Asrina Putri Ramadhani

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

kristiankeliat82@gmail.com, imeldassimanjuntak2005@gmail.com, asrinaputriramadhani@gmail.com

Abstrak

Permasalahan dalam sektor pertanian Indonesia, khususnya dalam proses penanaman benih jagung adalah rendahnya efisiensi dan akurasi akibat penggunaan alat manual. Hal ini menyebabkan hasil panen yang kurang optimal dan membutuhkan banyak tenaga kerja. Sebagai solusi, dikembangkan *Electric Row Seeder* sebagai alat tanam otomatis yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kenyamanan kerja petani. Perancangan alat ini menggunakan metode *Nigel Cross* yang sistematis dan berorientasi pada kebutuhan pengguna. Proses pengembangan produk ini dimulai dengan klarifikasi tujuan melalui pembuatan pohon tujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan desain secara menyeluruh. Fungsi alat ditetapkan menggunakan analisis *black box* untuk mendefinisikan enam subfungsi utama, diikuti dengan penyusunan kebutuhan melalui *brainstorming* dan kuesioner untuk mengklasifikasikan keinginan dan permintaan pengguna. Selanjutnya, penetapan karakteristik dilakukan menggunakan *Quality Function Deployment* (QFD) untuk merancang spesifikasi teknis berdasarkan kebutuhan konsumen. Pembangkitan alternatif dilakukan dengan menggunakan *morphological chart* yang menghasilkan beberapa desain *prototipe*. Desain-desain tersebut dievaluasi menggunakan metode *weighted objective* untuk menentukan pilihan terbaik, dan diakhiri dengan pengembangan rancangan melalui rekayasa nilai guna mengurangi biaya tanpa mengorbankan fungsi. Hasil akhirnya menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan memiliki spesifikasi optimal dengan biaya produksi yang lebih efisien sebesar Rp1.430.000, membuktikan efektivitas metode *Nigel Cross* dalam menciptakan produk pertanian yang inovatif dan terjangkau.

Kata Kunci: *Electric Row Seeder*; *Nigel Cross*; Perancangan Produk; Produk

Abstract

The problem in Indonesia's agricultural sector, particularly in planting corn seeds, lies in low efficiency and accuracy due to manual tools. This results in suboptimal harvests and requires a lot of labor. As a solution, the *Electric Row Seeder* was developed, an automatic planting tool designed to improve efficiency, accuracy, and comfort for farmers. The design uses the systematic *Nigel Cross* method, which is user-oriented. The product development process begins with goal clarification through a goal tree to identify design needs. The tool's functions are determined through *black box* analysis to define six sub-functions, followed by gathering user needs through *brainstorming* and questionnaires. Next, characteristics are set using *Quality Function Deployment* (QFD) to design technical specifications based on consumer needs. Alternative designs are generated through a *morphological chart*, producing prototypes. These designs are evaluated using the *weighted objective* method to determine the

best option, and the process concludes with detail improvement through value engineering to reduce costs without sacrificing functionality. The final result shows the product has optimal specifications with a more efficient production cost of Rp1,430,000.

Keywords: Electric Row Seeder; Nigel Cross; Product; Product Design

1. Pendahuluan

Produk adalah segala bentuk hasil yang ditawarkan ke pasar untuk memenuhi kebutuhan atau keinginan konsumen, baik berupa barang, jasa, pengalaman, informasi, hingga gagasan [1]. Perancangan produk adalah proses sistematis untuk mengembangkan ide berdasarkan teori dan pemahaman dasar, guna menghasilkan produk yang sesuai dengan kebutuhan pengguna [2]. Pemilihan material didasarkan pada sifat fisik, kekuatan, biaya, keberlanjutan, kemudahan proses, dan ketersediaan, untuk mendukung perancangan yang sesuai fungsi dan fitur [3]. Desain dan pengembangan produk adalah langkah strategis untuk menciptakan fitur yang menarik dan fungsional, meningkatkan daya saing, serta menyederhanakan proses produksi demi efisiensi, kualitas, dan profitabilitas [4]. Keberhasilan dalam proses ini dapat diukur melalui lima dimensi utama, yaitu kualitas, biaya, waktu, pengembangan, dan kapabilitas [5].

Data produksi pertanian nasional menunjukkan bahwa jagung merupakan salah satu komoditas strategis yang sempat mengalami pergeseran fungsi sebagai bahan bakar nabati, khususnya etanol. Pada 2023, produksi jagung nasional turun 12,5% menjadi 14,46 juta ton. Untuk meningkatkan produktivitas, digunakan teknologi seperti *Electric Row Seeder* yang mampu menanam benih secara cepat dan seragam [6]. Penggunaan alat tanam benih manual dalam pertanian menghadapi berbagai tantangan, seperti kebutuhan akan akurasi tinggi dalam penempatan benih, efisiensi energi, dan kemampuan navigasi yang andal [7]. Solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dikembangkanya alat *Electric Row Seeder* yang bertujuan meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses penanaman benih [8]. Pengembangan alat ini akan dievaluasi berdasarkan kebutuhan pengguna dengan menerapkan teknik desain *Nigel Cross*. *Nigel Cross* merupakan seorang pakar terkemuka dalam bidang studi desain yang dikenal luas atas kontribusinya dalam menggali dan menjelaskan pola pikir serta pendekatan kerja para desainer [9]. Perancangan produk dengan menggunakan metode *Nigel Cross* terdiri atas tujuh langkah, yaitu (a) Klarifikasi tujuan adalah proses untuk memahami dan merumuskan secara jelas apa yang ingin dicapai dari perancangan produk, termasuk kebutuhan pengguna dan tujuan; (b) Penetapan fungsi adalah langkah untuk menentukan apa saja fungsi utama dan pendukung yang harus dimiliki produk agar dapat memenuhi kebutuhan pengguna; (c) Penyusunan kebutuhan, adalah proses merinci syarat-syarat atau spesifikasi yang harus dipenuhi oleh produk, baik dari segi teknis, fungsional, ergonomis, maupun estetika; (d) Penetapan karakteristik adalah langkah untuk menentukan karakteristik produk, seperti ukuran, bentuk, material, dan performa teknis yang sesuai dengan kebutuhan; (e) Pembangkitan alternatif adalah proses menghasilkan berbagai kemungkinan solusi atau konsep desain yang dapat memenuhi fungsi dan karakteristik yang telah ditentukan; (f) Evaluasi alternatif adalah kegiatan membandingkan dan menilai alternatif desain yang telah dibuat untuk memilih solusi terbaik berdasarkan kriteria tertentu seperti biaya, efisiensi, dan kelayakan teknis; (g) Pengembangan rancangan adalah tahap akhir berupa penyempurnaan desain terpilih dengan melengkapi semua detail teknis yang diperlukan untuk proses produksi dan implementasi [10]. Ketujuh metode perancangan mewakili elemen prosedur, sedangkan elemen struktural direpresentasikan dalam bentuk anak panah yang menjelaskan keterkaitan saling bergantung antara masalah beserta solusi, serta jaringan timbal balik komutatif diantara solusi beserta masalahnya [11].

Pada proses perancangan produk menurut *Nigel Cross*, setiap tahap memiliki metode yang relevan untuk mendukung analisis dan pengambilan keputusan. Pohon Tujuan (*Objectives Trees*) adalah metode yang digunakan untuk mengorganisasi tujuan perancangan secara hierarkis, dari tujuan umum hingga sub-tujuan yang lebih spesifik [12]. *Function Analysis* adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis fungsi-fungsi utama yang harus dimiliki oleh produk agar sesuai dengan kebutuhan pengguna [13]. *Performance Specification* merupakan metode untuk menetapkan standar performa dan spesifikasi teknis yang harus dipenuhi oleh produk [14]. *Quality Functional Deployment* (QFD) adalah metode yang digunakan untuk menerjemahkan kebutuhan konsumen menjadi

spesifikasi teknis melalui suatu matriks perencanaan [15]. *Morphological Chart* merupakan metode sistematis yang digunakan untuk menghasilkan berbagai alternatif desain melalui kombinasi elemen-elemen solusi [16]. *Weighted Objective* adalah metode evaluasi yang menggunakan pembobotan terhadap kriteria-kriteria tertentu untuk memilih alternatif desain terbaik secara objektif [17]. Terakhir, *Value Engineering* merupakan pendekatan yang bertujuan meningkatkan nilai produk dengan cara mengurangi biaya tanpa mengorbankan fungsi dan kualitasnya, sehingga desain menjadi lebih efisien dan ekonomis [18].

Keterbatasan alat penabur benih yang praktis dan efektif masih menjadi kendala dalam mendukung proses pertanian yang efisien. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini ialah guna merancang dan juga mengembangkan produk *Electric Row Seeder* dengan menggunakan metode *Nigel Cross*.

2. Metodologi Penelitian

Model perancangan *Nigel Cross* menggabungkan aspek prosedural dan aspek struktural. Aspek prosedural berupa tahapan perancangan, terdiri atas pendekatan kualitatif (seperti *Objectives Tree* dan *Morphological Chart*) dan kuantitatif (seperti *Weighted Objective*). Aspek struktural menunjukkan keterkaitan masalah dan solusi, baik secara kualitatif (pemetaan fungsi) maupun kuantitatif (seperti matriks QFD) [19]. Tahapan dalam Proses Perancangan dengan *Nigel Cross* dapat dilihat pada Tabel. 1.

Tabel 1. Tahapan dalam Proses Perancangan dengan *Nigel Cross*

No.	Tahap dalam Proses Perancangan	Metode yang Relevan	Tujuan
1.	Klarifikasi tujuan (<i>Classification Objectives</i>)	Pohon Tujuan (<i>Objectives Trees</i>)	Untuk memperjelas maksud dari setiap bagian dalam proses perancangan serta keterkaitan antara satu tahap dengan tahap lainnya.
2.	Penetapan Fungsi (<i>Esthablishing Function</i>)	<i>Function Analysis</i>	Untuk mengidentifikasi fungsi-fungsi yang dibutuhkan serta menetapkan batasan-batasan dalam sistem perancangan produk yang akan dikembangkan.
3.	Penyusunan Kebutuhan (<i>Setting Requirement</i>)	<i>Performance Specification</i>	Untuk menyusun spesifikasi produksi secara tepat yang dibutuhkan dalam proses perancangan.
4.	Penetapan Karakteristik (<i>Determining Characteristics</i>)	<i>Quality Functional Deployment (QFD)</i>	Untuk merumuskan sasaran yang harus dipenuhi oleh karakteristik teknis produk guna merealisasikan keinginan dan kebutuhan konsumen.
5.	Pembangkitan Alternatif (<i>Generating Alternatives</i>)	<i>Morphological Chart</i>	Untuk menyusun berbagai alternatif solusi desain secara menyeluruh untuk suatu produk serta memperluas eksplorasi terhadap kemungkinan solusi baru yang berpotensi diterapkan.
6.	Evaluasi Alternatif (<i>Evaluating Alternatives</i>)	<i>Weighted Objective</i>	Untuk membandingkan keunggulan dari berbagai alternatif desain produk berdasarkan performa relatifnya terhadap prioritas tujuan yang telah ditentukan.
7.	Pengembangan Rancangan (<i>Improving Details</i>)	<i>Value Engineering</i>	Hasil akhirnya berupa rancangan desain dari sebuah produk yang telah dikembangkan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Spesifikasi Produk Akhir

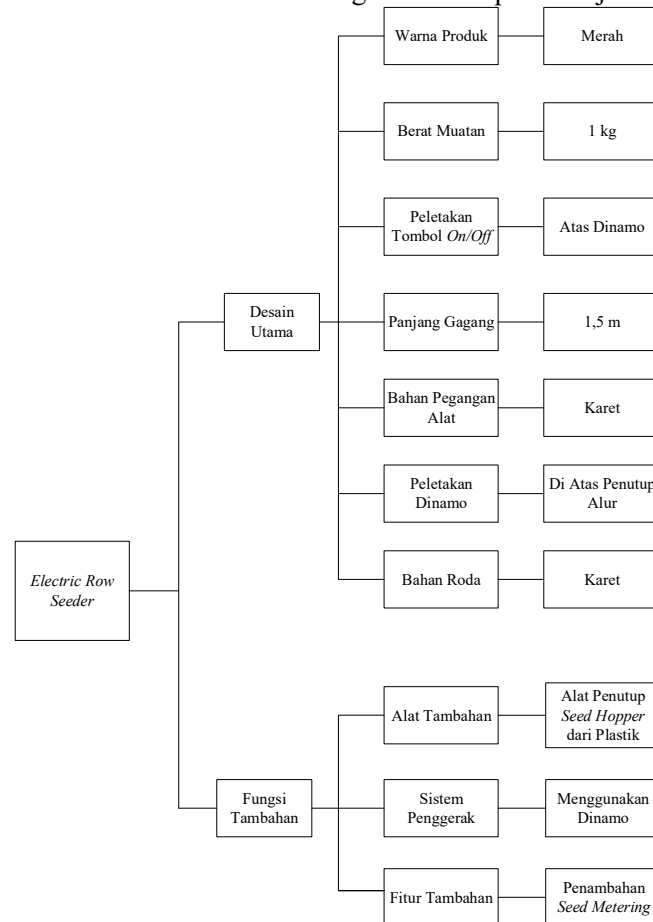
Gambaran produk akhir *Electric Row Seeder* berdasarkan hasil *brainstorming* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rancangan Akhir Produk *Electric Row Seeder* Hasil *Brainstorming*

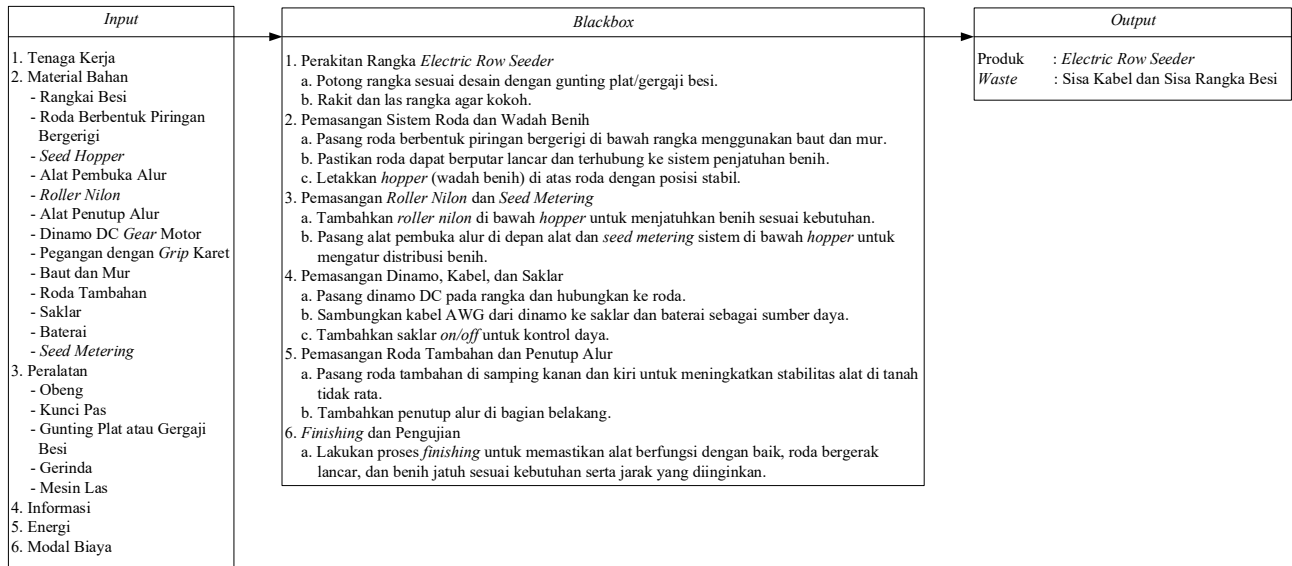
3.2. Problem (Klarifikasi Tujuan dan Penetapan Fungsi)

Hasil klarifikasi tujuan produk *Electric Row Seeder* dengan metode pohon tujuan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pohon Tujuan *Electric Row Seeder* Kelompok VII-A

Hasil penetapan fungsi produk *Electric Row Seeder* dengan metode *function analysis* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Fungsi Rancangan *Electric Row Seeder* Kelompok VII-A

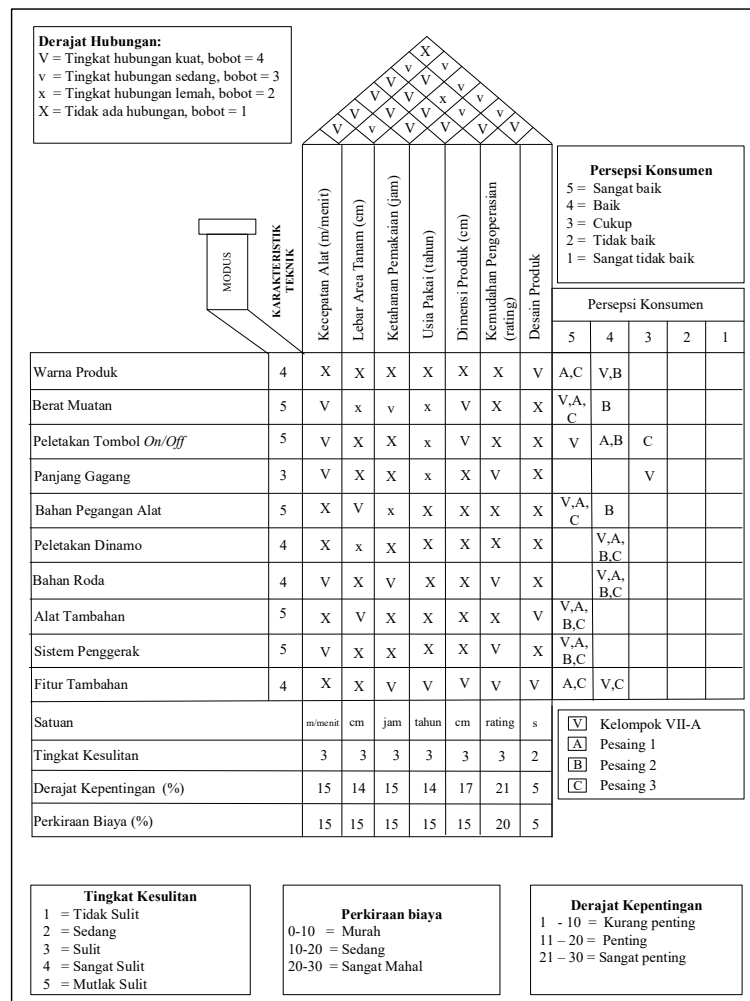
3.3. Sub Problem (Penyusunan Kebutuhan dan Penetapan Karakteristik)

Hasil penyusunan kebutuhan produk *Electric Row Seeder* dengan metode *performance spesification* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Wish and Demand* Produk *Electric Row Seeder* Kelompok VII-A

No.	Hasil <i>Brainstorming</i>	D/W	Kuesioner Terbuka
1.	Warna alat biru	D	Warna alat merah
2.	Berat muatan 1,5 kg	D	Berat muatan 1 kg
3.	Peletakan tombol <i>on/off</i> berada di atas dinamo	W	Peletakan tombol <i>on/off</i> berada di atas dinamo
4.	Ukuran panjang gagang alat 1,5 m	W	Ukuran panjang gagang 1,5 m
5.	Bahan pegangan alat terbuat dari karet	W	Bahan pegangan alat terbuat dari karet
6.	Peletakan dinamo di atas penutup alur	W	Peletakan dinamo di atas penutup alur
7.	Bahan roda terbuat dari karet	W	Bahan roda terbuat dari karet
8.	Terdapat alat <i>seed hopper</i> yang terbuat dari plastik	W	Terdapat alat <i>seed hopper</i> yang terbuat dari plastik
9.	Menggunakan dinamo	W	Menggunakan dinamo
10.	Menambahkan <i>seed matering</i>	W	Menambahkan <i>seed matering</i>

Hasil penetapan karakteristik produk *Electric Row Seeder* dengan metode *Quality Function Deployment* (QFD) dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4. *Quality Function Development Electric Row Seeder Kelompok VII-A*

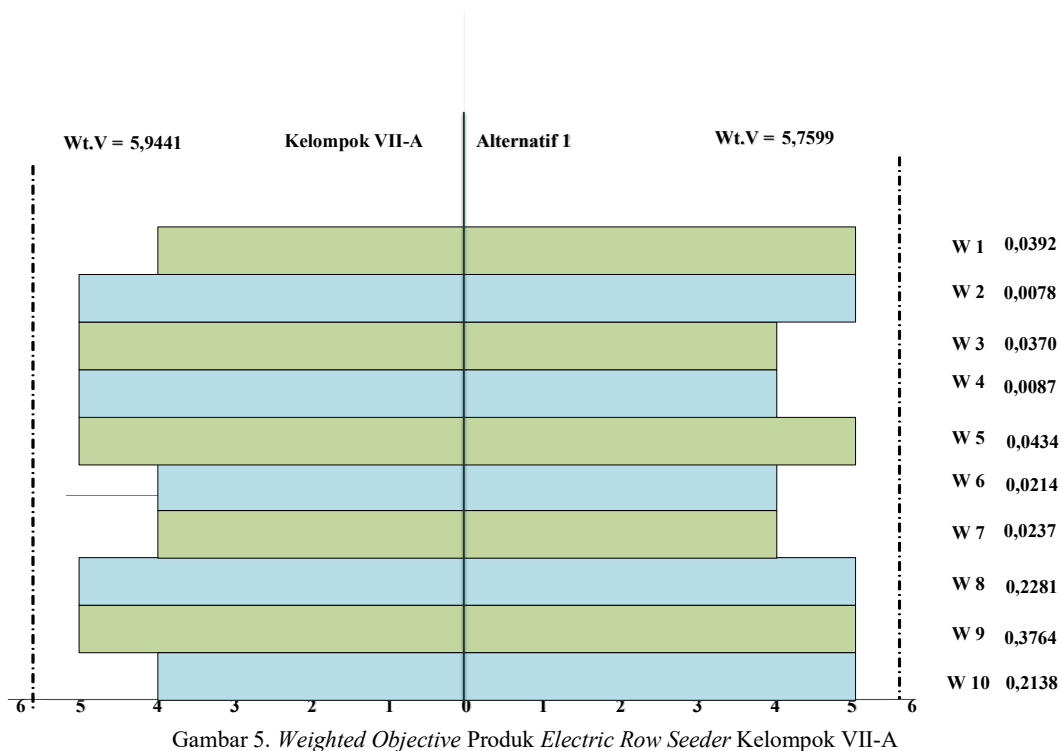
3.4. Sub Solusi (Pembangkitan Alternatif dan Evaluasi Alternatif)

Hasil pembangkitan alternatif produk *Electric Row Seeder* dengan metode *morphological chart* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Metode Morphological Chart Electric Row Seeder Kelompok VII-A

Fungsi	Cara Mencapai Fungsi		
	1	2	3
Warna Produk	Merah	Hitam	Biru
Berat Muatan	1,5 kg	1 kg	2kg
Peletakan Tombol <i>On/Off</i>	Disamping Penutup Alur	Dibagian Pegangan	Diatas Dinamo
Panjang Gagang	1,8 m	1,5 m	2 m
Bahan Pegangan Alat	Karet	Kayu	Plastik
Peletakan Dinamo	Dibawah Penutup Alur	Diatas Penutup Alur	Disamping Alat Tambahan
Bahan Roda	Plastik	Besi	Karet
Alat Tambahan	Penutup <i>Seed Hopper</i> dari Logam	Terdapat Alat Penutup <i>Seed Hopper</i> Terbuat dari Plastik	Penutup <i>Seed Hopper</i> dari Besi
Sistem Penggerak	Menggunakan Dinamo	Sistem Roda Manual	Sistem Motor Elektrik
Fitur Tambahan	Penambahan Jarak Ukur	Penambahan <i>Seed Metering</i>	Penambahan Sensor Otomatis
	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3

Hasil evaluasi alternatif produk *Electric Row Seeder* dengan metode *weighted objective* dapat dilihat pada Gambar 5.



3.5. Solusi (Pengembangan Rancangan)

Hasil pengembangan rancangan produk *Electric Row Seeder* berupa biaya awal dari komponen awal yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Harga Bahan Awal yang Digunakan

Komponen	Harga Komponen (Rp)	Jumlah Komponen yang Digunakan	Total Biaya (Rp)
Rangka Besi	Rp 25.000	1	Rp 25.000
Roda Berbentuk Piringan Bergerigi	Rp 150.000	2	Rp 300.000
<i>Seed Hopper</i>	Rp 70.000	1	Rp 70.000
Alat Pembuka Alur	Rp 75.000	1	Rp 75.000
<i>Roller Nilon</i>	Rp 65.000	1	Rp 65.000
Alat Penutup Alur	Rp 50.000	1	Rp 50.000
Dinamo DC <i>Gear Motor</i>	Rp 500.000	1	Rp 500.000
Pegangan dengan Grip Karet	Rp 30.000	1	Rp 30.000
Baut dan Mur	Rp 15.000	10	Rp 150.000
Roda Tambahan	Rp 50.000	2	Rp 100.000
Saklar	Rp 20.000	1	Rp 20.000
<i>Seed Metering</i>	Rp 100.000	1	Rp 100.000
Baterai	Rp 300.000	1	Rp 300.000
Obeng	Rp 30.000	1	Rp 30.000
Kunci Pas	Rp 75.000	1	Rp 75.000
Total			Rp. 1.785.000

Berdasarkan hasil evaluasi, rekayasa nilai dapat dilakukan dengan mencari komponen pengganti yang lebih murah tanpa mengorbankan fungsi produk. Cara pertama yang dilakukan adalah dengan mengeliminasi komponen yang tidak terlalu penting, seperti kunci pas dan obeng, serta menggantinya dengan alat yang sudah ada. Cara kedua yang dilakukan adalah memodifikasi komponen dengan mencari alternatif yang lebih ekonomis namun tetap mempertahankan kualitas dan fungsi, seperti pada rangka besi, roda, dan komponen lainnya. Cara ketiga yang dilakukan adalah dengan meminimalkan ukuran atau spesifikasi komponen yang tidak mempengaruhi performa utama produk, seperti mengurangi ukuran dinamo DC *gear motor* atau mengganti bahan pada roda tambahan menjadi bahan yang lebih ringan namun tetap fungsional, sehingga dapat mengurangi biaya produksi secara keseluruhan. Sebagian besar komponen penyusun *Electric Row Seeder* tetap dipertahankan karena dinilai sudah sesuai dari segi fungsi dan efisiensi biaya, seperti rangka besi, roda bergerigi, *seed hopper*, alat pembuka alur, dan beberapa lainnya. Untuk efisiensi, sejumlah komponen diubah dalam jumlah maupun jenisnya tanpa mengurangi performa alat. Rincian perubahan komponen yang mengalami perbedaan setelah evaluasi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Evaluasi Harga Komponen Produk *Electric Row Seeder*

Komponen	Harga Komponen (Rp)	Jumlah Komponen yang Digunakan	Total Biaya (Rp)
Roda Berbentuk Piringan Bergerigi	Rp 130.000	2	Rp 260.000
Dinamo DC Gear Motor	Rp 400.000	1	Rp 400.000
Baut dan Mur	Rp 10.000	8	Rp 80.000
Roda Tambahan	Rp 20.000	2	Rp 40.000
<i>Seed Metering</i>	Rp 80.000	1	Rp 80.000
Baterai	Rp 250.000	1	Rp 250.000
Total			Rp. 1.110.000

4. Kesimpulan

Electric Row Seeder dirancang untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kemudahan dalam penanaman benih jagung secara otomatis. Proses perancangan dan pengembangan produk *Electric Row Seeder* mengacu pada metode desain *Nigel Cross* yang terdiri dari tujuh tahapan berurutan meliputi klarifikasi tujuan, penetapan fungsi, penyusunan kebutuhan, penetapan karakteristik, pembangkitan alternatif, evaluasi alternatif, hingga tahap pengembangan rancangan. Klarifikasi tujuan untuk *Electric Row Seeder* disusun dalam pohon tujuan dengan 3 level yang terbagi menjadi dua kelompok besar, yaitu desain utama (warna merah, berat muatan 1 kg, tombol *On/Off* di atas dinamo, panjang gagang 1,5 m, bahan pegangan karet, posisi dinamo di atas penutup alur, roda berbahan karet, serta penutup *seed hopper* dari plastik) dan fungsi tambahan (terdapat alat penutup *seed hopper* dari plastik, penggerak dengan dinamo, dan penambahan fitur *seed metering*). Pada tahap penetapan fungsi, ditentukan 6 subfungsi yang digambarkan dalam diagram *black box* yaitu perakitan rangka, pemasangan sistem roda dan wadah benih, pemasangan *roller nilon* dan *seed metering*, pemasangan dinamo, kabel, dan saklar, pemasangan roda tambahan dan penutup alur, serta *finishing* dan pengujian. Tahap penyusunan kebutuhan dilakukan dengan mencocokkan hasil gagasan awal dengan harapan pengguna, di mana 8 atribut produk *Electric Row Seeder* termasuk dalam kategori *wish* (W) sementara 2 atribut lainnya termasuk dalam kategori *demand* (D). Tahap penetapan karakteristik dilakukan menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) melalui matriks *House of Quality* (HoQ), dengan total tujuh karakteristik yang dianalisis berdasarkan tingkat kompleksitas, yaitu satu atribut tergolong sangat sulit karena membutuhkan inovasi tinggi, empat atribut termasuk kategori sulit karena berkaitan dengan desain dan sistem yang membutuhkan detail fungsional, serta dua atribut lainnya dianggap mudah karena lebih sederhana untuk diimplementasikan, seperti bahan dan warna produk. Pada tahap pembangkitan alternatif dikembangkan melalui penyusunan *morphological chart*, yang menghasilkan tiga opsi desain berbeda yang dapat dipertimbangkan untuk dipilih sebagai solusi paling optimal. Pada tahap penilaian alternatif, proses evaluasi dilakukan dengan memberikan bobot pada setiap atribut menggunakan metode *weighted objective* dan hasil akhir menunjukkan bahwa alternatif 1 menjadi pilihan terbaik dengan spesifikasi berupa warna merah, bobot 1 kg, tombol *On/Off* yang diletakkan di atas dinamo, panjang gagang 1,5 meter, bahan pegangan serta roda dari karet, peletakan dinamo di atas penutup alur, tambahan penutup *Seed Hopper* berbahan plastik, sistem penggerak menggunakan dinamo, serta dilengkapi fitur tambahan berupa penambahan *Seed Metering*. Langkah akhir dalam proses perancangan adalah tahap pengembangan produk, di mana setelah dilakukan eliminasi, modifikasi, dan *reduce* pada beberapa komponen seperti jumlah dan jenis material, diperoleh total sebanyak 15 komponen yang digunakan untuk merakit alat *Electric Row Seeder* dengan estimasi biaya keseluruhan sebesar Rp 1.340.000. Dengan demikian, *Electric Row Seeder* yang telah dirancang dan dikembangkan mampu menjadi solusi yang efektif dan praktis untuk mendukung efisiensi proses penaburan benih secara otomatis di sektor pertanian.

References

- [1] Y. M. S. M. K. Epilinus Hulu, "Pengaruh Kualitas Produk Terhadap Kepuasan Pelanggan Pada Pt. Indomarco Adi Prima Cabang Medan Stok Point Nias Kota Gunungsitoli," *Jurnal Ilmiah Simantek*, vol. 6, no. 4, 2022.
- [2] R. Fauzi, H. N. Nasution, F. Hastini, A. Zainy, and Y. R. Lumban Tobing, "Perancangan Aplikasi Pariwisata Berbasis Android Di Kota Padang Sidempuan," *Jurnal Education And Development*, vol. 11, no. 1, pp. 437–442, Dec. 2022, doi: 10.37081/ed.v11i1.2687.
- [3] S. A. Baihaqi and Y. Kurnia, "Evaluasi Pemilihan Material Dengan Metode Cost Benefit Analysis Dalam Perakitan Kolam Bioflok Di Hanan's Fish Farm," vol. 2, no. 1, 2024.
- [4] I. F. Firdaus *et al.*, "Pengaruh Desain Produk Dan Desain Proses Terhadap Kualitas Produk (Survei Pada Karyawan PT. Wijaya Agape Tasikmalaya) Depy Muhamad Pauzy," *Jurnal Nuansa: Publikasi Ilmu Manajemen dan Ekonomi Syariah*, vol. 1, no. 3, 2023, doi: 10.61132/nuansa.v1i3%20September.207.
- [5] Renilaili, "Effect Of Product Development And Cost Efficiency On Department Performance Through TQM Implementation," *Integrasi Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 5, no. 2, p. 35, 2020.
- [6] F. Syafitri and D. Faradilah, "Pengaruh Antara Luas Panen Dan Produktivitas Terhadap Produksi Jagung Di Wilayah Indonesia Pada Tahun 2023," *Jurnal Ilmiah Sosio Ekonomika Bisnis*, Vol. 27, No. 2, 2024.
- [7] D. Santoso, G. Yogi Rahajeng, S. Egra, P. Studi Agroteknologi, and F. Pertanian, "Penerapan Teknologi Alat Penanam Benih Jagung Tipe Row Seeder Di Kelompok Tani Suka Maju Untuk Mendukung Ketahanan Pangan Wilayah Perbatasan Kalimantan Utara," *Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, vol. 5, no. 1, 2021.
- [8] M. Ardli Aqdam, Z. Shabira, A. Sidiq, A. Datumaya, and W. Sumari, "Perancangan Alat Penanam Benih Jagung Berbasis Internet Of Things," *Jurnal Teknik Ilmu dan Aplikasi*, no. 3, 2022.
- [9] A. Y. M. R. W. N. V. D. Y. C. T. Juni Arta Lubis, "Perancangan Produk Kursi Olahraga dan Terapi pada Wanita Hamil menggunakan Metode Nigel Cross," *TALENTA Conference Series: Energy and Engineering*, vol. 7, no. 1, 2024, doi: 10.32734/ee.v7i1.2295.
- [10] T. Alda, D. Charin, and N. Tarigan, "Penerapan Metode Nigel Cross Pada Desain Produk Rompi Pemanas Akupuntur (Heating Acupuncture Vest)," *TALENTA Conference Series: Energy & Engineering*, vol. 5, no. 2, 2022, doi: 10.32734/ee.v5i2.1545.
- [11] T. L. C. C. J. M. S. W. B. Christian Herlima, "Perancangan Alat Terapi Kaki Berbasis Arduino dengan Metode Nigel Cross," *TALENTA Conference Series: Energy and Engineering*, vol. 7, no. 1, 2024, doi: 10.32734/ee.v7i1.2291.
- [12] A. Malik, A. Fiatno, and B. Setiawan, "Rancang Bangun Alat Penjernih Air Tipe Portable Menggunakan Metode Nigel Cross," *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, vol. 6, no. 4, pp. 1147–1152, Oct. 2023, doi: 10.31004/jutin.v6i4.19562.
- [13] R. Firman Prakosa and A. E. Tontowi, "Perbandingan Metode Rasional Dengan Kreatif-Prakosa & Tontowi Perbandingan Metode Rasional Dengan Kreatif Untuk Mendesain Alat Bantu Pasang Lampu," *Jurnal Prakosa & Tontowi*, vol. 2, no. 1, 2021, [Online]. Available: www.aperlindo.com
- [14] A. Nursyahbani, A. Nur Aisha, and I. Permatasari, "Designing Vendor Performance Criteria Using Analytic Hierarchy Process Method On The Engineering Procurement Construction Project Company," *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, vol. 10, no. 2, 2024.
- [15] D. Chelseanna, D. Ayu, A. Yuarini, and I. K. Satriawan, "Penerapan Metode Quality Function," *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, vol. 12, no. 3, 2024.
- [16] B. B. Wahyujati, "Aplikasi metode Morphological Chart pada perancangan Robot Belajar Baca (ROBOCA) untuk anak usia dini," *Pengetahuan dan Perancangan Produk*, vol. 5, no. 2, pp. 67–74, 2022.
- [17] A. A. Murtopo, "Metode Weighted Product dalam Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Produk Unggulan Pada Industri Kecil Menengah," *Jurnal Smart Comp*, vol. 11, no. 1, 2022.
- [18] R. Kristo Ngantung, F. J. Manoppo, C. D. E Kandou, S. C. Teknik Prospero Karya Manado, P. Prodi Teknik Sipil, and U. Sam Ratulangi Manado Abstrak, "Penerapan Value Engineering Dalam Upaya Meningkatkan Efisiensi Biaya Proyek Pada Pembangunan Gedung Dprd Sulawesi Utara," *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, vol. 11, no. 1, pp. 2087–9334, 2021.
- [19] S. Zulkifli *et al.*, "Redesain Masker Sebagai Alat Pelindung Diri Bagi Mahasiswa Ti Dengan Menggunakan Metode Nigel Cross," *Jurnal i-tabao*, vol. 1, no. 1, p. 2021, 2021.