



Otomatisasi Alat Sortir Ukuran Benih Kentang G - Nol Berbasis *Load Cell*

Ayu Sri Anjani^{1✉}, Hasbi Hasidik Sihab¹, Intan Nurlaela¹, Muhammad Rusdan Fahmi¹, Rafika Ratik Srimurni¹, Iwan Satriyo Nugroho¹

⁽¹⁾Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Nusantara, Bandung, Indonesia
DOI: 10.31004/jutin.v8i4.48991

✉ Corresponding author:
[ayusrianjani625@gmail.com]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:

*Benih kentang G-Nol;
Sortir otomatis;
Sensor load cell;
MPE;
Kelayakan finansial*

Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat sortir ukuran benih kentang G-0 berbasis sensor load cell sebagai solusi atas keterbatasan sistem sortir manual yang masih digunakan di lapangan. Sistem ini bekerja dengan mendeteksi berat benih menggunakan sensor load cell yang terhubung ke mikrokontroler Arduino, sehingga proses sortir dapat dilakukan secara otomatis dan akurat. Metode Perbandingan Eksponensial (MPE) digunakan untuk menentukan desain terbaik dari empat alternatif berdasarkan kriteria fungsi, teknis, dan operasional. Hasil menunjukkan bahwa Desain B merupakan alternatif paling optimal dengan skor tertinggi. Selain itu, analisis kelayakan finansial menunjukkan bahwa proyek ini sangat layak dikembangkan, ditandai dengan NPV positif, IRR tinggi, B/C Ratio > 1, Payback Period cepat, dan BEP rendah. Oleh karena itu, alat ini dinilai layak baik dari sisi teknis maupun ekonomi dan memiliki potensi untuk diterapkan secara luas di sektor pertanian.

Abstract

Keywords:

*G-Nol potato seed;
Automatic sorting;
Load cell sensor;
MPE;
Financial feasibility*

This study aims to design an automatic seed sorting device for G-0 potato seeds using a load cell sensor as a solution to the limitations of manual sorting systems commonly used in the field. The system detects the seed weight through a load cell sensor connected to an Arduino microcontroller, enabling precise and automated sorting. The Exponential Comparison Method (MPE) was applied to evaluate four design alternatives based on functional, technical, and operational criteria. The results indicate that Design B is the most optimal, achieving the highest preference score. Financial feasibility analysis further supports the project's viability, with positive NPV, a high IRR, a B/C Ratio above 1, a short payback period, and a low break-even point. Therefore, the tool is considered feasible both technically and economically and shows strong potential for broader implementation in the agricultural sector.

1. PENDAHULUAN

Kentang merupakan salah satu komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi yang banyak dibudidayakan di wilayah dataran tinggi Indonesia. Dalam budidaya dan distribusi benih kentang, khususnya varietas G-0 (Generation Zero), klasifikasi berdasarkan ukuran menjadi penting sebagai bagian dari standar mutu. G-0 merupakan benih awal hasil kultur jaringan yang bebas dari virus dan hama, serta memiliki kualitas genetik unggul yang akan diperbanyak menjadi G1 dan seterusnya (Syukur, M., Sujiprihati, S., & Yuniarti, R. 2014).

Menurut Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa, n.d.), benih kentang G-0 harus memenuhi ukuran standar tertentu untuk menjamin keberhasilannya pada tahap perbanyakan selanjutnya. Namun, dalam praktik lapangan, proses sortir benih masih dilakukan secara manual menggunakan penggaris atau jangka sorong. Metode ini tidak efisien dan beresiko tinggi terhadap kesalahan akibat faktor manusia (Sutarya, D. 2019). American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE. 2021) juga menyatakan bahwa pengukuran manual rentan terhadap kesalahan mekanik, terutama akibat tekanan tangan operator yang tidak konsisten.

Untuk mengatasi permasalahan proses sortir benih yang masih dilakukan secara manual dan rawan kesalahan, diperlukan sistem sortir otomatis yang mampu bekerja secara presisi dan efisien. Salah satu pendekatan yang dikembangkan adalah dengan mengotomatisasi proses sortir berdasarkan berat benih menggunakan sensor load cell. Sensor ini dapat mendeteksi berat setiap benih secara akurat, lalu hasil deteksi diproses oleh mikrokontroler seperti Arduino untuk mengarahkan benih ke wadah sortir sesuai kelas ukurannya (Hasibuan, A. A., & Ramadhan, I. 2020). Penelitian oleh Sudrajat, T., Wibowo, S., & Amelia, R. (2021) menunjukkan bahwa sistem sortir berbasis berat menggunakan load cell terbukti meningkatkan efisiensi kerja hingga 35% dibandingkan metode manual pada proses pengemasan hasil panen hortikultura. Hal serupa juga ditemukan oleh Prasetyo, H., & Kurniawan, A. (2020), yang merancang alat sortir berbasis Arduino dan load cell untuk biji kakao, dan berhasil meningkatkan akurasi klasifikasi hingga 92%. Penelitian-penelitian ini menguatkan bahwa pendekatan berbasis sensor dan mikrokontroler sangat potensial diterapkan pada sistem sortir benih kentang G-0.

Namun, dalam proses perancangannya, terdapat beberapa alternatif desain yang perlu dievaluasi untuk menentukan pilihan yang paling sesuai. Untuk mendukung pengambilan keputusan secara objektif, penelitian ini menggunakan pendekatan Metode Perbandingan Eksponensial (MPE) sebagai alat analisis keputusan. Metode ini memungkinkan pembobotan dan penilaian terhadap berbagai kriteria secara kuantitatif melalui fungsi eksponensial, sehingga menghasilkan nilai total preferensi dari setiap alternatif. Dengan demikian, alternatif desain yang paling optimal dapat dipilih berdasarkan hasil perhitungan terukur dan sistematis (Susanto, E. 2017; Turban, E., & Aronson, J. E. 2005).

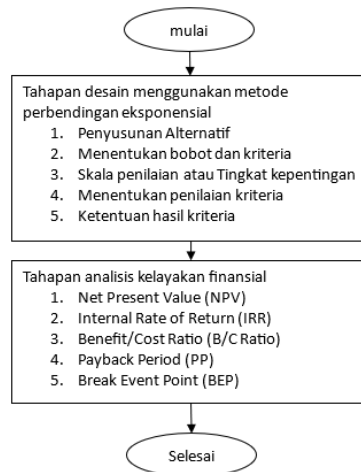
Pendekatan serupa dalam pemilihan desain teknis telah digunakan dalam berbagai studi. Wicaksono, D., & Suryanto, H. (2020) menggunakan metode MPE untuk memilih desain sistem irigasi otomatis berbasis sensor kelembaban tanah, dan hasilnya menunjukkan efektivitas metode dalam meranking alternatif secara obyektif dan sistematis. Sementara itu, Lestari, D., Nugroho, A., & Farida, N. (2022) menerapkan MPE pada perancangan alat pengupas kulit kopi, dan berhasil menentukan desain yang paling efisien berdasarkan kombinasi kriteria teknis dan ekonomis. Hal ini menunjukkan bahwa metode MPE memiliki fleksibilitas tinggi untuk diterapkan dalam berbagai konteks perancangan alat pertanian.

Lebih lanjut, penelitian ini tidak hanya berfokus pada pemilihan desain terbaik dari segi teknis, tetapi juga bertujuan untuk menganalisis kelayakan finansial dari alat sortir benih kentang G-0 yang dirancang. Analisis finansial dilakukan dengan pendekatan Net Present Value (NPV) untuk memastikan bahwa alat yang dihasilkan tidak hanya efisien dari sisi kinerja teknis, tetapi juga layak secara ekonomi untuk diimplementasikan oleh petani maupun pelaku industri benih kentang. Pendekatan serupa digunakan dalam penelitian oleh Rahmat, A., & Hermawan, R. (2018), yang menilai kelayakan ekonomi pada alat pemotong singkong otomatis, dan hasilnya menunjukkan bahwa perangkat hasil rekayasa tersebut memberikan nilai NPV positif dan menguntungkan bagi pengguna di sektor pertanian.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan tujuan untuk merancang dan mengevaluasi alternatif desain alat sortir ukuran benih kentang G-0 berbasis sensor load cell. Dalam proses pengambilan keputusan terhadap beberapa alternatif desain yang telah disusun, digunakan Metode Perbandingan Eksponensial (MPE) sebagai pendekatan analisis keputusan. MPE dipilih karena mampu memberikan penilaian kuantitatif secara objektif terhadap berbagai alternatif berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan.

Analisis kelayakan finansial dari alat sortir benih kentang G-0 yang dirancang, guna memastikan bahwa alat tersebut tidak hanya efektif dari sisi teknis, tetapi juga layak secara ekonomi untuk diterapkan oleh petani maupun perusahaan. Analisis ini dilakukan melalui pendekatan indikator finansial seperti NPV, IRR, B/C Ratio, PP, BEP serta memperhitungkan biaya - biaya produksi.



Gambar 1. Metode Penelitian

1. Mulai

Tahapan awal sebagai titik mula kegiatan penelitian. Peneliti menetapkan tujuan utama, yaitu merancang alat sortir otomatis untuk benih kentang G-0 berbasis sensor load cell. Fokus utama ditujukan pada tahapan penentuan desain menggunakan metode MPE dan analisis kelayakan finansial.

2. Tahapan Metode MPE

1) Penyusunan Alternatif

Merupakan tahap awal dalam metode MPE yang bertujuan untuk mengidentifikasi beberapa pilihan desain atau solusi teknis yang memungkinkan untuk menyelesaikan suatu permasalahan (Saputra, R., & Fatimah, S. 2020).

2) Menentukan Kriteria Bobot

Menurut (Suryadi, K., & Ramdhani, M. A. 2018) Kriteria adalah faktor-faktor penting yang digunakan untuk menilai setiap alternatif. Setiap kriteria diberi bobot sesuai dengan tingkat kepentingannya, agar penilaian menjadi lebih objektif dan terukur (Suryadi, K., & Ramdhani, M. A. (2018).

3) Skala Penilaian/Tingkat Kepentingan

Merupakan sistem pengukuran yang digunakan untuk menilai sejauh mana suatu alternatif memenuhi suatu kriteria. Skala ini biasanya berbentuk angka 1-5 yang menunjukkan kualitas dari sangat buruk hingga sangat baik (Kusumadewi, S. 2006).

4) Menentukan Penilaian Kriteria

Pada tahap ini, setiap alternatif diberikan nilai (berdasarkan skala penilaian) untuk tiap kriteria yang telah ditentukan. Penilaian ini bisa didasarkan pada hasil pengujian, data teknis, atau pendapat pakar (Sugiyono, 2019).

5) Ketentuan Hasil Kriteria

Hasil dari semua penilaian dan bobot dikalikan dan dijumlahkan untuk masing-masing alternatif, sehingga diperoleh nilai akhir. Alternatif dengan nilai akhir tertinggi dianggap sebagai pilihan terbaik dan layak dipilih untuk tahap implementasi (Yuniar, D., & Widodo, A. (2021).

3. Tahapan Analisis Kelayakan Finansial

1) Net Present Value

Net Present Value (NPV) Net Present Value (NPV) digunakan untuk menghitung selisih antara nilai arus kas masuk saat ini (present value/PV) yang mencerminkan manfaat dengan nilai arus kas keluar (present value/PV) yang mencerminkan biaya selama periode waktu tertentu. (Setyaningsih, Astuti, & Hermawan, 2022) Untuk menghitung NPV digunakan rumus berikut (Sunakalis, I., Wahyudin, R., & Lestari, R. 2022)

$$NPV = \sum \frac{Bt - Ct}{(1+r)^t} - \text{Investasi awal}$$

NPV > 1 artinya usaha dapat dikatakan layak

NPV < 1 artinya usaha dapat dikatakan tidak layak

NPV = 0 artinya usaha dapat dikatakan berada pada titik impas atau BEP

2) Internal Rate of Return (IRR)

Internal Rate of Return (IRR) Digunakan untuk memprediksi potensi keuntungan suatu investasi atau menentukan suku bunga maksimal suatu usaha agar NPV mencapai nilai 0, yang menandakan titik impas atau kondisi keuntungan dan kerugian yang seimbang (Setyaningsih, W., Astuti, S. P., & Hermawan, R. 2022). Untuk menghitung IRR, digunakan rumus berikut: (Sunakalis, I., Wahyudin, R., & Lestari, R. 2022).

$$IRR = r_1 + \left(\frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \right) \times (r_1 - r_2)$$

IRR > r berarti usaha dapat dikatakan layak

IRR < r berarti usaha dapat dikatakan tidak layak

IRR = 0 berarti usaha berada pada titik impas atau BEP

3) Benefit/Cost Ratio (B/C Ratio) Benefit/Cost Ratio (B/C Ratio) digunakan untuk membandingkan antara total biaya dengan manfaat yang akan diperoleh (Khabibi, M., & Millaty, M. 2023). Untuk menghitung B/C Ratio, digunakan rumus berikut: (Sunakalis, I., Wahyudin, R., & Lestari, R. 2022).

$$\frac{B}{C} = \frac{PVBenefit}{Investasi\ awal}$$

B/C > 1 berarti usaha dapat dikatakan layak

B/C < 1 berarti usaha dapat dikatakan tidak layak

B/C = 1 berarti usaha berada pada titik impas atau BEP

4) Payback Period (PP) Payback Period (PP) bertujuan untuk menentukan berapa lama waktu yang diperlukan oleh pelaku usaha untuk mengembalikan investasi atau modal yang telah dikeluarkan pada tahap awal (Isa, M., & Zuhriyah, A. 2021). Untuk menghitung PP digunakan rumus berikut (Sunakalis, I., Wahyudin, R., & Lestari, R. 2022).

$$PP = C / cf$$

5) Break Event Point (BEP) Break Event Point (BEP) merupakan Metode yang digunakan untuk mengetahui volume penjualan minimum yang harus tercapai agar perusahaan tidak mengalami kerugian (Sunakalis, I., Wahyudin, R., & Lestari, R. 2022).

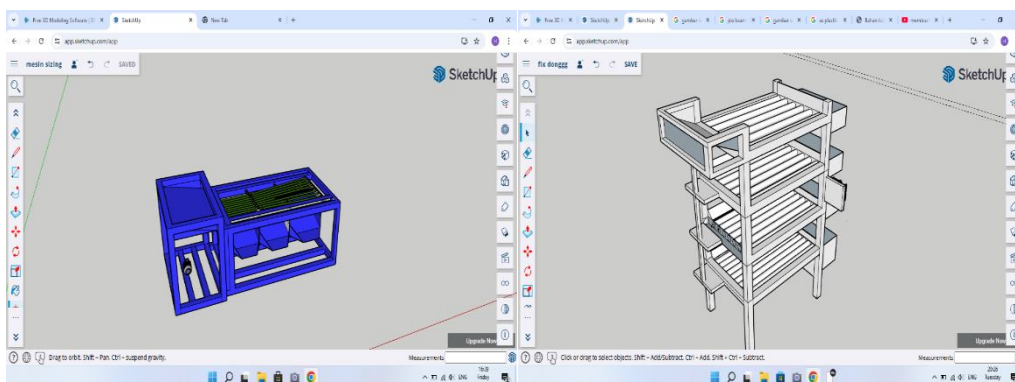
$$BEF = \frac{\text{Biaya tetap}}{\text{Harga jual} - \text{biaya variabel per unit}}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Metode Perbandingan Eksponensial (MPE)

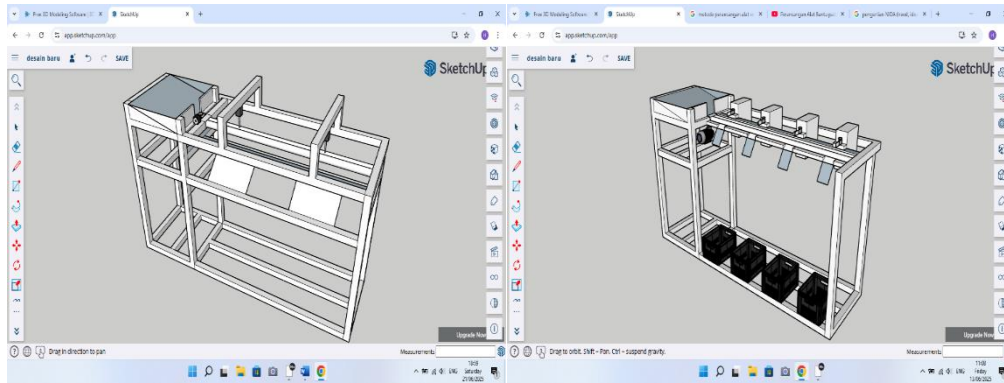
1. Penyusunan Alternatif

Dalam tahap perancangan alat sortir benih kentang G-0, empat alternatif desain disusun menggunakan perangkat lunak SketchUp untuk memvisualisasikan bentuk dan konfigurasi alat secara realistis.



Gambar 2. Desain A

Gambar 3. Desain B



Gambar 4. Desain C

Gambar 5. Desain D

Empat alternatif desain alat sortir benih kentang G-0 disusun melalui tahapan sistematis yang diawali dengan identifikasi kebutuhan fungsional dan teknis alat. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dirancanglah empat konsep desain dengan pendekatan yang berbeda, yaitu desain linier sederhana (Desain A), sistem gravitasi dengan kontrol servo (Desain B), desain kompak dan portabel (Desain C), serta sistem rotary untuk distribusi radial (Desain D). Seluruh desain dimodelkan secara visual menggunakan perangkat lunak SketchUp guna memperoleh gambaran struktur, tata letak komponen, serta efisiensi alur kerja. Hasil visualisasi ini kemudian dievaluasi secara kualitatif untuk mengidentifikasi potensi keunggulan dan keterbatasan masing-masing desain sebelum dilakukan penilaian kuantitatif menggunakan Metode Perbandingan Eksponensial (MPE). Setiap desain memiliki karakteristik berbeda yang mempengaruhi cara kerja sortir, efisiensi ruang, kemudahan operasional, dan standar keteknikan. Pemahaman fungsi masing-masing desain dijelaskan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1 Karakteristik Desain

Desain	Fungsi Utama	Kelebihan	Kekurangan
Desain A	Menyortir benih secara linier menggunakan pipa karet, jalur conveyor lurus.	Sederhana, mudah dirakit dan dioperasikan.	Penggunaan kurang efisien, alur sortir tidak fleksibel, semi otomatis.
Desain B	Menyortir dengan memanfaatkan gravitasi bumi. Sensor load cell mendeteksi berat maksimal wadah, dan servo motor pengatur jalur yang responsive.	Akurat, Distribusi sortir cepat, cocok untuk volume sedang-besar, operasional efisien.	Memerlukan stabilisasi tambahan dan biaya operasional tinggi
Desain C	Mengutamakan bentuk yang ringkas untuk kebutuhan portabe	Mudah dipindahkan, ringan, cocok untuk skala kecil.	Kurang stabil, kapasitas terbatas, efisiensi sortir lebih rendah, dan memerlukan sensor yang mampu menangkap radius secara akurat
Desain D	Menggunakan sistem rotary untuk menyortir benih secara radial ke beberapa wadah.	Memaksimalkan penggunaan ruang, inovatif secara visual.	Kompleksitas teknis tinggi, membutuhkan komponen tambahan.

Setiap alternatif desain memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi implementasi di lapangan. Untuk memastikan pemilihan desain dilakukan secara objektif dan tidak berdasarkan asumsi semata, maka dilakukan proses evaluasi kuantitatif menggunakan **Metode Perbandingan Eksponensial (MPE)**. Metode ini digunakan untuk menilai performa masing-masing desain berdasarkan tiga kriteria utama, yaitu aspek fungsional, teknis, dan operasional.

2. Menentukan Kriteria dan bobot

Tabel 2 Bobot Kriteria

No	Kriteria	Bobot
1	Fungsi	40%
2	Teknis	30%
3	Operasional	30%

Setelah alternatif tersusun, langkah selanjutnya adalah menentukan kriteria penilaian beserta bobotnya. Dalam penelitian ini, dipilih tiga kriteria utama, yaitu fungsi (dengan bobot 40%), teknis (30%), dan operasional (30%). Kriteria fungsi menilai seberapa baik alat mampu menjalankan proses sortir secara akurat dan sesuai dengan kebutuhan petani atau perusahaan. Kriteria teknis mempertimbangkan kemudahan perakitan, ketersediaan komponen, serta kestabilan alat saat digunakan. Sedangkan kriteria operasional menilai kemudahan penggunaan alat, efisiensi kerja, serta kepraktisan dalam perawatan.

3. Skala Penilaian/Tingkat Kepentingan

Tabel 3 Skala Penilaian

Paling Buruk/Rendah	1
Buruk/Rendah	2
Cukup	3
Bagus/Tinggi	4
Paling Bagus/Tinggi	5

4. Menentukan Penilaian Terhadap Kriteria

Tabel 4 Penilaian Kriteria

Alternatif	Kriteria		
	Fungsi	Teknis	Operasional
Desain A	4	3	3
Desain B	5	4	5
Desain C	2	2	3
Desain D	3	3	4

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan, Desain B memperoleh skor tertinggi hampir di semua aspek: nilai 5 untuk fungsi, 4 untuk teknis, dan 5 untuk operasional. Hal ini menunjukkan bahwa Desain B sangat unggul dalam hal kemampuan menyortir benih secara akurat, stabil secara teknis, serta mudah digunakan dalam operasional sehari-hari. Sementara itu, Desain A memperoleh skor 4 pada fungsi, 3 pada teknis, dan 3 pada operasional. Nilai ini mengindikasikan bahwa meskipun desain ini cukup baik dan layak digunakan, masih ada beberapa kekurangan, khususnya dalam aspek teknis dan efisiensi penggunaan.

Berbeda dari keduanya, Desain C mendapat skor terendah, yaitu 2 pada fungsi, 2 pada teknis, dan 3 pada operasional. Skor ini menunjukkan bahwa Desain C belum mampu memenuhi standar kinerja yang diharapkan, terutama dari segi akurasi sortir dan stabilitas komponen teknis. Sementara itu, Desain D menempati posisi tengah dengan skor 3 untuk fungsi dan teknis, serta 4 untuk operasional. Ini menunjukkan bahwa meskipun Desain D belum sekuat Desain B dalam hal performa sortir dan teknis, alat ini relatif mudah digunakan dan cukup efisien dari sisi operasional.

5. Ketentuan Hasil Kriteria

Tabel 5 Hasil Kriteria

Kriteria	Bobot %	Desain A	Desain B	Desain C	Desain D
Fungsi	40%	4 (1,74)	5 (1,90)	2 (1,31)	3 (1,55)
Teknis	30%	3 (1,39)	4 (1,51)	2 (1,23)	3 (1,39)
Operasional	30%	3 (1,39)	5 (1,62)	3 (1,39)	4 (1,51)
Skor		4,52	5,03	3,93	4,45

$$\text{Desain A} = 4^{0,4} + 3^{0,3} + 3^{0,3} = 1,74 + 1,39 + 1,39 = 4,52$$

$$\text{Desain B} = 5^{0,4} + 4^{0,3} + 5^{0,3} = 1,90 + 1,51 + 1,62 = 5,03$$

$$\text{Desain C} = 3^{0,4} + 3^{0,3} + 4^{0,3} = 1,55 + 1,39 + 1,51 = 3,93$$

$$\text{Desain D} = 3^{0,4} + 3^{0,3} + 4^{0,3} = 1,55 + 1,39 + 1,51 = 4,45$$

Seluruh nilai tersebut kemudian dikalikan dengan bobot masing-masing kriteria, dan dikonversi menggunakan fungsi eksponensial untuk mendapatkan skor akhir. Hasilnya, Desain B menempati peringkat pertama dengan skor akhir sebesar 5,03, menjadikannya desain yang paling layak untuk diimplementasikan. Di posisi kedua ada Desain A dengan skor 4,52, disusul oleh Desain D dengan skor 4,45. Sementara itu, Desain C berada di urutan terakhir dengan skor 3,93, menunjukkan bahwa desain ini perlu banyak perbaikan jika ingin dijadikan alternatif yang kompetitif.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, dapat disimpulkan bahwa Desain B merupakan alternatif terbaik dalam perancangan alat sortir benih kentang G-0. Desain ini tidak hanya unggul dalam aspek teknis dan

Karena $NPV > 0$, maka usaha layak secara finansial.

Net Present Value (NPV) adalah indikator utama dalam analisis investasi yang mengukur selisih antara nilai sekarang dari manfaat (arus kas masuk) dan biaya (arus kas keluar). Menurut Setyaningsih, Astuti, & Hermawan (2022), NPV yang positif menunjukkan bahwa suatu proyek akan menghasilkan keuntungan dalam jangka waktu yang ditentukan. Dalam penelitian ini, NPV sebesar Rp 86.526.671 menunjukkan bahwa proyek pengembangan alat sortir ini sangat layak dan memberikan manfaat ekonomi yang signifikan, karena nilai manfaat melebihi nilai biaya yang diinvestasikan.

operasional, tetapi juga memberikan nilai fungsi yang tinggi sesuai dengan kebutuhan pengguna. Oleh karena itu, Desain B direkomendasikan sebagai desain utama yang akan dikembangkan lebih lanjut dalam tahap implementasi dan pengujian alat.

B. ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL

Setelah ditentukan bahwa Desain B merupakan desain terbaik dari segi teknis dan operasional melalui metode MPE, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis kelayakan finansial untuk memastikan bahwa alat sortir benih kentang G-0 ini juga layak secara ekonomi. Beberapa indikator finansial yang digunakan dalam analisis ini meliputi Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Benefit/Cost Ratio (B/C Ratio), Payback Period (PP), dan Break Even Point (BEP).

Tabel 6 Rencana Anggaran Biaya

No	Nama Barang	Jumlah Barang	Total
1.	Karet bulat panjang	-	Rp.200.000
2.	Dynamo putar	1	Rp.200.000
3.	Arduino uno	1	Rp.200.000
4.	Sensor load cell	16	Rp.170.000
5.	Modul HX711	4	Rp.200.000
6.	Servo motor	4	Rp.180.000
7.	Besi hallow	2L	Rp 300.000
8.	Roda	4	Rp 100.000
9.	Plat besi	1	Rp 100.000
10.	Bearing	6	Rp 100.000
11.	As roda	2	Rp 100.000
12.	Biaya Las	-	Rp.650.000
13.	Biaya tak terduga	-	Rp.500.000
		Jumlah	Rp. 3.000.000

Biaya investasi / modal awal	: Rp. 3.000.000
Harga jual	: Rp. 3.500.000
Jumlah init terjual pertahun	: 12 unit (1 unit per bulan)
Biaya variable per unit	: Rp. 500.000
Umur Proyek	: 3 tahun
Tingkat (r)	: Rp. 500.000
Pendapatan per tahun	: Rp. 42.000.000
Biaya total per tahun	: Rp. 6.000.000
Net cash inflow per tahun	: Rp. 36.000.000

1. Net Present Value

$$\begin{aligned}
 NPV &= \sum \frac{Bt - Ct}{(1+r)^t} - \text{investasi awal} \\
 &= \frac{36.000.000}{(1+0,1)^1} + \frac{36.000.000}{(1+0,1)^2} + \frac{36.000.000}{(1+0,1)^3} - 3.000.000 \\
 &= 32.727.273 + 29.752.066 + 27.047.332 \\
 &= 89.526.671 - 3.000.000 \\
 NPV &= 86.526.67
 \end{aligned}$$

Karena $NPV > 0$, maka usaha layak secara finansial.

Net Present Value (NPV) adalah indikator utama dalam analisis investasi yang mengukur selisih antara nilai sekarang dari manfaat (arus kas masuk) dan biaya (arus kas keluar). Menurut Setyaningsih, Astuti, & Hermawan (2022), NPV yang positif menunjukkan bahwa suatu proyek akan menghasilkan keuntungan dalam

jangka waktu yang ditentukan. Dalam penelitian ini, NPV sebesar Rp 86.526.671 menunjukkan bahwa proyek pengembangan alat sortir ini sangat layak dan memberikan manfaat ekonomi yang signifikan, karena nilai manfaat melebihi nilai biaya yang diinvestasikan.

2. Internal Rate of Return

Diketahui:

NPV 10%	: 86.526.671 (Positif)
NPV 50%	: ?
Tahun 1	: $36.000.000 / 1,5 = \text{Rp. } 24.000.000$
Tahun 2	: $36.000.000 / (1,5)^2 = \text{Rp. } 16.000.000$
Tahun 3	: $36.000.000 / (1,5)^3 = \text{Rp. } 10.666.667$
Total	: $\text{Rp. } 50.666.667$
Npv 50%	: $\text{Rp. } 50.666.667 - 3.000.000 = \text{Rp. } 47.666.667$
Jadi IRR > 50%	

IRR >> 10% = usaha sangat layak

IRR juga menggambarkan efisiensi investasi dari sisi suku bunga maksimal yang masih membuat proyek tidak merugi. Sunakalis, Wahyudin, & Lestari (2022) menjelaskan bahwa jika IRR lebih besar dari tingkat diskonto (r), maka proyek dianggap menguntungkan. Hasil perhitungan menunjukkan IRR mencapai 50%, jauh melebihi tingkat diskonto sebesar 10%, sehingga dapat disimpulkan bahwa investasi ini sangat menguntungkan dan berpotensi tinggi.

3. Benefit / Cost ratio

$$B/C = \frac{PVBenefit}{PVCost} = \frac{89.526.671}{3.000.000} = 29,84$$

B/C >> 1 = layak

Rasio yang membandingkan antara manfaat bersih yang diperoleh dengan biaya yang dikeluarkan.

Menurut Khabibi & Millaty (2023), nilai B/C Ratio yang lebih besar dari 1 mengindikasikan bahwa manfaat proyek melebihi biaya, dan proyek dapat dikatakan efisien secara ekonomi. Dalam penelitian ini, diperoleh nilai B/C Ratio sebesar 29,84 Ini menunjukkan bahwa proyek sangat efisien dan layak untuk direalisasikan.

4. Payback Period (PP)

$$PP = \frac{\text{Investasi}}{\text{Net cash inflow per tahun}} = \frac{3.000.000}{36.000.000} = 0,083 \text{ tahun}$$

Menurut Isa & Zuhriyah (2021), Semakin pendek periode pengembalian investasi, maka semakin tinggi tingkat keamanan dan kelayakan suatu usaha. Maka dari itu, dengan nilai PP hanya 0,083 tahun atau sekitar 1 bulan.

5. Break Event Point

$$BEP = \frac{\text{Biaya tetap}}{\text{Harga jual} - \text{Biaya variabel per unit}} = \frac{3.000.000}{3.500.000 - 500.000} = 1 \text{ unit}$$

Menurut Sunakalis, Wahyudin, & Lestari (2022), "Semakin rendah nilai BEP, maka semakin cepat suatu usaha mencapai titik impas dan semakin kecil risiko finansial yang dihadapi." Dengan demikian, nilai BEP sebesar 1 unit mengindikasikan bahwa alat sortir ini sangat potensial untuk dikembangkan secara komersial, karena hanya perlu sedikit penjualan untuk menutup biaya produksinya.

Kesimpulan dari analisis kelayakan finansial

Tabel 7 Kesimpulan Analisis Kelayakan Finansial

INDIKATOR	NILAI HASIL	KESIMPULAN
NPV	Rp. 86.526.671	Layak
IRR	> 10%	Layak
B/C RATIO	29,84	Layak
PAYBACK PERIOD	1 bulan	Cepat
BEP	1 unit	Risiko Rendah

Berdasarkan tabel 7 dan mengacu pada literatur yang relevan, proyek pengembangan alat sortir ukuran benih kentang G-Nol berbasis sensor load cell terbukti layak secara finansial. Nilai NPV yang besar, IRR yang jauh melampaui Tingkat diskonto, B/C ratio tinggi, waktu pengembalian modal yang singkat, serta BEP yang rendah, semuanya menunjukkan bahwa investasi ini menguntungkan, efisien dan minim risiko.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah merancang dan mengevaluasi alat sortir ukuran benih kentang G-0 berbasis sensor load cell dengan pendekatan Metode Perbandingan Eksponensial (MPE) dan analisis kelayakan finansial. Dari empat alternatif desain yang dibandingkan, Desain B dipilih sebagai desain terbaik karena memiliki skor tertinggi dalam aspek fungsi, teknis, dan operasional. Desain ini dinilai paling sesuai untuk diimplementasikan sebagai alat sortir otomatis yang akurat dan efisien.

Selain itu, hasil analisis finansial menunjukkan bahwa alat ini sangat layak untuk diproduksi dan dipasarkan. Nilai Net Present Value (NPV) positif dan tinggi, tingkat pengembalian investasi (IRR) melebihi suku bunga diskonto, serta rasio manfaat terhadap biaya (B/C Ratio) jauh di atas satu. Waktu pengembalian modal sangat singkat, yaitu sekitar satu bulan, dan titik impas dapat dicapai hanya dengan menjual satu unit alat. Oleh karena itu, alat sortir ini tidak hanya unggul secara teknis tetapi juga menguntungkan secara ekonomi dan layak dikembangkan lebih lanjut dalam skala produksi.

5. REFERENSI

- ASABE. (2021). *Standar Pengukuran Manual pada Sistem Hortikultura*. American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Balai Penelitian Tanaman Sayuran. (n.d.). *Pedoman Budidaya Benih Kentang G-0*. Balitsa.
- Hasibuan, A. A., & Ramadhan, I. (2020). Rancang Bangun Sistem Sortir Otomatis Berbasis Sensor Berat. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 8(2), 145–152.
- Isa, M., & Zuhriyah, A. (2021). *Pengantar Ekonomi Investasi dan Risiko Usaha Kecil*. Surabaya: CV Global Aksara Pers.
- Khabibi, M., & Millaty, M. (2023). *Studi Kelayakan Bisnis dan Implementasinya*. Yogyakarta: Deepublish.
- Kusumadewi, S. (2006). *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lestari, D., Nugroho, A., & Farida, N. (2022). Pemilihan desain alat pengupas kopi berbasis metode MPE. *Jurnal Rekayasa Pertanian*, 10(2), 65–74.
- Prasetyo, H., & Kurniawan, A. (2020). Rancang bangun alat sortir biji kakao berbasis Arduino dan sensor berat. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 8(1), 12–18.
- Rahmat, A., & Hermawan, R. (2018). Studi kelayakan ekonomi alat pemotong singkong otomatis. *Jurnal Teknologi Agroindustri*, 6(2), 55–61.
- Saputra, R., & Fatimah, S. (2020). Analisis Pemilihan Alternatif Menggunakan Metode MPE. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 8(1), 35–42.
- Setyaningsih, W., Astuti, S. P., & Hermawan, R. (2022). *Analisis Kelayakan Finansial Proyek Investasi*. Jakarta: Prenada Media.
- Sudrajat, T., Wibowo, S., & Amelia, R. (2021). Efektivitas penggunaan load cell dalam sortir hasil panen hortikultura. *Jurnal Mekanisasi Pertanian*, 4(1), 22–29.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sunakalis, I., Wahyudin, R., & Lestari, R. (2022). *Dasar-Dasar Evaluasi Proyek Investasi*. Bandung: Pustaka Media Group.
- Susanto, E. (2017). *Pengambilan Keputusan Multikriteria dalam Sistem Informasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sutarya, D. (2019). Pengaruh Metode Sortasi Manual terhadap Mutu Benih Kentang. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 11(3), 187–194.
- Syukur, M., Anwar, R., & Yuliana, N. (2014). *Teknologi Perbanyakan Benih Kentang Bebas Virus*. Bogor: IPB Press.
- Suryadi, K., & Ramdhani, M. A. (2018). *Pengambilan Keputusan Multikriteria*. Bandung: Informatika.
- Turban, E., & Aronson, J. E. (2005). *Decision Support Systems and Intelligent Systems* (7th ed.). New Jersey: Pearson Education.
- Wicaksono, D., & Suryanto, H. (2020). Optimalisasi desain sistem irigasi otomatis menggunakan metode MPE. *Jurnal Teknik Mesin*, 14(3), 88–96.
- Yuniar, D., & Widodo, A. (2021). Implementasi MPE dalam Pemilihan Desain Produk. *Jurnal Teknik Industri*, 13(2), 45–52.