

LAPORAN PENELITIAN



**INTRUMENTASI KALIBRASI SENSOR DAN PERAKITAN SISTEM
KONTROL ALAT SORTIR UKURAN BENIH KENTANG G- NOL
BERBASIS *SENSOR LOAD CELL*
Tahun ke 1 dari rencana 1 Tahun**

Tim Peneliti:

- 1. Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M. – NIDN. 0406087703**
- 2. Rafika Ratik Srimurni, S. TP., M.Si. – NUPTK. 7346769670230263**
- 3. Ayu Sri Anjani – 41037003211060**
- 4. Hasbi Hasidik Sihab – 41037003211047**
- 5. Intan Nurlaela – 41037003211004**
- 6. Muhammad Rusdan Fahmi – 41037003211007**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM NUSANTARA**

2025

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Otomatisasi alat sortir ukuran benih kentang G-Nol
berbasis load cell

Pelaksana

Nama Lengkap : Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.

NIDN : 0406087703

Jabatan Fungsional :

Program Studi : Teknik Industri

Nomor HP : 085624184027

Alamat Surel (email) : Iwansatriyo12@gmail.com

Anggota 1

Nama Lengkap : Rafika Ratik Srimurni, S. Tp., M.Si.

NUPTK : 7346769670230263

Perguruan Tinggi : Universitas Islam Nusantara

Anggota 2

Nama Lengkap : Ayu Sri Anjani

NIM : 41037003211060

Perguruan Tinggi : Universitas Islam Nusantara

Anggota 3

Nama Lengkap : Hasbi Hasidik Sihab

NIM : 41037003211047

Perguruan Tinggi : Universitas Islam Nusantara

Anggota 4

Nama Lengkap : Intan Nurlaela

NIM : 41037003211004

Perguruan Tinggi : Universitas Islam Nusantara

Anggota 5

Nama Lengkap : Muhammad Rusdan Fahmi

NIM : 41037003211007

Perguruan Tinggi : Universitas Islam Nusantara
Nama Institusi Mitra :
Alamat :
Penanggung Jawab :
Biaya Tahun Berjalan :
Biaya Keseluruhan :

Bandung,.....2025

Mengetahui,

Dekan

Ketua Peneliti

Dr. Ricky Yoseptri, M. M.Pd.

NIDN.0419097201

Ir. Iwan Satrivo Nugroho, M.M.

NIDN.0406087703

**Memyetujui,
Kepala LPPM,**

Prof. Dr. Hidayat, M. Si.

NIDN.0006106201

LEMBAR PENGESAHAN SIDANG

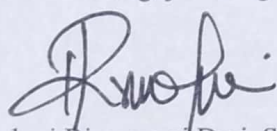
Judul : Otomatisasi Alat Sortir Ukuran Benih Kentang G-0 Berbasis
Tugas : *Sensor Load Cell* Studi Kasus PT. Kentang Hollando Sejahtera
Akhir
Nama : Hasbi Hasidik Sihab
Nim : 41037003211047
Nama : Ayu Sri Anjani
Nim : 41037003211060
Nama : Intan Nurlaela
Nim : 41037003211004
Nama : Muhamad Rusdan Fahmi
Nim : 41037003211007

Tanggal Sidang: Jumat, 22 Agustus 2025

Disetujui Oleh,

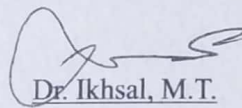
Penguji Sidang I

Penguji Sidang II



Rahmi Rismayani Deri, S.Psi., M.T.

NUPTK. 1852765666231172



Dr. Ikhsal, M.T.

NUPTK. 2834742643130122

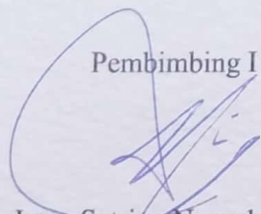
Ketua Sidang



Dr. Ricky Yoseptri, M. M.Pd.

NUPTK. 3251750651130133

Pembimbing I



Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.

NUPTK. 6138755656130123

Pembimbing II



Rafika Ratik Srimurni, S.TP., M.Si.

NUPTK. 7346769670230263

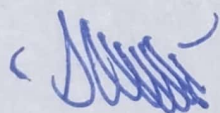
NIM : 41037003211004
Perguruan Tinggi : Universitas Islam Nusantara
Anggota 5
Nama Lengkap : Muhammad Rusdan Fahmi
NIM : 41037003211007
Perguruan Tinggi : Universitas Islam Nusantara
Nama Institusi Mitra : PT. Kentang Hollando Sejahtera
Alamat : Desa Terumajaya, Kec. Kertasari, Kab. Bandung,
Jawa Barat 40386
Penanggung Jawab : Susanti
Tahun Pelaksanaan : 2025
Biaya Tahun Berjalan :
Biaya Keseluruhan :

Bandung, 09 September 2025

Mengetahui,

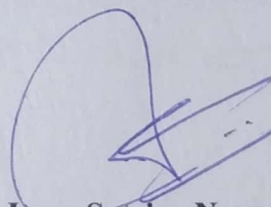
Dekan

Ketua Peneliti



Dr. Ricky Yoseptri, M. M.Pd.

NIDN.0419097201

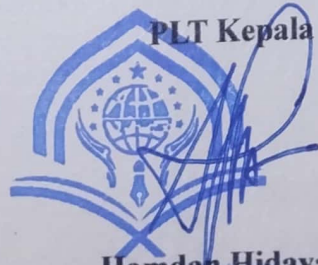


Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.

NIDN.0406087703

Memyetujui,

PLT Kepala LPPM,



Hamdan Hidayat, M.M.Pd

NIDN.0412018502

LPPM UNINUS
Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat

RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan merancang, membuat, dan menguji alat sortir otomatis benih kentang G-0 berbasis sensor load cell sebagai solusi untuk meningkatkan akurasi, kecepatan, dan efisiensi proses sortir yang selama ini masih banyak dilakukan secara manual. Sistem yang dikembangkan terdiri dari rangka besi hollow sebagai struktur utama, sensor load cell untuk pendeteksi berat, modul HX711 sebagai penguat dan konverter sinyal, mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai pusat kendali, serta motor servo sebagai aktuator mekanisme sortir. Proses penelitian diawali dengan studi pendahuluan, perancangan empat alternatif desain, dan pemilihan desain terbaik menggunakan *Metode Perbandingan Eksponensial (MPE)*, yang menetapkan Desain B sebagai pilihan utama karena unggul dalam aspek fungsional, teknis, dan operasional. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat mampu mengklasifikasikan benih kentang secara cepat, presisi, dan konsisten sesuai kategori ukuran yang telah ditetapkan, dengan tingkat akurasi rata-rata mencapai 97%. Dari hasil *time study* diperoleh rata-rata waktu sortir manual sebesar 36 detik dengan T normal 32,4 detik dan T baku 35,64 detik, sedangkan waktu sortir otomatis hanya 20 detik. Hal ini membuktikan adanya peningkatan efisiensi waktu sebesar 38,27% dibandingkan metode manual. Selain itu, hasil analisis kelayakan finansial memperlihatkan nilai yang sangat positif, dengan NPV sebesar Rp86.526.671, IRR lebih dari 50%, B/C Ratio 29,84, Payback Period 0,083 tahun (± 1 bulan), serta BEP tercapai hanya pada produksi 1 unit, sehingga alat ini dinyatakan sangat layak secara ekonomi. Dengan performa teknis yang baik dan hasil kelayakan finansial yang tinggi, alat sortir otomatis ini berpotensi besar untuk diimplementasikan pada usaha pertanian skala kecil hingga menengah guna meningkatkan produktivitas dan efisiensi pascapanen kentang G-0. Penelitian ini juga memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan teknologi otomasi di sektor pertanian, serta dapat menjadi dasar untuk penelitian lanjutan pada komoditas pertanian lainnya.

Kata kunci: Benih kentang G-0; load cell; otomatisasi sortir; Arduino; analisis finansial.

ABSTRACT

This study aims to design, develop, and test an automatic sorting machine for G-0 potato seeds based on a load cell sensor as a solution to improve accuracy, speed, and efficiency in the sorting process, which has mostly been performed manually. The system consists of a hollow steel frame as the main structure, a load cell sensor for weight detection, an HX711 module as an amplifier and signal converter, an Arduino Mega 2560 microcontroller as the control unit, and a servo motor as the sorting actuator. The research process began with a preliminary study, the design of four alternatives, and the selection of the best design using the Exponential Comparison Method (MPE), which determined Design B as the optimal choice due to its superior functional, technical, and operational performance. The experimental results showed that the tool can classify potato seeds quickly, precisely, and consistently according to the predetermined size categories, achieving an average accuracy of 97%. Based on the time study, manual sorting required an average of 36 seconds with a normal time of 32.4 seconds and a standard time of 35.64 seconds, while the automatic sorting required only 20 seconds. This demonstrates an efficiency improvement of 38.27% compared to the manual method. Furthermore, the financial feasibility analysis indicated highly positive results, with an NPV of IDR 86,526,671, an IRR greater than 50%, a B/C Ratio of 29.84, a Payback Period of 0.083 years (± 1 month), and a BEP achieved at only one unit, confirming that the tool is highly feasible economically. With strong technical performance and high financial feasibility, this automatic sorting machine has great potential to be implemented in small to medium-scale farming businesses to improve productivity and post-harvest efficiency of G-0 potato seeds. This research also contributes to the advancement of automation technology in agriculture and can serve as a foundation for further development of sorting machines for other agricultural commodities.

Keywords: *G-0 potato seed; load cell; automatic sorter; Arduino; financial analysis.*

PRAKATA

Bismillahirrahmanniirrahim Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang hingga saat ini masih memberikan Kami nikmat iman dan kesehatan, sehingga dapat di selesaikannya Tugas Akhir. Tidak lupa penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada semua pihak yang telah membimbing, dan mendukung serta memberikan doa kepada Kami, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir. Ucapan Terima Kasih penulis sampaikan kepada :

1. Rektor Universitas Islam Nusantara, Bapak Prof. Dr. Endang Komara, M.Si., beserta jajarannya.
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Nusantara, Bapak Dr. Ricky Yosepty, M.M. Pd., beserta jajarannya.
3. Ketua Program studi Teknik Industri Universitas Islam Nusantara, sekaligus pembimbing 2 Ibu Rafika Ratik Srimurni, S.TP., M.Si., yang memberikan Pengarahan, Bimbingan, serta saran yang sangat berarti, selama Pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M, M. selaku pembimbing 1 Bimbingan, serta saran yang sangat berarti, selama Pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh dosen dan tenaga pendidik Program Studi Teknik Industri, dan fakultas Teknik, yang telah memberikan ilmu, pengetahuan, dan dukungan kepada kami selama masa perkuliahan hingga tahap akhir penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Rekan-rekan mahasiswa dan Teman seperjuangan satu kelompok penelitian khususnya Intan Nurlaela, Muhammad Rusdan Fahmi, Hasbi Hasidik Sihab dan Ayu Sri Anjani yang telah bekerja sama, berkontribusi, dan berkolaborasi dalam perancangan Tugas Akhir ini. Terima kasih atas ide, dedikasi, dan usaha yang telah diberikan dalam menghadapi setiap tantangan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Orang Tua dan Keluarga tersayang, yang telah memberikan motivasi, semangat, kepercayaan yang telah memberikan dukungan moril, material, kasih sayang, dan doa yang tak pernah putus. Terima kasih atas cinta, keyakinan, dukungan terhadap kami.

8. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah berperan dalam membantu proses penyusunan Tugas Akhir ini.

Karya ilmiah ini disusun sebagai bentuk kontribusi dalam pengembangan teknologi otomatisasi di sektor pertanian, khususnya untuk mempermudah proses pengukuran benih kentang G-0 yang selama ini masih dilakukan secara manual. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan alat sortir otomatis berbasis sensor load cell yang lebih efisien, akurat, dan mendukung pertanian presisi di masa depan. Dengan latar belakang tersebut, penulis berharap karya ini dapat memberikan gambaran yang komprehensif dan aplikatif mengenai inovasi teknologi yang diusulkan, serta menjadi referensi bagi pengembangan penelitian sejenis di bidang otomasi industri dan pertanian.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan karya ilmiah ini masih terdapat banyak kekurangan, baik dari segi isi, penyajian, maupun analisis. Oleh karena itu, penulis memohon maaf atas segala kekurangan yang ada dan sangat mengharapkan saran serta kritik yang membangun dari para pembaca demi perbaikan dan pengembangan karya ilmiah di masa yang akan datang.

Bandung, 22 Juli 2025

Penulis
Kelompok 2

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
RINGKASAN	iii
ABSTRACT	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
2.1 Rumusan Masalah	3
3.1 Batasan Masalah.....	3
4.1 Posisi Penelitian	4
5.1 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Benih Kentang G-0 (Generasi Nol).....	8
2.2 Otomatisasi.....	8
2.3 Perancangan Alat Sortir.....	9
2.4 Sistem Sortir.....	10
2.5 Sensor Load Cell	11
2.6 Mikrokontroler (Arduino)	14
2.7 Metode Perbandingan Ekponensial.....	15
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	17
3.1 Tujuan Penelitian.....	17
3.2 Manfaat Penelitian	17
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....	19
4.1 Bahan Penelitian.....	19
4.2 Peralatan Penelitian	21
4.3 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	21
4.4 Prosedur Penelitian.....	22

4.5	Pengujian Alat	25
4.6	Analisis Data	26
4.7	Analisis Kelayakan Finansial	27
4.8	Peran dan Tugas Peneliti	30
4.9	Jadwal Penelitian.....	31
BAB V HASIL DAN ANALISIS		33
5.1	Perancangan Desain dan Alat Sortir.....	33
5.2	Kinerja Alat Sortir Otomatis dalam Mempercepat dan Mempermudah Pekerjaan Operator	47
5.3	Analisis Kelayakan Finansial.....	50
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		54
6.1	Kesimpulan	54
6.2	Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....		56
LAMPIRAN.....		59

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Posisi Penelitian	4
Tabel 2 Pengamatan Uji Coba.....	25
Tabel 3 Tugas dan Peran Peneliti	30
Tabel 4 Jadwal Penelitian.....	31
Tabel 5 Karakteristik Desain	35
Tabel 6 Bobot Kriteria.....	36
Tabel 7 Skala Penilaian	37
Tabel 8 Penilaian Kriteria.....	37
Tabel 9 Hasil Kriteria	38
Tabel 10 Deskripsi Desain 2D.....	40
Tabel 11 Perbandingan Desain	40
Tabel 12 Pengamatan Uji Coba.....	48
Tabel 13 Rencana Anggaran Biaya	50
Tabel 14 Kesimpulan analisis kelayakan finansial.....	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Flowchart Prosedur Penelitian	22
Gambar 2 Perancangan alat.....	33
Gambar 3 Alternatif Desain Alat.....	35
Gambar 4 Desain 2D.....	39
Gambar 5 Desain 3D.....	39
Gambar 6 Kerangka alat.....	42
Gambar 7 Perakitan load cell	43
Gambar 8 Pemrograman C++	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pendukung Penelitian/Pengolahan Data	59
Lampiran 2 Biodata Tim Pelaksana	60
Lampiran 3 Bukti Artikel Ilmiah atau Publikasi.	84
Lampiran 4 HKI, Publikasi, Poster dan Produk Luaran Lainnya.	85
Lampiran 5 Laporan RAB Penelitian.....	86
Lampiran 6 Sk Pembimbing Tugas Akhir.....	88
Lampiran 7 Buku Kendali Tugas Akhir	89
Lampiran 8 Dokumentasi Seminar Akhir Atau Kegiatan Lainnya	97

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kentang merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan banyak dibudidayakan di Indonesia, terutama di daerah dataran tinggi. Dalam kegiatan budidaya dan distribusi kentang, khususnya varietas G-0 (*Generation Zero*), diperlukan proses seleksi dan klasifikasi berdasarkan ukuran sebagai bagian dari standar mutu kentang. Salah satu parameter penting yang digunakan dalam penentuan mutu tersebut adalah diameter umbi kentang. G0 merupakan tahap awal dalam sistem produksi benih kentang, yang berasal dari benih hasil laboratorium kultur jaringan, bebas dari virus dan hama, serta memiliki kualitas genetik paling tinggi yang digunakan untuk memperbanyak ke G1 dan seterusnya. (Syukur, M., Yuwariah, Y dan Kurniasih, B. 2014)

Menurut Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa), kentang G-0 merupakan benih awal yang ditanam dari hasil kultur jaringan dan digunakan sebagai benih dasar dalam sistem pembenihan kentang. Oleh karena itu, ukurannya harus memenuhi standar tertentu agar dapat berkembang menjadi benih yang berkualitas pada tahap selanjutnya. Dalam praktiknya, pengukuran kentang masih banyak dilakukan secara manual dengan menggunakan penggaris atau jangka sorong, yang berisiko menghasilkan data yang kurang akurat serta membutuhkan waktu yang lama. (Sutarya, D. 2019).

Menurut ASABE (2021), penggunaan alat ukur manual seperti jangka sorong dalam proses pengukuran hasil pertanian memiliki potensi kesalahan mekanik karena dipengaruhi oleh tekanan tangan operator dan keterbatasan presisi alat. Proses sortir benih kentang yang selama ini dilakukan secara manual memiliki sejumlah kelemahan, antara lain membutuhkan banyak tenaga kerja, memakan waktu, serta berisiko terjadi kesalahan manusia (*human error*). Putra dan Rahayu (2016) menyatakan bahwa pengklasifikasian benih secara manual sangat tidak efisien untuk jumlah kentang yang besar, seperti dalam satu kerat yang dapat berisi lebih dari seribu benih. Hal ini membuka peluang besar untuk pengembangan

teknologi otomatisasi yang mampu menyortir kentang berdasarkan ukuran secara akurat dan cepat.

Dalam konteks tersebut, dibutuhkan suatu desain perancangan alat sortir otomatis yang tidak hanya mampu mengukur benih kentang G-0, tetapi juga mampu memilah hasilnya secara langsung ke dalam kategori ukuran yang telah ditentukan. Perancangan sistem ini harus mempertimbangkan parameter teknis seperti akurasi sensor, kecepatan sortir, kestabilan data, serta keandalan mekanik. Teknologi sensor load cell menjadi salah satu solusi potensial karena dapat mengukur jarak dan dimensi objek secara non-kontak, dengan respons cepat dan hemat energi (Sulaiman, E. 2021).

Menurut Wijaya, A., Sutanto, H., & Prasetyo, D. (2021), penggunaan sensor load cell dalam sistem sortir otomatis memiliki peran penting dalam meningkatkan akurasi pengukuran dan efisiensi kerja, khususnya dalam proses . Load cell berfungsi mengubah tekanan atau beban menjadi sinyal listrik yang dapat diolah oleh sistem mikrokontroler, sehingga sangat efektif dalam mendeteksi kapasitas muatan pada setiap wadah secara real-time.

Zhou, Y., Liu, B., & Tang, Q. (2019) juga menyatakan bahwa integrasi load cell dalam sistem sortir dapat menggantikan fungsi kontrol manual dengan akurasi tinggi, sekaligus meminimalkan risiko kelebihan muatan dan kesalahan distribusi.

Desain alat sortir ini menyesuaikan dengan karakteristik fisik benih kentang G-0 yang memiliki ukuran kecil dan seragam, namun tetap membutuhkan pengelompokan berdasarkan jumlah atau berat benih yang masuk ke tiap wadah sortir (Li, X., et al 2020). Oleh karena itu dipilih komponen mekanis seperti kerangka besi untuk menopang struktur utama alat dan memastikan stabilitas kerja.

Sensor load cell ditempatkan di bagian bawah masing-masing wadah penampung, sehingga ketika berat benih telah mencapai nilai ambang batas yang telah diprogram, sistem akan secara otomatis menghentikan proses pengisian atau mengalihkan jalur pengisian ke wadah lain yang masih kosong. Rachman, H., & Sulistyono, D. (2020) menegaskan bahwa fitur kontrol otomatis berbasis berat sangat penting dalam menjaga kelancaran alur logistik dalam proses sortir, karena dapat

menghindari tumpukan, kerusakan hasil, serta memastikan distribusi lebih merata dan efisien. Dibandingkan dengan metode manual yang membutuhkan tenaga kerja dan waktu lebih banyak, sistem ini memberikan keunggulan dalam hal kecepatan, ketelitian, serta penghematan biaya operasional.

Dari permasalahan diatas penulis ingin mencari suatu solusi baru dalam proses pengukuran benih kentang G-0, karena dikalangan industri maupun petani lokal masih menggunakan proses manual dalam proses pengukuran. Oleh karena itu alat ini berguna untuk membantu proses pengukuran dengan meningkatkan keakuratan dan mengurangi lamanya proses pengukuran maka dari itu penulis memilih judul “**Otomatisasi Alat Sortir Ukuran Benih Kentang G-0 Berbasis Sensor Load Cell**”.

2.1 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang alat sortir ukuran benih kentang G-0?
2. Bagaimana mengukur efesiensi time study benih kentang G-0?
3. Bagaimana kelayakan finansial alat sortir ukuran benih kentang G-0?

3.1 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki ruang lingkup yang dibatasi untuk memastikan fokus dalam otomatisasi alat sortir ukuran benih kentang G-Nol berbasis load cell, yaitu sebagai berikut:

1. Diambil dari PT KENTANG HOLLANDO SEJAHTERA, ukuran benih kentang G-Nol dibedakan menjadi empat yaitu:
 - a) $G-0 < 2 \text{ cm}$ (*reject*)
 - b) $G-0 \text{ 2.0 cm} - 2.9 \text{ cm}$
 - c) $G-0 \text{ 3.0 cm} - 3.9 \text{ cm}$
 - d) $G-0 \text{ 4.0 cm} - 5.0 \text{ cm}$

Benih dengan ukuran kurang dari 2 cm dikategorikan sebagai *reject* karena tidak memenuhi standar mutu ukuran yang ditetapkan oleh perusahaan,

sehingga tidak digunakan dalam proses perbanyakan benih dan umumnya langsung dibuang.

2. Sistem sortir pada penelitian ini tidak memakai konveyor melainkan memanfaatkan gaya gravitasi bumi dengan pipa bertingkat.
3. Pengujian alat difokuskan menggunakan perhitungan *time study* untuk membandingkan sortir manual oleh karyawan dengan sortir otomatis dengan alat yang dirancang.

4.1 Posisi Penelitian

Posisi penelitian tersaji pada Tabel 1 menunjukkan beberapa studi terdahulu yang berkaitan dengan perancangan alat sortir.

Tabel 1 Posisi Penelitian

No	Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian						
				1	2	3	4	5	6	7
1.	Galih Rizky Gustiyanto	Alat Pemilah Kentang Berdasarkan Berat Menggunakan Arduino Mega 2560	Eksperimen/Prototyping	×	×	√	√	√	×	√
2	Wahidul Randa. at all (2024)	Penyortir Kentang Berdasarkan Ukuran Menggunakan Load Cell Berbasis Arduino Uno	Eksperimen/Rancangan Bangun	×	×	√	√	√	×	√
3	Nabhan Rosihan Nu'man. at all (2019)	Penyortiran dan Pengemasan Benih Kentang Berdasarkan Ukuran Menggunakan Sistem Conveyor	Eksperimen	×	√	√	√	√	√	√
4	Maulana Malik Ibrahim, at all (2020)	Rancang Bangun Alat Sortir Otomatis Kentang Berdasarkan	Eksperimen	×	×	√	√	√	×	√

		Ukuran dengan Load Cell								
5	Sukmawati, at all (2021)	Desain Otomasi Penyortiran Kentang Menggunakan Load Cell dan Mikrokontroler	Eksperimen	×	√	√	√	√	√	√
6	Dwi Putra & Arifin (2021)	Rancang Bangun Sortir Buah Otomatis dengan Load Cell dan Sensor Warna	Eksperimen Kombinasi Sensor	×	×	√	√	√	×	√
7	Fajar Nugroho, at all (2022)	Implementasi Arduino pada Alat Sortir Berat dan Ukuran Kentang	Eksperimen	×	×	√	√	√	√	√
8	Lestari & Firmansyah (2022)	Penyortiran Buah Berbasis Mikrokontroler dan Load Cell	Eksperimen	×	√	√	√	√	√	√
9	Andika Pratama, at all (2023)	Sistem Penyortiran Umbi Kentang Otomatis Berbasis Berat dan Panjang	Eksperimen dengan Dual Sensor	√	×	√	√	√	×	√
10.	Sari & Putra (2020)	Sortir biji kentang berbasis sensor optik	Eksperimen	×	√	×	×	√	√	√
11.	Hasbi Hasidik Sihab, Ayu Sri Anjani, M. Rusdan Fahmi, Intan Nurlaela (2025)	Otomatisasi Alat Sortir Ukuran Benih Kentang G-0 Menggunakan Sensor Load Cell	Analisis kuantitatif metode pendekatan time study, dan analisis kelayakan finansial pendekatan NPV, IRR, B/C Ratio, PP, BEP dan biaya produksi.	×	×	×	√	√	√	√

Keterangan Hasil Penelitian:

1. Nilai resiko kegagalan
2. Jadwal maintenance yang berintegrasi dengan jadwal produksi
3. Interval waktu *preventive inspection (ip)*/pemeriksaan dan perbaikan preventif
4. Interval waktu penggantian komponen preventif (*preventive age replacement*)
5. Kalender *preventive maintenance*
6. Estimasi *maintenance cost* atau perbandingan biaya *maintenance*
7. Persentase penghematan biaya perawatan

Penelitian ini menghasilkan pendekatan baru dalam proses penyortiran benih kentang G-0, yaitu dengan merancang alat sortir berbasis sensor load cell yang terintegrasi dengan mikrokontroler Arduino untuk mengatur mekanisme pemilahan ukuran secara otomatis. Pendekatan ini berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang pada umumnya masih mengandalkan metode manual ataupun semiotomatis dengan sensor optik sederhana.

Kebaruan utama terletak pada :

1. Penggunaan sensor load cell sebagai dasar sortir ukuran benih kentang G-0 yang mampu memberikan pembacaan berat dan ukuran secara akurat serta terhubung langsung dengan sistem kendali.
2. Integrasi penuh dengan mikrokontroler Arduino dan aktuator servo, sehingga sistem sortir mampu melakukan pembacaan sekaligus menggerakkan mekanisme pemilah secara otomatis.
3. Pengujian kinerja menggunakan metode *time study* untuk mengetahui efisiensi waktu sortir dan membandingkan antara sortir manual dan otomatis.
4. Analisis kelayakan finansial yang lengkap meliputi NPV, IRR, B/C, Payback Period, dan BEP, sehingga hasil penelitian tidak hanya dilihat dari aspek teknis, tetapi juga dari sisi ekonomi.
5. Rancangan alat berbasis desain 2D dan 3D yang diwujudkan dalam bentuk prototipe nyata, sehingga terdapat kesinambungan antara perancangan dan implementasi.

5.1 Sistematika Penulisan

Menjelaskan secara ringkas isi dari tiap bab untuk membantu pembaca memahami alur dokumen.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang pentingnya penelitian dilakukan, permasalahan utama yang diangkat, batasan ruang lingkup permasalahan, posisi penelitian terhadap penelitian terdahulu, dan sistematika penulisan laporan.

BAB II – TINJAUAN PUSTAKA

Berisi teori-teori, konsep-konsep, hasil penelitian terdahulu, dan kerangka pemikiran yang relevan dengan topik penelitian. Tujuannya untuk memberikan dasar teoritis dan memperkuat argumen ilmiah yang digunakan dalam penelitian.

BAB III – TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian serta manfaatnya, baik secara teoritis maupun praktis bagi pengembangan ilmu pengetahuan, masyarakat, atau dunia industri.

BAB IV – METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan pendekatan dan metode yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian, termasuk: Jenis penelitian, Teknik pengumpulan data, Variabel dan indikator yang diteliti, Metode pengolahan dan analisis data, Alat bantu dan prosedur yang digunakan selama penelitian.

BAB V – HASIL DAN ANALISIS

Menyajikan data atau hasil yang diperoleh selama penelitian, baik dalam bentuk tabel, grafik, maupun narasi. Selanjutnya dilakukan analisis terhadap hasil tersebut untuk menjawab perumusan masalah dan membandingkannya dengan teori atau penelitian sebelumnya.

BAB VI – KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan: Menyajikan ringkasan hasil temuan yang menjawab rumusan masalah. Saran: Memberikan masukan atau rekomendasi berdasarkan hasil penelitian, baik untuk implementasi praktis maupun untuk penelitian lanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Memuat daftar referensi yang digunakan selama penyusunan laporan, baik buku, jurnal, artikel, maupun sumber lainnya yang relevan dan sesuai kaidah penulisan ilmiah.

LAMPIRAN

Berisi dokumen-dokumen pendukung seperti data mentah, instrumen penelitian, gambar rancangan, bukti luaran, biodata pelaksana, dokumentasi kegiatan, dan lainnya yang menunjang keabsahan penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Benih Kentang G-0 (Generasi Nol)

Benih kentang Generasi 0 (G-0) merupakan benih awal yang dihasilkan melalui teknik kultur jaringan dalam kondisi aseptik untuk menjamin bebas dari patogen, khususnya virus (Setiawan, R., Santoso, B., & Nugroho, A, 2021). Benih ini ditanam di lingkungan terkendali seperti screen house untuk menghasilkan mini tuber yang selanjutnya menjadi dasar dalam sistem perbenihan berjenjang menuju Generasi 1 (G-1), G-2, hingga benih sebar (Putra, A., & Mulyani, S. 2020).

Benih kentang G-0 termasuk dalam sistem perbenihan formal dan memiliki kemurnian genetik serta viabilitas tinggi karena tidak terpapar lingkungan luar yang berisiko membawa penyakit (Siregar, D., Hidayat, T., & Kurniawan, A. 2019). Produksi benih G-0 umumnya dilakukan oleh lembaga penelitian yang memiliki sertifikasi, seperti Balai Penelitian Tanaman Sayuran atau laboratorium kultur jaringan sesuai standar (Yuliasih, I., Prabowo, R., & Nugraha, D. 2022).

Penyortiran benih berdasarkan ukuran sangat penting karena memengaruhi vigor, keseragaman pertumbuhan, dan efisiensi nutrisi di lapangan. Umbi yang berukuran seragam akan memudahkan proses budidaya, sedangkan umbi terlalu kecil cenderung memiliki cadangan energi rendah yang berdampak pada pertumbuhan awal (Rahayu, S., Wibowo, T., & Sumarno, E. 2021). Sebaliknya, umbi terlalu besar dianggap tidak efisien karena menambah biaya tanpa peningkatan hasil yang signifikan. Oleh karena itu, sortir ukuran menjadi bagian penting dari standar mutu dan proses sertifikasi benih kentang (Hasibuan, A., & Wahyuni, N. 2020).

2.2 Otomatisasi

Otomatisasi adalah suatu penerapan teknologi untuk mengendalikan dan mengoperasikan sistem, mesin, atau proses produksi secara otomatis tanpa keterlibatan manusia secara langsung dalam setiap tahapan kerjanya. Teknologi ini biasanya melibatkan penggunaan sistem kontrol seperti komputer, sensor, aktuator,

serta perangkat lunak yang dirancang untuk mengatur alur kerja secara efisien dan konsisten (Groover, M. P. 2016).

Dalam perusahaan khususnya pada proses pascapanen seperti penyortiran benih kentang G0, otomatisasi memungkinkan pekerjaan yang sebelumnya dilakukan secara manual—yang rentan terhadap kesalahan manusia dan tidak efisien dapat diubah menjadi sistem kerja yang lebih akurat, cepat, dan berkelanjutan (Susanto, A., Firmansyah, R., & Prasetya, D. 2021). Dengan penggunaan sensor *load cell*, berat atau ukuran dari benih kentang dapat diukur secara real-time dan langsung diproses oleh mikrokontroler untuk mengarahkan benih ke kategori yang sesuai berdasarkan kriteria berat atau ukurannya (Groover, M. P. 2016; Saputra, R., & Wahyudi, T, 2020).

Proses otomatisasi seperti ini sangat penting untuk meningkatkan efisiensi kerja, mengurangi beban tenaga kerja, mempercepat proses sortir, serta menghasilkan standar mutu produk yang lebih konsisten (Susanto, A., Firmansyah, R., & Prasetya, D. 2021). Oleh karena itu, penerapan otomatisasi dalam alat sortir benih kentang G0 berbasis sensor load cell menjadi solusi yang tepat dalam mendukung peningkatan produktivitas perusahaan yang modern dan berbasis teknologi (Saputra, R., & Wahyudi, T. 2020).

2.3 Perancangan Alat Sortir

Perancangan desain alat sortir ukuran benih kentang G-0 berbasis sensor load cell dilakukan melalui tahapan yang sistematis agar hasil akhir memenuhi kebutuhan pengguna serta standar teknis yang diharapkan. Tahap pertama adalah identifikasi kebutuhan dan pengumpulan data yang dilakukan melalui observasi langsung di lapangan serta wawancara dengan petani dan pelaku industri benih kentang, guna mengetahui permasalahan yang dihadapi pada proses sortir manual serta parameter kinerja yang diinginkan (Ulrich & Eppinger, 2015). Selanjutnya dilakukan penentuan spesifikasi teknis yang mencakup aspek fungsional, seperti kemampuan sortir sesuai kategori ukuran, akurasi, dan waktu siklus, serta aspek non-fungsional seperti daya tahan, ergonomi, kemudahan perawatan, dan biaya produksi. Berdasarkan spesifikasi tersebut, disusun beberapa alternatif desain

menggunakan perangkat lunak SketchUp untuk memvisualisasikan tata letak komponen, alur material, dan dimensi alat, sehingga dapat dievaluasi secara visual sebelum tahap produksi (Rahman, A., Putra, B., & Sari, D., 2019).

Perancangan alat sortir merupakan pengembangan sistem mekanis atau otomatis yang bertujuan menghasilkan produk sesuai fungsi dan kebutuhan pengguna. Dalam tahap ini, pemilihan material struktur menjadi salah satu faktor penentu keberhasilan perancangan. Material seperti besi hollow atau baja ringan dipilih karena memiliki kekuatan dan kestabilan yang memadai, serta mampu menjamin umur pakai alat yang lebih panjang meskipun digunakan dalam kondisi kerja yang berat (Prasanna, H. N., 2018). Struktur harus dirancang agar mampu menahan beban dinamis dari komponen bergerak, sekaligus mempertahankan kestabilan alat selama proses sortir berlangsung.

Tahap berikutnya adalah pembuatan prototipe sebagai sarana validasi rancangan. Prototipe berfungsi untuk menguji kesesuaian desain terhadap kondisi nyata, mengevaluasi kinerja komponen, dan mengidentifikasi kelemahan yang perlu diperbaiki. Pengujian prototipe dilakukan secara bertahap, dimulai dari pengujian parsial pada komponen utama, seperti sensor dan aktuator, hingga pengujian menyeluruh pada sistem yang telah terintegrasi. Hasil pengujian digunakan sebagai dasar penyempurnaan desain, baik dari segi teknis, ergonomis, maupun ekonomis, sehingga pada akhirnya dihasilkan desain akhir yang efektif, efisien, dan dapat diandalkan dalam penggunaan jangka panjang (Egook, T., 2023).

2.4 Sistem Sortir

Penyortiran benih kentang Generasi 0 (G-0) dapat dilakukan menggunakan sistem gravitasi bertingkat yang mengandalkan mekanisme sortir pasif berdasarkan ukuran fisik umbi. Pada sistem ini, umbi dijatuhkan dari bagian atas dan menggelinding melalui pipa horizontal bertingkat dengan celah sortir berdiameter berbeda di setiap tingkat. Kentang dengan diameter besar akan jatuh ke wadah samping pada tingkat awal, sedangkan kentang kecil akan terus meluncur hingga ke tingkat bawah yang sesuai dengan ukurannya (Siregar, D., Hidayat, T., & Kurniawan, A. 2020).

Metode ini mengandalkan prinsip gravitasi dan mekanika sederhana, serta minim penggunaan sensor. Namun, untuk meningkatkan efisiensi, sensor load cell dapat ditambahkan untuk mendeteksi penuhnya wadah (tray) penampung, yang kemudian memicu mikrokontroler untuk mengaktifkan servo motor sebagai pengatur aliran umbi (Setiawan, R., Santoso, B., & Nugroho, A, 2021). Sistem ini banyak digunakan dalam sortasi semi-otomatis karena hemat energi, efektif, dan mudah diterapkan untuk skala kecil hingga menengah.

Sortasi benih kentang secara umum dibedakan menjadi dua kategori utama, yaitu sortir manual dan sortir otomatis. Sortasi manual merupakan metode tradisional yang mengandalkan tenaga kerja manusia dengan keunggulan fleksibilitas dan biaya rendah, namun rentan terhadap inkonsistensi dan human error (Hasibuan, A., & Wahyuni, N. 2020). Sebaliknya, sistem sortir otomatis memanfaatkan mikrokontroler (arduino), serta aktuator untuk mengklasifikasikan dan mengarahkan umbi ke tray berdasarkan ukuran yang telah ditentukan. Metode ini unggul dalam akurasi, kecepatan, dan konsistensi.

Contoh penerapan nyata dari sistem sortir otomatis berbasis gravitasi dan mekanik adalah alat sortir bertingkat dengan pipa berlubang yang banyak dikembangkan oleh mahasiswa teknik pertanian atau politeknik. Alat ini memanfaatkan desain bertingkat dan kemiringan tertentu agar umbi menggelinding dan tersortir sesuai klasifikasi mutu benih, serta dapat dikombinasikan dengan motor penggerak dan sensor untuk efisiensi yang lebih tinggi (Yuliasih, I., Prabowo, R., & Nugraha, D. 2022).

2.5 Sensor Load Cell

Sensor load cell adalah sensor elektronik yang digunakan untuk mengukur gaya atau beban, biasanya dalam bentuk tekanan atau berat. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip perubahan resistansi yang dilekatkan pada material elastis; ketika beban diberikan, bentuk material berubah dan resistansinya berubah pula. Perubahan ini kemudian dikonversi menjadi sinyal listrik yang dapat diukur (Hadi, S., Fadilah R., & Nugroho, T. 2020).

Dalam konteks industri dan pertanian, sensor *load cell* banyak digunakan untuk menimbang produk, mendeteksi beban, atau mengontrol proses berbasis berat. Pada proses sortir otomatis seperti penyortiran benih kentang, *load cell* dimanfaatkan untuk mendeteksi berat umbi yang jatuh ke wadah penampung. Ketika berat umbi dalam wadah mencapai batas tertentu, sensor *load cell* akan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler (misalnya Arduino), yang kemudian mengaktifkan aktuator seperti motor servo untuk menghentikan aliran umbi atau memindahkannya ke wadah lain (Pratama, R., & Wibowo, A. 2021).

Keunggulan penggunaan *load cell* adalah kemampuannya dalam memberikan data berat yang akurat secara real-time, bersifat non-invasif, serta mampu bekerja dalam sistem otomatis dengan kecepatan dan efisiensi tinggi. Karena bersifat presisi dan stabil, sensor ini sangat sesuai untuk aplikasi penyortiran benih dalam sistem produksi skala kecil hingga menengah, terutama untuk memastikan keseragaman bobot benih sesuai klasifikasi mutu (Wijayanti, D., Prabowo, A., & Lestari F. 2022).

2.5.1 Prinsip Kerja Load Cell

Sensor load cell bekerja berdasarkan prinsip strain gauge, yaitu perubahan bentuk mekanis (deformasi) akibat gaya atau beban yang diterima akan menghasilkan perubahan resistansi listrik. Pada umumnya, load cell terdiri dari elemen elastis (biasanya logam) yang dilekatkan dengan strain gauge. Ketika beban diberikan pada elemen tersebut, ia akan mengalami regangan atau tekanan yang menyebabkan strain gauge berubah nilai resistansinya (Hadi, S., Fadilah R., & Nugroho, T. 2020).

Perubahan resistansi tersebut kemudian diubah menjadi sinyal tegangan listrik menggunakan rangkaian Wheatstone Bridge, sehingga dapat dibaca dan diolah oleh sistem kontrol seperti mikrokontroler (Arduino, PLC, dll.). Nilai tegangan output sangat kecil, biasanya dalam milivolt, sehingga dibutuhkan penguat sinyal (amplifier) seperti HX711 sebelum dikirim ke mikrokontroler untuk dianalisis dan ditampilkan dalam satuan berat (Pratama, R., & Wibowo, A. 2021).

Sensor load cell memiliki karakteristik presisi tinggi, stabil, dan responsif terhadap perubahan beban, sehingga banyak digunakan pada aplikasi industri dan pertanian, seperti sistem timbang otomatis, penyortiran berat produk, dan proses

pengemasan. Selain itu, sensor ini bersifat non-destruktif, artinya tidak merusak objek yang diukur, dan cocok untuk aplikasi otomatisasi yang membutuhkan kecepatan serta keakuratan tinggi (Wijayanti, D., Prabowo, A., & Lestari F. 2022).

2.5.2 Kelebihan dan Kekurangan Load Cell

Sensor load cell memiliki berbagai kelebihan yang menjadikannya sangat cocok digunakan dalam sistem otomasi pertanian dan industri, khususnya dalam proses penyortiran berdasarkan berat. Salah satu keunggulan utamanya adalah kemampuannya dalam mengukur beban dengan tingkat akurasi dan presisi yang tinggi, bahkan hingga skala gram (Hadi, S., Fadilah R., & Nugroho, T. 2020). Selain itu, sensor ini stabil dan konsisten, serta tidak mudah terpengaruh oleh faktor lingkungan seperti cahaya, debu, atau kelembaban, sehingga lebih andal dibandingkan sensor berbasis cahaya atau optik (Wijayanti, D., Prabowo, A., & Lestari F. 2022). Sensor load cell juga responsif terhadap perubahan beban secara real-time, sehingga cocok digunakan dalam sistem otomatis yang membutuhkan kecepatan dan efisiensi tinggi, seperti pada proses sortir benih kentang (Pratama, R., & Wibowo, A. 2021). Keunggulan lainnya yaitu kemudahan integrasi dengan mikrokontroler seperti Arduino melalui modul penguat sinyal HX711, dan sifatnya yang tahan lama karena tidak memiliki komponen bergerak yang bersentuhan langsung dengan objek yang diukur (Sutrisno, B., Hidayat M., & Rahmawati, S. 2021).

Namun, di balik keunggulannya, sensor load cell juga memiliki beberapa kekurangan. Salah satunya adalah keterbatasannya dalam mendeteksi keberadaan objek yang sangat ringan, karena sensor ini hanya efektif jika beban yang diberikan berada dalam rentang sensitivitas minimum yang dimilikinya (Pratama, R., & Wibowo, A. 2021). Selain itu, sensor ini hanya mendeteksi berat atau tekanan, sehingga tidak dapat digunakan untuk identifikasi warna, bentuk, atau jenis objek. Oleh karena itu, pada sistem klasifikasi yang kompleks, sensor load cell perlu dikombinasikan dengan sensor tambahan seperti kamera atau sensor optik (Pratama, R., & Wibowo, A. 2022). Sensor ini juga memerlukan kalibrasi berkala untuk menjaga akurasi pengukuran dalam jangka panjang, serta biaya implementasi awal yang relatif lebih tinggi dibandingkan sensor sederhana lainnya seperti sensor

load cell (Sutrisno, B., Hidayat M., & Rahmawati, S. 2021). Meskipun demikian, dalam aplikasi penyortiran benih berbasis berat, sensor load cell tetap menjadi pilihan utama karena keseimbangan antara akurasi, kecepatan, dan keandalan operasional.

2.6 Mikrokontroler (Arduino)

Arduino adalah platform mikrokontroler open-source yang dirancang untuk memudahkan pengembangan sistem elektronik interaktif, baik oleh pemula maupun profesional. Platform ini terdiri dari dua komponen utama, yaitu perangkat keras (hardware) berupa papan mikrokontroler (Arduino Mega) dan perangkat lunak (software) yaitu Arduino IDE, yang digunakan untuk menulis, mengunggah, dan mengelola program (sketch) ke dalam papan mikrokontroler. Arduino Mega, salah satu varian paling populer, menggunakan mikrokontroler dan menyediakan pin input-output digital serta analog yang memungkinkan integrasi dengan berbagai sensor, aktuator, dan komponen lainnya (Rahman, A., & Santoso, B. 2020).

Arduino adalah salah satu platform pengembangan berbasis mikrokontroler yang memiliki beberapa varian papan dengan spesifikasi dan kemampuan berbeda, di antaranya Arduino Uno, Arduino Mega, dan Arduino Nano. Masing-masing varian memiliki karakteristik khusus yang mempengaruhi kapasitas pemrosesan, jumlah pin, ukuran fisik, serta kemudahan integrasi dengan proyek tertentu. Menurut Banzi & Shiloh (2014) dan Rahman & Santoso (2020), perbedaan utama ketiga papan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Arduino Uno Menggunakan mikrokontroler ATmega328P dengan 14 pin digital I/O (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM) dan 6 input analog. Memiliki memori *flash* sebesar 32 KB dan kecepatan clock 16 MHz. Bentuknya relatif besar dibanding Nano, namun sederhana dan ideal untuk pemula karena mudah diprogram dan banyak tutorial yang tersedia.
2. Arduino Mega 2560 Menggunakan mikrokontroler ATmega2560 dengan jumlah pin lebih banyak, yaitu 11 pin digital I/O (15 PWM) dan 16 input analog. Kapasitas memori *flash* mencapai 256 KB dan RAM 8 KB, dengan kecepatan clock 16 MHz. Papan ini cocok untuk proyek yang membutuhkan banyak

koneksi sensor/aktuator dan kapasitas program besar, seperti sistem otomasi kompleks atau *robotics*.

3. Arduino Nano Menggunakan mikrokontroler ATmega328P seperti Uno, namun memiliki ukuran fisik yang jauh lebih kecil (sekitar 45×18 mm) dan dirancang untuk aplikasi yang membutuhkan papan kompak. Memiliki 14 pin digital I/O (6 PWM) dan 8 input analog, memori *flash* 32 KB, dan kecepatan clock 16 MHz. Arduino Nano dapat dihubungkan langsung melalui kabel mini USB dan sering digunakan dalam proyek portable.

Berdasarkan karakteristik perbandingan di atas, pemilihan Arduino Mega 2560 dalam penelitian ini didasarkan pada kebutuhan proyek yang memerlukan jumlah pin I/O lebih banyak dan kapasitas memori program yang besar. Sistem sortir benih kentang G-0 berbasis sensor load cell membutuhkan integrasi beberapa komponen sekaligus, seperti sensor berat, modul penguat sinyal, motor servo, dan indikator tampilan, yang memerlukan koneksi pin dalam jumlah signifikan. Arduino Mega menyediakan 11 pin digital dan 16 input analog, sehingga memungkinkan pengembangan sistem yang lebih kompleks tanpa perlu menambah modul ekspansi. Arduino Mega, salah satu varian paling populer, menggunakan mikrokontroler dan menyediakan pin input-output digital serta analog yang memungkinkan integrasi dengan berbagai sensor, aktuator, dan komponen lainnya (Rahman, A., & Santoso, B. 2020).

Dalam sistem otomatisasi seperti alat sortir benih kentang, Arduino berfungsi sebagai pusat kendali (controller) yang memproses data dari sensor dan mengatur pergerakan aktuator. Sebagai contoh, data dari sensor load cell diterima oleh Arduino, lalu diproses melalui logika program yang telah ditanamkan. Berdasarkan kondisi tertentu (misalnya berat benih sudah sesuai kapasitas wadah), Arduino akan mengirim sinyal ke servo atau aktuator mekanis untuk menutup saluran atau menghentikan aliran benih (Fadli, M., Nugroho, R., & Lestari, D. 2021). Proses ini memungkinkan sistem bekerja secara otomatis, efisien, serta dapat diprogram ulang sesuai kebutuhan pengguna.

2.7 Metode Perbandingan Ekponensial

Metode Perbandingan Eksponensial (MPE) merupakan salah satu Teknik pengambilan keputusan multikriteria yang digunakan untuk menentukan alternatif terbaik berdasarkan sejumlah kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya. Metode ini menekankan pada pentingnya memberikan bobot terhadap setiap kriteria sesuai dengan tingkat prioritasnya, sehingga keputusan yang dihasilkan mampu mencerminkan kepentingan nyata dari permasalahan yang sedang dianalisis. Bobot yang diperoleh dari penilaian tingkat kepentingan kriteria kemudian digunakan untuk mengevaluasi setiap alternatif dengan cara mengalikan nilai kriteria dengan bobot tersebut, sehingga setiap alternatif akan memperoleh skor tertentu. Skor inilah yang menjadi dasar dalam menentukan alternatif dengan hasil tertinggi sebagai pilihan yang paling sesuai. Proses dalam MPE dianggap sederhana namun efektif karena langkah-langkahnya jelas, mulai dari penentuan kriteria, penilaian kepentingan, pemberian bobot, hingga perhitungan skor total alternatif. Dengan mekanisme seperti ini, metode MPE dapat membantu pengambil keputusan dalam menyeleksi alternatif yang kompleks menjadi lebih terarah dan terukur. Kelebihan dari metode ini terletak pada kemampuannya untuk menyesuaikan bobot sesuai tingkat urgensi kriteria yang ada, sehingga hasil keputusan dapat lebih obyektif dan tidak semata-mata berdasarkan subjektivitas penilai. Selain itu, MPE juga memiliki fleksibilitas yang tinggi untuk diterapkan pada berbagai bidang, misalnya dalam penelitian, perancangan teknologi, pemilihan strategi, maupun evaluasi suatu kebijakan, karena dapat mengakomodasi banyak kriteria tanpa mengurangi ketepatan hasil keputusan. Dengan demikian, MPE dapat dipandang sebagai metode yang praktis, sistematis, dan mampu memberikan gambaran yang jelas mengenai prioritas alternatif yang tersedia (Puspitasari & Suryadi, 2018; Saputra & Fatimah, 2020).

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang telah ditentukan, maka diperoleh tujuan yaitu sebagai berikut:

1. Merancang alat sortir ukuran benih kentang G-0.
2. Mengukur efisiensi waktu penyortiran benih kentang G-0
3. Menganalisis kelayakan finansial alat sortir ukuran benih kentang G-0.

3.2 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis bagi berbagai pihak yang terkait. Secara umum, manfaat penelitian mencakup kontribusi terhadap pengembangan teknologi penyortiran benih kentang yang lebih efisien, peningkatan produktivitas kerja, serta penghematan waktu dan tenaga operator. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi peneliti lain, praktisi pertanian, maupun pelaku industri yang ingin mengimplementasikan sistem otomasi dalam proses pascapanen.

3.2.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoritis dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang otomasi industri, sistem kontrol, serta penerapan teknologi sensor dalam sektor pertanian. Secara teoritis, penelitian ini memperluas cakupan aplikasi sensor *load cell* dalam proses pengukuran dimensi objek tidak beraturan seperti benih kentang, yang memiliki variasi bentuk dan ukuran alami. Hal ini dapat menjadi dasar bagi pengembangan metode pengukuran non-kontak berbasis optik yang lebih efisien, murah, dan aplikatif untuk sektor pertanian skala kecil hingga menengah.

3.2.2 Manfaat praktis

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat baik dari Segi Praktis dan Ekonomis. Secara Praktis penelitian ini akan Mempermudah proses pengukuran benih kentang secara otomatis tanpa perlu tenaga manusia secara terus-menerus,

Menghemat waktu dan tenaga kerja dalam proses sortir kentang berdasarkan ukuran, selain itu Dapat digunakan langsung oleh petani atau pelaku industri pertanian untuk meningkatkan efisiensi pascapanen. Secara Ekonomis, Hasil penelitian ini diharapkan dapat Meningkatkan kualitas hasil sortiran yang berdampak pada nilai jual produk (kentang G-0 lebih seragam dan sesuai standar), dan perancangan ini diharapkan dapat menciptakan pengukuran yang akurat dan sistematis, petani dan pelaku usaha pertanian dalam mengelompokkan kentang berdasarkan ukuran secara konsisten yang penting dalam memenuhi standar mutu dan kebutuhan konsumen.

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif karena berfokus pada pengumpulan, pengukuran, dan analisis data numerik untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan. Menurut Sugiyono (2019), pendekatan kuantitatif merupakan metode penelitian yang digunakan untuk meneliti populasi atau sampel tertentu, dengan teknik pengambilan data menggunakan instrumen penelitian yang terstandar, dan hasilnya dianalisis menggunakan statistik.

Dalam konteks penelitian ini, pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur kinerja alat sortir ukuran benih kentang G-0 berbasis sensor load cell secara objektif. Data yang dikumpulkan meliputi waktu proses sortir (detik), tingkat akurasi sortir (%), serta hasil analisis kelayakan finansial. Pengukuran dilakukan secara berulang untuk memperoleh data yang valid dan reliabel.

4.1 Bahan Penelitian

Bahan penelitian meujuk pada semua bahan utama yang digunakan dalam proses perancangan alat sortir otomatis ini. Bahan – bahan yang digunakan meliputi:

1. Sensor Load Cell

Berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur berat kentang dengan akurasi tinggi untuk menentukan kategori ukuran yang sesuai dengan standar kentang G-0

2. Servo motor

Menggerakkan mekanisme sortir seperti pintu geser atau pengarah jalur, agar kentang G-0 masuk ke wadah yang sesuai dengan hasil pengukuran berat.

3. Modul HX711

Modul penguat sinyal dan konverter ADC (Analog to Digital Converter) yang mengubah sinyal lemah dari load cell menjadi data digital yang dapat dibaca oleh Arduino uno.

4. Arduino Mega 2560

Berfungsi untuk mengontrol perangkat keras, pengolahan data, dan interaksi dengan berbagai sensor dan aktuator dalam proyek yang kompleks seperti robotika, otomasi industri, pencatatan data, dan instalasi interaktif

5. Dudukan (kayu)

Alas atau penyangga komponen arduino, modul HX711 sensor load cell, dan servo motor agar posisi stabil serta meminimalkan getaran.

6. Dempul

Berfungsi untuk meratakan, menutup celah, atau memperbaiki permukaan dudukan dan kerangka sebelum pengecatan atau pemasangan komponen.

7. Pipa besi

Komponen struktural yang digunakan untuk menopang bagian alat yang memerlukan kekuatan ekstra agar kokoh saat beroperasi.

8. Besi hollo

Material rangka berbentuk kotak berongga yang kuat namun ringan, digunakan untuk kerangka utama alat.

9. Lem

Perekat tambahan untuk menyatukan komponen non-struktural yang tidak memerlukan baut atau las.

10. Besi

Permukaan datar dan kuat sebagai alas pemasangan load cell atau komponen mekanik yang membutuhkan kestabilan tinggi.

11. Roda

Berfungsi untuk memudahkan perpindahan alat dari satu lokasi ke lokasi lain tanpa perlu dibongkar pasang.

12. Plat besi

Sebagai alas pada bagian input benih. Penggunaan plat besi sebagai alas memberikan kekuatan, daya tahan, dan kemampuan untuk menahan beban berat.

4.2 Peralatan Penelitian

Peralatan penelitian adalah alat bantu yang digunakan untuk merakit, membentuk, dan memodifikasi bahan selama proses perancangan alat. Peralatan tersebut antara lain:

1. Mesin Las

Digunakan untuk menyambung bagian besi dengan metode pemanasan.

2. Gerinda

Untuk menghaluskan atau memotong besi dan material lainnya.

3. Penggaris / Meteran

Digunakan untuk mengukur dimensi material dengan presisi.

4. Mesin Bor

Digunakan untuk membuat lubang pada besi atau material lainnya untuk sambungan atau pemasangan komponen.

5. Software arduino ide bahasa C++ dan SketchUp

Perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengedit, mengompilasi, dan mengunggah kode program ke papan mikrokontroler Arduino.

a) Arduino ide Bahasa C++ merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengedit, mengkompilasi, dan mengunggah kode ke papan mikrokontroler Arduino.

b) SketchUp merupakan perangkat lunak desain grafis berbasis 3D yang digunakan untuk membuat, memodifikasi, dan mempresentasikan model tiga dimensi (3D).

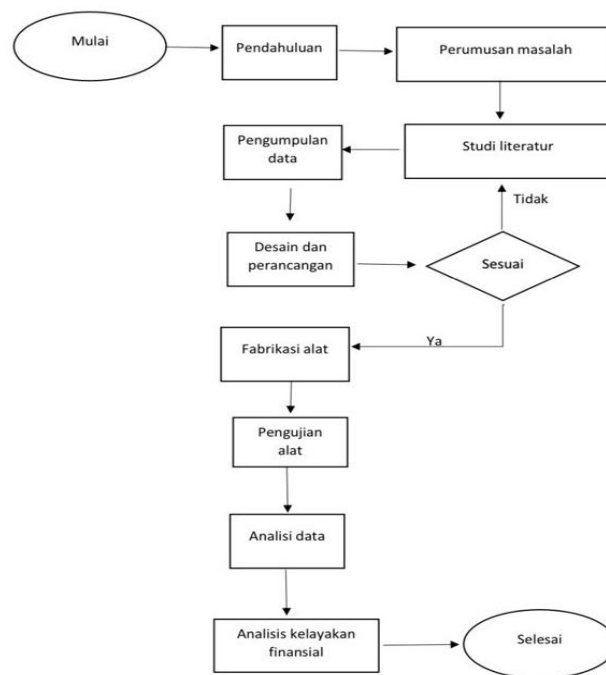
4.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di 3 Lokasi utama yaitu:

1. Penelitian Lapangan Penelitian dilakukan di PT. KENTANG HOLLANDO SEJAHTERA
2. Bengkel di Desa Cikembang Kecamatan Kertasari Kabupaten Bandung.
3. Laboratorium Teknik kegiatan Pengujian awal, dan penyusunan laporan dilakukan di Laboratorium Teknik industri sebagai fasilitas pendukung.

4.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan serangkaian langkah sistematis yang harus ditempuh peneliti agar tujuan penelitian dapat tercapai. Oleh karena itu, penelitian ini disusun melalui tahapan yang dimulai dari identifikasi masalah hingga penarikan Kesimpulan (Menurut Sugiyono 2019).



Gambar 1 Flowchart Prosedur Penelitian

1. Pendahuluan

Tahap awal penelitian dilakukan dengan kajian lapangan untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi. Ditemukan bahwa proses manual memerlukan waktu lama, kurang efisien, dan berpotensi menghasilkan data yang tidak konsisten. Oleh karena itu, diperlukan sebuah alat bantu otomatis yang mampu melakukan pengukuran secara cepat, presisi, dan efisien. Hasil dari tahap ini menjadi dasar dalam penyusunan arah dan fokus penelitian selanjutnya.

2. Perumusan Masalah

Berdasarkan hasil studi pendahuluan, dirumuskan masalah utama dalam penelitian ini, yaitu belum adanya alat ukur otomatis yang dirancang khusus untuk

benih kentang G-0. Permasalahan ini penting untuk segera ditindaklanjuti mengingat kebutuhan petani dan peneliti akan alat yang dapat meningkatkan efektivitas kegiatan budidaya dan seleksi benih.

3. Studi Literatur dan Pengumpulan Data

Tahap ini bertujuan untuk memperkuat landasan teori dan mendapatkan informasi teknis yang relevan. Studi literatur dilakukan dengan menelusuri berbagai referensi terkait teknologi pengukuran otomatis, karakteristik fisik benih kentang G-0, pengumpulan data primer dilakukan melalui observasi langsung di lapangan untuk memahami kondisi nyata dan kebutuhan pengguna terhadap alat pengukur yang akan dikembangkan. Informasi yang dikumpulkan menjadi acuan dalam proses perancangan dan pemilihan komponen alat.

4. Desain dan Rancang Alat

Setelah memperoleh data dan referensi yang dibutuhkan, dilakukan perancangan alat sortir ukuran benih kentang secara otomatis. Perancangan mencakup pembuatan sketsa awal serta gambar teknis yang mempertimbangkan aspek fungsional dan ergonomis. Dalam proses ini ditentukan dimensi alat, sistem kerja. Desain alat dibuat agar dapat menyesuaikan dengan ukuran kecil dan seragam dari benih kentang, namun tetap mampu melakukan pengelompokan berdasarkan berat atau jumlah secara presisi. Struktur kerangka menggunakan besi hollow sebagai penopang utama untuk menjaga kestabilan dan ketahanan alat dalam jangka panjang.

5. Fabrikasi Alat

Setelah desain alat final, dilakukan proses pembuatan alat (fabrikasi) di bengkel. Proses ini mencakup pemotongan, perakitan, dan penyambungan berbagai komponen menggunakan alat bantu seperti mesin las, gerinda, bor, dan mesin bubut. Setiap tahap fabrikasi dilakukan dengan mengikuti rancangan teknis yang telah disusun sebelumnya, guna memastikan bahwa alat dapat berfungsi dengan baik sesuai tujuan penelitian.

6. Pengujian Alat

Alat yang telah selesai dirakit kemudian diuji untuk mengetahui performanya dalam mengukur benih kentang G-0. Pengujian dilakukan terhadap

benih dengan berbagai ukuran, yakni antara 1 hingga 5 cm. Aspek yang diuji mencakup keakuratan hasil pengukuran, kecepatan proses, serta kemudahan penggunaan alat oleh pengguna. Selama pengujian, dilakukan pengamatan menyeluruh untuk mendokumentasikan hasil dan mengidentifikasi potensi masalah atau penyempurnaan.

7. Analisis Data

Hasil dari pengujian alat kemudian dianalisis untuk mengetahui seberapa efektif dan efisien alat tersebut dalam memenuhi tujuan penelitian. Analisis dilakukan dengan membandingkan data hasil pengukuran otomatis dengan metode manual, serta mengevaluasi parameter seperti waktu operasional, konsistensi hasil, dan tingkat kesalahan. Dari hasil analisis ini akan ditentukan apakah alat dapat direkomendasikan untuk digunakan dalam skala lebih luas atau masih memerlukan perbaikan.

8. Analisis kelayakan finansial

Analisis kelayakan finansial pada perancangan alat otomatis sortir ukuran benih kentang G-0 berbasis sensor load cell bertujuan untuk menilai apakah investasi dalam pembuatan alat ini menguntungkan dan dapat dijalankan secara berkelanjutan. Dengan harga jual yang kompetitif, waktu pengembalian modal menjadi lebih cepat, sehingga secara ekonomi dapat dikategorikan layak atau tidak layak untuk diproduksi dan digunakan. Namun, kelayakan ini juga dipengaruhi oleh volume produksi, strategi pemasaran, dan biaya perawatan jangka panjang.

9. Selesai Penarikan Kesimpulan

Prosedur penelitian ditutup dengan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil evaluasi dan analisis yang telah dilakukan. Kesimpulan berisi penilaian akhir terhadap keberhasilan alat yang dikembangkan, serta saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut. Selain itu, seluruh tahapan dan temuan penelitian didokumentasikan dalam bentuk laporan akhir sebagai bentuk pertanggung jawaban ilmiah.

4.5 Pengujian Alat

Pengujian alat sortir ukuran benih kentang G-0 berbasis sensor load cell dilakukan untuk memastikan kinerja alat sesuai dengan fungsi yang dirancang. Uji coba ini difokuskan pada beberapa aspek, antara lain keakuratan sortir, kecepatan kerja, serta efisiensi waktu dibandingkan dengan metode manual. Proses pengujian dilakukan dengan memasukkan benih kentang berukuran bervariasi (1–5 cm) ke dalam sistem sortir. Setiap benih akan terbaca oleh sensor load cell dan diarahkan ke wadah yang sesuai dengan kategori ukuran, yaitu reject (<2 cm), 2,0–2,9 cm, 3,0–3,9 cm, dan 4,0–5,0 cm. Hasil yang diperoleh kemudian dicatat pada form pengamatan untuk dibandingkan dengan data kontrol yang diukur secara manual. Selain itu, waktu penyortiran juga dihitung menggunakan metode *time study* sehingga dapat diperoleh perbandingan rata-rata, waktu normal, dan waktu baku antara sortir manual dan otomatis.

Tabel 2 Pengamatan Uji Coba

No	Pengulangan	Ukuran kentang (cm)	Hasil sortir (kategori)	Waktu Manual	Waktu otomatis	Akurasi
1	1	3 cm	3.0 cm – 3.9 cm	36 detik	20 detik	100%
2	2	2 cm	2.0 cm – 2.9 cm	35 detik	20 detik	100%
3	3	4 cm	4.0 cm – 5.0 cm	38 detik	20 detik	100%
4	4	1 cm	Reject	34 detik	20 detik	100%
5	5	2 cm	2.0 cm – 2.9 cm	37 detik	20 detik	100%

Rancangan percobaan penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen. Benih kentang G-0 diuji sebanyak beberapa kali pengulangan untuk setiap kategori ukuran guna memperoleh data yang valid. Pada percobaan ini, variabel bebas adalah metode sortir (manual dan otomatis), sedangkan variabel terikat adalah akurasi hasil sortir dan waktu sortir. Variabel kontrol dijaga dengan cara menggunakan sampel benih yang sama, lingkungan uji yang seragam, serta prosedur pengukuran manual yang konsisten sebagai pembanding. Instrumen yang digunakan meliputi stopwatch untuk pencatatan waktu, form pengamatan sebagai lembar uji coba, serta timbangan manual untuk memastikan kebenaran hasil sortir. Hasil pengamatan kemudian dianalisis secara statistik untuk menghitung tingkat akurasi, efisiensi waktu, serta persentase

penghematan yang dihasilkan oleh penggunaan alat sortir otomatis.

4.6 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan metode kuantitatif yang fokus pada pengukuran waktu efisiensi dan efektifitas kerja. Metode ini menggunakan pendekatan *time study*. *Time Study* adalah teknik pengukuran pekerjaan dengan cara pengumpulan data berdasarkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Metode *Time Study* digunakan untuk menghitung nilai standard time suatu pekerjaan (Pawiro, 2015).

1. Waktu Rata-rata (*Average Time*)

Digunakan untuk mengetahui lama waktu kerja sebenarnya dari proses yang diamati secara berulang.

$$\text{Rumus} \quad : \quad T (\text{rata} = (\sum ti)/n) \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan

T (rata-rata) : waktu rata-rata dari hasil beberapa kali pengamatan

$\sum ti$: jumlah total waktu yang dicatat pada seluruh pengamatan

n : jumlah pengamatan

2. Waktu normal (waktu time)

Digunakan untuk mengoreksi waktu kerja berdasarkan penilaian kerja operator. Karena tidak semua pekerja bekerja dalam kecepatan yang sama, maka rating membantu menormalkan waktu tersebut.

$$\text{Rumus} \quad : \quad T (\text{normal}) = T (\text{rata-rata}) \times \text{Rating factor} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan

T (normal) : waktu kerja dalam kondisi kecepatan kerja “normal”

T rata : waktu rata-rata hasil pengamatan

Rating : penyesuaian terhadap kecepatan kerja operator, biasanya

Faktor berupa persen

3. Waktu baku (*standard time*)

Digunakan untuk menentukan waktu baku kerja yang realistis karena dalam kenyataan, operator butuh waktu tambahan untuk keperluan non produktif yang tidak bisa dihindari.

$$\text{Rumus} \quad : \quad T(\text{standar}) = T(\text{normal}) \times (1 + \text{Allowance}) \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan

- T (standar) : waktu yang seharusnya digunakan oleh operator rata-rata ,termasuk waktu tambahan (cadangan)
- T normal : waktu kerja yang sudah dikoreksi dengan rating
- Allowance : waktu tambahan (biasanya 5-15%) untuk istirahat,kelelahan, keterlambatan dll.

4. Efisiensi waktu otomasisasi

Untuk membandingkan kinerja antara metode manual dan otomatis. Semakin besar persen efisiensinya berarti alat otomatis bekerja lebih cepat dan efisien.

$$\text{Rumus} \quad : \quad \text{Efisiensi} = (T(\text{manual}) - T(\text{otomatis})) / T(\text{manual}) \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan

- Efisiensi : persentasi waktu yang berhasil dihemat dengan otomatisasi
- T manual : waktu baku sortir manual
- T otomatis : waktu sortir menggunakan alat otomatis

4.7 Analisis Kelayakan Finansial

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.

1. 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, D., Astuti, R., & Hermawan, A. 2022). Untuk menghitung NPV digunakan rumus berikut (Sunakalis, A., Wahyudin, B., & Lestari, F. 2022).

$$NPV = \sum \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} - \text{Investasi awal} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

Σ : Penjumlahan dari periode awal (tahun ke-1) sampai periode akhir investasi.

B_t (Benefit) : Manfaat atau penerimaan yang diperoleh pada tahun ke- t

C_t (Cost) : Biaya yang dikeluarkan pada tahun ke- t

r (Discount rate) : Tingkat diskonto atau suku bunga

t (periode waktu) : Tahun ke-1, 2, 3, ... sampai akhir umur proyek.

$NPV > 1$ 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, D., Astuti, R., & Hermawan, A. 2022). Untuk menghitung IRR, digunakan rumus berikut: (Sunakalis, A., Wahyudin, B., & Lestari, F. 2022).

$$IRR = r_1 + \left(\frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \right) \times (r_1 - r_2) \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan :

r_1 : tingkat suku bunga pertama (discount rate) yang menghasilkan NPV positif.

r_2 : tingkat suku bunga kedua (lebih tinggi dari r_1) yang menghasilkan NPV negatif.

NPV_1 : nilai NPV pada tingkat bunga r_1 (positif).

NPV_2 : nilai NPV pada tingkat bunga r_2 (negatif).

$IRR > r$ 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, R. 2023). Untuk menghitung B/C Ratio, digunakan rumus berikut: (Sunakalis, A., Wahyudin, B., & Lestari, F. 2022).

$$\frac{B}{C} = \frac{PVBenefit}{Investasi\ awal} \dots\dots\dots(7)$$

$B/C > 1$ 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, N., & Zuhriyah, S. 2021). Untuk menghitung PP digunakan rumus berikut (Sunakalis, A., Wahyudin, B., & Lestari, F. 2022).

$$PP = C/cf \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan :

C (Cost / Investasi Awal) : total biaya atau modal awal yang dikeluarkan untuk membuat/menjalankan proyek atau alat.

CF (Cash Flow / Arus Kas Masuk Tahunan) : rata-rata penerimaan bersih (benefit) yang diperoleh setiap tahun dari hasil penggunaan alat atau investasi.

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, A., Wahyudin, B., & Lestari, F. 2022).

$$BEP = \frac{\text{Biaya tetap}}{\text{Harga jual} - \text{biaya variabel per unit}} \dots\dots\dots(9)$$

4.8 Peran dan Tugas Peneliti

Peran dan tugas tersaji dalam tabel 2, yaitu sebagai berikut.

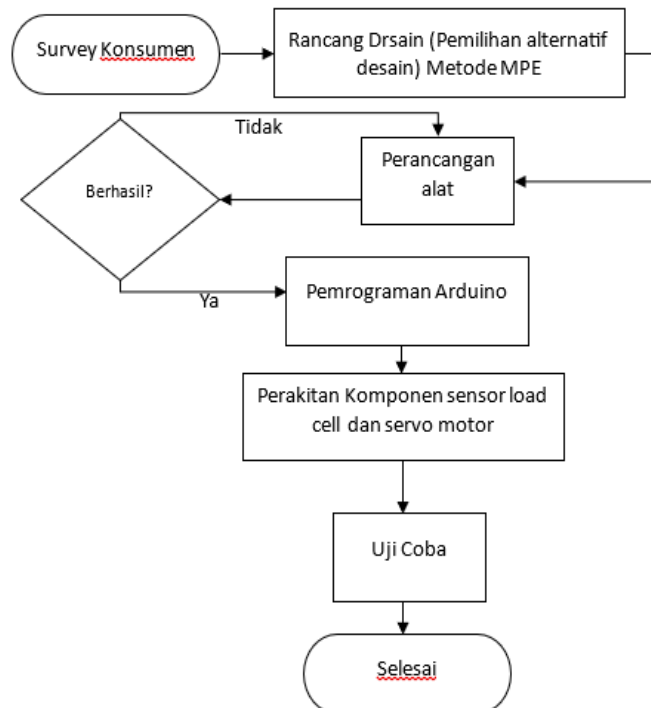
Tabel 3 Tugas dan Peran Peneliti

No	Nama	Posisi	NIM	Keahlian	Peran dan Tugas
1.	Hasbi Hasidik Sihab	Anggota 1	4103700 3211047	Desain Produk & Mekanik	Perancangan desain, pemilihan material, perancangan alat sortir, pengujian sensor, pengujian alat, pemasangan sensor pada alat, pembuatan jurnal, pembuatan laporan akhir sesuai prosedur penelitian.
2	Muhammad Rusdan Fahmi	Anggota 2	4103700 3211007	Instrumentasi, kalibrasi sensor, perakitan sistem kontrol	Memasang load cell dan modul HX711, melakukan kalibrasi berat, menghubungkan sensor dengan mikrokontroler, memastikan pembacaan stabil, dan menguji fungsi aktuator atau motor untuk proses sortir di lapangan.
3	Ayu Sri Anjani	Anggota 3	4103700 3211060	Analisis aliran material, perencanaan kapasitas operasi proses kerja	Mengatur tata letak alat di area kerja, menghitung kapasitas sortir per jam, memastikan aliran kentang tidak terhambat, mengurangi waktu tunggu, serta mengatur urutan kerja agar efisien di lapangan, pembuatan jurnal, pembuatan laporan akhir sesuai prosedur penelitian.
4.	Intan Nurlaela	Anggota 4	4103700 3211006	Pengujian, Analisis Data & Dokumentasi	Menguji hasil sortir berdasarkan standar benih kentang G-0, menganalisis tingkat kesalahan sortir, mencatat hasil uji

BAB V HASIL DAN ANALISIS

5.1 Perancangan Desain dan Alat Sortir

Hasil survei kebutuhan konsumen di perusahaan menunjukkan bahwa alat sortir ukuran benih kentang G-0 berbasis sensor load cell dibutuhkan untuk meningkatkan kecepatan dan akurasi proses grading benih sebelum distribusi. Berdasarkan data yang diperoleh, alat ini akan disimpan di ruang produksi atau gudang penyortiran benih milik perusahaan, pada area yang kering, bersih, dan terlindung dari benturan, Alat ini digunakan oleh operator atau teknisi Material utama yang digunakan meliputi rangka besi hollow untuk kekuatan dan ketahanan, sensor load cell untuk pengukuran berat, modul HX711 untuk penguatan sinyal, mikrokontroler Arduino sebagai pusat kendali, motor servo untuk mekanisme sortir, serta plat aluminium atau besi untuk saluran keluaran dan roda karet untuk mobilitas alat.



Gambar 2 Perancangan alat

5.1.1 Rancang Desain

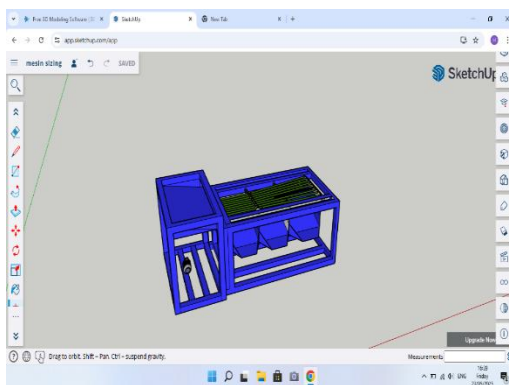
Dari sisi ergonomi, rancangan alat sortir benih kentang G-0 ini juga mempertimbangkan kenyamanan pengguna. Tinggi alat dengan 80 cm, lebar 20 cm dan panjang 30 menyesuaikan dengan rata-rata tinggi meja kerja operator di lapangan, sehingga memudahkan pengguna dalam memasukkan benih maupun mengambil hasil sortir tanpa harus terlalu membungkuk. Wadah penampung hasil sortir ditempatkan sejajar dengan jangkauan tangan operator, sehingga tidak menimbulkan kelelahan berlebih saat pengambilan hasil. Desain rangka yang sederhana namun kokoh juga meminimalisir getaran berlebih dan memudahkan dalam proses pemindahan alat. Dengan pertimbangan ergonomi ini, alat diharapkan dapat meningkatkan produktivitas operator sekaligus mengurangi risiko kelelahan atau cedera akibat postur kerja yang tidak ideal.”

Penelitian ini merancang empat alternatif desain alat sortir ukuran benih kentang G-0 berbasis sensor load cell. Untuk menentukan desain terbaik yang sesuai dengan kebutuhan, digunakan metode Metode Perbandingan Eksponensial (MPE) agar pemilihan dilakukan secara objektif berdasarkan kriteria teknis, operasional, dan kesesuaian dengan standar yang diharapkan.

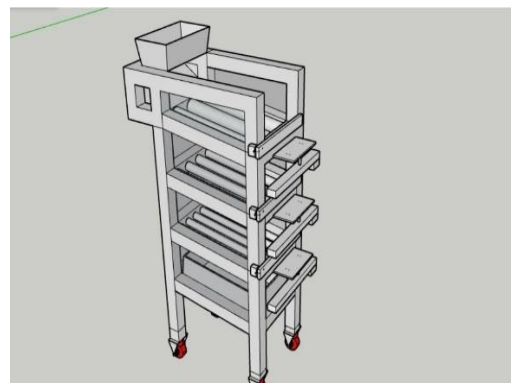
Tahapan metode MPE dalam penelitian ini meliputi:

1. Penyusunan Alternatif

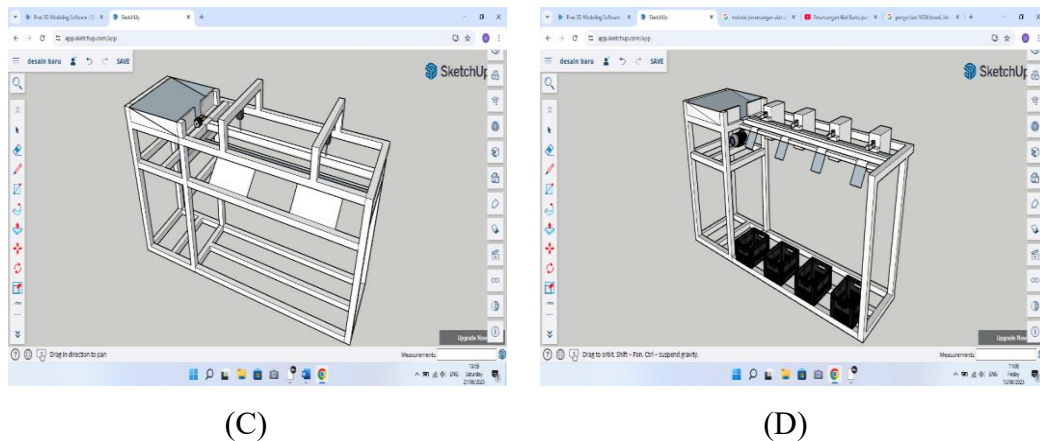
Dalam tahap perancangan alat sortir benih kentang G-0, empat alternatif desain disusun menggunakan perangkat lunak SketchUp untuk memvisualisasikan bentuk dan konfigurasi alat secara realistis.



(A)



(B)



Gambar 3 Alternatif Desain Alat

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 4 berikut:

Tabel 5 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	Akurat, Distribusi sortir cepat, cocok untuk volume sedang-besar, operasional efisien.	Memerlukan stabilisasi tambahan dan biaya operasional tinggi

	pengatur jalur yang responsive.		
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 6 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 7 Skala Penilaian

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

4. Menentukan Penilaian Terhadap Kriteria

Tabel 8 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 9 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

$$\text{Desain A} = 40,4 + 30,3 + 30,3 = 1,74 + 1,39 + 1,39 = 4,52$$

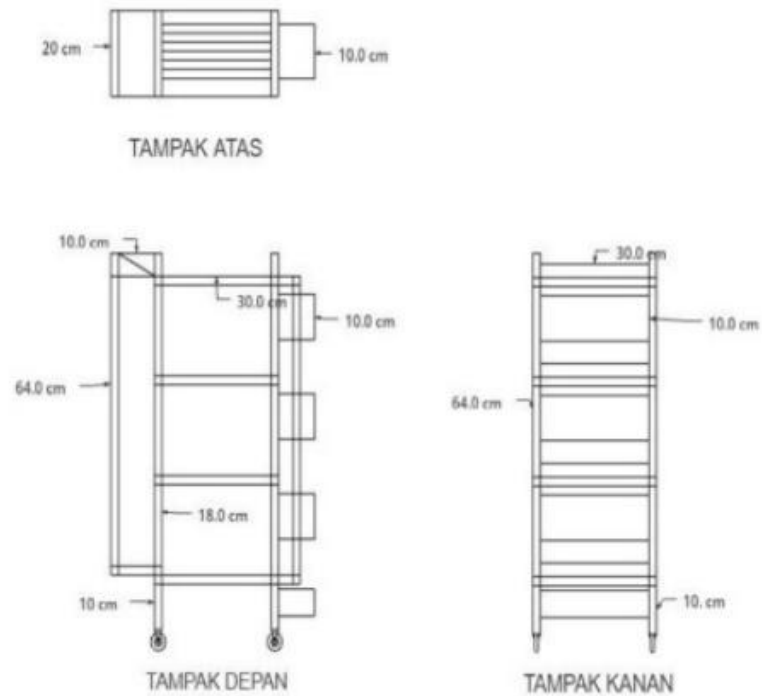
$$\text{Desain B} = 50,4 + 4 \text{ } 0,3 + 50,3 = 1,90 + 1,51 + 1,62 = 5,03$$

$$\text{Desain C} = 30,4 + 3 \text{ } 0,3 + 40,3 = 1,55 + 1,39 + 1,51 = 3,93$$

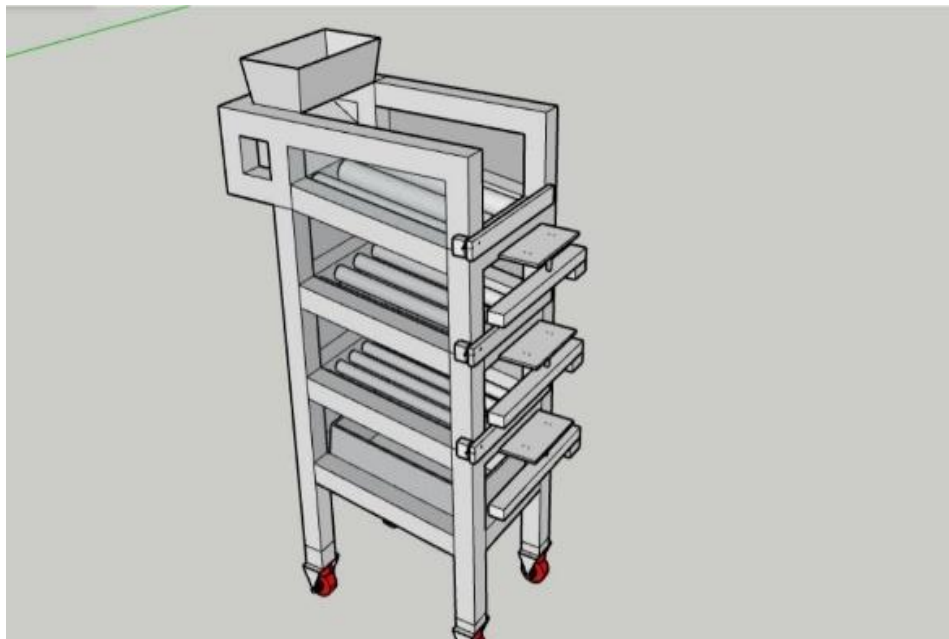
$$\text{Desain D} = 30,4 + 30,3 + 40,3 = 1,55 + 1,39 + 1,51 = 4,45$$

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 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. Berikut gambar desain 2D dan gambar Desain 3D pada desain B.



Gambar 4 Desain 2D



Gambar 5 Desain 3D

Desain 2D alat sortir benih kentang G-0 menggambarkan struktur utama dan dimensi alat yang digunakan sebagai acuan pembuatan prototipe. Tiga pandangan yang ditampilkan yaitu tampak atas, tampak depan, dan tampak kanan

memperlihatkan detail ukuran serta susunan rangka yang menopang sistem sortir. Desain ini sekaligus menjadi dasar dalam menentukan letak komponen penting seperti sensor load cell, mikrokontroler Arduino, motor servo, serta wadah sortir benih. Dengan adanya gambar 2D, perakitan dapat dilakukan lebih terarah dan sesuai ukuran sehingga alat lebih stabil, ergonomis, dan efisien.

Tabel 10 Deskripsi Desain 2D

Pandangan	Dimensi utama	Deskripsi bagian	Fungsi
Tampak atas	Panjang total 30 cm (20 cm + 10 cm)	Menunjukkan bentuk persegi panjang dengan tambahan ruang di bagian samping.	Area utama wadah sortir dan ruang tambahan untuk komponen elektronik.
Tampak depan	Tinggi 64 cm, lebar 30 cm, tambahan samping 10 cm	Terdapat susunan rangka dengan jarak 18 cm dan 30 cm; bagian bawah dilengkapi roda.	Menopang struktur alat, sebagai ruang mekanisme sortir, sekaligus jalur keluaran benih.
Tampak kanan	Tinggi 64 cm, lebar 30 cm, tambahan 10 cm	Memperlihatkan kerangka sejajar dengan susunan penopang.	Mendukung stabilitas alat dan tempat pemasangan sensor.

Selain desain 2D, terdapat juga dimensi 3D dari alat sortir benih kentang G-0 yang dibuat untuk memberikan visualisasi lebih nyata terhadap bentuk dan susunan komponen, Desain 2D dan 3D memiliki fungsi yang berbeda namun saling melengkapi dalam proses perancangan alat sortir benih kentang G-0. Dengan adanya kedua jenis desain ini, perancang dapat memperoleh acuan teknis yang jelas sekaligus gambaran visual yang realistis, sehingga proses pembuatan prototipe dapat dilakukan lebih terarah. Untuk memperlihatkan perbedaan mendasar antara keduanya, tabel 11 merupakan perbandingan desain 2D dan 3D.

Tabel 11 Perbandingan Desain

Aspek	Desain 2D	Desain 3D
Visualisasi	Menampilkan tampak atas, depan, dan samping dengan ukuran detail (panjang, lebar, tinggi).	Menampilkan bentuk nyata dengan tampilan tiga dimensi yang lebih realistis.
Fungsi	Sebagai dasar perhitungan teknis, menentukan ukuran dan susunan kerangka.	Sebagai gambaran visual nyata sebelum pembuatan prototipe, memudahkan perakitan.

Kelebihan	Detail ukuran jelas, mudah dipakai untuk proses pengukuran dan fabrikasi.	Lebih komunikatif, memudahkan visualisasi alat, serta menunjukkan posisi komponen.
Kekurangan	Kurang informatif secara visual, sulit dipahami oleh orang.	Tidak menampilkan detail ukuran presisi, perlu didampingi desain 2D.

Berdasarkan perbandingan tersebut dapat disimpulkan bahwa desain 2D lebih menitikberatkan pada aspek teknis berupa detail ukuran dan garis presisi yang menjadi acuan fabrikasi, sedangkan desain 3D memberikan visualisasi bentuk nyata sehingga lebih komunikatif dan mudah dipahami. Keduanya saling melengkapi, di mana desain 2D memastikan ketepatan dimensi dan struktur, sementara desain 3D membantu meminimalisasi kesalahan pada tahap perakitan karena mampu menampilkan bentuk akhir alat secara realistis. Dengan kombinasi kedua desain ini, proses perancangan alat sortir benih kentang G-0 menjadi lebih efisien, terarah, dan memiliki tingkat keberhasilan yang lebih tinggi saat diwujudkan dalam bentuk prototipe.

Dari beberapa alternatif, desain inilah yang dipilih karena memenuhi kriteria teknis serta kebutuhan pengguna. Pemilihan desain didasarkan pada hasil analisis alternatif sebelumnya, termasuk aspek efisiensi, kemudahan perakitan, serta kesesuaian dengan spesifikasi alat sortir ukuran benih kentang G-0. Desain terpilih menunjukkan keunggulan dalam kekokohan konstruksi dan tata letak komponen, sehingga diharapkan mampu berfungsi secara optimal. Selain itu, rancangan yang dipilih juga lebih mudah untuk dikembangkan ke tahap prototipe dan uji coba, dibandingkan dengan desain alternatif lainnya.

5.1.2 Perancangan Rangka Alat

Perancangan rangka alat dilakukan dengan mempertimbangkan kekuatan, kestabilan, dan kemudahan perakitan. Material utama yang digunakan adalah besi hollow karena memiliki daya tahan tinggi terhadap beban dan getaran, namun tetap ringan untuk dipindahkan. Proses pembuatan dimulai dari pemotongan besi hollow sesuai ukuran yang telah ditentukan pada gambar desain. Pemotongan dilakukan menggunakan gerinda potong untuk menghasilkan potongan yang presisi. Selanjutnya, setiap potongan rangka disusun sesuai bentuk kerangka yang telah

dirancang, kemudian dilakukan pengelasan untuk menyambung bagian-bagian tersebut secara permanen.



Gambar 6 Kerangka alat

Dalam proses perancangan rangka alat sortir ukuran benih kentang G-0 berbasis sensor load cell, peneliti pernah mengalami kegagalan pada tahap awal fabrikasi. Pada awal juli, rangka awal dibuat menggunakan besi hollow dengan ketebalan tipis 0.8 mm. Saat proses pengelasan, ketebalan yang terlalu tipis menyebabkan material mudah bolong dan meleleh di area sambungan karena panas las yang tinggi. Akibatnya, sambungan rangka menjadi lemah dan tidak dapat menopang beban komponen dengan baik.

Melihat permasalahan ini, peneliti memutuskan untuk mengganti material dengan besi hollow berketebalan lebih besar 1.2 mm agar lebih tahan terhadap panas pengelasan dan memiliki kekuatan struktural yang lebih baik. Setelah pergantian, proses las berjalan lancar tanpa kerusakan pada material, dan rangka yang dihasilkan menjadi lebih kokoh, stabil, serta mampu menahan getaran saat alat beroperasi di ruang produksi.

5.1.3 Perakitan Komponen Sensor Load Cell

Perakitan sensor load cell pada alat sortir ukuran benih kentang G-0 berbasis sensor load cell dilakukan dengan memperhatikan posisi, kestabilan, dan akurasi pengukuran. Proses dimulai dengan pemasanganudukan sensor yang telah disesuaikan ukurannya pada rangka alat. Dudukan ini terbuat dari besi dan kayu lapis yang kuat namun ringan, berfungsi sebagai penopang sekaligus peredam getaran agar hasil pembacaan sensor tetap stabil.

Sensor load cell kemudian dipasang dengan baut dan mur pada dudukan, memastikan tidak ada celah longgar yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran. Posisi pemasangan diatur sedemikian rupa agar beban (benih kentang) diterima tepat di titik sensitif sensor. Selanjutnya, kabel output sensor load cell dihubungkan ke modul penguat sinyal HX711, yang berfungsi mengonversi dan memperkuat sinyal dari sensor menjadi data digital. Modul HX711 kemudian disambungkan ke mikrokontroler Arduino Mega 2560, yang akan memproses data berat dan mengirimkan perintah ke motor atau aktuator sortir.

Setelah semua komponen terhubung, dilakukan kalibrasi sensor dengan menempatkan beban uji yang telah diketahui beratnya untuk memastikan pembacaan sesuai standar. Tahap terakhir adalah pengujian sistem secara keseluruhan untuk memastikan sensor load cell bekerja konsisten dan akurat dalam kondisi operasional.



Gambar 7 Perakitan load cell

Dalam proses perancangan alat sortir ukuran benih kentang G-0 berbasis sensor load cell, tim peneliti pernah mengalami kegagalan pada komponen sensor load

cell. Pada awal juli 2025, digunakan 16 unit sensor load cell yang dipasang pada titik-titik penimbang. Namun, saat proses pengujian awal dan kalibrasi, terjadi insiden di mana sensor-sensor tersebut tertindih secara berulang (ketiban-tiban) oleh beban uji yang tidak terkontrol. Tekanan berlebih ini menyebabkan beberapa sensor mengalami kerusakan fisik sehingga tidak terbaca oleh arduino Mega 2560. pada elemen Load Cell 50 Kg Sensor Berat 50 Kilogram, sehingga pembacaan menjadi tidak stabil bahkan tidak terbaca sama sekali di program Arduino.

Kerusakan ini juga berdampak pada proses kalibrasi, di mana sebagian sensor tidak lagi merespons sinyal dari modul HX711, sehingga nilai berat tidak muncul di serial monitor. Untuk mengatasi masalah tersebut, tim mengganti sensor yang rusak dengan unit baru, melakukan pemasangan ulang dengan pelindung mekanis agar sensor tidak menerima beban berlebih, serta memperbaiki prosedur kalibrasi dengan menggunakan beban uji yang terukur dan aman. Setelah perbaikan, semua sensor dapat berfungsi normal dan proses kalibrasi berjalan lancar.

5.1.4 Pemrograman Arduino

Pemrograman sensor load cell dan Arduino pada alat sortir ukuran benih kentang G-0 berbasis sensor load cell dilakukan untuk mengatur cara kerja alat secara otomatis sesuai rancangan yang telah ditetapkan. Pemrograman ini dilakukan menggunakan software Arduino IDE sebagai platform untuk menulis dan mengunggah kode, dengan bahasa pemrograman C++ sebagai dasar penulisan program.

Proses pemrograman diawali dengan instalasi Arduino IDE pada komputer. Selanjutnya, dilakukan inisialisasi library yang dibutuhkan, seperti HX711.h untuk membaca data dari sensor load cell melalui modul HX711, dan Servo.h untuk mengendalikan motor servo sebagai aktuator sortir. Kemudian, ditetapkan variabel kalibrasi untuk mengkonversi sinyal digital dari sensor menjadi nilai berat dalam gram, berdasarkan hasil kalibrasi awal.

Dalam logika program, Arduino membaca data berat dari load cell secara berkala, lalu membandingkannya dengan batas ambang (threshold) yang telah ditentukan sesuai kategori ukuran benih kentang. Jika berat terdeteksi sesuai kategori, Arduino mengirimkan sinyal ke motor servo untuk membuka atau

mengarahkan jalur sortir ke wadah yang sesuai. Program juga dilengkapi dengan filter pembacaan untuk mengurangi fluktuasi data akibat getaran atau gangguan mekanis.

```

1 #include <HX711_ADC.h>
2 #include <Servo.h>
3 #if defined(ESP8266) || defined(ESP32) || defined(AVR)
4 #include <EEPROM.h>
5 #endif
6
7 // Load Cell 1
8 const int HX711_dout1 = 6;
9 const int HX711_sck1 = 7;
10 HX711_ADC LoadCell1(HX711_dout1, HX711_sck1);
11
12 // Load Cell 2
13 const int HX711_dout2 = 8;
14 const int HX711_sck2 = 9;
15 HX711_ADC LoadCell2(HX711_dout2, HX711_sck2);
16
17 // Load Cell 3
18 const int HX711_dout3 = 10;
19 const int HX711_sck3 = 11;
20 HX711_ADC LoadCell3(HX711_dout3, HX711_sck3);
21
22 // Servo
23 const int servoPin1 = 2;
24 const int servoPin2 = 3;
25 const int servoPin3 = 4;
26 Servo servo1;
27 Servo servo2;
28 Servo servo3;
29
30 // Flags
31 bool servo1Moved = false;
32 bool servo2Moved = false;
33 bool servo3Moved = false;
34
35 unsigned long t = 0;
36
37 void setup() {
38   Serial.begin(57600); delay(10);
39   Serial.println("\nStarting...");
40
41   // Kalibrasi
42   float calVal1 = 485.66;
43   float calVal2 = 500.00;
44   float calVal3 = 485.66;
45
46   // load cell 1
47   LoadCell1.begin();
48   LoadCell1.start(2000, true);
49   if (LoadCell1.getTareTimeoutFlag()) {
50     Serial.println("Timeout LoadCell1");
51   } else {
52     LoadCell1.setCalFactor(calVal1);
53   }
54
55   // Load cell 2
56   LoadCell2.begin();
57   LoadCell2.start(2000, true);
58   if (LoadCell2.getTareTimeoutFlag()) {
59     Serial.println("Timeout LoadCell2");
60   } else {
61     LoadCell2.setCalFactor(calVal2);
62   }
63
64   // Load cell 3
65   LoadCell3.begin();
66   LoadCell3.start(2000, true);
67   if (LoadCell3.getTareTimeoutFlag()) {
68     Serial.println("Timeout LoadCell3");
69   } else {
70     LoadCell3.setCalFactor(calVal3);
71   }
72
73   while (!LoadCell1.update());
74   while (!LoadCell2.update());
75   while (!LoadCell3.update());
76
77   // Servo setup
78   servo1.attach(servoPin1);
79   servo2.attach(servoPin2);
80   servo3.attach(servoPin3);
81
82   servo1.write(0);
83   servo2.write(0);
84   servo3.write(0);
85
86   Serial.println("Setup selesai.");
87 }
88
89 void loop() {
90   static bool newDataReady1 = false;
91   static bool newDataReady2 = false;
92   static bool newDataReady3 = false;
93   const int interval = 500;
94
95   if (LoadCell1.update()) newDataReady1 = true;
96   if (LoadCell2.update()) newDataReady2 = true;
97   if (LoadCell3.update()) newDataReady3 = true;
98
99   if (newDataReady1 && millis() > t + interval) {
100    float weight1 = LoadCell1.getData();
101    Serial.print("LoadCell1: ");
102    Serial.println(weight1);
103    newDataReady1 = false;
104
105    if (!servo1Moved && weight1 >= 500.0) {
106      Serial.println("Servo 1 bergerak!");
107      servo1.write(90);
108      servo1Moved = true;
109    } else if (servo1Moved && weight1 < 500.0) {
110      Serial.println("Servo 1 kembali.");
111      servo1.write(0);
112      servo1Moved = false;
113    }
114   }
115
116   if (newDataReady2 && millis() > t + interval) {
117    float weight2 = LoadCell2.getData();
118    Serial.print("LoadCell2: ");
119    Serial.println(weight2);
120    newDataReady2 = false;
121   }
122
123   if (newDataReady3 && millis() > t + interval) {
124    float weight3 = LoadCell3.getData();
125    Serial.print("LoadCell3: ");
126    Serial.println(weight3);
127    newDataReady3 = false;
128   }
129 }

```

```

136 Serial.println(weight3);
137 newDataReady3 = false;
138 t = millis();
139
140 if (!servo3Moved && weight3 >= 700.0) {
141   Serial.println("Servo 3 bergerak!");
142   servo3.write(90);
143   servo3Moved = true;
144 } else if (servo3Moved && weight3 < 700.0) {
145   Serial.println("Servo 3 kembali.");
146   servo3.write(0);
147   servo3Moved = false;
148 }
149
150
151 // Tare manual
152 if (Serial.available() > 0) {
153   char inByte = Serial.read();
154   if (inByte == 't') {
155     LoadCell11.tareNoDelay();
156     LoadCell12.tareNoDelay();
157     LoadCell13.tareNoDelay();
158   }
159 }
160
161 if (LoadCell11.getTareStatus()) Serial.println("Tare Lo
162 if (LoadCell12.getTareStatus()) Serial.println("Tare Lo
163 if (LoadCell13.getTareStatus()) Serial.println("Tare Lo
164
165
120 newDataReady2 = false;
121
122 if (!servo2Moved && weight2 >= 600.0) {
123   Serial.println("Servo 2 bergerak!");
124   servo2.write(90);
125   servo2Moved = true;
126 } else if (servo2Moved && weight2 < 600.0) {
127   Serial.println("Servo 2 kembali.");
128   servo2.write(0);
129   servo2Moved = false;
130 }
131
132
133 if (newDataReady3 && millis() > t + interval) {
134   float weight3 = LoadCell3.getData();
135   Serial.print("LoadCell3: ");
136   Serial.println(weight3);
137   newDataReady3 = false;
138   t = millis();
139
140 if (!servo3Moved && weight3 >= 700.0) {
141   Serial.println("Servo 3 bergerak!");
142   servo3.write(90);
143   servo3Moved = true;
144 } else if (servo3Moved && weight3 < 700.0) {
145   Serial.println("Servo 3 kembali.");
146   servo3.write(0);
147   servo3Moved = false;
148 }
149

```

Gambar 8 Pemrograman C++

5.1.5 Uji Coba

Uji coba dilakukan untuk mengetahui kinerja dan validasi operasional alat sortir otomatis ukuran benih kentang G-0 berbasis sensor load cell setelah seluruh proses perancangan dan perakitan selesai. Tahap ini bertujuan memastikan bahwa alat mampu bekerja sesuai rancangan, memiliki akurasi penyortiran yang tinggi, serta dapat digunakan dengan mudah oleh operator.

Sebelum pengujian dimulai, dilakukan serangkaian persiapan meliputi pengecekan fisik alat, pemeriksaan sambungan kelistrikan dan koneksi data, instalasi dan pengecekan program pada Arduino Mega 2560, serta kalibrasi sensor load cell menggunakan beban standar. Proses kalibrasi ini dilakukan untuk memastikan bahwa pembacaan berat dari sensor sesuai dengan nilai sebenarnya, sehingga hasil sortir berdasarkan ukuran dapat tepat.

Pada tahap pengujian, setiap komponen diuji secara terpisah untuk memastikan fungsinya:

1. Sensor Load Cell – Diuji dengan beban bertahap (100 g, 500 g,) untuk memeriksa keakuratan pembacaan.
2. Motor Servo – Diuji dengan perintah otomatis untuk membuka dan menutup saluran sortir, memastikan waktu respon cepat dan pergerakan stabil.

3. Modul HX711 dan Arduino Mega 2560 Diuji konektivitas dan kestabilannya dalam menerima dan mengolah data dari sensor load cell tanpa gangguan atau error.

Setelah semua komponen berfungsi dengan baik, dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan. Pada tahap ini, benih kentang G-0 dimasukkan ke hopper alat, sensor load cell membaca berat setiap sampel, dan data diolah oleh Arduino untuk mengatur pergerakan servo sesuai kategori ukuran yang telah ditentukan.

Parameter yang diukur pada pengujian ini meliputi:

1. Kecepatan Sortir – Waktu yang dibutuhkan alat untuk memproses sejumlah benih dari awal hingga akhir siklus.
2. Akurasi Sortir – Persentase kesesuaian hasil sortir dengan kategori ukuran yang diinginkan.
3. Kapasitas Kerja – Jumlah benih yang dapat disortir per satuan waktu.
4. Kemudahan Operasi – Tingkat kemudahan penggunaan alat yang dinilai dari interaksi langsung operator dengan sistem.

Pengukuran waktu dilakukan menggunakan metode *time study* dengan menghitung durasi setiap siklus sortir dan mengambil nilai rata-rata dari beberapa pengulangan. Akurasi diperoleh dengan membandingkan hasil sortir alat dengan hasil ukur manual. Kapasitas dihitung dari total berat benih yang berhasil disortir dalam waktu tertentu. Hasil dari pengujian ini kemudian digunakan untuk membandingkan performa alat otomatis dengan metode manual, sehingga diperoleh gambaran objektif mengenai peningkatan efisiensi, akurasi, dan kemudahan kerja yang ditawarkan oleh alat.

5.2 Kinerja Alat Sortir Otomatis dalam Mempercepat dan Mempermudah Pekerjaan Operator

Pengukuran kinerja alat sortir otomatis kentang G-0 dalam mempercepat dan mempermudah pekerjaan operator dilakukan menggunakan metode *time study*, Proses pengambilan data dilakukan dengan cara mengamati langsung pekerjaan operator pada kedua metode, kemudian mencatat waktu yang dibutuhkan mulai dari tahap pengisian bahan (benih kentang G-0) hingga tahap akhir sortir selesai.

Pengukuran waktu dilakukan sebanyak beberapa siklus untuk mendapatkan nilai rata-rata yang lebih akurat. Selain itu, diamati pula beban kerja fisik operator, di mana pada metode otomatis beban kerja berkurang karena sebagian besar proses dilakukan oleh sistem, sedangkan pada metode manual operator terlibat langsung dalam semua tahap penyortiran. Berikut perhitungan yang telah di uji coba :

Diketahui:

Tabel 12 Pengamatan Uji Coba

Perlakuan	Pengulangan	Time study
Manual	1	36
	2	35
	3	38
	4	34
	5	37
Otomatis	1	20
	2	20
	3	20
	4	20
	5	20
Rating factor	90%	
Waktu (allowance)	10%	

Berdasarkan data hasil pengamatan pada Tabel 12, terlihat adanya perbedaan waktu penyortiran antara metode manual dan otomatis. Data tersebut kemudian dijadikan dasar untuk melakukan perhitungan waktu rata-rata, waktu normal, dan waktu baku dengan tujuan mengetahui tingkat efisiensi kerja dari masing-masing metode sortir. Perhitungan ini juga mempertimbangkan faktor penyesuaian (rating factor) serta waktu kelonggaran (allowance) agar hasil analisis lebih akurat.

1. Waktu rata – rata

Dilakukan 5 kali percobaan sortir manual dengan waktu:

$$T_{rata} = \left(\frac{\sum t_i}{n} \right)$$

$$T_{rata} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{n} = \frac{36+34+38+35+37}{5} = \frac{180}{5} = 36 \text{ detik}$$

2. Waktu normal

Waktu rata-rata kemudian dikalikan dengan rating factor (90% atau 0,90) untuk menyesuaikan kecepatan kerja operator menjadi standar “normal”:

$$\begin{aligned} T_{normal} &= T_{rata} \times \text{Rating factor} \\ &= 36 \times 0.90 \\ &= 32,4 \text{ detik} \end{aligned}$$

3. Waktu baku

Waktu normal ditambahkan allowance (10% atau 0,10) untuk mengakomodasi waktu istirahat, kelelahan, dan hambatan kecil:

$$\begin{aligned} T_{standar} &= T_{normal} \times (1 + \text{allowance}) \\ &= 32,4 \times (1 + 0,10) \\ &= 32,4 \times 1.10 \\ &= 35,64 \text{ detik} \end{aligned}$$

4. Efisiensi waktu otomatisasi

Waktu sortir otomatis yang diperoleh adalah 20 detik. Efisiensi dihitung menggunakan:

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi} &= \frac{T_{manual} - T_{otomatis}}{T_{manual}} \times 100\% \\ &= \frac{32,4 - 20}{32,4} \times 100 \\ &= 38,27 \% \end{aligned}$$

Pengukuran waktu kerja dilakukan untuk membandingkan kinerja sortir manual dengan alat sortir otomatis berbasis sensor load cell. Pengambilan data dilakukan sebanyak lima kali percobaan pada proses sortir manual dengan hasil waktu masing-masing 36 detik, 35 detik, 38 detik, 34 detik, dan 37 detik. Dari hasil pengamatan tersebut, diperoleh waktu rata-rata sebesar 36 detik. Selanjutnya, waktu rata-rata dikoreksi menggunakan *rating factor* sebesar 90% sehingga diperoleh waktu normal sebesar 32,4 detik. Waktu normal ini kemudian ditambahkan *allowance* sebesar 10% untuk mengakomodasi waktu istirahat, kelelahan, dan hambatan kecil, sehingga diperoleh waktu baku sebesar 35,64 detik. Proses sortir otomatis menunjukkan waktu penyelesaian sebesar 20 detik. Berdasarkan perhitungan efisiensi diperoleh nilai efisiensi sebesar 38,27%. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan alat sortir otomatis mampu menghemat waktu

sortir benih kentang G-0 sekitar 38% dibanding metode manual, yang berarti terjadi peningkatan produktivitas dan percepatan proses kerja secara signifikan.

5.3 Analisis Kelayakan Finansial

Penilaian kelayakan finansial perancangan alat sortir ukuran benih kentang G-0 dilakukan untuk mengetahui apakah investasi pada alat ini layak diimplementasikan secara ekonomis. Analisis dilakukan menggunakan beberapa indikator umum dalam studi kelayakan, yaitu NVP (Net Present Value), Break Even Point (BEP), Payback Period (PP), dan Internal Rate of Return (IRR). Perhitungan dilakukan berdasarkan biaya investasi awal pembuatan satu unit alat, biaya operasional tahunan, harga jual alat, serta estimasi penjualan selama periode analisis. Data yang digunakan berasal dari Rencana Anggaran Biaya (RAB) pembuatan alat.

Tabel 13 Rencana Anggaran Biaya

No	Nama barang	Jumlah barang	Total
1.	Dudukan, Lem	-	Rp.200.000
2.	Besi hallow 0,8 mm	2L	Rp.200.000
3.	Arduino Mega 2560	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 1,2 mm	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 (RAB) = Rp. 3.000.000

Harga jual alat sortir = Rp. 3.500.000 per unit

Jumlah unit terjual pertahun = 12 unit (1 unit pe bulan)

Biaya variabel per unit = Rp. 500.000

Umur proyek = 3 tahun

Tingkat (r) = 10%

Pendapatan per tahun = Rp. 3.500.000 x 12 = Rp. 42.000.000

Biaya total pertahun = Rp. 500.000 x 12 = 6.000.000

Net cash inflow per tahun = Rp. 42.000.000 – Rp. 6.000.000 = Rp. 36.000.000

1. Net Present Value (NPV)

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

$$\text{NPV} = 86.526.671$$

Karena $\text{NPV} > 0$, 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, D., Astuti, R., & Hermawan, A. (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 ratenof return (IRR)

Diketahui :

$$\text{NVP } 10 \% = 86.526.671 \text{ (positif)}$$

$$\text{NPV } 50 \% = ?$$

$$\text{Tahun } 1 = 36.000.000 / 1,5 = 24.000.000$$

$$\text{Tahun } 2 = 36.000.000 / (1,5^2) = 16.000.000$$

$$\text{Tahun } 3 = 36.000.000 / (1,5^3) = 10.666.667$$

$$\text{Total} = 50.666.667$$

$$\text{NPV } 50 \% = 50.666.667 - 3.000.000 = \text{Rp. } 47.666.667$$

Jadi IRR jauh $> 50\%$

IRR >> 10% = usaha sangat layak

IRR juga menggambarkan efisiensi investasi dari sisi suku bunga maksimal yang masih membuat proyek tidak merugi. Sunakalis, A., Wahyudin, B., & Lestari, F. (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, M., & Millaty, R. (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)

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

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

5. Break Event Point (BEP)

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

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. Menurut Sunakalis, A., Wahyudin, B., & Lestari, F.

(2022), “Semakin rendah nilai BEP, maka semakin cepat suatu usaha mencapai titik impas dan semakin kecil risiko finansial yang dihadapi.”

Tabel 14 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 indikator tersebut dan mengacu pada literatur yang relevan, proyek pengembangan alat sortir benih kentang G-0 berbasis sensor load cell terbukti layak secara finansial. Nilai NPV yang besar, IRR yang jauh melampaui tingkat diskonto, B/C Ratio yang sangat tinggi, waktu pengembalian modal yang singkat, serta BEP yang rendah, semuanya menunjukkan bahwa investasi ini menguntungkan, efisien, dan minim risiko.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai perancangan alat sortir ukuran benih kentang G-0 berbasis load cell dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis agar dapat memenuhi kebutuhan teknis dan operasional di lapangan. Tahap awal dimulai dengan penetapan standar ukuran benih G-0 yang dibedakan menjadi empat kategori, yaitu kurang dari 2 cm (reject), 2,0–2,9 cm, 3,0–3,9 cm, dan 4,0–5,0 cm. Sistem sortir dirancang tanpa menggunakan konveyor, melainkan memanfaatkan gaya gravitasi dengan pipa bertingkat yang mengarahkan aliran umbi ke jalur sesuai ukuran. Pada setiap wadah penampung ditempatkan sensor load cell yang berfungsi mendeteksi berat umbi secara real-time. Sinyal dari load cell diperkuat oleh modul HX711 kemudian diproses oleh mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai pusat kendali, yang selanjutnya mengatur servo motor untuk membuka atau menutup jalur sortir sesuai kategori yang telah diprogram. Rangka alat dibuat dari besi hollow agar kokoh dan stabil, sementara pipa besi digunakan sebagai saluran pengarah umbi. Proses perancangan dilengkapi dengan pemodelan desain menggunakan perangkat lunak SketchUp untuk memastikan tata letak komponen, efisiensi ruang, dan kemudahan operasional.

Hasil rancangan diuji melalui pendekatan *time study* untuk membandingkan kecepatan dan akurasi sortir otomatis dengan metode manual. Perancangan alat sortir ukuran benih kentang G-0 berbasis load cell terbukti mampu membantu dan mempercepat pekerjaan karyawan. Hasil *time study* menunjukkan bahwa proses sortir manual memerlukan waktu rata-rata 35,64 detik, sedangkan alat otomatis hanya membutuhkan 20 detik, sehingga terjadi peningkatan efisiensi waktu sebesar 38,27%. , sehingga mampu menghasilkan hasil sortir yang konsisten serta mengurangi risiko kesalahan manusia. Dengan demikian, alat sortir ini efektif dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi kerja pada proses pascapanen benih kentang G-0. Berdasarkan hasil penelitian, alat sortir ukuran benih kentang

G-0 berbasis load cell terbukti mampu membantu dan mempercepat pekerjaan karyawan.

Berdasarkan hasil analisis kelayakan finansial, perancangan alat sortir ukuran benih kentang G-0 berbasis load cell dinyatakan layak untuk diimplementasikan. Hal ini dibuktikan dengan nilai *Net Present Value (NPV)* sebesar Rp86.526.671, *Internal Rate of Return (IRR)* lebih dari 50%, *Benefit/Cost Ratio (B/C)* sebesar 29,84, serta *Payback Period (PP)* 0,083 tahun atau sekitar satu bulan. Selain itu, *Break Even Point (BEP)* dapat tercapai hanya dengan produksi satu unit. Temuan ini menunjukkan bahwa alat sortir yang dirancang tidak hanya efektif secara teknis, tetapi juga menguntungkan secara ekonomi, sehingga berpotensi besar untuk diterapkan pada skala usaha pertanian kecil hingga menengah.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan bagi pembaca dan peneliti selanjutnya untuk melakukan pengembangan lebih lanjut terhadap desain alat sortir benih kentang, khususnya dalam peningkatan kapasitas sortir agar mampu menangani volume produksi yang lebih besar. Selain itu, sistem proteksi pada sensor dan komponen elektronik lain perlu ditambahkan guna memperpanjang usia pakai alat dan meminimalisasi kerusakan akibat penggunaan di lapangan. Penelitian berikutnya juga diharapkan dapat memperluas kajian dengan mengintegrasikan teknologi otomatisasi yang lebih canggih, seperti penggunaan sistem kendali berbasis IoT, agar proses pemantauan dan pengendalian dapat dilakukan secara real time. Dengan adanya pengembangan tersebut, diharapkan alat ini tidak hanya efektif digunakan pada skala laboratorium, tetapi juga dapat diimplementasikan secara luas di tingkat petani maupun industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Agoes, S. (2014). *Auditing (Pemeriksaan Akuntan oleh Kantor Akuntan Publik)*. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Arens, A. A., Randal, J. E., & Mark, S. B. (2015). *Auditing dan Jasa Assurance: Pendekatan Terintegrasi* (Edisi 15, Jilid 1). (H. Wibowo & Tim Penerjemah). Jakarta: Erlangga.
- ASABE. (2021). *Standards for Agricultural Machinery Measurement*. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Fadli, M., Rahman, F., & Santoso, A. (2021). Implementasi Arduino dalam Sistem Otomatisasi Industri. *Jurnal Teknologi Terapan*, 5(2), 45–53.
- Fragassa, C., Pavlovic, A., & Massimo, M. (2020). Structural design of steel frames for agricultural machines. *Journal of Agricultural Engineering*, 51(2), 89–98.
- Groover, M. P. (2016). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing* (4th ed.). Pearson.
- Hadi, S., Pratama, A., & Wibowo, R. (2020). Desain dan Implementasi Sensor Load Cell pada Sistem Penimbangan Otomatis. *Jurnal Teknologi Elektro*, 11(1), 12–20.
- Hasibuan, B., & Wahyuni, S. (2020). Pengaruh Sortasi Ukuran Benih terhadap Pertumbuhan Tanaman Kentang. *Jurnal Hortikultura*, 30(1), 45–52.
- Isa, M., & Zuhriyah, R. (2021). Analisis Payback Period sebagai Alat Ukur Kelayakan Investasi. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis Terapan*, 9(1), 25–33.
- Khabibi, M., & Millaty, N. (2023). Analisis Benefit Cost Ratio pada Proyek Agribisnis. *Jurnal Agribisnis Modern*, 4(1), 67–76.
- Li, X., Zhang, Y., & Wang, L. (2021). Potato seed grading based on size and weight. *Agricultural Mechanization Research*, 43(5), 88–94.
- Prasanna, M., Kumar, R., & Devi, S. (2018). Selection of materials for machine frames. *International Journal of Mechanical Engineering*, 6(3), 112–118.
- Pratama, A., & Wibowo, R. (2021). Sistem Penyortiran Otomatis Berbasis Sensor Berat. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 3(2), 77–85.
- Putra, D., & Mulyani, A. (2020). Produksi Benih Kentang G0 di Rumah Kaca. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 11(2), 98–105.
- Putra, R., & Rahayu, S. (2016). Efisiensi Proses Sortasi Manual dan Otomatis pada Kentang. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 5(1), 54–61.
- Rahardjo, P., Setiawan, B., & Maulana, R. (2019). Otomatisasi Proses Sortasi Hasil Pertanian Menggunakan Mikrokontroler. *Jurnal Teknologi dan Sistem Pertanian*, 7(1), 13–21.

- Rahman, A., & Santoso, D. (2020). Aplikasi Mikrokontroler Arduino untuk Sistem Kontrol Otomatis. *Jurnal Elektro Indonesia*, 10(1), 22–31.
- Rahman, M., Setiawan, D., & Maulana, F. (2019). Desain Mekanis Alat Sortasi Pertanian Menggunakan SketchUp. *Jurnal Desain dan Teknologi Mesin*, 4(2), 56–63.
- Rachman, T., & Sulistyono, P. (2020). Sistem Kendali Otomatis Berbasis Berat pada Industri Pangan. *Jurnal Sistem Kendali dan Otomasi*, 8(2), 41–50.
- Rahayu, L., Yuliasih, I., & Setiawan, A. (2021). Pengaruh Ukuran Benih terhadap Vigor Tanaman Kentang. *Jurnal Hortikultura*, 31(2), 150–158.
- Setiawan, A., & Maulana, H. (2021). Desain Sistem Sortasi Semi-Otomatis pada Kentang Menggunakan Load Cell. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 12(1), 65–74.
- Setiawan, D., Siregar, F., & Yuliasih, I. (2021). Produksi Benih Kentang Generasi 0 Melalui Kultur Jaringan. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 12(1), 34–41.
- Setyaningsih, W., Astuti, T., & Hermawan, A. (2022). Analisis Kelayakan Finansial Usaha Pertanian. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 10(1), 88–97.
- Siregar, F., Yuliasih, I., & Setiawan, A. (2019). Sistem Perbenihan Kentang Generasi Nol. *Jurnal Pertanian Modern*, 6(2), 45–53.
- Siregar, F., Yuliasih, I., & Setiawan, A. (2020). Desain Sistem Sortasi Kentang Bertingkat Berbasis Gravitasi. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 8(2), 77–86.
- Sulaiman, M., Hidayat, F., & Pratama, A. (2021). Pemanfaatan Sensor Load Cell dalam Sistem Pengukuran Berat Non-Kontak. *Jurnal Teknik Elektro Terapan*, 9(1), 12–20.
- Sunakalis, D., Wahyudin, A., & Lestari, F. (2022). Evaluasi Investasi dan Analisis Risiko pada Usaha Pertanian. *Jurnal Agribisnis dan Ekonomi Pertanian*, 5(2), 99–110.
- Susanto, A., Putra, Y., & Wahyudi, A. (2021). Penerapan Otomatisasi pada Proses Pascapanen Hasil Pertanian. *Jurnal Teknologi Pertanian Modern*, 9(1), 33–42.
- Sutarya, R. (2019). Pengukuran Manual dan Tantangan Akurasi di Lapangan. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 10(2), 120–127.
- Sutrisno, H., Pratama, A., & Wibowo, R. (2021). Analisis Umur Pakai dan Kalibrasi Sensor Load Cell. *Jurnal Teknologi Otomasi*, 4(1), 19–27.
- Wijaya, H., Putra, B., & Siregar, F. (2021). Penggunaan Sensor Load Cell dalam Sistem Sortasi Otomatis. *Jurnal Teknik Pertanian Indonesia*, 13(1), 55–63.
- Wijayanti, A., Sutrisno, H., & Pratama, A. (2022). Kinerja Sensor Load Cell pada Sistem Penyortiran Hasil Pertanian. *Jurnal Sistem dan Teknologi Pertanian*, 6(2), 101–110.

- Yuliasih, I., Setiawan, D., & Maulana, F. (2022). Penerapan Sistem Sortasi Mekanis dan Otomatis pada Benih Kentang. *Jurnal Teknologi Pertanian Indonesia*, 14(1), 65–73.
- Zhou, H., Liu, Y., & Wang, X. (2019). Application of load cell sensors in automatic agricultural sorting systems. *Journal of Agricultural Technology*, 15(4), 122–130.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pendukung Penelitian/Pengolahan Data

Metode	Pengulangan					Rata-rata	
	1	2	3	4	5		
Manual	36	35	38	34	37	36,0 detik	
Otomatis	20	20	20	20	20	20 detik	
Rating	T normal		Allowance	T baku		Waktu otomatis	Efisiensi
90%	32,4 detik		10%	35,64 detik		20 detik	38,27%

1. Perhitungan 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

2. Penilaian Desain Alternatif (Metode MPE)

Alternatif desain	Fungsi	Teknis	Operasional	Skor total
Desain A	4	3	3	4,52
Desain B	5	4	5	5,03
Desain C	2	2	3	3,39
Desain D	3	3	4	4,45
Desain Terpilh				Desain B

Lampiran 2 Biodata Tim Pelaksana

1. Biodata Ketua Peneliti**A. Identitas Diri**

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.
2	Jenis Kelamin	Laki – laki
3	Jabatan Fungsional	Lektor ,Penata III C
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	3273270608770003
5	NIDN/NIM	0406087703
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Bandung, 06 Agustus 1977
7	E-mail	Iwansatriyo12@gmail.com
9	Nomor Telepon/HP	085624184027
10	Alamat Kantor	Universitas islam Nusantara Jl. Soekarno Hatta No.530, Sekejati, Kec. Buah batu, Kota Bandung , Jawa Barat 40286
11	Nomor Telepon/Faks	085624184027
12	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S-1 = ... orang; S-2 = ... orang; S-3 = ... orang
13. Mata Kuliah yang Diampu	1. Manajemen Sumber Daya Manusia	
	1. Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)	
	2. Manajemen Operasional	
	3. Supply Chain Management	

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma	Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma	
Bidang Ilmu	Teknik Penerbangan – Konsentrasi	Manajemen SDM	

	propulsi		
Tahun Masuk-Lulus			
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi			
Nama Pembimbing/Promotor			

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

(Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Rp)
1.				
2.				
Dst				

* Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema penelitian DIKTI/DIKSI maupun dari sumber lainnya.

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Rp)
1.				
2.				
...				
Dst				

* Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema pengabdian kepada masyarakat DIKTI/DIKSI maupun dari sumber lainnya.

E. Publikasi Artikel Ilmiah pada Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1.			
2.			
..			
dst			

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1.			
2.			
..			
dst			

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1.				
2.				
..				
dst				

H. Perolehan HKI dalam 5–10 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1.				
2.				
..				
dst				

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerbitan	Respon Masyarakat
1.				
2.				
..				
dst				

J. Penghargaan dalam 10 Tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1.			
2.			
..			
dst			

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam laporan hasil penelitian Tugas Akhir Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Islam Nusantara.

Bandung, 2025

ttd

Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.

Lampiran 2 Biodata Tim Pelaksana (*lanjutan*).

2. Biodata Anggota Peneliti (1)

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Rafika Ratik Srimurni ,S.TP.,M.Si.
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Jabatan Fungsional	Lektor
4	NIP/UNPTK	224099/7346769670230263
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Karawang, 14 Oktober 1991
6	E-mail	rafikaratiks@gmail.com / rafika.ratik@uninus.ac.id
7	Nomor Telepon/HP	0895353095045
8	Alamat Kantor	Jl. Soekarno Hatta No.530, Sekejati, Kec. Buah batu, Kota Bandung , Jawa Barat 40286
9	Nomor Telepon/Faks	08112311530

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Jenderal Soedirman	Institut Pertanian Bogor	
Bidang Ilmu	Teknik pertanian	Teknologi Industri Pertanian	
Tahun Masuk-Lulus	2010 – 2014	2016 – 2018	
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi			
Nama Pembimbing/Promotor			

C. Rekam Jejak Tri Dharma PT Pendidikan/Pengajaran

No	Mata Kuliah	Wajib/Pilihan	SKS
1	Statistik Industri	Wajib	2
2	Probabilitas Statistik	Wajib	3
3	Ekonomi Teknik	Wajib	2
4	System Lingkungan Industri	Wajib	2

5	Menggambar Teknik	Wajib	3
6	Pemodelan Sistem	Wajib	2
7	Analisa Keputusan	Wajib	2
8	Teknologi Produksi Tanaman	Wajib	3
9	Teknologi Informatika Dan Komunikasi	Wajib	3
10	Information And Communication Teknologi	Wajib	3
11	Penelitian Operasional	Wajib	3

D. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Rp)
1.	2020	Analisis Pengaruh Kualitas Produk, Harga dan Promosi Terhadap Keputusan Pembelian Mobil Honda BRV di Dealer Honda Abadi Cibiru dengan Metode Analitical Hierarchy Process dan Statistik	Mandiri	
2.	2020	Quality Control for Greige Fabric Product using Statistical Quality Control Methods through Supervisory Skill Improvement and Digital Visual Monitoring towards a Smart Factory (Case Study in Textile Company CV. JL Bandung Regency)	Mandiri	
3.	2020	Analysis of Quality Management System in The Textile Industry With The 5R / 5S method and Fish Bone Diagram	Mandiri	
4.	2021	Kontrol Kualitas Kain Grey Menggunakan Metode SQC melalui Supervisory Skill dan Digital Visual Monitoring	Mandiri	
5.	2021	Analisa Manajemen Strategis Program Pelatihan SDM TIK Polri dalam Menghadapi Kejahatan Siber Era 4.0	Mandiri	

6.	2021	Analisis Dan Desain Sistem Produksi Bioplastik Dari Pati Biji Nangka	Mandiri	
7.	2022	Analisis dan Perancangan Sistem Digitalisasi Sales Executive Pada Perusahaan Distribusi PT XYZ	Mandiri	
8.	2022	Perancangan Desain Teknologi Industri Pertanian Berupa Oven Inovasi Sistem Pemanas Ramah Lingkungan Dalam Mendukung ketahanan pangan desa	Mandiri	
9.	2022	Antagonism <i>Trichoderma harzianum</i> Rifai in Suppressing the Intensity of Antraknosa (<i>Colletotrichum capcisi</i> Sydow.) Disease	Mandiri	
10.	2022	Analisis Penerapan Produksi Bersih Pada Industri Nata De Coco	Mandiri	
11.	2022	Analisis Dan Desain Sistem Produksi Serat Putih Menggunakan Limbah Padat Sabut Kelapa Sawit (Palm Press Fibre)	Mandiri	
12.	2023	Peningkatan PDB (Produk Domestik Bruto) Melalui Peningkatan Usaha Mikro, Kecil Dan Menengah (UMKM) Di Desa (Studi Proyek Perencanaan Bisnis Dalam Mengembangkan Produk Unggulan Desa Tepung Mocaf Di Desa Cikahuripan)	Mandiri	
13.	2023	Perancangan Desain Teknologi Industri Pertanian Berupa Oven Inovasi Sistem Pemanas Ramah Lingkungan Dalam Mendukung Ketahanan Pangan Desa	Mandiri	
14.	2023	Perancangan Produk Pembersih Ramah Lingkungan Dengan Teknologi Industri Pertanian	Mandiri	

		Asal Nira Aren Terseleksi		
15.	2023	Analisis Reject Produk Sayap Pesawat Terbang Komponen Ref DNose Panel Menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC) di PT XYZ	Mandiri	
16.	2023	The Effect of Participative Leadership Style on Employee Performance at Uptd Metal Industry Office of Industry and Trade in West Java Province Using Simple Linear Regression Method	Mandiri	
17.	2023	Identifikasi Aliran Energi Listrik pada Mesin CNC Machining Center	Mandiri	
18.	2024	Design of a Digital System for Handling Stunting" Stunraka" Rancakalong Village, Rancakalong District, Sumedang Regency	Mandiri	
19.	2024	Pengaruh Jenis Kemasan pada Perubahan Kualitas Salak Pondoh Banjarnegara dalam Bentuk Tandan Selama Transportasi dan Penyimpanan	Mandiri	

E. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Rp)
1	2020	Bakti Sosial Bagi Warga Desa Manjahbereum RT/RW 001/002 yang terdampak Covid-19 di Kelurahan Cileunyi Wetan Kecamatan Cileunyi Kota Bandung	Mandiri	
2	2020	Persiapan Masuk Dunia Kerja di Masa Pandemi covid 19	Mandiri	
3	2020	Donasi dan Bhakti Sosial Bagi Masyarakat Terdampak Covid 19	Mandiri	

4	2020	Pembinaan Industri Kecil Pemberdayaan Ekonomi Koperasi Pondok Pesantren Kukami Pembuatan Face Shield dan Masker untuk Memutus Mata Rantai Wabah Covid-19	Mandiri	
5	2021	Pelatihan kewirausahaan kepada masyarakat Kp. Situgirang RT.02/11 Desa Cinta Rakyat Kecamatan Samarang Garut	Mandiri	
6	2021	Peranan Multimedia dan Berbahasa Asing dalam Industri Kreatif dalam Entrepreneurship	Mandiri	
7	2021	Edukasi Perilaku Hidup Sehat dan Disiplin Protokol Kesehatan dalam Pencegahan Penyebaran Covid -19 di Yayasan Ibnu Sina Arrida	Mandiri	
8	2021	Pelatihan Pembuatan Sabun Cuci Tangan di RW 06 Desa Jelegong Kecamatan Rancaekek Kabupaten Bandung	Mandiri	
9	2022	Pelatihan Pembuatan Telur Asin Berbumbu di Masyarakat Kampus	Mandiri	
10	2022	Korps Sukarela Palang Merah Indonesia (KSR PMI)	Mandiri	
11	2022	Pendampingan Penyusunan RAB Dana Desa Bidang Ketahanan Pangan PIP Project	Mandiri	
12	2022	Pelatihan dan Workshop Potensi Desa untuk Produk Unggulan (Tepung Mocaf) Desa bagi Ketahanan Pangan	Mandiri	
13	2022	Pelatihan dan Workshop Bela Negara Berbasis Teknologi dan	Mandiri	

		Manajemen Industri Pertanian untuk Ketahanan Pangan		
14	2022	Pemanfaatan dan Dampak dari Teknologi (Bijak Menggunakan Media Sosial)	Mandiri	
15	2023	Pengolahan Budidaya Tanaman, Manajemen dan Teknologi Industri Pertanian pada Industri Kopi untuk Ketahanan Pangan	Mandiri	
16	2023	Pengelolaan Usaha dan Legalitas Ekonomi Produktif Singkong untuk Ketahanan Pangan Desa	Mandiri	
17	2023	Pengelolaan Usaha dan legalitas Ekonomi Produktif Sale Pisang Untuk Produk Unggulan Desa dalam Mendukung Ketahanan Pangan Desa	Mandiri	
18	2023	Diklat Program Pemanfaatan Potensi Pertanian Desa melalui Teknologi dan Manajemen Industri	Mandiri	
19	2023/2024	Pelatihan dan Workshop Bela Negara Berbasis Teknologi dan Manajemen Industri Pertanian untuk Ketahanan Pangan	Mandiri	
20	2023/2024	Pelatihan dan Workshop Potensi Desa untuk Produk Unggulan (Tepung Mocaf) Desa bagi Ketahanan Pangan	Mandiri	
21	2023	Pendampingan Perancangan Usaha Produk Unggulan Desa Cijambu Berbasis Digital Sebagai Nilai Tambah Desa Wisata Hijau	Kemdikbudristek (BIMA)	
22	2023	Sosialisasi Studi	Mandiri	

		kelayakan UMKM Desa Dalam Memperkuat Ekowisata Desa		
23	2023	Diklat Program Pemanfaatan Potensi Pertanian Desa melalui Teknologi dan Manajemen Industri	Mandiri	
24	2023	Peran Mahasiswa dalam Melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Ciptasari	Institusi	
25	2024	Sosialisasi dan Pendampingan Produk Unggulan Desa Berupa Kopi Gugus Cinta Gunung Cijambu (Kopi Guci) dengan Pemasaran secara Digital Guna meningkatkan Kesejahteraan Anggota Lembaga Desa	Mandiri	
26	2024	Pelatihan Dan Pendampingan Pembuatan Dan Pemasaran Online Usaha Pepes Ayam Merdeka - Wardjoe Kasintoe	Mandiri	
27	2024	Manajemen Pemanfaatan Lahan Pekarangan oleh Kelompok Wanita Tani untuk Menurunkan Angka Stunting di Desa Rancakalong	Mandiri	
28	2024	Peran Mahasiswa KKN dalam Mendukung Pengembangan Lembaga Pendidikan Perintis studi Kasus: SD IT AL – Istiqomah	Institusi	
29	2024	Sinergi Digitalisasi dan Kesadaran K3 sebagai Strategi Peningkatan Daya Saing UMKM di Desa Lebakwangi	Institusi	
30	2024	Pembuatan Aplikasi	Kemdikbudristek	

		Wisata Desa Berbasis Web sebagai unggulan Desa di Desa Bojongsari Kab. Bandung	(BIMA)	
31	2024	Manajemen Pemanfaatan Lahan Pekarangan oleh Kelompok Wanita Tani untuk Menurunkan Angka Stunting di Desa Rancakalong	Kemdikbudristek (BIMA)	

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam laporan hasil penelitian Tugas Akhir Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Islam Nusantara.

Bandung, 2025

ttd

Rafika Ratik Srimurni ,S.TP.,M.Si.

Lampiran 2 Biodata Tim Pelaksana (*lanjutan*).

3. Biodata Anggota Peneliti (2)

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Ayu Sri Anjani
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Jabatan Fungsional	Mahasiswa
4	NIM	41037003211060
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Garut, 03 Maret 2002
7	E-mail	Ayusrianjani625@gmail.com
9	Nomor Telepon/HP	088218965272

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Islam Nusantara		
Bidang Ilmu	Teknik Industri		
Tahun Masuk-Lulus	2021 – 2025		
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Otomatisasi Alat Sortir Ukuran Benih Kentang G-0 Berbasis Sensor Load Cell		
Nama Pembimbing/Promotor	Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.		

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

(Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Rp)
1.	2024	Kinerja Dinas Lingkungan Hidup Dalam Pengawasan Limbah Industri Di PT. Dua Putri Kapuji		

* Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema penelitian DIKTI/DIKSI maupun

dari sumber lainnya.

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Rp)
1.	2024	KKN – Tematik	Pribadi	870.000
2.				

* Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema pengabdian kepada masyarakat DIKTI/DIKSI maupun dari sumber lainnya.

E. Publikasi Artikel Ilmiah pada Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1.	Otomatisasi Alat Sortir Ukuran Benih Kentang G-0 Berbasis Sensor Load Cell	Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)	

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1.			
2.			
..			
dst			

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1.				
2.				
..				
dst				

H. Perolehan HKI dalam 5–10 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1.				
2.				
..				
dst				

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah	Tahun	Tempat Penerbitan	Respon Masyarakat
----	---	-------	-------------------	-------------------

	Diterapkan			
1.				
2.				
..				
dst				

J. Penghargaan dalam 10 Tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1.			
2.			
..			
dst			

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam laporan hasil penelitian Tugas Akhir Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Islam Nusantara.

Bandung, 2025

ttd

Ayu Sri Anjani

Lampiran 2 Biodata Tim Pelaksana (*lanjutan*).

4. Biodata Anggota Peneliti (3)

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Hasbi Hasidik Sihab
2	Jenis Kelamin	Laki – laki
3	Jabatan Fungsional	Mahasiswa
4	NIM	41037003211042
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Bandung, 21 Maret 2003
7	E-mail	hasbiihasidikhasbiihasidik@gmail.com
9	Nomor Telepon/HP	081289145840

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Islam Nusantara		
Bidang Ilmu	Teknik Industri		
Tahun Masuk-Lulus	2021 – 2025		
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Otomatisasi Alat Sortir Ukuran Benih Kentang G-0 Berbasis Sensor Load Cell		
Nama Pembimbing/Promotor	Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.		

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

(Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Rp)
1.	2024	Sistem Manajemen		

		Pergudangan Pt Kentang Hollando Sejahtera		
2.	2024	Pemberdayaan UMKM di Desa Lebakwangi melalui Optimalisasi Google Bisnisku, Sosialisasi Kesadaran K3, dan Seminar Pemasaran Digital		

* Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema penelitian DIKTI/DIKSI maupun dari sumber lainnya.

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Rp)
1.	2024	KKN - Tematik	Pribadi	870.000
2.				

* Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema pengabdian kepada masyarakat DIKTI/DIKSI maupun dari sumber lainnya.

E. Publikasi Artikel Ilmiah pada Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1.	Otomatisasi Alat Sortir Ukuran Benih Kentang G-0 Berbasis Sensor Load Cell	Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)	

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1.			
2.			
..			
dst			

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1.				
2.				
..				
dst				

H. Perolehan HKI dalam 5–10 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1.				
2.				

..				
dst				

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerbitan	Respon Masyarakat
1.				
2.				
..				
dst				

J. Penghargaan dalam 10 Tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1.			
2.			
..			
dst			

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam laporan hasil penelitian Tugas Akhir Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Islam Nusantara.

Bandung, 2025

ttd

Hasbi Hasidik Sihab

Lampiran 2 Biodata Tim Pelaksana (*lanjutan*).

5. Biodata Anggota Peneliti (4)

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Intan Nurlaela
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Jabatan Fungsional	Mahasiswa
4	NIM	41037003211004
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Bandung, 30 Juli 2003
6	E-mail	intannurlaela3007@gmail.com
7	Nomor Telepon/HP	083867578081

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Islam Nusantara		
Bidang Ilmu	Teknik Industri		
Tahun Masuk-Lulus	2021 – 2025		
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Otomatisasi Alat Sortir Ukuran Benih Kentang G-0 Berbasis Sensor Load Cell		
Nama Pembimbing/Promotor	Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.		

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

(Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Rp)
1.	2024	Pola komunikasi customer		

		relation koordinator dalam membangun hubungan baik dengan pelanggan di tunas Toyota Kiara condong Kota Bandung		
2.				

* Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema penelitian DIKTI/DIKSI maupun dari sumber lainnya.

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Rp)
1.	2024	KKN – Tematik	Pribadi	870.000
2.				

* Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema pengabdian kepada masyarakat DIKTI/DIKSI maupun dari sumber lainnya.

E. Publikasi Artikel Ilmiah pada Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1.	Otomatisasi Alat Sortir Ukuran Benih Kentang G-0 Berbasis Sensor Load Cell	Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)	

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1.			
2.			
..			
dst			

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1.				
2.				
..				
dst				

H. Perolehan HKI dalam 5–10 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1.				
2.				
..				

dst				
-----	--	--	--	--

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerbitan	Respon Masyarakat
1.				
2.				
..				
dst				

J. Penghargaan dalam 10 Tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1.			
2.			
..			
dst			

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam laporan hasil penelitian Tugas Akhir Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Islam Nusantara.

Bandung, 2025

ttd

Intan Nurlaela

Lampiran 2 Biodata Tim Pelaksana (*lanjutan*).

6. Biodata Anggota Peneliti (5)

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Muhammad Rusdan Fahmi
2	Jenis Kelamin	Laki – laki
3	Jabatan Fungsional	Mahasiswa
4	NIM	41037003211006
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Jakarta, 05 Agustus 2002
6	E-mail	rusdanfahmi09@gmail.com
7	Nomor Telepon/HP	085710378459

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Islam Nusantara		
Bidang Ilmu	Teknik Industri		
Tahun Masuk-Lulus	2021 – 2025		
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Otomatisasi Alat Sortir Ukuran Benih Kentang G-0 Berbasis Sensor Load Cell		
Nama Pembimbing/Promotor	Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.		

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

(Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Rp)
1.	2024	Penerapan Standar		

		Operasional Prosedur (Sop) Dalam Pemberkasan Arsip Di Dinas Energi Sumber Daya Mineral		
2.				

* Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema penelitian DIKTI/DIKSI maupun dari sumber lainnya.

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Rp)
1.	2024	KKN – Tematik	Pribadi	870.000
2.				

* Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema pengabdian kepada masyarakat DIKTI/DIKSI maupun dari sumber lainnya.

E. Publikasi Artikel Ilmiah pada Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1.	Otomatisasi Alat Sortir Ukuran Benih Kentang G-0 Berdasarkan Sensor Load Cell	Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)	

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1.			
2.			
..			
dst			

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1.				
2.				
..				
dst				

H. Perolehan HKI dalam 5–10 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1.				
2.				
..				

dst				
-----	--	--	--	--

K. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerbitan	Respon Masyarakat
1.				
2.				
..				
dst				

L. Penghargaan dalam 10 Tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1.			
2.			
..			
dst			

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam laporan hasil penelitian Tugas Akhir Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Islam Nusantara.

Bandung, 2025

ttd

Muhammad Rusdan Fahmi

Lampiran 3 Bukti Artikel Ilmiah atau Publikasi.

**LETTER OF ACCEPTANCE (LoA)**


Nomor. 48991/JUTIN/TIN-FT/UPTT/VIII/2025

Dewan penyunting Jurnal JUTIN telah menerima artikel,

Nama : Aris Fiatno, M.T
 Jabatan : Editor in Chief Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)
 Institusi : Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai
 Terindeks : Google Scholar, Portal Garuda, Crossref, SINTA (Grade 5)

Dengan ini menerangkan bahwa artikel dengan judul :

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

Nama : Ayu Sri Anjani¹, Hasbi Hasidik Sihab¹, Intan Nurlaela¹, Muhammad Rusdan Fahmi¹, Rafika Ratik Srimurni¹, Iwan Satriyo Nugroho¹
 Asal Instansi : ¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Nusantara, Bandung, Indonesia

Menyatakan bahwa artikel tersebut **telah diproses** sesuai Prosedur Penulisan dan **akan publish** pada **Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)** Volume 8 Nomor 4 Tahun 2025.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan harap dipergunakan dengan sebaik-baiknya.


Bangkinang, 9 Agustus 2025

Yang membuat pernyataan




Aris Fiatno, M.T

Lampiran 4 HKI, Publikasi, Poster dan Produk Luaran Lainnya.



OTOMATISASI ALAT SORTIR UKURAN BENIH KENTANG G-0 BERBASIS SENSOR LOAD CELL

AUTHORS

: Ir. Iwan Satriyo Nugroho, MM, Rafika Ratik Srimurni, S.TP., M.Si, Muhammad Rusdan Fahmi, Hasbi Hasidik sihab, Ayu Sri Anjani, Intan Nurlaela.

AFFILIATIONS

TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM NUSANTARA

◆ LATAR BELAKANG ◆

Desain alat sortir ini menyesuaikan dengan karakteristik fisik benih kentang G-0 yang memiliki ukuran kecil dan seragam, namun tetap membutuhkan pengelompokan berdasarkan jumlah atau berat benih yang masuk ke tiap wadah sortir (Li et al., 2021). Oleh karena itu dipilih komponen mekanis seperti kerangka besi untuk menopang struktur utama alat dan memastikan stabilitas kerja (Fragassa et al., 2020).

◆ TUJUAN ◆


1. Untuk merancang alat sortir ukuran benih kentang G-0.
2. Untuk mempercepat dan mempermudah pekerjaan seorang karyawan
3. Untuk Mengetahui kelayakan finansial alat sortir ukuran benih kentang G-0

◆ HASIL PENELITIAN ◆


Berdasarkan hasil penelitian mengenai perancangan alat sortir ukuran benih kentang G-0 berbasis load cell dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis agar dapat memenuhi kebutuhan teknis dan operasional di lapangan. Pada setiap wadah penampung ditempatkan sensor load cell yang berfungsi mendeteksi berat umbi secara real-time. Sinyal dari load cell diperkuat oleh modul HX711 kemudian diproses oleh mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai pusat kendali, yang selanjutnya mengatur servo motor untuk membuka atau menutup jalur sortir sesuai kategori yang telah diprogram.

◆ SARAN ◆

Penelitian ini masih berupa prototipe sederhana, sehingga disarankan pengembangan selanjutnya dilakukan pada kapasitas yang lebih besar dan efisien. Sistem sortir yang hanya mengandalkan sensor load cell perlu dikombinasikan dengan sensor tambahan, seperti kamera atau sensor dimensi, agar penyortiran lebih akurat. Dari sisi konstruksi, penggunaan material ringan seperti aluminium juga perlu dipertimbangkan agar alat lebih praktis. Pengujian sebaiknya dilakukan dengan jumlah sampel lebih banyak dan kondisi lingkungan bervariasi untuk menilai ketahanan alat. Ke depan, alat ini dapat dikembangkan dengan integrasi IoT agar hasil sortir dapat dipantau secara real-time dan mendukung modernisasi



METODOLOGI



◆ ANALISIS ◆

Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat sortir benih kentang G-0 berbasis load cell mampu meningkatkan efisiensi proses penyortiran. Berdasarkan hasil time study, penyortiran manual membutuhkan rata-rata waktu 35,64 detik, sedangkan dengan alat otomatis hanya memerlukan 20 detik. Dengan demikian, terjadi peningkatan efisiensi waktu sebesar 38,27%. Dari aspek kinerja teknis, alat sortir ini juga memiliki tingkat akurasi yang tinggi, yakni mencapai 97%. Hal ini membuktikan bahwa sistem berbasis load cell dapat menghasilkan hasil sortir yang konsisten serta mampu meminimalkan kesalahan yang umumnya terjadi pada proses manual. Analisis kelayakan finansial lebih lanjut menunjukkan bahwa alat ini layak untuk diimplementasikan. Hasil perhitungan diperoleh nilai Net Present Value (NPV) sebesar Rp86.526.671, Internal Rate of Return (IRR) lebih dari 50%, Benefit/Cost Ratio (B/C) sebesar 29,84, serta Payback Period (PP) hanya 0,083 tahun atau sekitar satu bulan. Selain itu, Break Even Point (BEP) dapat dicapai dengan produksi satu unit

Lampiran 5 Laporan RAB Penelitian

1. Honor				
Honor	Honor/Jam (Rp)	Waktu (OJ/OB)	Jumlah	Honor per Tahun (Rp)
Tenaga ahli las	100.000	8 jam	1 orang	800.000
Sub Total (Rp)				800.000
2. Teknologi dan Inovasi yang diserahkan kepada mitra				
Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Biaya per Tahun (Rp)
Alat sortir ukuran benih kentang G-0	Di gunakan mitra untuk produksi	1 unit	3.500.000	3.500.000
Sub Total (Rp)				3.500.000
3. Bahan Penelitian				
Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Biaya per Tahun (Rp)
Dudukan lem		-	200.000	
Besi hellow		2L	200.000	
Ardiuno		1 unit	200.000	
Sensor load cell		16 unit	170.000	
Modul HX711		4 unit	200.000	
Servo motor		4 unit	180.000	
Besi hellow		2L	300.000	
Roda		4 unit	100.000	
Plat besi		1 unit	100.000	
Bearing		6 unit	100.000	
As roda		2 unit	100.000	
Sub Total (Rp)				1.850.000
4. Perjalanan dan Konsumsi				
Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Biaya per Tahun (Rp)

Transportasi	Survey dan Pembelian bahan	8 kali	100.000	800.000
Konsumsi	Pada saat observasi	8 kali	50.000	450.000
Sub Total (Rp)				1.250.000
5. Lain-Lain				
Kegiatan	Justifikasi	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Biaya per Tahun (Rp)
Jurnal sinta 5	Publikasi	1	500.000	500.000
Poster	Pameran ciptaan		50.000	50.000
Sub Total (Rp)				550.000
TOTAL ANGGARAN YANG DIPERLUKAN (Rp)				7.950.000

Lampiran 6 Sk Pembimbing Tugas Akhir



UNIVERSITAS ISLAM NUSANTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Soekarno Hatta No. 530, Bandung 40286, Telp/Faks +6222 7509656
 Website: www.uinusa.ac.id - email: fakultasteknikuinusa@gmail.com

SURAT KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM NUSANTARA
No. : 548/UNINUS/FTEK/PK/2025

Tentang
PENUNJUKAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM NUSANTARA
TAHUN AKADEMIK 2024/2025

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Islam Nusantara
Bismillahirrohmanirrohim

- Menimbang**
- Diperlukannya suatu susunan pembimbing tugas akhir bagi mahasiswa yang akan menyelesaikan kegiatan akademik untuk mencapai jenjang sarjana (S1) Fakultas Teknik Universitas Islam Nusantara.
 - Surat Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi Nomor: 3801/SK/BAN-PT/Akred/S/VI/2022, Tentang Nilai dan Peningkat Akreditasi Program Studi Pada Program Sarjana Teknik Industri tertanggal 21 Juni 2022.
- Mengingat**
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2003 Nomor 78, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4301);
 - Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 158, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5336);
 - Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2013 tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2013 Nomor 71, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5410);
 - Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
 - Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 49 Tahun 2014 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi;
 - Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2020 tentang Pendirian, Perubahan, Pembubaran Perguruan Tinggi Negeri, dan Pendirian, Perubahan, Pencabutan Izin Perguruan Tinggi Swasta;
 - Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, Republik Indonesia Nomor 53 Tahun 2023 Tentang Penjaminan Mutu Pendidikan Tinggi;

Memutuskan

- Menetapkan** : Mengangkat dan menetapkan nama Dosen Pembimbing di bawah ini :

Pembimbing 1	: Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.
NIDN	: 0406087703
Pembimbing 2	: Rafika Ratik Srimurni, S.TP., M.Si.
NIDN	: 0414109103

Untuk membimbing penyusunan Tugas Akhir mahasiswa di bawah ini :

NIM	Nama
41037003211004	Intan Nurlaela
41037003211007	Muhammad Rusdan Fahmi
41037003211047	Hasbi Hasidik Sihab
41037003211060	Ayu Sri Anjani

- Kedua** : Keputusan ini dapat ditinjau ulang dikemudian hari jika ada kekeliruan;
Ketiga : Keputusan ini berlaku selama 1 (satu) semester terhitung mulai tanggal ditetapkan dan disampaikan kepada yang berkepentingan untuk diketahui dan digunakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan : di Bandung
 Pada Tanggal : 02 Juni 2025
 Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ricky Yosoptry, M.M.Pd.
 NIDN : 0419097201

FTEK UNINUS
 Fakultas Teknik

- Tembusan :**
- Yth. Rektor Uninus
 - Biro Akademik
 - Mahasiswa yang bersangkutan
 - Arsip.

Lampiran 7 Buku Kendali Tugas Akhir



UNIVERSITAS ISLAM NUSANTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Soekarno Hatta No. 530, Bandung 40286, Telp/Faks +6222 7509956
Website: www.uinmas.ac.id email: fakultasteknik@uinmas@gmail.com

FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR MAHASISWA

Nama : **Hasbi Hasidik Sihab**
 NIM : **41037003211047**
 Program Studi : **Teknik Industri**
 Pembimbing I : **Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.**
 Pembimbing II : **Rafika Ratik Srimurni, S.TP., M.Si.**
 Judul Tugas Akhir : **Otomatisasi Alat Sortir Ukuran Benih Kentang G-Nol Berbasis Load Cell**

No.	Tanggal	Catatan Perbaikan	Hal/Bab	Paraf Pembimbing
1	01/05/2025	Konsultasi Penentuan Judul	Bab 1	
2	15/05/2025	Penyusunan latar belakang proposal	Bab 1	
3	16/06/2025	Penyusunan tujuan proposal	Bab 1	
4	16/06/2025	Penyusunan metode penelitian	Bab 2	
5	19/07/2025	Revisi proposal dan penyusunan laporan	Bab 1	
6	09/08/2025	Penyusunan bab 4 laporan	Bab 4	
7	14/08/2025	Penyusunan bab 5 laporan	Bab 5	
8	16/08/2025	Revisi laporan		
9	19/08/2025	ACC laporan	Acc	

Pembimbing I

Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.

Pembimbing II

Rafika Ratik Srimurni, S.TP., M.Si.

Lampiran 7 Buku Kendali Tugas Akhir


UNIVERSITAS ISLAM NUSANTARA
FAKULTAS TEKNIK

 Jl. Soekarno Hatta No. 530, Bandung 40286, Telp/Faks +6222 7509656
 Website: www.uinmas.ac.id email: fakultasteknik@uinmas@gmail.com

FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR MAHASISWA

Nama : **Ayu Sri Anjani**
 NIM : **41037003211060**
 Program Studi : **Teknik Industri**
 Pembimbing I : **Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.**
 Pembimbing II : **Rafika Ratik Srimurni, S.TP., M.Si.**
 Judul Tugas Akhir : **Otomatisasi Alat Sortir Ukuran Benih Kentang G-Nol Berbasis Load Cell**

No.	Tanggal	Catatan Perbaikan	Hal/Bab	Paraf Pembimbing
1	01/05/2025	Konsultasi Penerimaan Judul	Bab 1	
2	15/05/2025	Penyusunan Latar belakang Proposal	Bab 1	
3	16/06/2025	Penyusunan Abstrak Tujuan Proposal	Bab 1	
4	16/06/2025	Penyusunan Metode Penelitian	Bab 2	
5	19/07/2025	Revisi Proposal dan Penyusunan Laporan	Bab 1	
6	09/08/2025	Penyusunan Bab 4 laporan	Bab 4	
7	14/08/2025	Penyusunan Bab 5 laporan	Bab 5	
8	16/08/2025	Revisi Laporan		
9	19/08/2025	Acc Laporan	Acc	

Pembimbing I

Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.

Pembimbing II

Rafika Ratik Srimurni, S.TP., M.Si.

Lampiran 7 Buku Kendali Tugas Akhir



**UNIVERSITAS ISLAM NUSANTARA
FAKULTAS TEKNIK**

Jl. Soekarno Hatta No. 530, Bandung 40286, Telp/Faks +6222 7509656
Website: www.uinunus.ac.id email: fakultasteknik@uinunus@gmail.com

FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR MAHASISWA

Nama : **Muhamad Rusdan Fahmi**
 NIM : **41037003211007**
 Program Studi : **Teknik Industri**
 Pembimbing I : **Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.**
 Pembimbing II : **Rafika Ratik Srimurni, S.TP., M.Si.**
 Judul Tugas Akhir : **Otomatisasi Alat Sortir Ukuran Benih Kentang G-Nol Berbasis Load Cell**

No.	Tanggal	Catatan Perbaikan	Hal/Bab	Paraf Pembimbing
1	01/05/2025	Konsultasi Penyelesaian Judul	Bab 1	
2	15/05/2025	Proposal Latar belakang	Bab 1	
3	16/06/2025	Penyusunan tujuan proposal	Bab 1	
4	16/06/2025	Pemilihan metode penelitian	Bab 2	
5	19/07/2025	Revisi proposal dan penyusunan laporan	Bab 1	
6	05/08/2025	Penyusunan bab 4 laporan	Bab 4	
7	19/08/2025	Penyusunan bab 5 laporan	Bab 5	
8	16/08/2025	Revisi laporan		
9	15/08/2025	Acc laporan	Acc	

Pembimbing I

Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.

Pembimbing II

Rafika Ratik Srimurni, S.TP., M.Si.

Lampiran 7 Buku Kendali Tugas Akhir



UNIVERSITAS ISLAM NUSANTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Soekarno Hatta No. 530, Bandung 40286, Telp./Faks: +6222 7509656
 Website: www.uinuis.ac.id email: fakultasteknik@uinuis@gmail.com

FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR MAHASISWA

Nama : **Intan Nurlaela**
 NIM : **41037003211004**
 Program Studi : **Teknik Industri**
 Pembimbing I : **Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.**
 Pembimbing II : **Rafika Ratik Srimurni, S.TP., M.Si.**
 Judul Tugas Akhir : **Otomatisasi Alat Sortir Ukuran Benih Kentang G-Nol Berbasis Load Cell**

No.	Tanggal	Catatan Perbaikan	Hal/Bab	Paraf Pembimbing
1	01/05/2015	Konsultasi Pengajuan Judul	Bab 1	
2	15/05/2015	Penyusunan Latar belakang proposal	Bab 1	
3	16/06/2015	Penyusunan tujuan proposal	Bab 1	
4	16/06/2015	Penyusunan metode Penelitian	Bab 2	
5	14/07/2015	Revisi proposal dan penyusunan laporan	Bab 1	
6	09/08/2015	Penyusunan Bab 4 laporan	Bab 4	
7	14/08/2015	Penyusunan Bab 5 laporan	Bab 5	
8	16/08/2015	Revisi laporan		
9	19/08/2015	ACC Laporan	ACC	

Pembimbing I

Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.

Pembimbing II

Rafika Ratik Srimurni, S.TP., M.Si.

Lampiran 7 Buku Kendali Tugas Akhir



UNIVERSITAS ISLAM NUSANTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Soekarno Hatta No. 530, Bandung 40286, Telp./Faks: +6222 7509656
 Website: www.uinunus.ac.id, email: fakultasteknik@uinunus@gmail.com

FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR MAHASISWA

Nama : **Hasbi Hasidik Sihab**
 NIM : **41037003211047**
 Program Studi : Teknik Industri
 Pembimbing I : Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.
 Pembimbing II : Rafika Ratik Srimurni, S.TP., M.Si.
 Judul Tugas Akhir : Otomatisasi Alat Sortir Ukuran Benih Kentang G-Nol Berbasis *Load Cell*

No.	Tanggal	Catatan Perbaikan	Hal/Bab	Paraf Pembimbing
1	01/05/2025	Konsultasi Pengisian Judul	Bab 1	↑
2	15/05/2025	Pen-tusuran Latar belakang proposal	Bab 1	↑
3	16/06/2025	Pen-tusuran tujuan proposal	Bab 1	↑
4	16/06/2025	Pen-tusuran metode penelitian	Bab 2	↑
5	19/07/2025	Revisi proposal & Pen-tusuran laporan	Bab 1	↑
6	31/07/2025	Penyusunan jurnal		↑
7	19/08/2025	Penyusunan laporan		↑

Pembimbing I

Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.

Pembimbing II

Rafika Ratik Srimurni, S.TP., M.Si.

Lampiran 7 Buku Kendali Tugas Akhir



UNIVERSITAS ISLAM NUSANTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Sekeloa Hatta No. 330 Bandung 40286. Telp-Fax: 0222 7209656
 Website: www.uinns.ac.id email: fakultasteknik@uinns@gmail.com

FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR MAHASISWA

Nama : **Ayu Sri Anjani**
 NIM : **41037003211060**
 Program Studi : Teknik Industri
 Pembimbing I : Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.
 Pembimbing II : Rafika Ratik Srimurni, S.TP., M.Si.
 Judul Tugas Akhir : Otomatisasi Alat Sortir Ukuran Benih Kentang G-Nol Berbasis *Load Cell*

No.	Tanggal	Catatan Perbaikan	Hal/Bab	Paraf Pembimbing
1	01/05/2015	Konsultasi Penyesuaian Judul	Bab 1	
2	15/05/2015	Penyusunan latar belakang proposal	Bab 1	
3	16/06/2015	Penyusunan tujuan proposal	Bab 1	
4	16/06/2015	Penyusunan metode penelitian	Bab 2	
5	14/07/2015	Revisi proposal dan penyusunan laporan	Bab 1	
6	31/07/2015	Penyusunan jurnal		
7	14/08/2015	Penyusunan laporan		

Pembimbing I

Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.

Pembimbing II

Rafika Ratik Srimurni, S.TP., M.Si.

Lampiran 7 Buku Kendali Tugas Akhir



UNIVERSITAS ISLAM NUSANTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Sekeloa Hatta No. 503, Bandung 40136. Telp. Faks. +6221 7509056
 Website: www.uinmas.ac.id email: fakultasteknik@uinmas.ac.id

FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR MAHASISWA

Nama : **Muhamad Rusdan Fahmi**
 NIM : **41037003211007**
 Program Studi : Teknik Industri
 Pembimbing I : Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.
 Pembimbing II : Rafika Ratik Srimurni, S.TP., M.Si.
 Judul Tugas Akhir : Otomatisasi Alat Sortir Ukuran Benih Kentang G-Nol Berbasis *Load Cell*

No.	Tanggal	Catatan Perbaikan	Hal/Bab	Paraf Pembimbing
1	01/05/2025	Konsultasi Peninjauan judul	Bab 1	f
2	15/05/2025	Penyusunan latar belakang proposal	Bab 1	f
3	16/06/2025	Penyusunan tujuan proposal	Bab 1	f
4	16/06/2025	Penyusunan metode Penelitian	Bab 2	f
5	14/07/2025	Revisi proposal dan penyusunan laporan	Bab 1	f
6	31/07/2025	Penyusunan jurnal		f
7	19/08/2025	Penyusunan laporan		f

Pembimbing I

Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.

Pembimbing II

Rafika Ratik Srimurni, S.TP., M.Si.

Lampiran 7 Buku Kendali Tugas Akhir



UNIVERSITAS ISLAM NUSANTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Sekeloa Utara No. 531, Bandung 40136, Telp: Faks: 0222 / 509636
 Website: www.uin-sus.ac.id email: fakultasteknik@uin-sus.ac.id

FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR MAHASISWA

Nama : **Intan Nurlaela**
 NIM : **41037003211004**
 Program Studi : **Teknik Industri**
 Pembimbing I : **Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.**
 Pembimbing II : **Rafika Ratik Srimurni, S.TP., M.Si.**
 Judul Tugas Akhir : **Otomatisasi Alat Sortir Ukuran Benih Kentang G-Nol Berbasis Load Cell**

No.	Tanggal	Catatan Perbaikan	Hal/Bab	Paraf Pembimbing
1	01/05/2025	Konsultasi Pengajuan judul	Bab 1	
2	15/05/2025	Penyusunan Latar belakang Proposal	Bab 1	
3	16/06/2025	Penyusunan tujuan proposal	Bab 1	
4	16/06/2025	Penyusunan metode penelitian	Bab 2	
5	14/07/2025	Revisi proposal dan Penyusunan laporan	Bab 1	
6	31/07/2025	Penyusunan jurnal		
7	14/08/2025	Penyusunan laporan		

Pembimbing I

Ir. Iwan Satriyo Nugroho, M.M.

Pembimbing II

Rafika Ratik Srimurni, S.TP., M.Si.

Lampiran 8 Dokumentasi Seminar Akhir Atau Kegiatan Lainnya