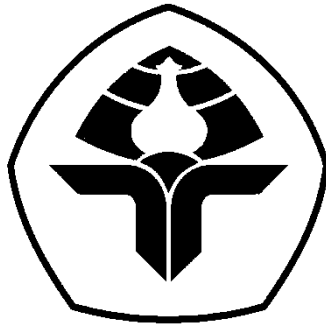


TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN
MESIN *BAGGING* SEMI-OTOMATIS
PUPUK KOMPOS KAPASITAS 5 KG**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I MADE DUANA ARTA

D3 TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN
MESIN *BAGGING* SEMI-OTOMATIS
PUPUK KOMPOS KAPASITAS 5 KG**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I MADE DUANA ARTA

NIM. 2215213026

D3 TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Permintaan pupuk kompos terus meningkat seiring kesadaran akan pertanian berkelanjutan. Sebagai hasil penguraian limbah organik, pupuk ini kaya nutrisi, ramah lingkungan, dan mampu memperbaiki struktur tanah. Meski bermanfaat, tantangan utama adalah pengemasan yang belum efisien, terutama bagi produksi skala kecil dan menengah.

Dari permasalahan tersebut, dirancang mesin *bagging* semi-otomatis kapasitas 5 kg untuk menyederhanakan proses pengemasan pupuk kompos dengan sistem pengisian dan penimbangan terpadu. Mesin ini cocok bagi produsen skala kecil-menengah karena efisien, akurat, praktis, dan hemat biaya. Selain meningkatkan produktivitas, alat ini juga mendorong adopsi teknologi dalam pertanian berkelanjutan dan daya saing produsen lokal.

Hasil rancang bangun didapat konstruksi mesin *bagging* semi-otomatis pupuk kompos kapasitas 5 kg dengan dimensi tinggi 155 cm, lebar 68 cm, dan panjang 68 cm. Mesin ini menggunakan motor listrik berdaya 350 watt sebagai penggerak utama dan dilengkapi dengan *screw conveyor* untuk menghantarkan pupuk ke dalam kantong. Sistem pengisian dirancang semi-otomatis dengan mekanisme sederhana sehingga memudahkan proses pengemasan, serta dilengkapi wadah penampung danudukan timbangan.

Kata kunci: Kompos, Rancang bangun, *Bagging* mesin, *screw conveyor*

ABSTRAK

The demand for composted fertilizers continues to increase with the awareness of sustainable agriculture. As the result of decomposing organic waste, these fertilizers are nutrient-rich, environmentally friendly, and capable of improving soil structure. Despite its benefits, the main challenge is inefficient packaging, especially for small and medium-scale production.

From this problem, a semi-automatic bagging machine with a capacity of 5 kg was designed to simplify the packaging process of compost fertilizer with an integrated filling and weighing system. This machine is suitable for small-medium scale producers because it is efficient, accurate, practical and cost-effective. In addition to increasing productivity, this tool also encourages the adoption of technology in sustainable agriculture and the competitiveness of local producers.

The results of the design obtained the construction of a semi-automatic bagging machine for compost fertilizer with a capacity of 5 kg with dimensions of 155 cm high, 68 cm wide, and 68 cm long. This machine uses a 350 watt electric motor as the main drive and is equipped with a screw conveyor to deliver fertilizer into the bag. The filling system is designed semi-automatically with a simple mechanism that facilitates the packaging process, and is equipped with a container and weighing scale.

Keywords: Compost, Design, Bagging machine, screw conveyor

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	ii
Pengesahan oleh Pembimbing	iii
Persetujuan oleh Dosen Penguji.....	iv
Pernyataan Bebas Plagiat	v
Ucapan Terima Kasih	vi
Abstrak dalam Bahasa Indonesia	viii
Abstrak dalam Bahasa Inggris	ix
Kata Pengantar	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel.....	xv
Daftar Gambar.....	xvi
Daftar Lampiran	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.4.1 Tujuan Umum	2
1.4.2 Tujuan Khusus	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Pupuk Kompos.....	4
2.2 Mesin <i>Bagging</i>	5
2.3 Pengertian Rancang Bangun	6
2.4 Aspek Pemilihan Bahan	7
2.5 Baja	8
2.5.1 Baja Karbon	8
2.5.2 Baja Paduan	9

2.6 Perencanaan Rangka	10
2.7 Plat	10
2.8 Besi Hollow.....	11
2.9 <i>Screw Conveyor</i>	12
2.10 Motor Listrik	13
2.10.1 Jenis Jenis Motor Listrik.....	13
2.10.2 Perencanaan Daya Motor Listrik	14
2.11 <i>Driver</i> Motor DC (BTS 7960).....	15
2.12 <i>Load Cell</i>	17
2.13 HX711 <i>Load Cell Amplifier</i>	18
2.14 Mikrokontroler	18
2.15 Arduino.....	19
2.16 LCD (<i>Liquid Cristal Display</i>)	21
2.17 <i>Power Supply</i>	22
2.18 <i>Step Down</i>	23
2.19 Poros.....	24
2.19.1 Macam Macam Poros	24
2.19.2 Hal-Hal Penting Dalam Perencanaan Poros	25
2.20 <i>Bearing</i>	27
2.20.1 Klasifikasi <i>Bearing</i>	27
2.21 Baut dan Mur	30
2.22 Sambungan Las	30
BAB III METODE PENELITIAN	33
3.1 Jenis Penelitian.....	33
3.1.1 Konsep Mesin <i>Bagging</i> Semi-Otomatis Pupuk Kompos Kapasitas 5 Kg	34
3.1.2 Gambar Mesin <i>Bagging</i> Semi-Otomatis Pupuk Kompos Kapasitas 5 Kg	35

3.1.3 Cara Kerja Mesin <i>Bagging</i> Semi-Otomatis Pupuk Kompos Kapasitas 5 Kg.....	36
3.1.4 Rangkaian Kelistrikan Mesin <i>Bagging</i> Semi-Otomatis Pupuk Kompos Kapasitas 5 Kg.....	37
3.1.5 Cara Kerja Kelistrikan Mesin <i>Bagging</i> Semi-Otomatis Pupuk Kompos Kapasitas 5 Kg.....	37
3.2 Alur Penelitian.....	38
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	40
3.4 Penentuan Sumber Data	40
3.5 Sumber Daya Penelitian.....	40
3.6 Instrumen Penelitian.....	41
3.7 Prosedur Penelitian.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	44
4.1 Hasil Penelitian	44
4.1.1 Hasil Rancangan	44
4.1.2 Pehitungan dan pemilihan komponen.....	44
4.1.3 Pembuatan Program.....	49
4.1.4 Pembuatan Komponen.....	56
4.1.5 <i>Fishing</i> Alat.....	60
4.2 Pembahasan.....	65
4.2.1 Analisis Data	65
4.2.2 Kelemahan Alat.....	69
4.2.3 Perawatan pada Mesin <i>Bagging</i> Semi-otomatis Pupuk Kompos Kapasitas 5 Kg.....	70
4.2.4 Anggaran Biaya.....	71
BAB V PENUTUP.....	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran.....	74

DAFTAR PUSTAKA.....	75
LAMPIRAN.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Tabel kegiatan penelitian.....	40
Tabel 3.2	Pengambilan data	42
Tabel 4.1	Pengambilan data.....	68
Tabel 4.2	Rincian bahan dan biaya	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mesin <i>bagging</i> semi-otomatis	5
Gambar 2.2	Mesin <i>bagging</i> otomatis	6
Gambar 2.3	Plat besi	11
Gambar 2.4	Besi hollow	12
Gambar 2.5	<i>Screw conveyor</i>	12
Gambar 2.6	Motor listrik	13
Gambar 2.7	LCD <i>driver</i> motor dc (BTS 7960)	16
Gambar 2.8	<i>Load cell</i>	17
Gambar 2.9	HX711 <i>load cell amplifier</i>	18
Gambar 2.10	Tipe-tipe mikrokontroler	19
Gambar 2.11	Arduino nano	20
Gambar 2.12	LCD (<i>liquid cristal display</i>)	22
Gambar 2.13	<i>Power supply</i>	22
Gambar 2.14	<i>Step down</i>	23
Gambar 2.15	Poros transmisi dan spindel	25
Gambar 2.16	Arah beban bantalan	28
Gambar 2.17	Jenis-jenis sambungan las	31
Gambar 3. 1	Proses pengantongan secara manual	33
Gambar 3.2	Mesin <i>bagging</i> semi-otomatis pupuk kompos	35
Gambar 3.3	Rangkaian kelistrikan mesin <i>bagging</i> semi-otomatis pupuk kompos	37
Gambar 3.4	Diagram rancang bangun mesin <i>bagging</i> semi-otomatis	39
Gambar 4.1	Hasil rancangan mesin <i>bagging</i> semi-otomatis pupuk kompos	44
Gambar 4.2	Proses pembuatan <i>hopper</i>	57
Gambar 4.3	Proses pembuatan rangka	58
Gambar 4.4	Proses pembuatan <i>casing screw conveyor</i>	59
Gambar 4.5	Proses pembuatan leper timbangan	60
Gambar 4.6	Pemasangan <i>screw conveyor</i> ke <i>casing</i>	61
Gambar 4.7	Pemasangan tutup <i>casing</i>	61

Gambar 4.8	Pemasangan <i>casing screw conveyor</i> dengan <i>hopper</i>	62
Gambar 4.9	Pemasangan UCP	62
Gambar 4.10	Pemasangan <i>coppel</i>	62
Gambar 4.11	Pemasangan motor ke poros.....	63
Gambar 4.12	Pemasangan sensor <i>load cell</i>	63
Gambar 4.13	Pemasangan leper timbangan	63
Gambar 4.14	Pemasangan komponen yang terdapat pada box kotrol	64
Gambar 4.15	Pemasangan LCD <i>display</i> dan tombol keypad.....	64
Gambar 4.16	Pemasangan <i>power supply</i>	65
Gambar 4.17	Merangkai dan merapikan kabel	65
Gambar 4.18	Hasil pengujian 1.....	66
Gambar 4.19	Hasil pengujian 2.....	66
Gambar 4.20	Hasil pengujian 3.....	67
Gambar 4.21	Hasil pengujian 4.....	67
Gambar 4.22	Hasil pengujian 5.....	67
Gambar 4.23	Berat ember kosong.....	68
Gambar 4.24	Grafik waktu terhadap berat pada pengujian alat.....	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Faktor koreksi daya	77
Lampiran 2: Kekuatan tarik poros	77
Lampiran 3: Faktor kapasitas nominal bantalan	78
Lampiran 4: Faktor V, X, Y, dan X_0 , X_0	79
Lampiran 5: Momen kekencangan baut metrik	80
Lampiran 6: Form bimbingan tugas akhir tahun akademik 2024/2025	80
Lampiran 7: <i>Drawing</i> gambar rancang bangun mesin <i>bagging</i> semi-otomatis pupuk kompos kapasitas 5 kg	81

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era pertanian modern, kebutuhan akan pupuk organik seperti pupuk kompos terus meningkat seiring dengan meningkatnya kesadaran terhadap keberlanjutan lingkungan. Petani dan usaha micro, kecil, dan menengah (UMKM) kini semakin memahami pentingnya menjaga ekosistem alami sambil mendukung produktivitas pertanian. Pupuk organik, seperti pupuk kompos, tidak hanya membantu meningkatkan kesuburan tanah secara alami tetapi juga berkontribusi pada pengelolaan limbah organik yang lebih baik. Dengan permintaan yang terus bertambah, terutama dalam sektor pertanian berbasis keberlanjutan, dibutuhkan teknologi pendukung yang mampu mengakomodasi kebutuhan produksi dan distribusi pupuk kompos dengan lebih efisien.

Pupuk kompos merupakan hasil penguraian bahan organik, seperti limbah rumah tangga, kotoran hewan, dan sisa tanaman, oleh aktivitas mikroorganisme. Proses ini menghasilkan pupuk yang kaya akan nutrisi esensial bagi tanaman sekaligus mampu memperbaiki struktur tanah. Sebagai salah satu alternatif pupuk ramah lingkungan, pupuk kompos memiliki keunggulan dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Namun, tantangan utama yang sering dihadapi adalah proses pengemasan yang kurang efisien, terutama pada skala produksi kecil hingga menengah. Pengemasan yang tepat sangat penting untuk menjaga kualitas pupuk, memudahkan distribusi, dan meningkatkan daya tarik produk bagi konsumen.

Sebagai solusi untuk menjawab tantangan ini, dikembangkan ide untuk merancang mesin *bagging* semi-otomatis pupuk kompos kapasitas 5 kg. Mesin ini dirancang untuk menyederhanakan proses pengemasan pupuk kompos dengan memadukan pengisian dan penimbangan dalam satu perangkat. Sistem semi-otomatis memberikan fleksibilitas operasional dengan tetap menjaga efisiensi dan akurasi yang tinggi. Dengan kapasitas 5 kg, mesin ini cocok untuk produsen pupuk kompos skala kecil hingga menengah yang membutuhkan solusi praktis dan hemat biaya. Selain meningkatkan produktivitas, mesin ini juga diharapkan mampu

mendorong adopsi teknologi di sektor pertanian berkelanjutan dan membantu produsen lokal bersaing di pasar yang semakin kompetitif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan atau desain mesin *bagging* semi-otomatis pupuk kompos kapasitas 5 kg?
2. Apakah rancangan mesin *bagging* semi-otomatis pupuk kompos kapasitas 5 kg bisa presisi dan efektif?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak keluar dari tujuan yang ada, maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Hanya merancang pembuatan mesin *bagging* semi-otomatis pupuk kompos kapasitas 5 kg.
2. Tidak membahas komposisi pupuk.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini terdiri atas tujuan umum dan tujuan khusus adalah sebagai berikut:

1.4.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum dari perencanaan alat ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai pengaplikasian ilmu-ilmu yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan jenjang Diploma 3 Program Studi Teknik Mesin.
2. Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan Diploma 3 Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali.

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari perencanaan alat ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat alat rancang bangun mesin *bagging* semi-otomatis pupuk kompos kapasitas 5 kg.
2. Dapat mengetahui apakah rancang bangun mesin *bagging* semi-otomatis pupuk kompos kapasitas 5 kg dapat bekerja secara presisi dan efektif.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Bagi Penulis.
Dalam melakukan penelitian ini mahasiswa dapat mengembangkan pengetahuan yang telah didapat ketika melakukan proses pembelajaran. Selain itu, mahasiswa dapat menambah wawasan mengenai rancangan yang dibuat.
2. Manfaat Bagi Akademik Politeknik Negeri Bali.
Bagi akademik dalam hal ini Politeknik Negeri Bali khususnya jurusan teknik mesin, penelitian ini dapat menjadi referensi bagi mahasiswa yang ingin melakukan penelitian lebih lanjut mengenai rancang bangun mesin *bagging* semi-otomatis pupuk kapasitas 5 kg.
3. Manfaat Bagi Masyarakat.
Bagi masyarakat penelitian rancang bangun mesin *bagging* semi-otomatis pupuk kompos kapasitas 5 kg, ini merupakan solusi dari permasalahan yang ada pada pelaku usaha micro, kecil, dan menengah (UMKM).

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil rancang bangun, pengujian dan pengambilan data rancang bangun mesin *bagging* semi-otomatis pupuk kompos kapasitas 5 kg disimpulkan sebagai berikut:

1. Rancang bangun mesin *bagging* semi-otomatis pupuk kompos kapasitas 5 kg ini memiliki dimensi tinggi 155 cm, lebar 68 cm, dan panjang 68 cm. Mesin ini menggunakan motor listrik berdaya 350 watt sebagai penggerak utama, *hopper* sebagai penampung pupuk kompos kapasitas 25 kg, *screw conveyor* sebagai alat penyalur pupuk, rangka sebagai penompang dari semua komponen, sensor *load cell* untuk membaca berat yang dikendalikan oleh mikrokontroler arduino nano, serta LCD dan *keypad* sebagai antar muka pengguna. Mesin dirancang agar dapat melakukan proses penimbangan dan pengemasan pupuk secara semi-otomatis.
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa berat rata-rata yang dihasilkan mendekati nilai target, yaitu 5 kg, dengan tingkat kesalahan (*error*) yang masih dalam batas toleransi. Mesin menunjukkan akurasi yang cukup baik dengan deviasi maksimum sekitar $\pm 0,05$ kg dari target berat. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengukuran dengan sensor *load cell* bekerja secara presisi dalam menimbang jumlah pupuk yang diisi ke dalam kantong. Namun demikian, terdapat kendala pada kestabilan aliran pupuk di dalam *screw conveyor*, yang kadang menyebabkan ketidakteraturan dalam laju pengisian. Faktor ini dapat dipengaruhi oleh bentuk fisik pupuk kompos kemungkinan adanya kelembapan atau gumpalan yang menyumbat aliran. Meskipun terdapat kekurangan tersebut, mesin ini secara umum cukup efektif dalam meningkatkan efisiensi proses penimbangan dibandingkan metode manual.

5.2 Saran

Dalam rancang bangun mesin *bagging* semi-otomatis pupuk kompos kapasitas 5 kg ini terdapat beberapa saran yang terkait dalam perancangan yaitu sebagai berikut:

1. Mesin *bagging* semi-otomatis pupuk kompos kapasitas 5 kg masih memiliki beberapa kekurangan, terutama pada proses pengisian bahan ke dalam *hopper* yang masih dilakukan secara manual, sehingga kurang efisien. Selain itu, penggunaan ember sebagai penyangga kantong saat pengisian dinilai kurang stabil dan berpotensi mengganggu akurasi penimbangan. Sebagai langkah pengamanan dibutuhkan MCB untuk melindungi sistem dari potensi kelebihan arus listrik. Penempatan sensor *load cell* agar jarak jatuh pupuk ke dalam kantong tidak terlalu jauh, sehingga akurasi penimbangan tetap terjaga. Ke depan, disarankan untuk dilakukan redesign agar proses penimbangan dapat dilakukan secara otomatis dan lebih presisi, guna meningkatkan efisiensi serta kelancaran proses produksi secara keseluruhan.
2. Perawatan secara rutin dan berkala pada mesin *bagging* semi-otomatis pupuk kompos kapasitas 5 kg yang bertujuan untuk menjaga mesin beroperasi tetap dalam kondisi optimal dan maksimal serta menjaga usia pakai mesin menjadi lebih awet.

DAFTAR PUSTAKA

- Azmin, N., Irfan, I., Nasir, M., dan Hartati, H. 2022. Pelatihan Pembuatan Pupuk Kompos Dari Sampah Organik Di Desa Woko Kabupaten Dompu. *Jompa Abdi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 1(3): 137-142.
- Bagia, I., N. dan Parsa, I., M. 2017. *Motor-Motor Listrik. I. Rasi Terbit*. Kupang-Indonesia.
- Basselo, D., Tangkuman, S., dan Rembet, M. 2014. Optimasi Diameter Poros terhadap Variasi Diameter Sproket pada Roda Belakang Sepeda Motor. *Jurnal Poros Teknik Mesin Unsrat*. 3(1): 37-51.
- Bagia, I., N. dan Parsa, I., M. 2017. *Motor-Motor Listrik. I. Rasi Terbit*. Kupang-Indonesia.
- Gunung, I.N. 2015. *Diktat Pengetahuan Bahan Teknik*. Politeknik Negeri Bali. Bali.
- Hermawan, H., Mawar, M., Wibowo, N. R., dan Fauziah, F. 2020. Rancang Bangun Bagging Machine pada Pengemasan Tepung Berbasis PID dengan Sistem Monitoring Online. *Mechatronics Journal in Professional and Entrepreneur (MAPLE)*. 2(2): 48-55.
- Harefa, P. K., Darmadi, H., Sidabutar, N. A., dan Kurnia, D. 2024. Pengaruh Ukuran Baut untuk Mengurangi Kegagalan Sambungan pada Fleksibel Kopling Flange di Unit Thermal Oil Heater. *Jurnal Vokasi Teknik*. 2(2): 43-50.
- Mott, R.I. 2004. *Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis*. L. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Manege, P. M., dan Allo, E. K. 2017. Rancang Bangun Timbangan Digital dengan Kapasitas 20Kg Berbasis Microcontroller Atmega8535. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*. 6(1): 57-62.
- Mananoma, F., Sutrisno, A., dan Tangkuman, S. 2017. Perancangan Poros Transmisi dengan Daya 100 HP. *Jurnal Poros Teknik Mesin UNSRAT*. 6(1): 1-9.
- Puspita, D., dan Rizky, A. A. 2023. Rancang Bangun Alat Pembatas Bagi Jumlah Pengunjung Berbasis Arduino Visitor Counter Menggunakan Sensor Passive Infra Red (Pir) Di Plaza Indihome Telkom Area Sumedang. *INFOKOM (Informatika & Komputer)*. 11(1): 19-33.
- Ramadhan, A. R. A., dan Nugroho, E. A. 2023. Proses Pembuatan Housing Bearing Gearbox 3Z2M21 Dengan Material Fcd 400. *Jurnal Ilmiah Teknik*. 2(1): 20-28.

- Sularso dan Suga K. 2004. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita. 11.
- Sukaini. 2013. *Teknik Las SMAW*. Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan. Malang.
- Sudarmaji. 2017. Work System Analysis of Power Supply in Optimizing Electricity on Personal Computer. *Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro*. 6(2): 168-177.
- Suarsana. 1.K. 2017. Diktat Pengetahuan Material Teknik. Universitas Udayana. Bali-Indonesia.
- Siregar, H. F., dan Sari, N. 2018. Rancang Bangun Aplikasi Simpan Pinjam Uang Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Asahan Berbasis Web. (*JurTI*) *Jurnal Teknologi Informasi*. 2(1): 3-59.
- Setiawan, H. A., dan Rijanto, T. 2019. Rancang Bangun Sistem Kontrol Pengisian Air Minum dalam Kemasan Menggunakan Arduino Uno dengan Sensor Load Cell. *Jurnal Teknik Elektro*. 8(3): 579-585.
- Tullah, R., Sutarmab, dan Setyawan, A. H. 2019. Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Pada Toko Tanaman Hias Yopi. *Jurnal Sisfotek Global*. 9(1): 100-105.
- Wiramas. 2022. Plat Besi. Terdapat pada: https://wiramas.com/page/view/20_plat_besi. Diakses tanggal 16 Januari 2023.
- Wardana, A. K. S., Limpraptono, Y., dan Labib, R. P. M. 2024. Perancangan PWM Voltage Controller Sebagai Pengatur Kecepatan Motor DC Shunt Mobil Listrik. *Magnetika*. 7(2): 1-12.