

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI MESIN PENCACAH RUMPUT OTOMATIS BERBASIS ARDUINO DENGAN SISTEM KEAMANAN *MONITORING* RPM DAN PROTEKSI ARUS MOTOR

Ridwan El Hakim; Bambang Hari Purwoto

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Penyediaan pakan hijauan merupakan salah satu faktor penting dalam peternakan, khususnya pada proses pencacahan rumput yang masih banyak dilakukan secara manual sehingga membutuhkan waktu dan tenaga yang cukup besar. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan mesin pencacah rumput otomatis berbasis Arduino Uno yang dilengkapi dengan sistem monitoring RPM, proteksi arus motor, dan fitur keselamatan kerja. Sistem menggunakan sensor proximity infrared E18-D80NK untuk mendeteksi keberadaan rumput, sensor Hall Effect NJK-5002C untuk memantau kecepatan putaran motor, serta sensor arus ACS758 untuk mendeteksi kondisi arus berlebih. Pengaturan kecepatan motor DC 24 V 500 W dilakukan menggunakan metode Pulse Width Modulation (PWM) melalui driver MOSFET. Metode penelitian meliputi tahap perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, implementasi sistem, serta pengujian setiap komponen dan sistem secara keseluruhan. Pengujian dilakukan terhadap pengaturan kecepatan motor, kinerja sensor proximity infrared, monitoring RPM, proteksi arus motor, dan integrasi sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kecepatan motor meningkat seiring dengan kenaikan nilai PWM hingga mencapai 2653 RPM pada PWM 255. Sensor proximity infrared mampu mendeteksi objek secara efektif hingga jarak 15 cm, sedangkan sensor Hall Effect dapat menampilkan nilai RPM secara real-time. Sistem proteksi arus berhasil mematikan motor secara otomatis ketika terjadi kondisi arus berlebih sehingga dapat mencegah kerusakan motor. Berdasarkan hasil pengujian, sistem yang dirancang mampu bekerja secara otomatis, aman, dan sesuai dengan tujuan penelitian sehingga dapat membantu meningkatkan efisiensi proses pencacahan rumput untuk kebutuhan pakan ternak.

Kata Kunci: Arduino Uno, ACS758, mesin pencacah rumput, monitoring RPM, proteksi arus.

Abstract

The provision of forage feed is an important factor in livestock farming, particularly in the grass chopping process, which is still widely performed manually and requires considerable time and labor. This study aims to design and implement an Arduino Uno-based automatic grass chopping machine equipped with an RPM monitoring system, motor overcurrent protection, and safety features. The system utilizes an E18-D80NK infrared proximity sensor to detect the presence of grass, an NJK-5002C Hall Effect sensor to monitor motor rotational speed, and an ACS758 current sensor to detect overcurrent conditions. The speed of a 24 V 500 W DC motor is controlled using the Pulse Width Modulation (PWM) method through a MOSFET driver. The research method consisted of hardware design, software development, system implementation, and testing of individual components as well as the integrated system. The tests included motor speed control, infrared proximity sensor performance, RPM monitoring, motor current protection, and overall system integration. The test results showed that the motor speed increased with higher PWM values, reaching a maximum speed of 2653 RPM at PWM 255. The infrared proximity sensor was able to effectively detect objects up to a distance of 15 cm, while the Hall Effect sensor successfully displayed real-time RPM values. The current protection system automatically shut down the motor when an overcurrent condition occurred, thereby preventing motor damage. Based on the test results, the developed system was able to operate automatically, safely, and in accordance with the research objectives, thus improving the efficiency of the grass chopping process for livestock feed preparation.

Keywords: Arduino Uno, ACS758, current protection, grass chopping machine, RPM monitoring.

1. PENDAHULUAN

Rumput merupakan salah satu sumber pakan utama bagi ternak, terutama pada peternakan sapi, kambing, dan domba. Sebelum diberikan kepada ternak, rumput umumnya dicacah terlebih dahulu agar lebih mudah dikonsumsi, meningkatkan efisiensi pencernaan, serta mempermudah proses pencampuran dengan pakan lainnya. Proses pencacahan rumput secara manual membutuhkan waktu dan tenaga yang cukup besar sehingga penggunaan mesin pencacah menjadi solusi yang banyak diterapkan untuk meningkatkan produktivitas kerja peternak.

Mesin pencacah rumput konvensional umumnya masih memiliki beberapa kelemahan, khususnya dari aspek keamanan dan pengendalian kerja mesin (Myrtanti & Suardika, 2022). Risiko kecelakaan kerja masih cukup tinggi apabila tangan operator secara tidak sengaja mendekati area pencacah. Selain itu, sebagian mesin belum dilengkapi sistem monitoring kondisi motor sehingga operator tidak dapat mengetahui kecepatan putaran maupun kondisi beban motor secara langsung. Kondisi beban berlebih yang tidak terdeteksi dapat menyebabkan penurunan performa bahkan kerusakan pada motor penggerak.

Penelitian mengenai mesin pencacah rumput telah banyak dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penyediaan pakan ternak. Hanafie et al. (2016) menunjukkan bahwa penggunaan mesin pencacah mampu meningkatkan produktivitas serta menghemat waktu dan tenaga dibandingkan proses pencacahan manual. Ismail et al. (2021) melaporkan bahwa mesin pencacah dengan sistem pemotong berputar mampu menghasilkan kapasitas pencacahan yang tinggi dengan ukuran potongan yang relatif seragam. Selanjutnya, Sukarno et al. (2025) melakukan perancangan mesin pencacah rumput melalui tahapan survei lapangan, perencanaan gambar, dan perhitungan komponen untuk memperoleh spesifikasi mesin yang optimal.

Perkembangan teknologi otomasi memungkinkan integrasi mikrokontroler pada mesin pertanian untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan kerja. Sistem berbasis mikrokontroler dapat digunakan untuk mengendalikan motor, membaca sensor, serta mengatur proses kerja alat secara otomatis (Astuti & Masdi, 2022). Namun, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada aspek mekanik dan kapasitas pencacahan, sedangkan penerapan sistem monitoring RPM, proteksi arus motor, dan sistem keamanan berbasis sensor masih relatif terbatas (Ismail et al., 2021).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan mesin pencacah rumput otomatis berbasis Arduino yang dilengkapi sensor proximity infrared E18-D80NK untuk mendeteksi keberadaan rumput, sensor Hall Effect NJK-5002C untuk monitoring kecepatan putaran motor (RPM), sensor arus ACS758 untuk mendeteksi kondisi overcurrent, serta emergency stop sebagai sistem keamanan tambahan. Kecepatan motor diatur menggunakan metode Pulse Width Modulation

(PWM) melalui driver MOSFET sehingga putaran motor dapat disesuaikan dengan kebutuhan proses pencacahan (Arif, 2020).

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan mesin pencacah rumput otomatis yang mampu bekerja secara aman, efisien, dan mudah dioperasikan. Selain itu, penelitian ini bertujuan mengintegrasikan sistem monitoring RPM dan proteksi arus motor sehingga kondisi kerja mesin dapat dipantau secara real-time dan mampu memberikan perlindungan terhadap gangguan beban berlebih.

2. METODE

Metode penelitian pada perancangan dan implementasi mesin pencacah rumput otomatis berbasis Arduino dengan sistem keamanan monitoring RPM dan proteksi arus motor dilakukan melalui beberapa tahapan terstruktur. Tahapan metode tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan dijelaskan sebagai berikut:

- a. Penelitian diawali dengan studi literatur untuk membangun landasan teoritis yang kuat. Kajian difokuskan pada sistem mesin pencacah rumput, karakteristik motor DC sebagai penggerak utama, sistem transmisi pulley dan V-belt, konsep Pulse Width Modulation (PWM) sebagai pengatur kecepatan motor, serta penggunaan sensor-sensor seperti sensor Hall Effect NJK-5002C untuk pengukuran RPM, sensor arus ACS758 untuk deteksi arus motor, dan sensor proximity infrared E18-D80NK sebagai pendeteksi keberadaan material rumput.
Hasil kajian digunakan untuk menentukan spesifikasi kinerja mesin pencacah rumput otomatis yang akan dikembangkan
- b. Tahap ini mencakup perancangan dan pembuatan sistem mekanik dan elektronik. Pada bagian mekanik, dirancang rangka mesin pencacah rumput, ruang pencacah, poros, pisau pemotong, serta sistem transmisi pulley dan V-belt.
Pada bagian elektronik, digunakan Arduino sebagai pusat kendali, driver MOSFET sebagai pengendali kecepatan motor, serta rangkaian sensor yang terdiri dari sensor RPM, sensor arus, dan sensor proximity. Seluruh komponen dirakit menjadi satu sistem terpadu yang dapat bekerja secara otomatis.
- c. Setelah perakitan selesai, setiap komponen diuji secara individual untuk memastikan fungsi dasar bekerja dengan baik. Pengujian meliputi:
 - Pengujian motor DC dan sistem PWM
 - Pengujian sensor RPM terhadap putaran motor
 - Pengujian sensor arus terhadap variasi beban

- Pengujian sensor proximity dalam mendeteksi objek

Apabila ditemukan kesalahan seperti pembacaan sensor tidak stabil atau motor tidak merespon dengan baik, maka dilakukan perbaikan sebelum sistem diintegrasikan.

- d. Perangkat lunak dirancang menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C/C++

Program berfungsi untuk:

- Membaca nilai RPM dari sensor Hall Effect
- Membaca arus motor dari sensor ACS758
- Mengatur kecepatan motor menggunakan PWM
- Mengaktifkan sistem proteksi jika terjadi *overcurrent*
- Mengolah input dari sensor proximity untuk proses otomatisasi kerja mesin
- Mengaktifkan sistem Emergency Button

Sistem dirancang agar dapat bekerja secara real-time dengan respon cepat terhadap perubahan kondisi motor.

- e. Setelah perangkat keras dan perangkat lunak siap, dilakukan proses integrasi sistem secara keseluruhan. Pengujian dilakukan dengan mengoperasikan mesin pencacah rumput dalam kondisi nyata.

Parameter yang diamati meliputi:

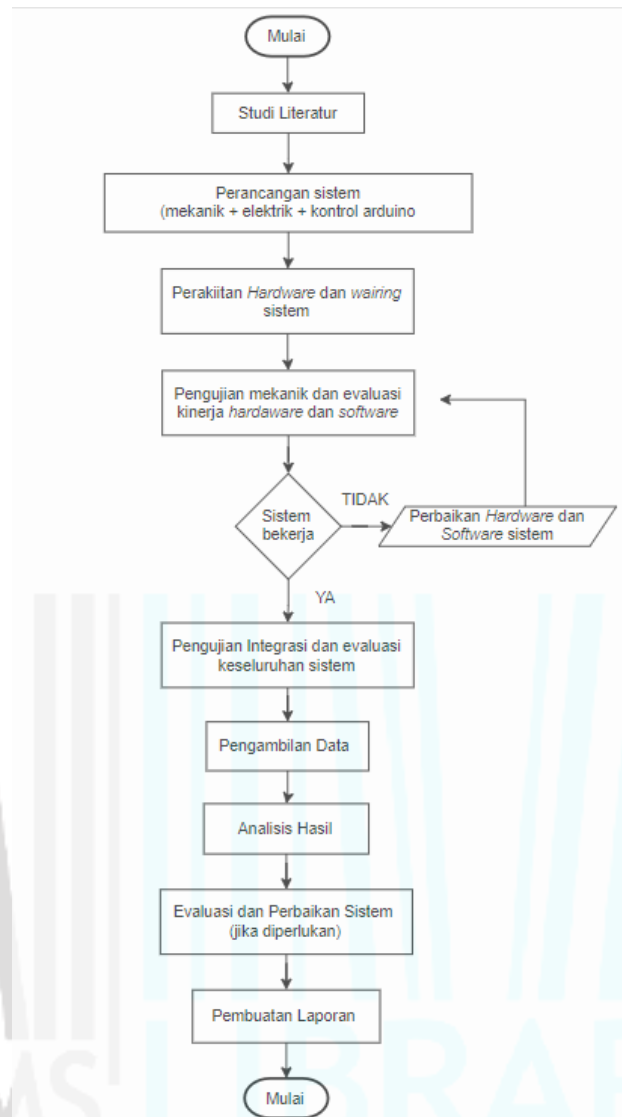
- Nilai RPM motor saat tanpa beban dan berbeban
- Besar arus motor dalam kondisi normal dan overload
- Respons sistem proteksi terhadap kondisi arus berlebih

Jika sistem belum bekerja sesuai target, maka dilakukan penyesuaian ulang pada program maupun sistem mekanik.

- f. Data hasil pengujian dianalisis secara kuantitatif untuk mengetahui kinerja sistem. Analisis dilakukan dengan membandingkan nilai RPM, arus motor, serta hasil pencacahan rumput pada berbagai kondisi pengujian.

Hasil evaluasi digunakan untuk menilai tingkat efisiensi, keamanan, dan keandalan sistem mesin pencacah rumput otomatis yang telah dirancang.

- g. Tahap akhir adalah dokumentasi seluruh proses penelitian dalam bentuk laporan tugas akhir. Dokumentasi ini mencakup perancangan, implementasi, pengujian, dan hasil analisis sebagai bentuk pertanggungjawaban ilmiah serta referensi untuk pengembangan sistem di masa mendatang.



Gambar 2.1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

2.1 Persiapan Alat dan Bahan

Perancangan dan implementasi mesin pencacah rumput otomatis berbasis Arduino dengan sistem keamanan monitoring RPM dan proteksi arus motor bertujuan untuk menghasilkan sistem pencacahan rumput yang lebih aman, efisien, dan dapat bekerja secara otomatis dengan pengawasan kondisi motor secara real-time. Berdasarkan hasil studi literatur dan analisis kebutuhan sistem, ditentukan beberapa komponen utama yang digunakan dalam penelitian ini.

Sistem ini menggunakan motor DC sebagai penggerak utama mesin pencacah rumput karena mampu menghasilkan putaran tinggi dan torsi yang sesuai untuk proses pencacahan. Pengaturan kecepatan motor dilakukan menggunakan metode Pulse Width Modulation (PWM) melalui driver MOSFET sehingga kecepatan motor dapat diatur secara fleksibel sesuai kebutuhan proses kerja.

Sebagai sistem kendali utama, digunakan mikrokontroler Arduino Uno yang berfungsi untuk mengolah data dari berbagai sensor serta mengendalikan kerja motor. Sensor Hall Effect NJK-5002C digunakan untuk membaca kecepatan putaran motor (RPM), sehingga sistem dapat memonitor kondisi kerja motor secara real-time. Sensor arus ACS758 digunakan untuk mendeteksi arus listrik motor sebagai indikator beban kerja dan sistem proteksi terhadap kondisi overcurrent.

Selain itu, sensor proximity infrared E18-D80NK digunakan untuk mendeteksi keberadaan rumput pada jalur masuk mesin, sehingga proses pencacahan dapat berlangsung secara otomatis. Sistem juga dilengkapi emergency stop sebagai fitur keamanan tambahan untuk menghentikan sistem secara manual dalam kondisi darurat.

Komponen mekanik utama terdiri dari rangka mesin, ruang pencacahan, pisau pemotong, poros, pulley, dan V-belt yang berfungsi sebagai sistem transmisi daya dari motor ke pisau pencacah. Seluruh komponen tersebut dirancang agar mampu bekerja secara terintegrasi dalam satu sistem mesin pencacah rumput otomatis.

Daftar lengkap komponen perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam sistem ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Alat dan Bahan

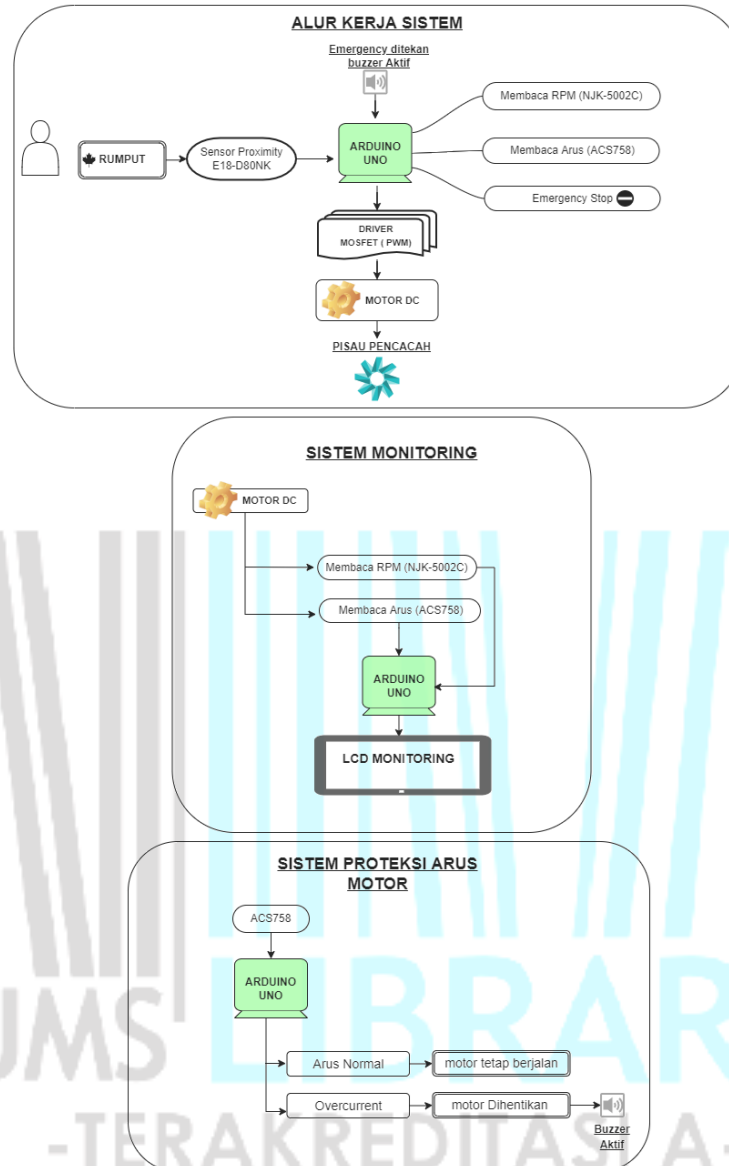
Alat dan Bahan	Jumlah
Arduino Uno	1
Motor DC MY1020	1
Sensor ACS758	1
Proximity Infrared E18-D80NK	1
. Hall sensor NJK-5002C	1
Power Supply 24 V 500 W	1
Potensiometer	1
MOSFET	4
Flat Belt dan Pulley	1 set
Box panel	1
MCB DC	2
MCB AC	2
Komponen Dasar Elektronika	1 set
Kabel Daya dan Sinyal	secukupnya
Rangka Pencacah Rumput	1

Modul Step Down LM2596	1
Modul Step Down dan Step Up XL-6009	1

Selain alat dan bahan yang telah disebutkan, penelitian ini juga memanfaatkan beberapa perangkat lunak untuk mendukung proses perancangan, pemrograman, dan pengujian sistem. Perangkat lunak Arduino IDE digunakan sebagai lingkungan pengembangan utama untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah program ke mikrokontroler Arduino Uno. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C/C++ yang telah terintegrasi dalam Arduino IDE sehingga memudahkan proses pengembangan sistem kontrol dan monitoring.



2.2 Perancangan Sistem



Gambar 2.2. Blok Diagram Sistem

Perancangan sistem mesin pencacah rumput otomatis berbasis Arduino dengan sistem keamanan monitoring RPM dan proteksi arus motor dilakukan dengan mengintegrasikan komponen mekanik, elektronik, dan sistem kontrol dalam satu kesatuan yang saling terhubung. Sistem dirancang agar mampu melakukan proses pencacahan rumput secara otomatis sekaligus memantau kondisi kerja motor secara real-time untuk meningkatkan keamanan dan keandalan operasi.

Pada sisi masukan (input), sistem menggunakan sensor proximity infrared E18-D80NK untuk mendeteksi keberadaan rumput pada saluran masuk mesin. Sensor ini berfungsi sebagai pemicu awal proses pencacahan sehingga motor hanya bekerja ketika terdapat material yang akan dicacah. Selain itu, sensor Hall Effect NJK-5002C digunakan untuk membaca kecepatan

putaran motor dan menghasilkan data RPM yang digunakan sebagai parameter monitoring performa motor.

Sebagai pusat pengendali sistem, digunakan mikrokontroler Arduino Uno yang bertugas mengolah seluruh data sensor, mengendalikan kecepatan motor melalui sinyal Pulse Width Modulation (PWM), serta menjalankan fungsi proteksi apabila terjadi kondisi arus berlebih. Data dari sensor arus ACS758 digunakan untuk memantau konsumsi arus motor secara real-time sehingga kondisi overload dapat dideteksi lebih awal.

Pada sisi aktuator, motor DC berfungsi sebagai penggerak utama pisau pencacah. Kecepatan motor diatur menggunakan driver MOSFET yang menerima sinyal PWM dari Arduino. Pengaturan kecepatan ini memungkinkan sistem bekerja sesuai kebutuhan proses pencacahan dan membantu menjaga kestabilan putaran motor ketika terjadi perubahan beban.

Sebagai sistem keamanan tambahan, penelitian ini menggunakan tombol emergency stop yang berfungsi untuk menghentikan seluruh sistem secara langsung apabila terjadi kondisi darurat. Selain itu, apabila sensor ACS758 mendeteksi arus motor melebihi batas yang telah ditentukan, Arduino akan secara otomatis menghentikan motor guna mencegah kerusakan pada sistem penggerak.

Diagram blok sistem yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 2.2

2.3 Perancangan elektronika

Perancangan elektronika pada mesin pencacah rumput otomatis dilakukan dengan mengintegrasikan sistem kendali, sensor monitoring, aktuator, dan sistem proteksi dalam satu rangkaian yang terhubung secara terpadu. Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat pengendali yang bertugas membaca data sensor, mengolah informasi, serta mengendalikan motor DC sebagai penggerak utama mesin pencacah.

Sumber tegangan utama sistem berasal dari power supply 24 VDC yang digunakan untuk menyuplai motor DC MY1020. Tegangan tersebut kemudian diturunkan menggunakan modul step-down LM2596 menjadi 5 VDC untuk kebutuhan Arduino Uno dan sensor-sensor yang digunakan pada sistem. Penggunaan modul step-down bertujuan untuk menjaga kestabilan tegangan serta melindungi komponen elektronika dari kerusakan akibat tegangan berlebih.

Sensor proximity infrared E18-D80NK digunakan sebagai sensor pendeteksi keberadaan rumput pada saluran masuk mesin. Ketika sensor mendeteksi objek berupa rumput pada jarak tertentu, Arduino akan mengaktifkan motor DC sehingga proses pencacahan dapat berlangsung

secara otomatis. Sebaliknya, ketika tidak terdapat objek yang terdeteksi, motor akan berhenti untuk menghemat energi dan meningkatkan keamanan sistem.

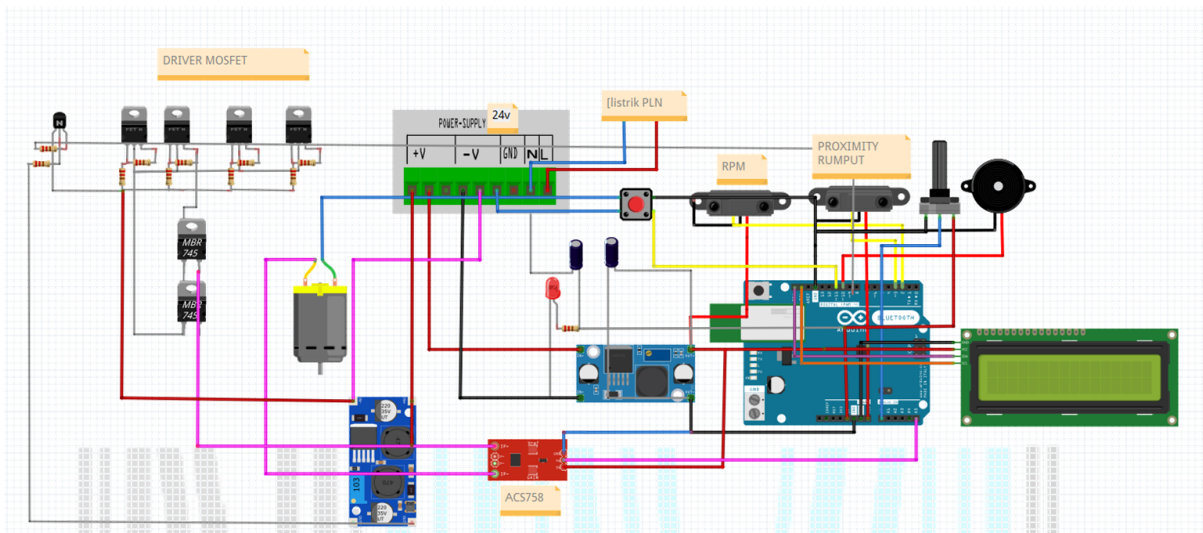
Monitoring kecepatan putaran motor dilakukan menggunakan sensor Hall Effect NJK-5002C yang dipasang pada bagian poros motor atau pulley. Sensor ini mendeteksi keberadaan logam yang melewati area sensing dan menghasilkan pulsa digital yang kemudian dihitung oleh Arduino untuk memperoleh nilai putaran motor dalam satuan Revolutions Per Minute (RPM). Data RPM digunakan untuk memantau performa motor selama proses pencacahan berlangsung. Selain monitoring kecepatan, sistem juga dilengkapi sensor arus ACS758 yang berfungsi mengukur arus listrik yang mengalir ke motor DC. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip Hall Effect sehingga mampu melakukan pengukuran arus tanpa kontak langsung dengan penghantar. Data arus yang diperoleh digunakan sebagai indikator beban kerja motor serta sebagai parameter utama sistem proteksi overcurrent.

Pengaturan kecepatan motor dilakukan menggunakan rangkaian driver MOSFET yang menerima sinyal Pulse Width Modulation (PWM) dari Arduino Uno. Metode PWM memungkinkan perubahan kecepatan motor dengan mengatur lebar pulsa sinyal kendali tanpa mengubah tegangan sumber secara langsung. Dengan metode ini, kecepatan motor dapat disesuaikan sesuai kebutuhan proses pencacahan sehingga sistem menjadi lebih efisien.

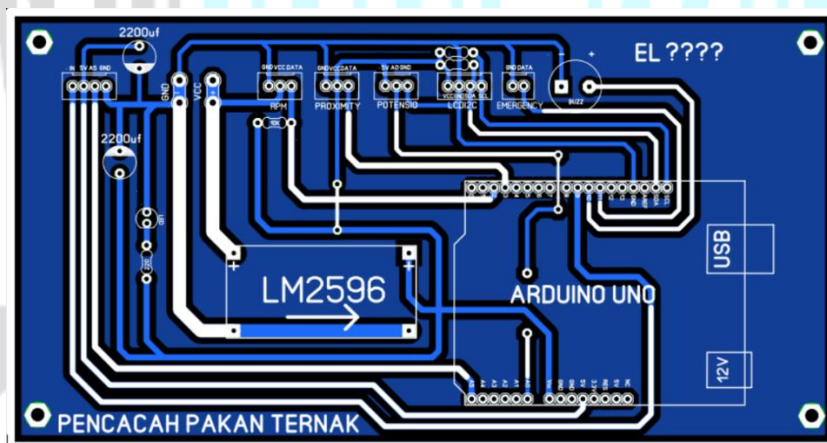
Sebagai sistem keamanan tambahan, digunakan tombol emergency stop yang dipasang pada panel kontrol. Tombol ini berfungsi untuk memutus kerja sistem secara langsung ketika terjadi kondisi darurat. Selain itu, Arduino juga menerapkan sistem proteksi otomatis berdasarkan data sensor ACS758. Apabila arus motor melebihi batas maksimum yang telah ditentukan, Arduino akan menonaktifkan sinyal PWM pada driver MOSFET sehingga motor berhenti bekerja dan terhindar dari kerusakan akibat beban berlebih.

Hubungan antar komponen elektronika pada sistem ditunjukkan pada Gambar 2.3. Diagram rangkaian memperlihatkan hubungan antara power supply, Arduino Uno, sensor proximity E18-D80NK, sensor Hall Effect NJK-5002C, sensor arus ACS758, driver MOSFET, motor DC MY1020, dan emergency stop sebagai sistem proteksi utama.

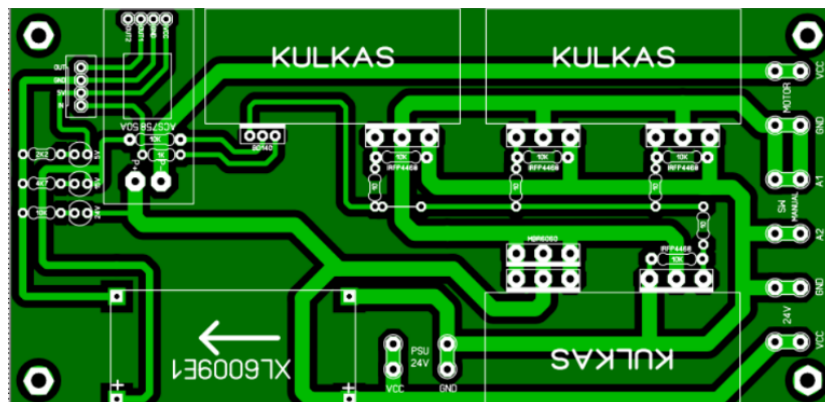
Gambar 2.3. Skema Wiring Diagram



Gambar 2.4. Rancangan PCB Sistem Kontrol Arduino



Gambar 2.5. Rancangan PCB Driver Motor DC



2.4 Perancangan Mekanik

Sistem mekanik mesin pencacah rumput terdiri dari rangka utama, ruang pencacahan, poros, pisau pencacah, sistem transmisi pulley dan flat belt, sertaudukan motor DC MY1020.

Komponen-komponen tersebut berfungsi sebagai media mekanis yang mendukung proses pencacahan rumput dan penyaluran daya dari motor penggerak menuju pisau pencacah.

Konstruksi mekanik yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari rangka utama, ruang pencacahan, sistem transmisi, dan pisau pencacah. Perancangan dan fabrikasi mekanik dilakukan secara terpisah, sedangkan penelitian ini difokuskan pada pengembangan sistem elektronika, pengendalian motor, monitoring RPM, dan proteksi arus berbasis Arduino. Sistem elektronika kemudian diintegrasikan dengan konstruksi mekanik untuk menghasilkan mesin pencacah rumput otomatis yang dapat bekerja secara aman dan efisien.

Gambar 2.6 Kerangka Mekanik Sistem Tampak Depan



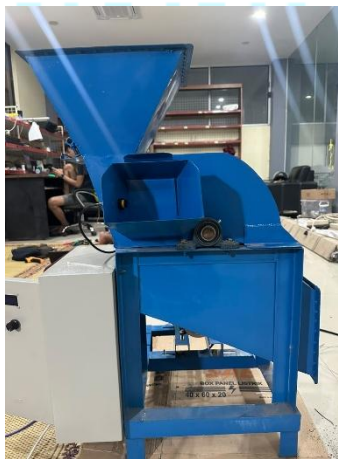
Gambar 2.7 Kerangka Mekanik Sistem Tampak belakang



Gambar 2.8 Kerangka Mekanik Sistem Tampak Samping kiri



Gambar 2.9 Kerangka Mekanik Sistem Tampak Samping kanan



Gambar 2.10 Kerangka Mekanik Sistem Tampak Pisau Pencacah



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Rancangan Sistem

3.1.1 Rancangan elektronika

Rangkaian elektronika yang telah direalisasikan terdiri dari Arduino Uno sebagai pusat pengendali, sensor proximity infrared E18-D80NK sebagai pendeteksi keberadaan rumput, sensor Hall Effect NJK-5002C untuk monitoring kecepatan putaran motor, sensor arus ACS758 sebagai pendeteksi arus motor, driver motor berbasis MOSFET IRFP4468, LCD I2C sebagai media tampilan informasi, serta emergency stop sebagai sistem pengaman tambahan.

Arduino Uno menerima data dari seluruh sensor kemudian mengolah data tersebut untuk mengendalikan motor DC 500 W. Kecepatan motor diatur menggunakan sinyal PWM yang dibangkitkan Arduino dan diteruskan ke driver motor. Informasi berupa nilai RPM, arus motor, serta status sistem ditampilkan secara real-time pada LCD.

Gambar 3.1 Sistem Elektronika Mesin Pencacah Rumput



3.2 Hasil Pengujian

3.2.1 Pengujian Kecepatan Motor

Pengujian kecepatan motor dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh nilai Pulse Width Modulation (PWM) yang diberikan oleh Arduino Uno terhadap kecepatan putaran motor DC 24 V 500 W yang digunakan sebagai penggerak utama mesin pencacah rumput. Pengaturan kecepatan motor dilakukan melalui driver MOSFET IRFP4468 yang menerima sinyal PWM dari Arduino Uno. Dengan metode ini, kecepatan putaran motor dapat diatur sesuai kebutuhan proses pencacahan tanpa mengubah sumber tegangan utama.

Pengujian dilakukan dengan memberikan variasi nilai PWM mulai dari 50 hingga 255. Pada setiap nilai PWM, dilakukan pengukuran tegangan keluaran menuju motor serta kecepatan putaran motor (RPM). Pengukuran RPM dilakukan menggunakan sensor Hall Effect NJK-5002C yang dipasang pada poros motor. Data hasil pengukuran digunakan untuk mengetahui hubungan antara nilai PWM yang diberikan dengan tegangan kerja motor dan kecepatan putaran yang dihasilkan.

No	Nilai PWM	Tegangan Motor (V)	RPM Terukur
1	50	15 V	0
2	70	18 V	376
3	100	11,53 V	985
4	150	17,08 V	1650
5	200	19,72 V	2249
6	255	23,05 V	2653

Tabel 3.2 Hasil Pengujian Kecepatan Motor

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3.2 nilai RPM motor meningkat seiring dengan kenaikan nilai PWM yang diberikan oleh Arduino Uno. Hal ini menunjukkan bahwa metode PWM mampu mengendalikan kecepatan putaran motor dengan baik. Pada pengukuran tegangan motor terdapat beberapa nilai yang tidak meningkat secara linier terhadap kenaikan PWM, seperti pada PWM 100 yang menunjukkan tegangan lebih rendah dibandingkan PWM 70. Kondisi ini disebabkan karena pengukuran dilakukan pada sinyal PWM menggunakan multimeter digital sehingga nilai tegangan yang terbaca merupakan

tegangan rata-rata yang dipengaruhi oleh karakteristik alat ukur dan bentuk gelombang PWM. Oleh karena itu, parameter RPM digunakan sebagai indikator utama dalam mengevaluasi kinerja pengaturan kecepatan motor.

3.2.2 Pengujian Sensor Proximity Infrared

Pengujian sensor proximity infrared E18-D80NK dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sensor dalam mendeteksi keberadaan rumput pada saluran masuk mesin pencacah rumput. Sensor E18-D80NK berfungsi sebagai sensor pendeteksi objek yang digunakan untuk mengaktifkan sistem pencacahan secara otomatis ketika terdapat rumput yang masuk ke area deteksi sensor. Dengan adanya sensor ini, motor tidak perlu beroperasi secara terus-menerus sehingga penggunaan energi menjadi lebih efisien dan umur pakai komponen dapat ditingkatkan

Pengujian dilakukan dengan menempatkan objek berupa rumput pada beberapa variasi jarak terhadap sensor. Setiap pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sensor mampu mendeteksi objek dengan baik pada jarak tertentu. Status deteksi diamati melalui indikator pada sistem dan pembacaan yang diterima oleh Arduino Uno. Hasil pengujian digunakan untuk menentukan jarak kerja efektif sensor dalam aplikasi mesin pencacah rumput otomatis.

No	Jarak Objek (cm)	Terdeteksi (Ya/Tidak)
1	5	Ya
2	10	Ya
3	15	Ya
4	20	Tidak Stabil
5	25	Tidak

Tabel 3.3 Hasil Pengujian Sensor Proximity Infrared

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3.3, sensor proximity infrared E18-D80NK mampu mendeteksi keberadaan objek pada rentang jarak 0-24 cm sesuai dengan karakteristik sensor yang digunakan. Sensor memberikan sinyal logika kepada Arduino Uno ketika objek berada dalam area deteksi, sehingga sistem dapat mengenali keberadaan rumput yang akan dicacah.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin dekat objek dengan sensor, proses deteksi berlangsung lebih stabil dan responsif. Pada jarak tertentu yang melebihi batas kemampuan sensor, objek tidak lagi dapat terdeteksi secara konsisten. Oleh karena itu, posisi

pemasangan sensor harus disesuaikan agar rumput yang masuk ke saluran pencacahan selalu berada dalam jangkauan deteksi sensor

Berdasarkan pengujian tersebut, sensor proximity infrared E18-D80NK dapat digunakan dengan baik sebagai sistem pendeteksi keberadaan rumput pada mesin pencacah rumput otomatis. Sensor mampu memberikan respon yang cepat terhadap objek yang masuk sehingga mendukung proses otomatisasi dan meningkatkan efisiensi kerja sistem secara keseluruhan.

3.2.3 Pengujian Monitoring RPM Menggunakan Sensor Hall Effect

Pengujian sensor Hall Effect NJK-5002C dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam membaca kecepatan putaran motor DC dan menampilkan nilai RPM secara real-time pada LCD. Sensor bekerja dengan mendeteksi magnet yang dipasang pada poros motor sehingga setiap putaran dapat dihitung oleh Arduino Uno.

Pengujian dilakukan dengan memberikan variasi nilai PWM pada motor melalui driver MOSFET. Data RPM yang terbaca kemudian ditampilkan pada LCD dan digunakan sebagai parameter monitoring kecepatan motor selama proses pencacahan rumput

No	Nilai PWM	RPM Terbaca
1	50	0
2	100	1076
3	150	1699
4	200	2215
5	255	2643

Tabel 3.4 Hasil Pengujian Sensor Hall

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3.4, sensor Hall Effect NJK-5002C mampu memberikan pembacaan RPM yang konsisten secara *real-time*. Kenaikan nilai RPM yang terbaca sejalan dengan peningkatan PWM yang diberikan kepada motor, sehingga sensor dapat digunakan sebagai sistem monitoring kecepatan motor pada mesin pencacah rumput.

3.2.4 Pengujian Proteksi Arus Motor

Pengujian proteksi arus motor dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor ACS758 dan Arduino Uno dalam mendeteksi kondisi arus berlebih (*overcurrent*) serta menghentikan motor secara otomatis. Sistem proteksi dirancang untuk melindungi motor DC dan komponen elektronik dari kerusakan akibat beban yang berlebihan atau kondisi motor macet.

Pengujian dilakukan dengan memberikan beberapa kondisi beban pada mesin pencacah rumput, mulai dari tanpa beban hingga kondisi pisau tertahan. Nilai arus yang terbaca oleh sensor ACS758 dipantau secara real-time dan dibandingkan dengan batas arus yang telah ditentukan pada program

No	Kondisi Motor	Arus (A)	Status Motor
1	Tanpa beban	10 A	ON
2	Rumput sedikit	12 A	ON
3	Rumput sedang	25 A	ON
4	Rumput banyak	28 A	ON
6	Pisau tertahan (macet)	29,5 A	OFF

Tabel 3.5 Hasil Pengujian Proteksi Arus Motor

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3.5 sistem proteksi arus mampu bekerja sesuai dengan yang dirancang. Pada kondisi normal, motor tetap beroperasi karena nilai arus masih berada di bawah batas proteksi. Ketika terjadi kondisi pisau tertahan atau motor macet, arus meningkat hingga melewati batas yang ditentukan yaitu 30A sehingga sistem secara otomatis mematikan motor. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sensor ACS758 dan sistem proteksi yang diterapkan mampu melindungi motor dari kondisi beban berlebih dan potensi kerusakan.

Perlu diperhatikan bahwa nilai arus yang ditampilkan pada LCD merupakan hasil pembacaan yang diperbarui secara periodik sehingga tidak selalu mampu menampilkan nilai puncak arus sesaat. Pada kondisi motor macet, kemungkinan terjadi lonjakan arus yang melebihi batas proteksi 30 A dalam waktu yang sangat singkat. Sistem kemudian langsung mematikan motor sehingga nilai yang sempat ditampilkan pada LCD hanya sebesar 29,5 A. Dengan demikian, meskipun nilai yang terlihat pada LCD berada sedikit di bawah batas proteksi, sistem proteksi tetap bekerja sesuai dengan program yang telah ditetapkan.

3.2.5 Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem keseluruhan dilakukan untuk mengetahui kinerja mesin pencacah rumput otomatis setelah seluruh komponen diintegrasikan. Pengujian meliputi sensor proximity infrared E18-D80NK, sensor Hall Effect NJK-5002C, sensor arus ACS758, driver MOSFET, motor DC, serta sistem proteksi yang dikendalikan oleh Arduino Uno.

Pada pengujian ini diamati respon sistem terhadap keberadaan rumput, nilai RPM motor, arus yang mengalir pada motor, serta status kerja motor. Pengujian dilakukan pada

beberapa kondisi operasi untuk memastikan seluruh sistem dapat bekerja sesuai dengan perancangan.

No	Kondisi Sistem	PWM	Sensor Rumput	RPM	Arus (A)	Status Motor
1	Tidak ada rumput	0	OFF	0	0	OFF
2	Rumput masuk sedikit	200	ON	2149	12 A	ON
3	Rumput masuk sedang	255	ON	2435	25 A	ON
4	Rumput masuk banyak	255	ON	2184	28 A	ON
5	Arus overload	255	ON	0	31 A	OFF
6	Setelah reset sistem	0	ON	0	0	READY

Tabel 3.6 Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3.5 nilai RPM motor dipengaruhi oleh nilai PWM yang diberikan serta beban pencacahan yang diterima motor. Pada kondisi rumput sedikit, motor dioperasikan pada PWM 200 sehingga menghasilkan kecepatan putar sebesar 2149 RPM. Ketika PWM dinaikkan menjadi 255 pada kondisi rumput sedang, kecepatan motor meningkat menjadi 2435 RPM. Namun pada kondisi rumput banyak, meskipun nilai PWM tetap 255, kecepatan motor menurun menjadi 2184 RPM akibat meningkatnya beban mekanik pada pisau pencacah. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin besar beban yang diterima motor, semakin besar arus yang dibutuhkan dan kecepatan putaran cenderung menurun.

Ketika terjadi kondisi arus berlebih (*overcurrent*), sistem proteksi bekerja dengan mematikan motor secara otomatis untuk mencegah kerusakan pada motor dan rangkaian elektronika. Setelah dilakukan reset, sistem kembali dapat beroperasi secara normal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen telah terintegrasi dengan baik sehingga mesin pencacah rumput otomatis dapat bekerja dengan aman dan sesuai dengan tujuan penelitian.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa mesin pencacah rumput otomatis berbasis Arduino Uno berhasil direalisasikan dan berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem mampu mengendalikan motor DC 24 V 500 W secara otomatis menggunakan sensor proximity infrared E18-D80NK sebagai pendeteksi keberadaan rumput pada saluran masuk pencacahan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengaturan kecepatan motor menggunakan metode Pulse Width Modulation (PWM) dapat bekerja dengan baik, di mana peningkatan nilai PWM menyebabkan peningkatan kecepatan putaran motor hingga mencapai 2653 RPM pada PWM maksimum. Sensor Hall Effect NJK-5002C juga mampu melakukan monitoring kecepatan putaran motor secara real-time dan menampilkan nilai RPM pada LCD dengan baik.

Selain itu, sensor arus ACS758 mampu memantau arus motor selama proses pencacahan berlangsung dan mendeteksi kondisi beban berlebih (overcurrent). Sistem proteksi arus yang diterapkan berhasil mematikan motor secara otomatis ketika arus melebihi batas yang telah ditentukan, sehingga dapat mengurangi risiko kerusakan pada motor maupun komponen elektronika lainnya. Sistem juga dilengkapi tombol emergency stop yang berfungsi sebagai pengaman tambahan untuk menghentikan operasi mesin pada kondisi darurat.

Berdasarkan hasil pengujian sistem secara keseluruhan, seluruh komponen dapat bekerja secara terintegrasi sesuai dengan fungsi yang dirancang. Dengan demikian, mesin pencacah rumput yang dikembangkan mampu bekerja secara otomatis, aman, dan mudah dioperasikan sehingga dapat membantu meningkatkan efisiensi proses penyediaan pakan ternak.

Adapun saran untuk pengembangan lebih lanjut agar sistem lebih optimal antara lain:

1. Pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan sistem pengaturan kecepatan motor otomatis berdasarkan beban pencacahan sehingga kinerja mesin menjadi lebih optima
2. Penggunaan driver motor yang memiliki proteksi internal dan ketahanan terhadap gangguan elektromagnetik (EMI) yang lebih baik.
3. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan sistem pemberian rumput otomatis sehingga proses pencacahan dapat berlangsung secara lebih efisien dan meminimalkan keterlibatan operator.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis memperoleh banyak bantuan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bidadari surga penulis, Ibu Wiji Rahayu, seorang ibu tunggal yang luar biasa, yang selalu menjadi penyemangat dan sandaran terkuat dalam menghadapi kerasnya kehidupan. Tugas akhir ini penulis persembahkan untuk beliau. Terima kasih karena telah melahirkan, membesarkan, berjuang, dan memberikan kehidupan yang layak bagi penulis. Terima kasih atas segala kerja keras dan pengorbanan yang telah dilakukan sebagai tulang punggung keluarga sehingga penulis dapat tumbuh dewasa dan berada pada titik ini. Segala pencapaian dan kesuksesan yang akan penulis raih di masa depan tidak lepas dari doa, perjuangan, dan kasih sayang beliau. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan dan umur panjang agar penulis memiliki kesempatan untuk membalas segala pengorbanan yang telah diberikan.
2. Bapak Bambang Hari purwoto, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, masukan, serta motivasi selama proses penyusunan tugas akhir ini.
3. Seluruh dosen Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu, pengalaman, serta wawasan selama masa perkuliahan.
4. Dewi Agustina, yang telah menjadi sosok istimewa dalam perjalanan hidup penulis. Terima kasih atas waktu, tenaga, perhatian, dukungan, dan kesabaran yang telah diberikan kepada penulis. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan ini dan menemani berbagai proses yang telah dilalui hingga saat ini. Mari tetap berjuang bersama hingga kita pulang ke rumah yang sama.
5. Hasby Asshodiq, Khitananda Timor, Roma Febrian, Muhamad Idhan Arkhan, dan Farhan Rahmadhani Nugraha, Serta keluarga Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah menjadi sahabat sekaligus teman seperjuangan selama masa perkuliahan. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, motivasi, pengalaman, dan kenangan berharga yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan ini dengan baik. Secara khusus, penulis mengucapkan terima kasih kepada Hasby Asshodiq yang telah menjadi sahabat dan teman sejak tahun 2022. Terima kasih atas dukungan, kebersamaan, serta bantuan yang telah diberikan selama menjalani perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, D. T. (2020). *Kendali Kecepatan Motor DC Penguat Terpisah Berbeban Berbasis Arduino*. 06(02), 33–43.
- Astuti, P., & Masdi, H. (2022). *Sistem Kendali Kecepatan Motor BLDC Menggunakan PWM Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*. 3(1), 120–135.
- Diani, M. (2000). The Concept of Social Movement. In K. Nash (Ed.), *Reading in Contemporary Political Sociology* (p. 157). Blackwell Publisher.
- Ismail, R., Thohirin, M., & Dalimunthe, M. Y. R. (2021). *Rancang Bangun Mesin Pencacah Rumput Untuk Pakan Ternak*. 1.
- Kidd, D. C., & Castano, E. (2013). Reading Literary iction improves theory of mind. *Science (New York, N.Y.)*, 342(6156), 377–380. <https://doi.org/10.1126/science.1239918>
- Myrtanti, R. D., & Suardika, I. B. (2022). *PEKERJA BAGIAN PRODUKSI DI INDUSTRI PENCACAH PLASTIK DENGAN MENGGUNAKAN FAULT TREE ANALYSIS (FTA)*. 7(2), 78–83.

UMS LIBRARY
-TERAKREDITASI A-