

Rancang Bangun Sistem Proteksi Beban Berlebih pada Motor AC 1 Fasa untuk Pencacah Rumput

¹Thoha Ilyasa, ²Ghulam Asrofi Buntoro, ³Jawwad Sulthon Habiby

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah, Ponorogo

Jl. Budi Utomo No 10, Ponorogo 63471, Jawa Timur, Indonesia

¹thohailysa32@gmail.com, ²ghulam@umpo.ac.id, ³jawwad@umpo.ac.id

Abstract - This study aims to design an overload protection system for the single-phase AC motor of a grass-chopping machine to prevent damage caused by rising electrical current and temperature during operation. The developed system utilizes an Arduino Uno microcontroller as the control unit, employing an ACS712 current sensor to detect current fluctuations and a DS18B20 temperature sensor to monitor the motor's thermal condition. The research methodology involved several stages: system design, device fabrication, circuit implementation, and performance testing under varying load conditions (light, medium, and heavy). Testing was conducted to evaluate the system's ability to monitor motor parameters and trigger protective responses during abnormal conditions. The results demonstrate that the system measures motor current with a peak accuracy of 97.69% (a 0.03 A deviation compared to the reference instrument) and motor temperature with a peak accuracy of 99.11% (a 0.4 °C deviation). The designed protection system automatically cuts off the power supply via a relay or contactor when the current exceeds the 1.4 A limit or the motor temperature reaches 55 °C. The findings indicate that the system successfully fulfills its objective of protecting the motor from overload and overheating, thereby enhancing the safety and operational reliability of the grass-chopping machine.

Keywords — *Protection System, Single-Phase AC Motor, Grass Chopper, Arduino Uno.*

Abstrak— Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem proteksi beban berlebih pada motor AC satu fasa yang digunakan pada mesin pencacah rumput sebagai upaya pencegahan kerusakan akibat peningkatan arus listrik dan suhu selama proses pengoperasian. Sistem yang dikembangkan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat pengendali dengan memanfaatkan sensor arus ACS712 untuk mendeteksi perubahan arus listrik serta sensor suhu DS18B20 untuk memantau kondisi temperatur motor. Metode penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu perancangan sistem, pembuatan alat, implementasi rangkaian, serta pengujian kinerja sistem berdasarkan variasi kondisi beban ringan, sedang, dan berat. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam membaca perubahan parameter motor serta memberikan respon proteksi ketika terjadi kondisi tidak normal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mampu membaca nilai arus motor dengan akurasi tertinggi sebesar 97,69% dengan selisih pengukuran 0,03 A terhadap alat pembanding, sedangkan suhu motor memperoleh akurasi tertinggi sebesar 99,11% dengan selisih pengukuran 0,4 °C. Sistem proteksi yang dirancang mampu melakukan pemutusan suplai listrik secara otomatis melalui relay atau kontaktor ketika arus melebihi batas 1,4 A atau suhu motor mencapai 55 °C. Berdasarkan hasil penelitian, sistem yang dibuat dapat bekerja sesuai tujuan dalam memberikan perlindungan terhadap motor dari kondisi beban berlebih dan kenaikan suhu, sehingga meningkatkan keamanan serta keandalan operasional mesin pencacah rumput.

Kata Kunci— *Sistem Proteksi, Motor AC Satu Fasa, Pencacah Rumput, Arduino Uno.*

I. PENDAHULUAN

Dalam Motor AC merupakan salah satu jenis motor yang banyak digunakan pada peralatan di bidang pertanian dan peternakan, termasuk mesin pencacah rumput. Motor ini dipilih karena memiliki konstruksi yang sederhana, biaya perawatan yang relatif rendah, serta mampu menghasilkan torsi yang cukup untuk menggerakkan pisau pencacah secara efektif. Dalam pengoperasiannya, motor bekerja dengan beban yang berubah-ubah sesuai dengan jenis, jumlah, dan kepadatan rumput yang dicacah. Perubahan beban tersebut dapat memengaruhi kinerja motor dan berpotensi menimbulkan gangguan apabila tidak didukung oleh sistem proteksi yang memadai.[1]

Salah satu gangguan yang sering terjadi adalah overload, yaitu kondisi ketika beban kerja motor melebihi kapasitas nominalnya. Kondisi ini menyebabkan arus listrik meningkat sehingga suhu kumparan motor ikut mengalami

kenaikan. Apabila dibiarkan berlangsung dalam waktu yang lama, suhu yang berlebih dapat mempercepat kerusakan isolasi lilitan, menurunkan performa motor, bahkan menyebabkan kerusakan permanen. Oleh karena itu, diperlukan sistem proteksi arus lebih yang mampu mendeteksi kenaikan arus secara real-time dan memutus catu daya secara otomatis. Penerapan sensor arus ACS712 yang dikendalikan oleh mikrokontroler serta relay menjadi salah satu solusi yang efektif untuk meningkatkan keandalan sistem proteksi motor.[2][3]

Selain pemantauan arus, pengawasan suhu motor juga diperlukan untuk mengetahui kondisi kerja motor secara langsung. Kenaikan suhu dapat menjadi indikator awal terjadinya beban berlebih maupun gangguan pada sistem kerja motor. Dengan mengintegrasikan monitoring suhu dan proteksi arus lebih, sistem mampu memberikan perlindungan yang lebih baik sehingga keamanan, keandalan, dan umur pakai motor AC pada mesin pencacah rumput dapat ditingkatkan.[4]

Sebagai landasan penelitian, dilakukan studi literatur terhadap teori dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan sistem proteksi beban berlebih pada motor AC.

1. Penelitian oleh Arif Gunawan dan Muzni Sahar (2024) mengembangkan sistem proteksi dan monitoring overcurrent serta over/under voltage pada motor tiga fasa berbasis Arduino. Sistem memanfaatkan sensor arus dan mikrokontroler untuk memantau kondisi motor serta memutus sumber daya melalui relay ketika arus melebihi batas yang ditentukan. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mendeteksi gangguan arus lebih dengan baik. Penelitian ini menjadi acuan karena sama-sama menggunakan sensor arus dan mikrokontroler sebagai sistem proteksi.[5]
2. Penelitian Andreas Lie Alviero dan Dimas Setiawan Nugroho (2023) menerapkan sensor ACS712 sebagai sistem proteksi pada alat penghitung kertas otomatis berbasis IoT. Sensor digunakan untuk mendeteksi kenaikan arus akibat gangguan atau beban berlebih sehingga sistem dapat menghentikan operasi secara otomatis. Hasil penelitian menunjukkan sensor ACS712 efektif dalam mendeteksi kondisi overload. Perbedaannya terletak pada objek penelitian, yaitu alat penghitung kertas, sedangkan penelitian ini diterapkan pada motor AC satu fasa untuk mesin pencacah rumput.[6]
3. Penelitian Iftahul Yusro (2025) merancang sistem monitoring gangguan motor induksi berdasarkan parameter suhu, getaran, dan arus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan suhu dan arus dapat digunakan sebagai indikator awal gangguan motor. Perbedaan dengan penelitian ini adalah sistem yang dikembangkan tidak hanya melakukan monitoring, tetapi juga memberikan proteksi otomatis dengan memutus daya saat terjadi overload atau overheating.[7]

Sensor arus ACS712 merupakan sensor berbasis efek Hall yang digunakan untuk mengukur arus AC maupun DC secara non-kontak dan menghasilkan keluaran analog yang sebanding dengan arus yang terukur. Pada penelitian ini, sensor digunakan untuk memantau arus motor sebagai parameter deteksi beban berlebih.[8] Modul relay 5 V berfungsi sebagai sakelar elektronik yang dikendalikan oleh mikrokontroler untuk menghubungkan atau memutus suplai daya motor secara otomatis ketika terjadi kondisi overload.[9] Motor AC satu fasa 220 V berdaya 250 W digunakan sebagai penggerak utama alat pencacah rumput karena memiliki konstruksi sederhana, biaya perawatan rendah, dan torsi yang memadai, namun memerlukan sistem proteksi untuk mencegah kerusakan akibat arus berlebih.[10] LCD I2C 16x2 digunakan sebagai media tampilan untuk menampilkan informasi arus, suhu, dan status sistem secara real-time melalui komunikasi I2C yang hemat penggunaan pin mikrokontroler.[11] Arduino Uno berbasis ATmega328P berperan sebagai pusat pengendali yang membaca data dari sensor arus ACS712 dan sensor suhu DS18B20, kemudian memproses data tersebut untuk mengendalikan relay apabila nilai arus atau suhu melebihi batas yang telah ditentukan.[12] Sementara itu, sensor suhu DS18B20 digunakan untuk memantau suhu motor secara real-time sebagai parameter proteksi termal sehingga sistem dapat memutus suplai daya ketika terjadi overheating dan mencegah kerusakan pada motor.[13]

II. METODE PENELITIAN

A. Studi lapangan

Studi lapangan diterapkan dengan melakukan observasi langsung di lokasi guna menganalisis masalah serta menghimpun data yang relevan. Dalam proses pengamatan dilakukan bersama salah seorang peternak yang mengoperasikan mesin pencacah rumput di Desa Karangmojo, Kecamatan Balong, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur. Melalui pendekatan tersebut, ditemukan fakta bahwa perangkat pencacah yang digunakan saat ini masih minim fitur pengaman, khususnya pada bagian penggerak utama. Selama proses pencacahan berlangsung, motor AC satu fasa kerap menerima beban mekanis berlebih lantaran volume rumput yang terlalu padat atau adanya benda asing yang menghambat putaran pisau.

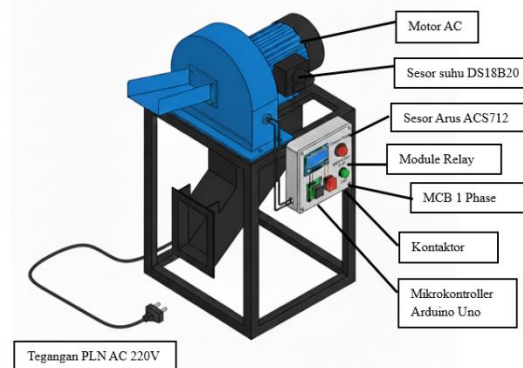
Fenomena ini memicu lonjakan arus listrik di luar batas wajar yang berujung pada akumulasi panas (overheating). Tanpa adanya mekanisme proteksi yang responsif, paparan panas ekstrim yang terjadi berulang kali dipastikan bakal menurunkan performa hingga merusak lilitan motor. Oleh sebab itu, urgensi sirkuit pengaman berbasis pemantauan arus dan suhu otomatis sangat diperlukan untuk memutus suplai daya saat overload. Integrasi sistem proteksi ini diproyeksikan mampu memperpanjang usia pakai serta menjaga keandalan motor penggerak tersebut.

B. Perencanaan Alat

Tahap perancangan sistem merupakan representasi visual dari konsep yang akan digunakan untuk membangun konstruksi perangkat. Data yang diperoleh dalam fase ini harus didasarkan pada teori-teori yang relevan.

1. Perencanaan desain alat

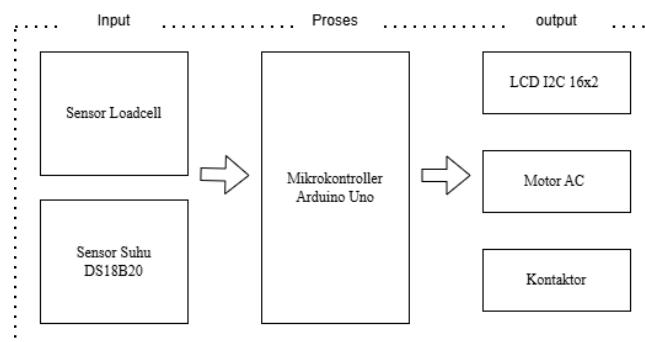
Tahap perencanaan desain merupakan proses pemetaan visual sistem secara ringkas dan tepat guna, dengan tujuan memberikan ilustrasi awal dari perangkat yang hendak diproduksi.



Gambar 1 Perencanaan Desai Alat

2. Diagram Blok

Diagram blok sistem berfungsi sebagai representasi visual yang menggambarkan interkoneksi dan interaksi antar-komponen utama di dalam perangkat.

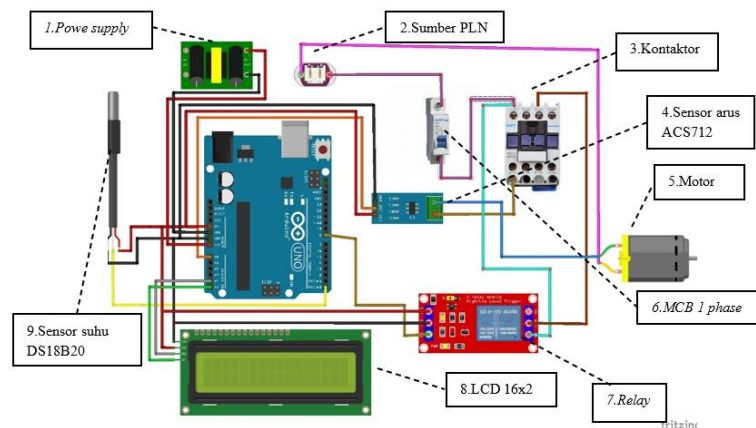


Gambar 2 Diagram blok Alat

- 1) Blok *Input*
 - a) Sensor Arus ACS712
ACS712 berfungsi untuk memantau besarnya arus listrik yang mengalir menuju motor AC. Data arus tersebut digunakan sebagai parameter dalam mendeteksi terjadinya kondisi beban berlebih.
 - b) Sensor Suhu DS18B20
DS18B20 digunakan untuk mendeteksi suhu motor secara real-time.
- 2) Blok *Process*
 - a) Arduino Uno
Arduino Uno digunakan untuk pusat kendali yang memproses data yang diperoleh dari sensor arus dan sensor suhu.
- 3) Blok *Output*
 - a) LCD 12c 16x2
LCD I2C 16x2 digunakan untuk menampilkan sistem informasi arus, suhu, dan status kerja alat.
 - b) Motor AC
Motor AC digunakan sebagai penggerak utama mesin pencacah rumput.
 - c) Kontaktor
Sebagai jembatan untuk menghubungkan arus Listrik ke beban motor

3. Diagram Wiring

Diagram *wiring* merupakan representasi yang mengilustrasikan jalur pengabelan dalam suatu rangkaian elektronik serta menunjukkan konektivitas antar komponen secara spesifik.

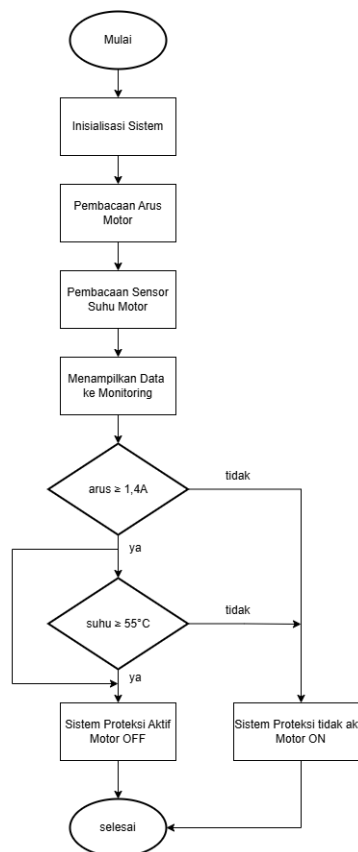


Gambar 3 Diagram wiringt

1. Power Supply
Power supply berfungsi mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC sebagai sumber catu daya untuk Arduino Uno, sensor, relay, dan LCD.
2. Sumber PLN
Sumber PLN merupakan sumber tegangan AC 220 V yang digunakan untuk menyuplai daya pada motor AC dan rangkaian kontrol.
3. Kontaktor
Kontaktor berfungsi sebagai saklar elektromagnetik yang menghubungkan atau memutus aliran listrik menuju motor berdasarkan perintah dari sistem kontrol.
4. Sensor Arus ACS712
Sensor ACS712 digunakan untuk mengukur arus yang mengalir ke motor secara real-time. Data hasil pembacaan dikirim ke Arduino sebagai dasar pengambilan keputusan sistem proteksi.

5. Motor AC
Motor AC merupakan aktuator utama yang digunakan untuk menggerakkan pisau pencacah rumput sesuai dengan daya yang diberikan.
6. MCB 1 Phase
MCB 1 phase berfungsi sebagai pengaman utama rangkaian listrik dari gangguan arus lebih dan hubung singkat pada sisi sumber tegangan.
7. Relay
Relay berfungsi sebagai pengendali kontaktor yang menerima perintah dari Arduino untuk mengaktifkan atau memutus kerja motor saat terjadi kondisi overload.
8. LCD 16×2
Motor AC merupakan aktuator utama yang digunakan untuk menggerakkan pisau pencacah rumput sesuai dengan daya yang diberikan.
9. Sensor Suhu DS18B20
Sensor DS18B20 berfungsi mengukur suhu permukaan motor secara real-time sebagai indikator kondisi kerja motor dan mendukung sistem proteksi ketika suhu melebihi batas yang ditentukan.

4. Flowchart Sistem



Gambar 4 Flowchart Sistem Proteksi

Flowchart sistem dimulai pada tahap Mulai, kemudian Arduino melakukan inisialisasi sistem untuk mengaktifkan seluruh komponen yang digunakan, seperti sensor arus ACS712, sensor suhu DS18B20, LCD 16×2, dan relay. Setelah proses inisialisasi selesai, sistem melakukan pembacaan arus motor

menggunakan sensor ACS712, kemudian dilanjutkan dengan pembacaan suhu motor menggunakan sensor DS18B20.

Data hasil pembacaan arus dan suhu selanjutnya ditampilkan pada media monitoring (LCD) sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi kerja motor secara real-time. Setelah itu, sistem melakukan pemeriksaan terhadap nilai arus yang terukur. Apabila arus kurang dari 1,4 A, maka sistem menyatakan kondisi motor masih normal sehingga proteksi tidak aktif dan motor tetap menyala (Motor ON).

Apabila nilai arus mencapai atau melebihi 1,4 A, sistem akan melanjutkan pemeriksaan terhadap suhu motor. Jika suhu motor kurang dari 55°C, maka sistem menganggap kondisi motor masih berada pada batas aman sehingga proteksi tidak diaktifkan dan motor tetap beroperasi. Sebaliknya, apabila arus $\geq 1,4$ A dan suhu $\geq 55^\circ\text{C}$, sistem mengaktifkan proteksi beban berlebih dengan memberikan perintah kepada relay untuk memutus kontaktor sehingga suplai listrik ke motor terputus dan motor berhenti beroperasi (Motor OFF). Setelah proses tersebut selesai, alur sistem berakhir.

C. Perencanaan Alat

pada box panel kontrol diletakan komponen-komponen seperti MCB, Kontakto, Sensor arus, PSU, Terminal, Modul Relay 2 Channel, Modul Step Down, Mikrokontroller Arduino Uno, LCD, Push Button sebagai kendali dari sistem proteksi.



Gambar 5 Penempatan komponen pada box panel kontrol

Merupakan tampilan keseluruhan sistem proteksi beban berlebih pada motor AC satu fasa setelah seluruh komponen selesai dipasang dan dirakit sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Hasil akhir perakitan menunjukkan bahwa setiap komponen telah terintegrasi sehingga sistem siap digunakan untuk proses pengujian.

Gambar 6 Keseluruhan Sistem



III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Alat

Tahap pengujian dimulai setelah proses perancangan dan perakitan alat selesai. Tujuannya adalah untuk melihat kinerja dari sistem proteksi yang sudah dibuat, sekaligus memastikan semua komponen bisa berfungsi sesuai rencana. Data dari pengujian ini lalu dipakai untuk menilai seberapa baik sistem dalam melindungi motor AC 1 fasa dari kondisi beban berlebih dan suhu yang melewati batas aman. Pengujian berfokus pada sensor arus ACS712 dan sensor suhu DS18B20 untuk mengecek kemampuan keduanya dalam membaca nilai saat motor sedang menyala.

Selain pengujian sensor, dilakukan pula pengujian sistem proteksi secara keseluruhan dengan memberikan variasi beban pada mesin pencacah rumput. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui respons sistem ketika terjadi peningkatan arus maupun kenaikan suhu pada motor. Hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengetahui tingkat keberhasilan, keandalan, serta kinerja sistem proteksi yang telah dirancang.

B. Pengujian Sistem Alat

Tabel 3.1 Pengujian Akurasi Sistem dalam Pembacaan Arus Motor

No	Kondisi Beban	Pengukuran Tangampere	Terbaca ACS712(A)	Selisih	Akurasi
1	Tanpa Beban	0,98	1,01	0,03	96,94%
2	Ringan	1,07	1,13	0,06	94,39%
3	Ringan	1,03	1,08	0,05	95,15%
4	Ringan	1,03	1,07	0,04	96,12%
5	Sedang	1,15	1,22	0,07	93,91%
6	Sedang	1,30	1,26	0,03	97,69%
7	Sedang	1,29	1,35	0,06	95,35%
8	Berat	1,35	1,39	0,04	97,04%
9	Berat	1,41	1,46	0,05	96,45%
10	Berat	1,43	1,48	0,05	96,50%
Rata-rata		1,21	1,26	0,048	95,95%

Pada tabel Pengujian Akurasi pembacaan Arus Motor ini dilakukan dengan memberi beberapa variasi beban pada motor AC 1 fasa. Tujuannya adalah untuk melihat seberapa akurat sensor dalam membaca perubahan arus listrik yang terjadi saat motor sedang berjalan.

Tabel 3.2 Pengujian Akurasi Pembacaan Suhu Motor

No	Operasi Motor	Suhu Terukur Termogun	Suhu Terbaca DS18B20(°C)	Selisih	Akurasi
1	0 Menit	30,1	29,5	0,6	98,01%
2	10 Menit	37,9	37,4	0,5	98,68%
3	20 Menit	45,1	43,8	1,1	97,12%
4	30 Menit	50,6	49,3	1,3	97,43%
5	40 Menit	56,3	55,8	0,4	99,11%
Rata-rata		44,0	43,16	0,84	98,07%

Pada tabel pengujian akurasi pembacaan suhu motor ini dilakukan untuk melihat seberapa baik sensor membaca perubahan panas pada motor AC saat dinyalakan. Pengamatan dimulai dari kondisi awal motor dingin

sampai suhunya naik, sehingga kita bisa memastikan sistem proteksi overheating bekerja dengan baik saat temperatur motor meningkat.

Tabel 3.3 Pengujian Sistem Proteksi beban ringan Menggunakan Bagian Ujung Rumput Gajah

	No	Kondisi Beban	Operasi Motor	Arus (A)	Suhu (°C)	Keterangan Motor	Pada pengujian proteksi situasi beban
sistem dalam	1	Ringan	10 Menit	1,13	34,5	ON	
	2	Ringan	20 Menit	1,08	38,9	ON	
	3	Ringan	30 Menit	1,07	43,3	ON	
	4	Ringan	40 Menit	1,11	47,7	ON	
	5	Ringan	50 Menit	1,13	52,1	ON	
	6	Ringan	60 Menit	1,04	55,2	OFF	

menggunakan bagian ujung rumput Gajah memperlihatkan bahwa motor tetap beroperasi secara normal selama rentang waktu 0 hingga 50 menit. Pada periode tersebut, arus yang mengalir berada di angka 1,04 -1,13 A dengan kenaikan suhu bertahap dari 34,5 °C hingga mencapai 55,1 °C. pada menit ke 60, suhu motor menyentuh hingga 55,2 °C. Lonjakan suhu ini memicu sistem proteksi untuk mengirimkan perintah pemutusan daya lewat relay atau kontaktor, yang secara otomatis mengubah status motor menjadi OFF.

Tabel 3.4 Pengujian Sistem Proteksi beban sedang Menggunakan Bagian Tengah Rumput Gajah

No	Kondisi Beban	Operasi Motor	Arus (A)	Suhu (°C)	Keterangan Motor
1	Sedang	5 Menit	1,22	35,4	ON
2	Sedang	10 Menit	1,33	37,4	ON
3	Sedang	15 Menit	1,35	41,7	ON
4	Sedang	20 Menit	1,26	43,9	ON
5	Sedang	25 Menit	1,19	47,7	ON
6	Sedang	30 Menit	1,28	49,3	ON
7	Sedang	35 Menit	1,19	51,6	ON
8	Sedang	40 Menit	1,32	55,8	OFF

Pada pengujian sistem proteksi pada kondisi beban menggunakan bagian tengah rumput gajah menunjukkan bahwa motor beroperasi normal selama arus berada pada kisaran 1,19 - 1,35 A dan suhu meningkat dari 35,4 °C hingga 55,8 °C. Pada menit ke 40, suhu motor mencapai 55,8 °C, sehingga sistem proteksi secara otomatis memutus suplai listrik melalui relay atau kontaktor dan kondisi motor berubah menjadi OFF.

Tabel 3.5 Pengujian sistem proteksi beban berat menggunakan bagian pangkal rumput gajah

No	Kondisi Beban	Operasi Motor	Arus (A)	Suhu (°C)	Keterangan Motor
1	Berat	5 Menit	1,39	36,8	ON
2	Berat	10 Menit	1,41	42,7	OFF
3	Berat	15 Menit	1,47	47,9	OFF
4	Berat	20 Menit	1,51	51,6	OFF
5	Berat	25 Menit	1,37	54,1	ON
6	Berat	30 Menit	1,48	55,8	OFF

Berdasarkan pengujian sistem proteksi pada kondisi beban menggunakan bagian pangkal rumput gajah menunjukkan bahwa motor beroperasi normal selama arus berada pada kisaran 1,37 - 1,40 A dan suhu meningkat dari 36,8 °C hingga 55,8 °C. Pada menit 40 suhu motor mencapai titik tertinggi 55,8 °C dan saat arus melebihi 1,40A sistem proteksi secara otomatis memutus suplai listrik melalui relay atau kontaktor dan kondisi motor berubah menjadi OFF.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian sistem proteksi beban berlebih pada motor AC satu fasa untuk pencacah rumput, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem proteksi arus menggunakan sensor ACS712 berhasil melakukan pembacaan arus dengan akurasi rata-rata sebesar 95,95% dan memiliki selisih pembacaan terhadap alat pembanding sebesar 0,048 A. Sementara itu, sistem pemantauan suhu menggunakan sensor DS18B20 mampu mendeteksi perubahan temperatur motor dengan akurasi rata-rata 98,07% dan selisih pengukuran sebesar 0,84 °C. Berdasarkan data yang diperoleh, Arduino Uno mampu mengolah informasi dari kedua sensor dan mengendalikan relay atau kontaktor untuk memutus suplai listrik secara otomatis ketika arus melebihi batas 1,4 A atau suhu motor mencapai 55 °C. Dengan demikian, sistem proteksi yang dirancang mampu mendeteksi kondisi beban berlebih dan panas berlebih secara efektif sehingga dapat membantu melindungi motor dari potensi kerusakan serta meningkatkan keamanan dan keandalan pengoperasian alat pencacah rumput.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Artikel, "Arus Jurnal Sains dan Teknologi (AJST) Pemilihan Pengaman yang digunakan pada Motor Listrik terhadap Proteksi berdasarkan Kapasitas Arus Normal," vol. 2, no. 2, 2024.
- [2] M. K. A. Rosa and I. N. Anggraini, "SISTEM PROTEKSI MOTOR INDUKSI 3 FASA TERHADAP BERMACAM GANGGUAN MENGGUNAKAN," vol. 10, no. 1, pp. 9–17, 2020.
- [3] A. Kharisma and G. Nazharullah, "RELAY PROTEKSI ARUS LEBIH BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO," PoliGrid, vol. 04, no. 01, pp. 32–40, 2023.
- [4] R. Ardiansyah et al., "Jurnal Mekanik Terapan Analisis Sistem Proteksi pada Motor Circulating Water Pump PT . XYZ," vol. 05, no. 02, pp. 71–76, 2024, doi: 10.32722/jmt.v5i2.6030.
- [5] A. Gunawan, M. Sahar, P. Studi, T. Listrik, and P. Caltex, "Rancang Bangun Sistem Proteksi Dan Monitoring Overcurrent Dan Over / Under Voltage Terhadap Motor 3 Fasa Berbasis Arduino," vol. 4, no. 1, pp. 30–39, 2024.
- [6] A. L. Alviero and D. S. Nugroho, "Pengaplikasian Sensor Arus ACS712 Sebagai Sistem Proteksi Pada Alat Penghitug Kertas Otomatis Berbasis IoT," vol. 2, no. 1, pp. 7–13, 2023.
- [7] B. N. Suhu and K. Arus, "Desain Sistem Monitoring Gangguan Motor Induksi," vol. 6, no. 2, pp. 207–216, 2025.
- [8] L. D. Rumpa, Y. A. Ambabunga, and M. Pineng, "Optimization of ACS712 Sensor Current Measurement in Solar Power System through Regression Modeling," J. Appl. Informatics Comput., vol. 7, no. 2, pp. 198–201, 2023, doi: 10.30871/jaic.v7i2.6511.
- [9] N. A. M. Yunus, N. Sihar, and C. Z. C. Hassan, "Relay demonstration on board for final year student," E3S Web Conf., vol. 479, no. 1, pp. 1–11, 2024, doi: 10.1051/e3sconf/202447901001.
- [10] H. Miloudi et al., "Electromagnetic Compatibility Characterization of Start-Capacitor Single-Phase Induction Motor," IEEE Access, vol. 12, no. 1, pp. 2313–2326, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3349018.
- [11] C. Pradhana and M. Sulaiman, "Simulasi Komunikasi Serial Dengan Protokol I2C Menggunakan Arduino IDE dan Proteus 8," Semin. Nas. Fortei Reg. 7, pp. 1–6, 2020.
- [12] D. A. Permadi and G. A. Buntoro, "Monitoring Sistem Kontrol Panas Pada Kompor Listrik Berbasis Arduino," pp. 323–330.
- [13] M. F. Maheswara, S. Purwiyanti, S. Sumadi, and E. Nasrullah, "Rancang Bangun Alat Monitoring Suhu

Menggunakan Sensor Ds18B20 Dan Pengaduk Otomatis Pada Proses Fermentasi Kakao,” J. Inform. dan Tek. Elektro Terap., vol. 11, no. 3, pp. 513–519, 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3.3209.