

Implementasi Pengendalian Mesin Auger dan Tractor pada Silo Berbasis Arus

Alfin Teddy Alamsyah^{1*}, Agus Pracoyo², Hari Kurnia Safitri³
^{1,2,3}Politeknik Negeri Malang, Malang

*Penulis Korespondensi, email: alfinteddy@gmail.com

Received: 11/11/2023

Revised: 16/11/2023

Accepted: 17/11/2023

Abstract. In the manufacturing industry, especially like the animal feed industry, there must be a silo. The use of silos is used as a storage place for ingredients to make animal feed. Inside a silo there is an auger machine that drives a screw conveyor. Screw conveyors function to move fine semi-solid materials such as corn. The use of a screw conveyor has a constant movement which if the flow of corn increases will cause overloading. In this research, if overloaded there will be an increase in current in the auger machine which can cause a short circuit or fire which can result in failure or delay in production. In order for production to run smoothly, a system is needed to avoid the overcurrent so that the auger machine does not tripp. By using the PZEM-004T sensor that can read the current on the auger machine and arduino uno as a microcontroller can control the movement of a tractor to move as needed and not to increase the excess load on the auger machine. The test results show that the PZEM-004T sensor has a minimum error of 0% and a maximum error of 4% when compared to a clamp meter.

Keywords: Screw conveyor, Over current, PZEM-004T sensor, Auger machine, Tractor

Abstrak. Pada industri manufaktur, terutama seperti industri pakan ternak pastinya memiliki sebuah silo. Penggunaan silo digunakan sebagai tempat penyimpanan bahan untuk membuat pakan ternak. Di dalam sebuah silo terdapat sebuah mesin *auger* yang menggerakkan *screw conveyor*. *Screw conveyor* berfungsi untuk memindahkan bahan semi padat berbentuk halus seperti jagung. Penggunaan *screw conveyor* memiliki gerakan yang konstan yang mana apabila aliran jagung meningkat akan menyebabkan kelebihan muatan. Pada penelitian ini, jika kelebihan muatan akan terjadi peningkatan arus pada mesin *auger* yang bisa mengakibatkan korsleting atau kebakaran yang bisa mengakibatkan gagal atau keterlambatan produksi. Agar produksi berjalan lancar diperlukan sebuah sistem untuk menghindari arus berlebih tersebut sehingga mesin *auger* tidak mengalami *trip*. Dengan menggunakan sensor PZEM-004T yang dapat membaca arus pada mesin *auger* dan arduino uno sebagai mikrokontroler dapat mengontrol pergerakan dari sebuah *tractor* agar bergerak sesuai kebutuhan dan tidak menambah beban yang semakin berlebih pada mesin *auger*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor PZEM-004T memiliki *error* minimal sebesar 0% dan *error* maksimal sebesar 4% jika dibandingkan dengan *clamp meter* serta sistem yang dibuat sudah bisa mengatur jalannya *tractor* yang menggunakan lampu sebagai indikator sesuai arus yang ditentukan.

Kata Kunci: Screw conveyor, Arus berlebih, Sensor PZEM-004T, Mesin *auger*, Tractor

I. PENDAHULUAN

Sektor industri sangat penting bagi pembangunan ekonomi karena memiliki kemampuan untuk mendorong pertumbuhan ekonomi. Sektor industri juga memberikan kontribusi terhadap pertumbuhan dengan menjadi komponen produktif[1]. Dalam dunia industri diperlukan suatu alat yang mampu beroperasi dengan cepat dan tepat sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lebih efektif dan efisien. Hal ini menjadikan proses di industri beralih dari sistem manual ke sistem otomatis yang dapat mempermudah pekerjaan manusia[2].

Pada industri manufaktur, terutama seperti industri pakan ternak pastinya memiliki sebuah silo. Penggunaan silo pada umumnya digunakan dalam bidang pertanian sebagai tempat penyimpanan hasil pertanian atau bahan untuk membuat pakan ternak. Silo merupakan tempat penyimpanan yang memiliki mekanisme mesin di dalamnya[3]. Di dalam sebuah silo terdapat sebuah mesin *auger* yang menggerakkan *screw conveyor*. *Screw conveyor* berfungsi untuk memindahkan bahan semi padat berbentuk halus seperti limbah serpihan kayu, agregat, biji-bijian, sereal, pakan ternak, daging dan lain-lain[4].

Penggunaan *screw conveyor* memiliki gerakan yang konstan yang mana apabila *flow material* meningkat akan menyebabkan penumpukan atau kelebihan muatan (*over load*)[5]. *Screw conveyor* dapat bergerak secara rotasi 360° yang dibantu oleh sebuah motor yang disebut *tractor* yang terdapat di ujung *screw conveyor*. Dengan bantuan *tractor* yang bergerak memutar silo, bahan baku bisa disalurkan secara merata dan menghindari penumpukan bahan baku di suatu titik. Pada mesin *auger* terdapat sebuah permasalahan yaitu mesin *auger* sebagai mesin utama sering kali mengalami arus berlebih dikarenakan terjadi penumpukan bahan baku di sepanjang *screw conveyor*, sehingga menyebabkan mesin *auger* mati. Arus listrik berlebih dapat mengakibatkan kebakaran atau konsleting pada isolasi belitan yang selanjutnya mengakibatkan kegagalan operasi motor induksi[6].

Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem peralatan pengamanan untuk mengatasi kegagalan motor induksi saat bekerja. Agar proses produksi berjalan lancar diperlukan sebuah sistem yang bisa mencegah terjadinya arus berlebih, pada sistem ini menggunakan sensor PZEM-004T dan arduino uno sebagai mikrokontrolernya. Sensor PZEM-004T adalah sebuah modul sensor multifungsi yang berfungsi untuk mengukur tegangan, arus, daya, faktor daya dan energi yang terdapat pada sebuah aliran listrik[7]. Penggunaan sensor PZEM-004T ini diharapkan mampu bekerja dengan baik untuk memproteksi arus yang berlebih sehingga beban prioritas motor induksi dapat terhindar dari *tripp*[8]. Arduino dengan kemampuan dan teknologinya mampu digunakan untuk menggantikan peran PLC sebagai kontrol *inverter* otomatis. Nantinya, arduino akan mengaktifkan salah satu relay untuk mengontrol arah jalannya *tractor* sesuai *set point*, apakah berjalan maju, mundur ataupun berhenti. Bahkan arduino mampu dikolaborasikan dengan peralatan yang lain seperti *display LCD (Liquid Cristal Display)* menggunakan pengendalian secara terprogram[9].

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini berupa pengujian sensor PZEM-004T yang di kalibrasikan dengan clamp meter untuk mengetahui

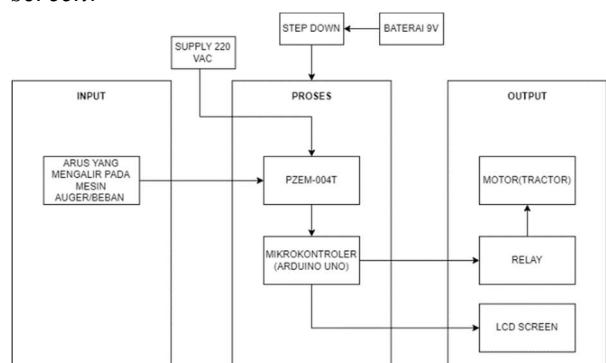
tingkat akurasi dari sensor PZEM-004T dan membandingkan data yang didapat oleh sensor[10]. Dengan dibuatnya modul dan sistem yang dilakukan diharapkan nantinya dapat memberikan perkembangan untuk riset elektronika industri pada waktu yang akan datang.

II. METODOLOGI

Diagram blok sistem adalah sebuah diagram blok yang menggambarkan sebuah alur sistem yang meliputi *input*, *proses*, dan *output*.

A. Diagram Blok Sistem

Pada diagram blok terdapat masukan atau *input* berupa arus AC yang mengalir pada mesin *auger*. Arus yang mengalir pada mesin *auger* akan dideteksi nilainya oleh PZEM-004T yang bisa mengukur arus hingga 100A. Penggunaan sensor PZEM-004T cukup mudah, dengan hanya mengklemp atau menjepit kabel yang arusnya ingin diukur. Kemudian, data yang diterima oleh sensor PZEM-004T kemudian diteruskan ke mikrokontroler berupa arduino uno. Arduino uno aktif jika diberi tegangan 5 VDC yang bisa diberi dari *adaptor* ataupun baterai. Arduino uno di sini berfungsi sebagai pengolah data yang dapat masukan dari sensor PZEM-004T. Setelah itu, data yang diolah oleh arduino uno akan mengontrol *relay* sesuai kondisi yang diberikan oleh arduino dan *relay* tersebut menggerakkan motor sesuai perintah. Selain itu, arduino juga memiliki output berupa karakter yang nantinya ditampilkan pada LCD *screen*.

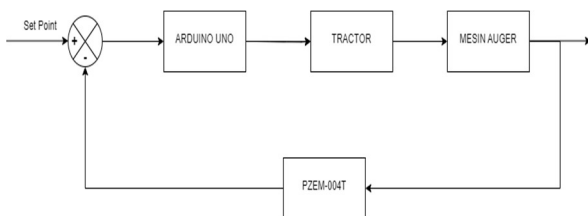


Gambar 1. Diagram blok sistem

B. Diagram Blok Kontrol

Gambar 2 merupakan gambar diagram blok kontrol dari modul dimana arduino uno sebagai

mikrokontroler berfungsi sebagai otomatisasi dari prinsip kerja modul ini untuk menjaga mesin utama agar tidak sampai mengalami *tripp* atau mati. Modul dirancang menggunakan umpan balik arus yang dibaca oleh sensor arus PZEM-004T dimana sensor arus ini mampu membaca arus hingga 100A. Arus yang dibaca oleh PZEM-004T akan diolah mikrokontroler untuk memerintahkan *relay* yang ada untuk melakukan sebuah aksi sesuai *set point* yang diberikan kepada motor yang dikontrol atau *tractor*. Terdapat tiga kondisi yang bisa dilakukan oleh modul yaitu, yang pertama ketika arus menyentuh *set point* atas *tractor* akan berhenti bergerak, jika arus masih mengalami kenaikan sampai menyentuh *set point* maksimal atau *set point safety* maka *tractor* akan berjalan mundur. Apabila arus mengalami penurunan hingga menyentuh *set point* bawah maka *tractor* akan bergerak maju setelah beberapa detik atau *delay*. Penambahan *delay* ini bertujuan agar *tractor* tidak mengalami kondisi *on/off* secara cepat yang dapat mengakibatkan *lifetime* pada *tractor* itu sendiri menjadi lebih pendek serta agar arus pada mesin *auger* tidak mengalami naik turun secara drastis.



Gambar 2. Diagram blok kontrol

C. Prinsip Kerja

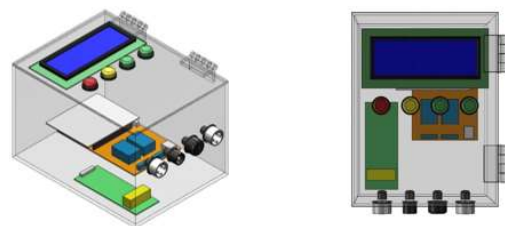
Prinsip kerja dari modul yang dibuat yaitu jika terdapat sebuah tumpukan atau gunungan material yaitu bahan pakan ternak yang berupa jagung yang disimpan di dalam sebuah silo akan disalurkan menuju lubang yang disediakan dan selanjutnya akan masuk proses produksi dengan menggunakan mesin *auger* yang menggerakkan sebuah *screw conveyor* yang ujungnya ada sebuah *tractor* yang berfungsi sebagai pemberi beban *screw conveyor* dan membantu *screw conveyor* berputar 360° memutar dalam silo, apabila *screw conveyor* membawa material terlalu banyak maka *tractor*

akan berhenti agar *load* material pada *screw conveyor* tidak menumpuk yang mengakibatkan mesin *auger* yang menggerakkan *screw conveyor* mati.

Apabila material berupa jagung yang disalurkan oleh *screw conveyor* tersebut semakin banyak, maka mesin *auger* yang berfungsi untuk menggerakkan *screw conveyor* juga akan memperbesar arus listrik yang mengalir pada mesin tersebut. Jika arus tersebut mengalami peningkatan maka sensor arus akan membaca berapa arus yang diterima oleh mesin tersebut. Jika arus yang terbaca oleh sensor menyentuh *set point* atas yang ditentukan maka arduino akan memerintahkan *relay* untuk mematikan *tractor* agar *tractor* berhenti berjalan. Apabila beban masih mengalami kenaikan dan arus melewati *set point* atas, maka diberi *set point safety* khusus untuk memerintahkan *relay* agar motor *tractor* berjalan ke belakang atau mundur agar beban tidak semakin naik. Sehingga beban atau arus bisa mengalami penurunan nilai. Jika beban yang disalurkan oleh *screw conveyor* berangsur berkurang atau menurun, maka berbanding lurus dengan arus yang diterima yang juga akan semakin berkurang. Apabila arus mengalami penurunan hingga menyentuh *set point* bawah maka *tractor* akan bergerak maju setelah beberapa detik atau *delay*. Penambahan *delay* ini bertujuan agar *tractor* tidak mengalami kondisi *on/off* secara cepat yang dapat mengakibatkan *lifetime* pada *tractor* itu sendiri menjadi lebih pendek serta agar arus pada mesin *auger* tidak mengalami naik turun secara drastis.

D. Perancangan Mekanik

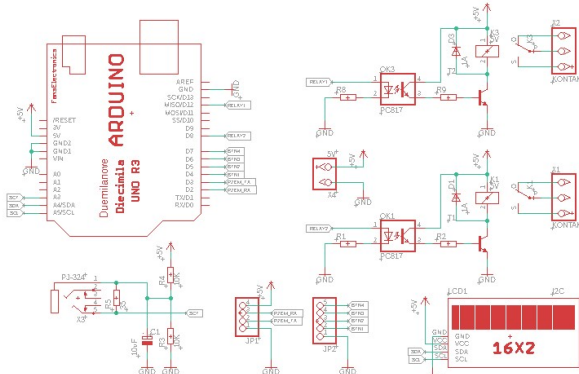
Gambar 3 merupakan perancangan mekanik dari modul pengendalian arus dimana bahan *box* modul adalah akrilik transparan yang memiliki dimensi dengan panjang 159 mm, lebar 120 mm, tinggi 103 mm, dan ketebalan akrilik 10 mm dengan berat 1 kg.



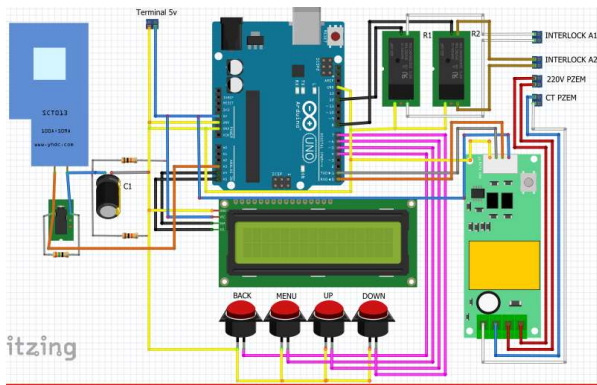
Gambar 3. Box akrilik modul

E. Perancangan Elektronik

Sumber tegangan yang diperlukan adalah 220 VAC untuk sensor PZEM-004T serta 5 VDC untuk sensor SCT-013, LCD 16x2 I2C dan Arduino Uno.



Gambar 4. Perancangan elektronik



Gambar 5. Pengkabelan rangkaian elektronik

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

F. Pengujian LCD 16x2 I2C dan Kondisi Awal Modul

Dalam modul, penggunaan LCD I2C berfungsi sebagai *interface* dari modul dimana dapat menampilkan pembacaan dari sensor-sensor yang digunakan dan juga untuk memudahkan pembacaan informasi data yang diperoleh dari modul yang bekerja apakah karakter yang muncul sesuai apa yang ada di program yang dibuat.



Gambar 6. Tampilan kondisi awal modul

Dari hasil pengujian LCD 16x2 didapatkan hasil bahwa LCD dapat dihasilkan bahwa LCD tersebut dapat menampilkan karakter sesuai yang terdapat di dalam program dan dapat bekerja dengan baik sesuai harapan.

G. Pengujian Modul Menggunakan Beban Lain

Dalam pengujian modul dengan menggunakan beban lain yang dilakukan, pengujian menggunakan beberapa mesin atau beban yang menggunakan motor 3 fasa yang memiliki daya yang berbeda-beda dimana modul mengukur dan membaca arus yang mengalir pada setiap masing-masing fasa. Selain menggunakan modul pembacaan arus juga menggunakan alat lain yang berupa *clamp meter* sebagai perbandingan.



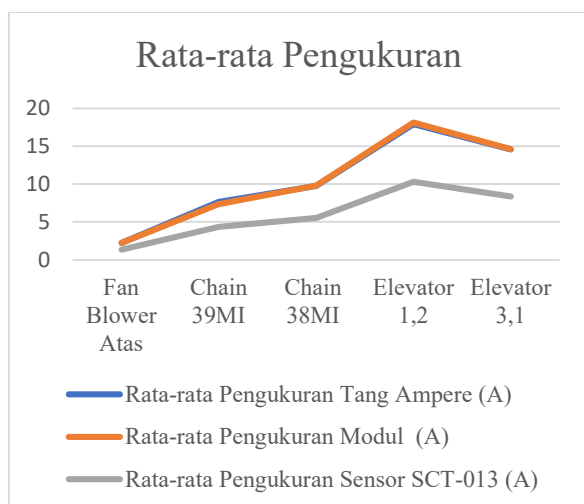
Gambar 7. Hasil pengujian pembacaan arus

Tabel 1. Hasil pembacaan arus menggunakan beban yang berbeda-beda

No.	Beban	Clamp Meter (A)			Sensor PZEM-004T (A)			SCT-013 (A)		
		R	S	T	R	S	T	R	S	T
1.	Fan Blower Atas Baldor 1.5 kW	2,2	2,3	2,2	2,18	2,29	2,21	1,31	1,37	1,35
2.	Chain 39MI Feeder 7.5 kW	7,6	8	7,3	7,55	7,09	7,38	4,35	4,43	4,21
3.	Chain 38MI Feeder 11 kW	9,7	9,9	9,6	9,7	9,97	9,71	5,57	5,68	5,37
4.	Elevator 1.2 Baldor 15 kW	18	17,8	18	18,15	17,71	18,6	10,3	10,12	10,56
5.	Elevator 3.1	14,5	14,8	14,4	14,45	14,58	14,75	8,3	8,45	8,34

Tabel 2. Hasil rata-rata pengukuran dan *error* clamp meter serta sensor yang digunakan

Rata-rata Pengukuran Clamp Meter (A)	Rata-rata Pengukuran Sensor PZEM-004T (A)	Rata-rata Pengukuran Sensor SCT-013 (A)	Error Pengukuran Modul dengan Clamp Meter	Error Pengukuran Sensor SCT-013 dengan Clamp Meter
2,23	2,23	1,34	0%	40%
7,63	7,34	4,33	4%	43%
9,73	9,79	5,54	1%	43%
17,93	18,15	10,33	1%	42%
14,57	14,59	8,36	0%	43%



Bagan 1. Grafik rata-rata pembacaan

Berdasarkan hasil pengujian pembacaan arus menunjukkan bahwa rata-rata *error* Sensor PZEM-004T jika dibandingkan dengan *clamp meter* yang sebagai acuan memiliki presentase *error* sebesar maksimal 4% dan memiliki *error* minimal sebesar 0%. Sedangkan untuk rata-rata *error* Sensor SCT-013 jika dibandingkan dengan *clamp meter* memiliki presentase *error* maksimal sebesar 43% dan memiliki *error* minimal sebesar 40%.

H. Pengujian Modul Menggunakan Beban Mesin Auger

Mesin *auger* yang diukur pembacaan arusnya di sini memiliki daya 11 kW. Pada modul *set point* yang diberikan yaitu 9 A untuk *set point* bawah, 10.3 untuk *set point* atas, dan 14 A untuk *set point* maksimum serta untuk *delay* sebesar 10 detik. Untuk mesin *auger* yang diuji memiliki spesifikasi arus maksimum sebesar 20A. Pada pengujian ini R1 dan R2 yang dimaksud adalah R1 (*relay* 1) dan R2 (*relay* 2) dimana lampu R1 berfungsi sebagai indikator apakah *tractor* bergerak maju atau tidak, begitu juga dengan lampu R2 berfungsi sebagai indikator apakah *tractor* bergerak mundur atau tidak.

Tabel 3. Pengujian modul menggunakan mesin *auger* serta kondisi *tractor*

No.	Perc. ke	Arus yang Terbaca pada Modul (A)	Lampu R1 (nyala 1, mati 0)	Lampu R2 (nyala 1, mati 0)	Kondisi <i>Tractor</i>
1.	1	10.3	0	0	Berhenti
2.	2	8.96	0	0	Berhenti
3.	3	9.72	1	0	Maju
4.	4	10.6	0	0	Berhenti
5.	5	9.63	1	0	Maju
6.	6	8.69	0	0	Berhenti
7.	7	10.4	0	0	Berhenti
8.	8	9.77	1	0	Maju
9.	9	9.36	1	0	Maju
10.	10	15.12	0	1	Mundur
11.	11	8.94	0	0	Berhenti
12.	12	9.47	1	0	Maju
13.	13	12.77	0	0	Berhenti
14.	14	13.84	0	0	Berhenti
15.	15	14.33	0	1	Mundur



Gambar 8. Hasil pengujian pergerakan menggunakan indikator lampu

Berdasarkan tabel 4.4 dan gambar 4.4 hasil pengujian modul menggunakan mesin *auger* menunjukkan bahwa pada saat arus bernilai 9 A sampai 10,3 A maka *relay* 1 akan menyala dimana lampu tersebut menandakan bahwa *tractor* berjalan maju. Ketika arus bernilai antara 10,3 sampai 14,3 maka tidak ada *relay* yang menyala, hal ini menandakan bahwa *tractor* tidak bergerak atau berhenti. Sedangkan ketika arus bernilai lebih dari 14,3 maka *relay* 2 akan menyala yang menandakan bahwa *tractor* berjalan mundur.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Modul yang menggunakan sensor PZEM-004T memiliki tingkat kepresisian yang cukup tinggi atau mendekati jika dibandingkan dengan *clamp meter* yang ada dikarenakan pada pengujian sensor PZEM-004T memberikan hasil *error* paling kecil yaitu 0% dan paling besar 4%. Penambahan *delay* pada sistem yang digunakan bertujuan untuk menghindari *on/off* yang cukup cepat pada *tractor* yang bisa mengakibatkan *lifetime* pada *tractor* itu sendiri menjadi lebih pendek serta agar arus pada mesin *auger* tidak mengalami naik turun secara drastis. Modul yang dibuat masih memiliki kekurangan yaitu masih cukup lambat dalam melakukan perubahan pembacaan arus apabila dibandingkan dengan *clamp meter*.

Sedangkan untuk saran yaitu untuk menyempurnakan modul ini dapat digunakan modul *keypad* yang berfungsi sebagai mempermudah navigasi menu dan memasukkan *set point – set point* yang ada serta menggantikan *button* yang sudah ada dikarenakan lebih lengkap dan dapat dimengerti daripada beberapa *button*. Selain itu, rangkaian ini masih berupa *prototype* atau masih simulasi dimana motor yang dikontrol masih menggunakan lampu indikator sebagai gantinya. Lampu indikator di sini berfungsi untuk menandakan *relay* yang aktif. Jika ingin mengaplikasikannya ke motor induksi secara langsung membutuhkan komponen kontaktor 3 fasa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Drs. Agus Pracoyo, M.T. dan Hari Kurnia Safitri, S.T., M.T. atas dukungan terhadap penelitian yang telah dilakukan.

REFERENSI

- [1] R. Azwina, P. Wardani, F. Sitanggang, and P. R. Silalahi, "Strategi Industri Manufaktur Dalam Meningkatkan Percepatan Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia," *J. Manajemn, Bisnis dan Akunt.*, vol. 2, no. 1, pp. 44–55, 2023.
- [2] F. Ramadhan and T. Ta'ali, "Perancangan Penyortiran Barang Berdasarkan Berat

- dengan Sistem Pick And Place Berbasis Mikrokontroler,” *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 2, p. 168, 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i2.108605.
- [3] R. Laura, R. Handayani, M. R. Alfarisi, and U. Telkom, “PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN SILO PADA PETERNAKAN UNGGAS (Monitoring and Controlling Silo in Poultry Livestock),” vol. 7, no. 6, pp. 2870–2873, 2021.
- [4] Z. Fachri, M. Alwathani, P. S. Mekatronika, and P. Aceh, “DESIGN & DEVELOPMENT OF A SCREW CONVEYOR- BASED SOYBEAN WASHING MACHINE FOR TEMPEH,” vol. 6, no. 01, 2023, doi: 10.25299/rem.2023.vol6(01).12053.
- [5] I. Asmara Putra and Y. Mafendro DES, “Rancang Bangun Air Slide Conveyor Sebagai Pengganti Screw Conveyor T04-Sc6,” pp. 620–631, 2021, [Online]. Available: <http://prosiding.pnj.ac.id>
- [6] R. R. Yuda and U. Budiarta, “Rancang Bangun Sistem Kontrol Jarak Jauh Pada Motor Induksi 1 Fasa Menggunakan Wireless Untuk Pengaman Dari Arus,” *J. Mhs. Tek.*, vol. 1, pp. 34–45, 2018, [Online]. Available: <http://www.ejurnalmalahayati.ac.id/index.php/teknik/article/download/937/787>
- [7] M. Nursamsi Adiwiranto and C. Budi Waluyo, “Prototipe Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Serta Estimasi Biaya Pada Peralatan Rumah Tangga Berbasis Internet of Things,” *ELECTRON J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 13–22, 2021, doi: 10.33019/electron.v2i2.2.
- [8] T. B. Prasetya and G. Musyaha, “Modul otomatisasi proteksi motor induksi berbasis arduino nano,” vol. 6, no. 1, pp. 1–8, 2021.
- [9] H. Hadiyanto and R. Kango, “Pengendali Motor 3 Phase Berbasis Arduino,” *Semnas Ristek (Seminar Nas. Ris. dan Inov. Teknol.*, vol. 6, no. 1, pp. 2020–2023, 2022, doi: 10.30998/semnasristek.v6i1.5827.
- [10] E. Kurniawan, D. S. Pangaudi, and E. N. Widjarmoko, “Perancangan Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Berbasis Android,” *Cyclotron*, vol. 5, no. 1, pp. 63–68, 2022, doi: 10.30651/cl.v5i1.8772.