



Rancang Bangun Mesin Penggulung Lilitan Kawat Transformator Otomatis Berbasis Arduino Uno

Dean Anggara Putra^{1*}, Rahmat², Rifo Nurlaksana Restu³, Jefri Imron⁴, Marhaendra Natawibawa⁵, Hery Sumardiyanto⁶

^{1,2,3,4,5,6}Universitas Sains Indonesia

Email: dean.anggara@lecturer.sains.ac.id¹, rahmat.r@lecturer.sains.ac.id², rifo.nur@lecturer.sains.ac.id³, jefri.imron@sains.lecturer.ac.id⁴, Marhaendra.natawibawa@sains.lecturer.ac.id⁵, Hery.sumardiyanto@sains.lecturer.ac.id⁶

Article Info

Article history:

Received April 3, 2025

Revised April 17, 2025

Accepted April 28, 2025

Keywords:

Arduino Uno
Stepper Motor
L298N
Transformer
Automation

ABSTRACT

Transformers are important components in electrical systems, but the manual transformer manufacturing process still has limitations in terms of efficiency and accuracy of the number of turns. This study designed and built an automatic transformer wire winding machine based on Arduino Uno with stepper motor control via the L298N driver, as well as a 16x2 LCD interface to display the number of turns. This system is equipped with a push button to determine the number of turns and a potentiometer to adjust the motor rotation speed. Test results show that this machine is able to work with a high level of precision, with a difference in the number of turns of only 1–3 turns in each repetition and a difference in the stepper motor speed of 2–3 RPM. Thus, this machine can increase the efficiency of transformer production and reduce the potential for manual errors. Further research is recommended to add an automatic wire drive mechanism for a more even distribution of turns.

Corresponding Author:

Dean Anggara Putra,
Universitas Sains Indonesia
Jalan Tol Arteri Cibitung No. 50 Kec. Cikarang Barat, Bekasi.
Email: dean.anggara@lecturer.sains.ac.id



Abstrak

Transformator merupakan komponen penting dalam sistem kelistrikan, namun proses pembuatan transformator secara manual masih memiliki keterbatasan dari sisi efisiensi dan akurasi jumlah lilitan. Penelitian ini merancang dan membangun mesin penggulung lilitan kawat transformator otomatis berbasis Arduino Uno dengan kontrol motor stepper melalui driver L298N, serta antarmuka LCD 16x2 untuk menampilkan jumlah lilitan. Sistem ini dilengkapi push button sebagai penentu jumlah lilitan dan potensiometer untuk mengatur kecepatan putaran motor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin ini mampu bekerja dengan tingkat presisi tinggi, dengan selisih jumlah lilitan hanya 1–3 lilitan pada setiap pengulangan dan perbedaan kecepatan motor stepper sebesar 2–3 RPM. Dengan demikian, mesin ini dapat meningkatkan efisiensi produksi transformator serta mengurangi potensi kesalahan manual.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan mekanisme penggerak kawat otomatis agar distribusi lilitan lebih merata.

Kata Kunci : Arduino Uno, Motor Stepper, L298N, Transformator, Otomasi

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi otomasi telah memengaruhi berbagai bidang, termasuk dalam industri manufaktur transformator. Proses penggulangan lilitan kawat pada transformator merupakan salah satu tahap penting yang membutuhkan ketelitian tinggi (Kumar et al., 2024). Pada praktik konvensional, penggulangan dilakukan secara manual dengan keterbatasan akurasi dan efisiensi (Putra & Golwa, 2021)(Rahmat, 2024). Mesin penggulang manual cenderung membutuhkan waktu lebih lama serta sulit mempertahankan jumlah lilitan yang presisi (Ngong et al., 2025).

Dengan hadirnya mikrokontroler seperti Arduino Uno, pengendalian mesin berbasis otomasi semakin mudah diimplementasikan (Wangde et al., 2021). Arduino Uno menyediakan antarmuka sederhana namun cukup kuat untuk mengontrol motor stepper dengan bantuan driver L298N. Motor stepper dipilih karena kemampuannya menghasilkan pergerakan dengan presisi sudut tertentu, sehingga sesuai untuk kebutuhan penggulangan kawat transformator (Syed et al., 2024).

Penelitian ini dilakukan untuk merancang sebuah mesin penggulang lilitan transformator otomatis berbasis Arduino Uno yang dapat mengurangi tingkat kesalahan lilitan dan meningkatkan efisiensi waktu produksi (Rathivarman et al., 2025)(Ammar et al., 2023). Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam meningkatkan kualitas proses produksi transformator khususnya pada skala kecil hingga menengah (Kumar et al., 2024).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mikrokontroler dan Arduino Uno

Mikrokontroler merupakan sistem komputer mini yang mampu menjalankan fungsi kendali secara mandiri (Chandu, 2024). Arduino Uno adalah salah satu jenis mikrokontroler berbasis ATmega328P yang populer karena kemudahan pemrograman, dukungan perangkat keras, serta sifat open-source (Rifai et al., 2019) (Retno Devita et al., 2022). Arduino Uno banyak digunakan pada penelitian otomasi sederhana, termasuk sistem monitoring, kontrol motor, hingga robotika.

2.2. Motor Stepper

Motor stepper adalah aktuator elektromekanik yang mengubah sinyal pulsa listrik menjadi gerakan mekanis bertahap (step). Setiap pulsa yang diberikan akan menghasilkan pergeseran sudut tertentu pada poros motor, sehingga gerakan dapat diatur secara presisi. Motor stepper sering digunakan dalam aplikasi CNC, printer 3D, hingga penggulangan transformator karena akurasi posisinya (Rahmat et al., 2025)(Ahyar & Irdam, 2019).

2.3. Driver Motor Stepper L298N

IC L298N merupakan driver motor berbasis H-Bridge yang dapat digunakan untuk mengendalikan motor DC maupun motor stepper. L298N mampu menangani arus induktif dan memungkinkan pengaturan arah serta kecepatan motor stepper (García-Tudela & Marín-Marín, 2023). Dengan kombinasi Arduino Uno dan L298N, sistem dapat bekerja secara optimal dalam mengatur jumlah lilitan kawat transformator (Luqman et al., 2025)(Eko et al., 2020).

2.4 Transformator

Transformator adalah perangkat listrik yang berfungsi untuk mengubah tegangan listrik melalui prinsip induksi elektromagnetik. Lilitan kawat pada inti transformator menentukan besar tegangan output sesuai dengan perbandingan lilitan primer dan sekunder. Oleh karena itu, akurasi jumlah lilitan sangat penting untuk memastikan performa transformator sesuai spesifikasi (Bai-Di et al., 2024).

2.5 Display LCD 16x2

LCD (Liquid Crystal Display) 16x2 digunakan sebagai media antarmuka untuk menampilkan jumlah lilitan yang telah dihitung oleh sistem. LCD jenis ini dapat menampilkan dua baris teks dengan masing-masing 16 karakter. Keberadaan LCD memungkinkan pengguna memantau proses penggulangan secara real time (Isizoh et al., 2021).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Desain Sistem

Penelitian ini menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali utama. Sistem terdiri dari beberapa komponen, yaitu:

1. Arduino Uno sebagai mikrokontroler utama.
2. Motor stepper sebagai aktuator penggulangan kawat.
3. Driver L298N sebagai pengendali motor stepper.
4. Potensiometer untuk mengatur kecepatan putaran.
5. Push button untuk menentukan jumlah lilitan.
6. LCD 16x2 sebagai display.

3.2. Alur Kerja

Pengguna menentukan jumlah lilitan menggunakan push button. Data input diproses oleh Arduino Uno yang kemudian mengontrol motor stepper melalui driver L298N. Potensiometer digunakan untuk menyesuaikan kecepatan putaran sesuai diameter kawat. Jumlah lilitan ditampilkan pada LCD 16x2. Motor stepper berhenti otomatis setelah jumlah lilitan tercapai.

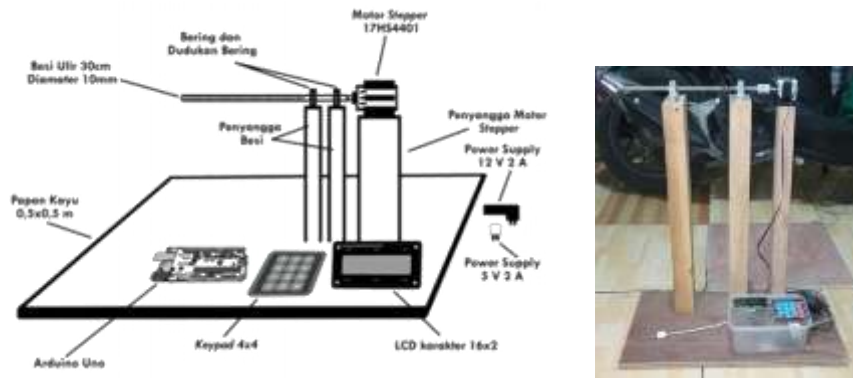


Gambar 1 Diagram Alir

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Implementasi

Mesin penggulung lilitan berbasis Arduino Uno berhasil diimplementasikan. Sistem mampu menggulung kawat transformator dengan tingkat akurasi tinggi. Pada pengujian, deviasi jumlah lilitan hanya 1-3 lilitan per pengulangan. Kecepatan motor stepper stabil dengan perbedaan rata-rata 2-3 RPM.



Gambar 2 Sketsa dan Foto Produk

4.2. Analisis Akurasi

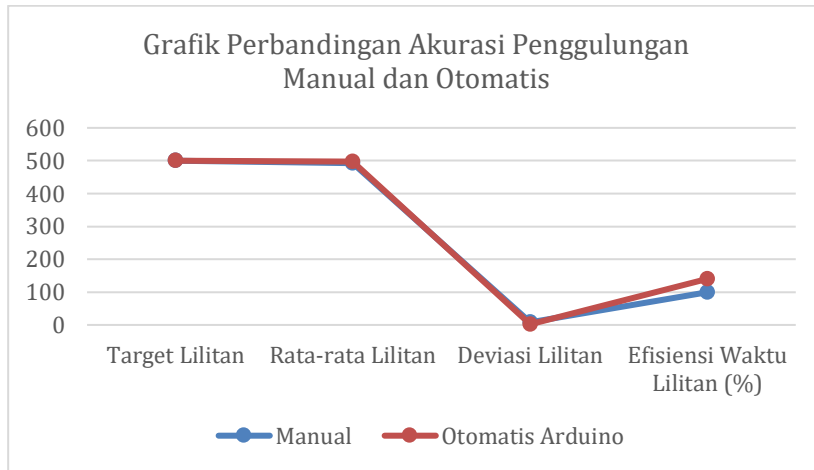
Penggunaan motor stepper terbukti efektif dalam menjaga jumlah lilitan tetap presisi. Dibandingkan dengan metode manual, mesin ini meningkatkan efisiensi waktu hingga 40% dan menurunkan tingkat kesalahan penghitungan lilitan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Akurasi Penggulungan Manual dan Otomatis

Metode	Target Lilitan	Rata-rata Lilitan	Deviasi Lilitan	Efisiensi Waktu Lilitan (%)
Manual	500	492	8	100
Otomatis Arduino	500	498	2	140

4.3 Grafik Perbandingan

Grafik pada Gambar 1 menunjukkan perbandingan efisiensi waktu dan akurasi antara metode manual dan otomatis. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem otomatis memberikan peningkatan signifikan dalam presisi dan efisiensi.



Grafik 1. Perbandingan Akurasi Penggulungan Manual dan Otomatis

4.4. Kendala Sistem

Salah satu kendala yang ditemukan adalah peningkatan suhu pada driver L298N setelah digunakan dalam durasi panjang. Hal ini menyebabkan perubahan kecepatan motor stepper. Solusi yang dapat diterapkan adalah menambahkan sistem pendingin (heatsink atau kipas) pada driver.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Mesin penggulung lilitan transformator berbasis Arduino Uno berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik.
2. Sistem mampu menghitung jumlah lilitan dengan deviasi hanya 1-3 lilitan.
3. Kecepatan motor stepper stabil dengan variasi 2-3 RPM.
4. Mesin ini lebih efisien dibandingkan metode manual, terutama dalam aspek waktu dan akurasi.

5.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan penambahan sistem otomatisasi penggerak kawat agar posisi kawat pada koker dapat diatur lebih presisi. Selain itu, perlu dilakukan perbaikan pada sistem pendinginan driver L298N untuk meningkatkan stabilitas performa mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyar, M., & Irdam. (2019). Perancangan Mesin Penggulung Kumpanan Motor Listrik Sistem Otomatis Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Keteknikan Dan Sains*, 2(1), 8–13.
- Ammar, M., Hashim, A., Aiman, M., Fauzi, M., Firdaus, M., Zin, M., Siti, K., Ku, S., & Noh, M. (2023). Iot-Based Home Automation System Using Arduino Uno. *Journal of Academia*, 11(1), 26–33.
- Bai-Di, S., Yong-Feng, J., Jing-Yu, S., Ye-Feng, B., Bing-Yan, C., & Ke, Y. (2024). Optimization of Transformer Windings Based on FEA-XGBoost and NSGA-III Algorithm. *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 2024. <https://doi.org/10.1155/2024/5514678>
- Chandu, H. S. (2024). *A Review Of Iot-Based Home Security Solutions : Focusing On Arduino Applications*. 11(10), 391–396.
- Eko, S., Sri, W., & Ahmad, Y. (2020). *REKAYASA PINTU GESER OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR PASSIVE INFRA RED (PIR)* Eko. 10(1), 47–61.
- García-Tudela, P. A., & Marín-Marín, J. A. (2023). Use of Arduino in Primary Education: A Systematic Review. *Education Sciences*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/educsci13020134>
- Isizoh, A. N., E, U. S. U. A. E., Ugwuanyi, C. J., & Abonyi, D. C. (2021). *International Journal of Research Publication and Reviews Analysis of Microcontroller / LCD Interface for Embedded Systems*. 2, 1003–1009.
- Kumar, V., Sharma, K. V., Kedam, N., Patel, A., Kate, T. R., & Rathnayake, U. (2024). A comprehensive review on smart and sustainable agriculture using IoT technologies. *Smart Agricultural Technology*, 8(May), 100487. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100487>
- Luqman, M., Anggraheny, B., Herwandi, H., & Murtono, A. (2025). Aplikasi dan unjuk kerja motor driver L-298 dan BTS7960 sebagai power switching pada inverter. *Jurnal Eltek*, 23(1), 9–15. <https://doi.org/10.33795/eltek.v23i1.6656>
- Ngong, S. M., Guy-de-patience, F. M., & Stephane, N. N. (2025). A comparative study of power transformers windings diagnostic techniques: Part I. *Discover Electronics*, 2(1). <https://doi.org/10.1007/s44291-025-00052-3>
- Putra, D. A., & Golwa, G. V. (2021). Rancang Bangun Prototype Mesin Sortir Berdasarkan Barcode Id Pada Produk Di Area Produksi. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(3), 173–182.
- Rahmat. (2024). Rancang bangun mesin stirling tipe gamma menggunakan metode vdi 2221. *Ekselenta, Jurnal*, 1(1), 1–9.

- Rahmat, R., Putrra, D. A., Restu, R. N., & Imron, J. (2025). 3D Model Autocad Of The Piston Displacer Cup For A Gamma Stirling Engine Using The API Method. *ELKOM Journal*, 18(1), 86-93.
- Rathivarman, N., Yutharshan, S., Kabishangar, A., Janani, V., Gowthaman, S., Nawarathna, T. H. K., Chen, M., & Kawasaki, S. (2025). Evaluating the performance and durability of concrete paving blocks enhanced by bio-cement posttreatment. *Biogeotechnics*, 3(1), 100103. <https://doi.org/10.1016/j.bgtech.2024.100103>
- Retno Devita, Nanda Tommy Wirawan, & David Agustri Syafni. (2022). Perancangan Prototipe Keamanan Pintu Rumah Menggunakan Kamera Ttl Dan Aplikasi Telegram Berbasis Arduino. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(2), 49-61. <https://doi.org/10.55606/juisik.v2i2.199>
- Rifai, B., Rosano, A., & Aji, S. (2019). *Implementasi Arduino Uno dan ATmega328P Untuk Perancangan Alat Keamanan Sepeda Motor*. 2, 144-148.
- Syed, N. H., Khan, N. A., Ahmad, N., Khan, M., Ahmad, F., Humayun, F., Haq, S., Alsayer, I. A., & Altuwair, I. A. (2024). A CFD Analysis to Investigate the Effect of Inserts on the Overall Heat Transfer Coefficient in a Concentric Tube Heat Exchanger. *Engineering, Technology and Applied Science Research*, 14(6), 18077-18085. <https://doi.org/10.48084/etasr.8891>
- Wangde, Q., Zhao, X., Tyrrell, A., Perinpanayagam, S., Niu, S., Wen, G., & Abstract—Electric. (2021). Application of Artificial Intelligence-Based Technique in Electric Motors: A Review. *IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS*, 167-186.