



Rancang Bangun Mesin Penggulung Lilitan Kawat Transformator Otomatis Berbasis Arduino Uno

Denny Irfan*, Junaidi dan Arif Surtono

Jurusan Fisika, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia, 35141

Article Information	Abstract
<p>Article history: Received August 16th, 2021 Received in revised form August 17th, 2021 Accepted August 24th, 2021</p> <p>Keywords: Transformer, arduino uno, coil, tachometer, koker.</p>	<p>Research on application of the design an Arduino Uno-based automatic transformer wire winding machine has been carried out. The research aim was to make an automatic winding machine using wire coils that can be adjusted for rotation speed and high accuracy of the number of turns. In testing system, the enamel wire was wrapped around with a different number of turns, that is 200;400;600;800;1000 turns. The calibration method in this study was carried out manually, that is recounting the turns on the koker that had been wrapped using an automatic winding machine. The speed of the winding machine is calibrated using a tachometer. The results of the calculation of the average rolling accuracy of 99,73%.</p>
Informasi Artikel	Abstrak
<p>Proses artikel: Diterima 16 Agustus 2021 Diterima dan direvisi dari 17 Agustus 2021 Accepted 24 Agustus 2021</p> <p>Kata kunci: Transformator, arduino uno, kawat, tachometer, koker.</p>	<p>Telah dilakukan penelitian rancang bangun mesin penggulung lilitan kawat transformator otomatis berbasis arduino uno. Tujuan penelitian ini adalah membuat mesin penggulung otomatis dengan menggunakan lilitan kawat yang dapat diatur kecepatan putarannya dan akurasi jumlah lilitan yang tinggi. Pada pegujiannya, kawat email dililit pada koker berukuran 25 mm dengan jumlah lilitan yang berbeda, yakni; 200, 400, 600, 800 dan 1000 lilitan. Metode kalibrasi pada penelitian ini dilakukan dengan cara manual, yaitu menghitung ulang lilitan pada koker yang telah selesai dililit menggunakan mesin penggulung otomatis. Kecepatan pada mesin penggulung dikalibrasi dengan menggunakan tachometer. Penelitian ini mampu menghasilkan mesin penggulung kawat otomatis dengan akurasi penggulangan rata-rata sebesar 99,73%.</p>

1. Pendahuluan

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain, melalui suatu gandingan magnet berdasarkan induksi-elektromagnet (Zuhal dan Zhanggishan, 2004). Menurut Nenny (2010), transformator adalah alat yang digunakan untuk mengubah tegangan bolak-balik dari satu nilai ke nilai lainnya, dalam proses perancangan dan pembuatan transformator diperlukan pengerjaan yang baik dan akurat dalam perhitungan (Yakob, 2014).

Kelebihan dari mesin gulung transformator manual adalah harganya yang terjangkau dibandingkan dengan mesin gulung transformator otomatis. Akan tetapi, banyak pula kelemahan dari mesin gulung transformator manual, diantaranya waktu yang dibutuhkan untuk membuat transformator cukup lama dan kecepatan putaran dari mesin juga terbatas.

Penelitian tentang mesin penggulung transformator secara otomatis telah dilakukan oleh (Imam dkk., 2014), dan menghasilkan kinerja mesin yang cukup baik dengan tingkat ketelitian sebesar 98,55 % , dan tingkat kesalahan (error) selisih putaran sebesar 1,46 %. Nilai penyimpangan rata rata selisih putaran sebesar 0,209 putaran dengan nilai rata-rata kesalahan putaran terbesar bernilai 0,36 putaran. Kelemahan pada penelitian tersebut adalah tidak adanya komponen yang mengatur tingkat kecepatan putaran motor dan motor yang digunakan adalah motor DC yang membutuhkan komponen tambahan berupa rem elektronik sehingga mesin penggulung tersebut terkesan kurang praktis.

* Corresponding author.

E-mail address: dennyirfan39@gmail.com

Selanjutnya Yandri dan Desmiwarman, (2016) juga melakukan penelitian serupa dengan memanfaatkan

rangkaian driver motor DC yang digunakan untuk mengaktifkan dan menggerakkan motor DC serta dapat mengatur kecepatan putaran motor DC. Hasil dari pengujian mesin ini terbilang cukup baik, dengan nilai masukan 25 gulungan dihasilkan pula sebanyak 25 gulungan dengan PWM 150, akan tetapi saklar batas penekan gangguan mekanis terjadi pada kecepatan tinggi, perbedaan antara nilai masukan dan hasilnya bisa dalam 4 lembar gulungan berlebih pada PWM 255 dan juga mesin masih menggunakan mesin DC sebagai motor penggeraknya.

Penelitian tentang rancang bangun alat gulung transformator otomatis berbasis arduino juga telah dilakukan oleh Ahyar dan Irdam (2019). Dari pengujian yang dilakukan diperoleh tingkat keakuratan sekitar 99,42 %, rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menggulung 1 lilitan adalah 0,58 detik, dan kecepatan penggulangan sebesar 1,72 lilitan/detik. Penelitian ini menggunakan motor *stepper* sebagai penggerak, akan tetapi kecepatan dari motor *stepper* tidak dapat diatur sehingga mesin penggulangan akan sulit digunakan ketika diameter kawat email yang akan dililit berukuran besar.

Berdasarkan uraian tersebut, maka dalam penelitian ini merancang mesin penggulangan transformator otomatis berbasis arduino Uno dengan pengoprasian yang cukup sederhana, yaitu masukan *push button* yang akan menentukan jumlah lilitan, *potensiometer* sebagai pengatur kecepatan putaran pada motor *stepper* yang akan disesuaikan dengan diameter kawat email yang akan di lilit, kemudian diproses oleh arduino Uno, dan *display* LCD karakter 16x2 akan menampilkan berapa banyak jumlah lilitan yang telah dihitung. Motor *stepper* akan otomatis berhenti sesuai dengan jumlah lilitan yang telah dimasukkan.

2. Metode Penelitian

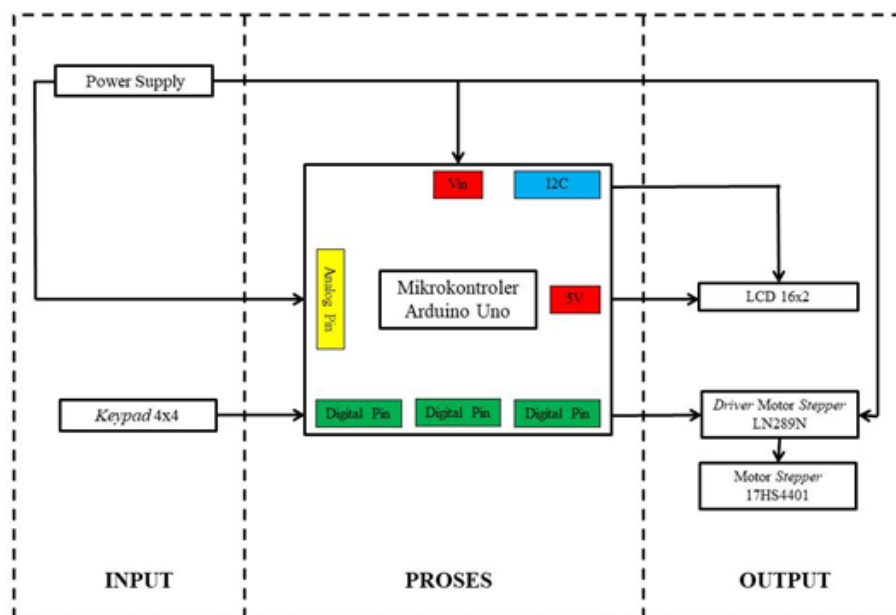
2.1. Alat dan bahan

Adapun alat yang diperlukan yaitu Multimeter, Solder, Bor PCB, Timah Pasta, PCB, Papan Kayu dan Peralatan kerja lainnya. Bahan yang digunakan adalah *Power Supply* 12V 2A dan 5 V 2A, Mikrokontroler Arduino Uno ATmega328, *Keypad* 1x3, LCD Karakter 16x2, *Driver* motor *stepper* L289N, Motor *Stepper* 17HS4401, Potensiometer, Dudukan Bering, Besi Ulir Diameter 10 mm Panjang 30 cm.

2.2. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur percobaan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

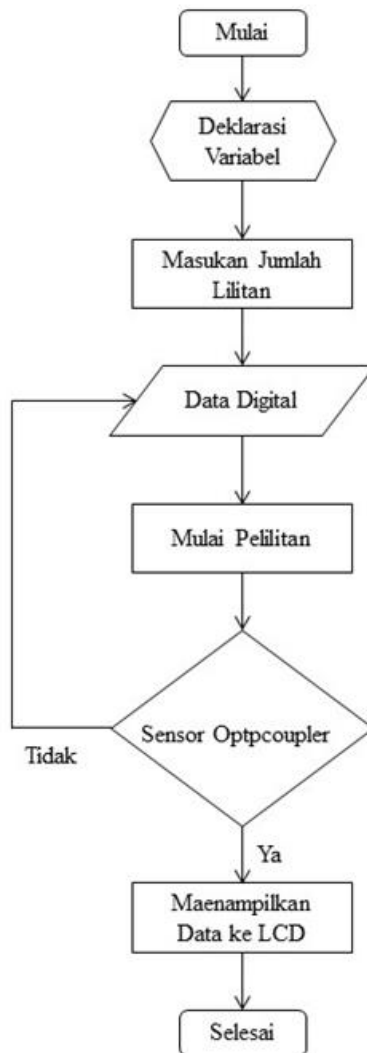
1. *Perancangan perangkat keras*. Perancangan perangkat keras mesing penggulangan transformator otomatis berbasis Arduino ini ditunjukkan pada diagram blok **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram blok perangkat keras

Rangkaian ini terdiri dari Arduino Uno sebagai sistem pengendali sekaligus pengolahan data, motor *stepper* 17HS4401 yang bergerak memutar untuk menggulung kumparan pada transformator dan *driver* motor *stepper* sebagai kontrol motor *stepper*, *keypad matrix* 4x4 sebagai masukan jumlah lilitan yang akan dimasukkan, *display* LCD karakter 16x2 sebagai penampil jumlah lilitan, sumber tegangan DC berasal dari *Power Supply* 12 V 2 A dan 5 V 2 A, potensiometer sebagai pengatur kecepatan putaran pada motor *stepper*. Dudukan mesin penggulangan ini berupa papan dari kayu dengan luas 0,5 x 0,5 meter, tiang penyangga motor *stepper* dan tiang penyangga poros dudukan koker berupa kayu dengan ketinggian 20 cm. Poros dudukan koker berupa besi dengan diameter 10 mm yang memiliki drat ulir dengan panjang 30 cm.

2. *Perancangan perangkat lunak*. Perancangan perangkat lunak dibuat dengan aplikasi Arduino IDE. Aplikasi Arduino IDE berfungsi untuk membuat, membuka dan mengedit program yang akan dimasukkan ke papan Arduino Uno. Diagram alir perancangan perangkat lunak ditunjukkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Diagram alir program

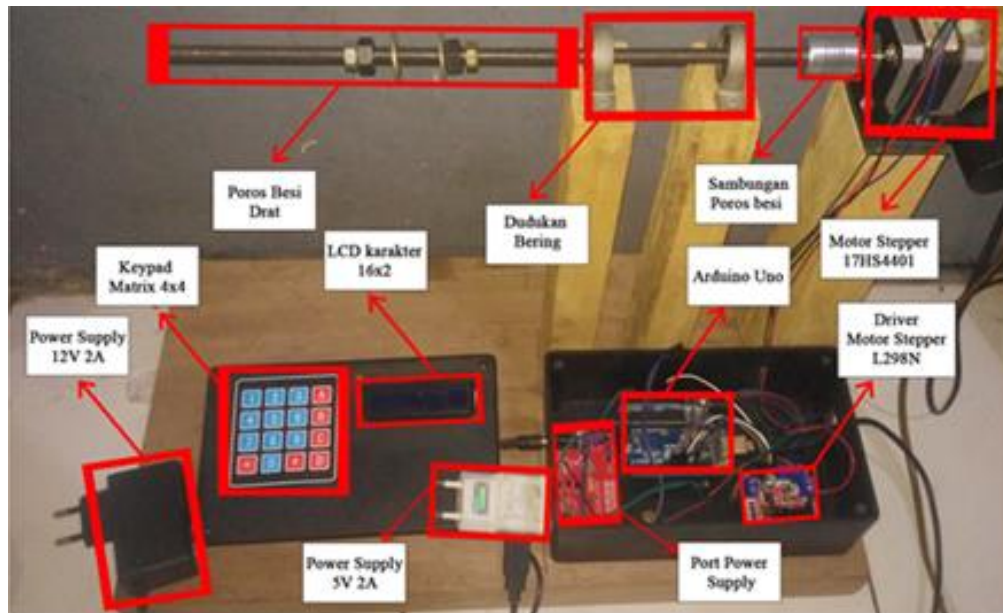
Program tersebut menjalankan perintah utama yaitu pelilitan transformator. Terdapat 2 program yang bekerja program diatas yaitu melilit transformator, kemudian menampilkan semua program pada LCD.

3. *Pengambilan data.* Pengambilan data dari penelitian ini dilakukan dengan melilit sejumlah kawat email pada koker berukuran luas 25mm. Dengan hasil yang diharapkan yaitu tingkat akurasi dari lilitan yang baik. Metode kalibrasi dari penelitian ini dilakukan dengan cara manual yaitu menghitung ulang lilitan pada koker yang telah selsai dililit menggunakan mesin penggulung otomatis. Untuk menentukan akurasi mesin ini, pelilitan dilakukan secara berulang dengan jumlah lilitan yang berbeda pada tiap koker yaitu 200, 400, 600,800, dan 1000 lilitan. Selain pengambilan data di atas, kalibrasi juga dilakukan pada motor *stepper* dengan mendeteksi kecepatan putaran motor menggunakan *tachometer*. Kemudian, data yang di peroleh dimasukan kedalam tabel penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Implementasi Alat

Rancang Bangun Mesin Penggulung Lilitan Kawat Transformator Berbasis Arduino Uno telah direalisasikan dengan hasil yang ditunjukkan pada **Gambar 3**. Komponen pada alat ini meliputi Arduino UNO, LCD karakter 16x2, modul Driver Motor Stepper L298N, Keypad Matrix 4x4, catu daya 5V 2A dan 12V 2A,dan Port Catu daya yang berada di dalam kotak dengan dimensi 18 cm x 11 cm x 6 cm berbahan plastik. Sementara Motor Stepper 17HS4401, Poros Besi Drat, dan Dudukan Bering di sangga oleh kayu dengan tinggi 25 cm.



Gambar 3. Realisasi alat

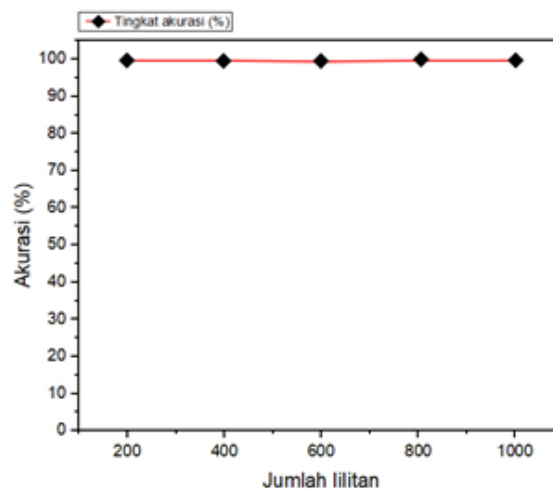
3.2 Akurasi Penggulungan

Pada pembuatan mesin penggulung lilitan kawat transformator berbasis aduino uno ini terdapat 3 parameter yang di ambil, yaitu akurasi dan presisi penggulungan, presisi kecepatan motor stepper, dan linieritas alat. Data akurasi alat di tunjukan oleh **Tabel 1**.

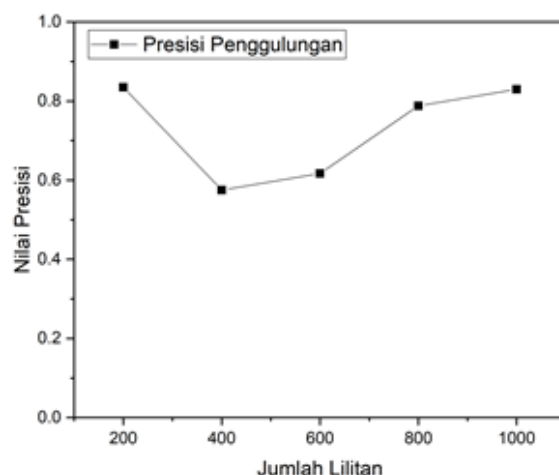
Tabel 1. Data pengamatan akurasi dan presisi penggulungan.

Otomatis	Manual			Error (%)	Presisi	Akurasi (%)
	1	2	3			
200	200	200	199	0,165	0,835	99,835
400	397	399	399	0,425	0,575	99,575
600	598	598	597	0,383	0,617	99,617
800	799	798	798	0,212	0,788	99,788
1000	998	999	998	0,17	0,83	99,83

Tabel 1 menunjukkan hasil penggulungan manual dan dibandingkan dengan penggulungan pada mesin penggulung otomatis. Dari data diatas diperoleh persentase error, presisi penggulungan, dan akurasi penggulungan. Hasil data perhitungan akurasi penggulung otomatis terhadap penggulung manual disajikan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan pada **Gambar 4**. Hasil perhitungan akurasi penggulungan pada **Gambar 5** menunjukkan akurasi yang baik.



Gambar 4. Grafik perhitungan akurasi penggulungan



Gambar 5. Grafik perhitungan presisi penggulangan

Pada **Gambar 5**, terlihat bahwa dari penggulangan yang dilakukan diperoleh nilai presisi yang cukup baik, dimana pada jumlah lilitan 200 diperoleh nilai presisi 0,835, pada jumlah lilitan 400 diperoleh nilai presisi 0,575, pada jumlah lilitan 600 diperoleh nilai presisi 0,617, pada jumlah lilitan 800 diperoleh nilai presisi 0,788 dan pada jumlah lilitan 1000 diperoleh nilai presisi sebesar 0,83.

Kemudian selisih lilitan tersebut bisa saja terjadi karena adanya *human error* pada pengambilan data. *Human error* terjadi karena banyaknya gangguan ketika menghitung ulang jumlah lilitan secara manual dan juga karena banyaknya jumlah lilitan yang dihitung ulang. Love dan Josephson (2004) mendefinisikan *human error* sebagai kegagalan dari manusia untuk melakukan tugas yang telah didesain dalam batas ketepatan, rangkaian, atau waktu tertentu (Safitri dkk, 2015).

3.3 Presisi Alat

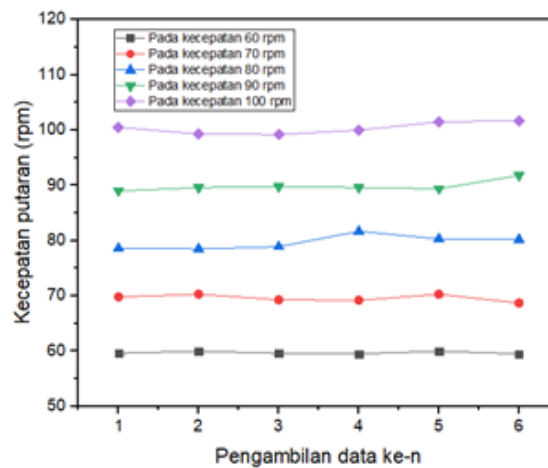
Data presisi alat ditunjukkan oleh **Tabel 2**.

Tabel 2. Data pengamatan presisi alat

Kecepatan Mesin (Rpm)	Tachometer (Rpm)					
	1	2	3	4	5	6
60	59,6	60	59,6	59,5	60	59,5
70	69,8	70,3	69,3	69,2	70,3	68,7
80	78,6	78,5	78,9	81,7	80,3	80,2
90	89,0	89,6	89,8	89,6	89,4	91,8
100	100,5	99,3	99,2	100	101,5	101,7

Tabel 2 menunjukkan data kecepatan motor stepper, dimana kecepatan asli motor stepper dibandingkan dengan kecepatan yang terdeteksi pada *tachometer*. Data tersebut disajikan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan oleh **Gambar 6**.

Hasil pengujian presisi alat yang ditunjukkan **Gambar 6** menunjukkan hasil presisi alat yang cukup baik dengan selisih kecepatan motor stepper yang sebenarnya dan kecepatan pada motor stepper yang ditunjukkan oleh *tachometer* antara 2 sampai 3 Rpm saja. Menurut Fahmi (2017), Hal ini terjadi karena ketelitian sistem pembacaan pada sensor *optocoupler* dibuat fungsi "lastmilis" yaitu fungsi yang mengupdate data pulsa permilisekon pada arduino. Sama hal nya dengan ketelitian pembacaan alat ukur *tachometer*.



Gambar 6. Grafik pengamatan presisi alat

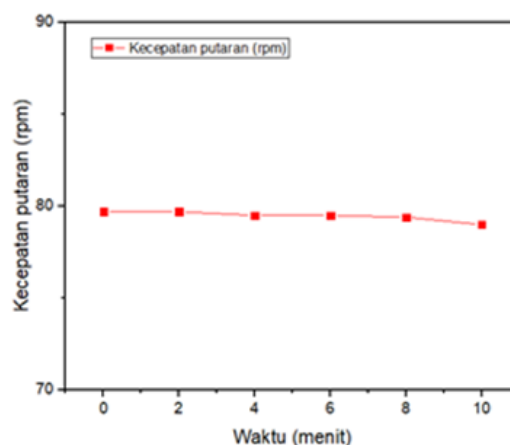
3.4. Stabilitas Alat

Data stabilitas alat ditunjukkan oleh **Tabel 3**.

Tabel 3. Data pengamatan stabilitas alat

Waktu (Menit)	Tachometer (Rpm)	$x - \bar{x}$	Stabilitas (%)
0	79,7	0,3	99,625
2	79,7	0,3	99,625
4	79,5	0,5	99,375
6	79,5	0,5	99,375
8	79,4	0,6	99,25
10	79,0	1,0	98,75

Pada **Gambar 7** grafik menunjukkan tingkat stabilitas yang cukup baik, dimana terjadi nilai yang sama pada menit ke 0 dan ke 2, lalu pada menit ke 4 dan 6 nilai yang ditunjukkan oleh *tachometer* pun menunjukkan nilai yang sama. Adapun tingkat kestabilan data dapat ditentukan dengan menghitung banyaknya data yang berada didalam rentang 50% diatas dan dibawah mean. Jika sebanyak 50% data berada dalam rentang 50% diatas dan dibawah mean, maka data tersebut dapat dikatakan stabil (Supriatni, 2017). Turunnya kecepatan motor *stepper* ini dikarenakan penurunan fungsi driver motor stepper yang disebabkan karena kenaikan suhu yang dialami oleh driver motor stepper. Hal ini dikarenakan penurunan fungsi driver motor stepper yang disebabkan karena kenaikan suhu yang dialami oleh driver motor stepper. Selain mengalami penurunan kecepatan, motor stepper juga sering berhenti berputar tiba-tiba ketika suhu driver sudah terlalu panas karena arus yang diberikan oleh *power supply* melebihi arus yang dibutuhkan oleh driver motor *stepper*.



Gambar 7. Grafik pengamatan stabilitas alat

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Mesin penggulung lilitan kawat transformator dapat diatur kecepatan dan juga dapat menentukan jumlah lilitan kawat dengan baik dengan selisih lilitan tiap pengulangan antara 1 lilit kawat sampai dengan 3 lilitan kawat.
2. Mesin penggulung lilitan kawat transformator memiliki tingkat presisi yang cukup tinggi dengan perbedaan kecepatan pada motor stepper berkisar antara 2 sampai dengan 3 Rpm.
3. Motor stepper mengalami perubahan kecepatan ketika driver L298N mengalami kenaikan suhu pada waktu tertentu.

5. Daftar Pustaka

- Ahyar, M., & Irdam. (2019). Jurnal Keteknikan dan Sains (JUTEKS) – LPPM UNHAS Vol. 1, No.1, Juni 2018 23. *Jurnal Keteknikan Dan Sains*, 1(1), 23–31.
- I Fushilat, I., Somantri, Y., & Somantri, M. 2014. Rancang Bangun Mesin Gulung Transformator Otomatis Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Keteknikan Dan Sains*. 13(1), 23–34.
- Fahmi, A.H. 2017. *Mengatur Kecepatan Motor Dc Spindle Berbasis Pwm (Pulse Width Modulation) Pada Mesin Cnc Portable*, Tugas Akhir, Fakultas Vokasi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Nenny, Angraeni. 2010. *Faraday dan Kelistrikan*. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Safitri, D. M., Astriaty, A. R., & Rizani, N. C. 2006. Human Reliability Assessment dengan Metode Human Error Assessment and Reduction Technique pada Operator Stasiun Shroud. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri* Vol. 4, No. 1.
- Supriatni, Ani., 2017 *Pengaruh Senam Semaphore Terhadap Peningkatan Keterampilan Gerak Lokomotor Anak Tunagrahita Sedang Di Slb Abc Yplab Lembang*, Tugas akhir, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Yakob, Liklikwatil. 2014. *Mesin-mesin Listrik Untuk D3*. Deepublish, Yogyakarta.
- Yandri, V. R., & Desmiwarman. (2016). Rancang Bangun Alat Penggulung Kawat Email Untuk Kumparan Motor Menggunakan Mikrokontroler Atmega328 Sebagai Unit Pengendali. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 5(2252), 16–21.
- Zulhal & Zhanggischan. 2004. *Prinsip Dasar Elektronika*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta