

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN MESIN PENGGULUNG
KUMPARAN (*SPOOLING*) MOTOR LISTRIK
MENGUNAKAN ALAT BERBASIS
MIKROKONTROLER**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I WAYAN EKA PUTRA

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN
DAN TATA UDARA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2022

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN MESIN PENGGULUNG
KUMPARAN (*SPOOLING*) MOTOR LISTRIK
MENGUNAKAN ALAT BERBASIS
MIKROKONTROLER**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I WAYAN EKA PUTRA
NIM. 1915223048

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN
DAN TATA UDARA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN MESIN PENGULUNG KUMPARAN (SPOOLING) MOTOR LISTRIK MENGGUNAKAN ALAT BERBASIS MIKROKONTROLER

Oleh

I WAYAN EKA PUTRA
NIM. 1915223048

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Proyek Akhir Program
D3 pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh :

Pembimbing I



Ir. I Made Sugina, M.T.
NIP. 196707151997021004

Pembimbing II



I Dewa Made Susila, S.T., M.T.
NIP. 195908311988111001

Disahkan oleh :

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg.
NIP. 196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN MESIN PENGGULUNG KUMPARAN (SPOOLING) MOTOR LISTRIK MENGGUNAKAN ALAT BERBASIS MIKROKONTROLER

Oleh

I WAYAN EKA PUTRA
NIM. 1915223048

Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat dilanjutkan sebagai Proyek Akhir pada hari/tanggal:
Selasa, 30 Agustus 2022




Tim Penguji

Ketua Penguji : Dr. Adi Winarta, S.T., M.T.
NIP : 197610102008121003

Penguji I : Dr. Ida Ayu Anom Arsani, S.Si., M.Pd.
NIP : 197008191998022001

Penguji II : I Made Agus Putrawan, S.T., M.T.
NIP : 198606132019031012

Tanda Tangan

() 8/08-2022
() 4/09-2022
() 8/08-22

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : I Wayan Eka Putra

NIM : 1915223048

Program Studi : D3 Teknik Pendingin Dan Tata Udara

Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Mesin Penggulung Kumparan (*Spooling*)
Motor Listrik Menggunakan Alat Berbasis Mikrokontroler

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Buku Proyek Akhir ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Buku Proyek Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan perundang-undangan yang berlaku.

Badung, 25 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan



I Wayan Eka Putra

NIM. 1915223048

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Buku Proyek Akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Nyoman Abdi, SE, M.eCom, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa , M.Erg, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanata, ST.,MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin
4. Bapak Ir. I Wayan Adi Subagia, MT, selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara
5. Bapak Ir. I Made Sugina, M.T, selaku pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan dan semangat kepada penulis sehingga Buku Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Bapak I Dewa Made Susila, S.T.,M.T, selaku dosen pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Proyek Akhir ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.
9. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun 2022 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
10. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang berpengaruh dalam proses penyelesaian Proyek Akhir yang tidak bias penulis sebutkan satu persatu, semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga Buku Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung, 28 Agustus 2022

I Wayan Eka Putra

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang mesin penggulung kumparan (*spooling*) motor listrik menggunakan alat berbasis mikrokontroler. Alat ini nantinya diharapkan dapat mempermudah teknisi dalam melakukan proses penggulangan ulang pada motor listrik. Mikrokontroler dapat membantu dan mempermudah pekerja dalam menghitung banyaknya gulungan dengan menggunakan waktu yang lebih efisien serta meminimalisir suatu kesalahan. Hasil rancang bangun ini nantinya menghasilkan mesin yang dapat membantu pekerjaan menggulung kumparan motor listrik dalam proses menggulung ulang yang mampu bekerja secara otomatis, dan dilengkapi dengan fitur *input* nilai *setting* putaran, dan disertai papan *display*.

Metode yang dilakukan pada proyek akhir ini menggunakan metode yang terdiri dari metode perencanaan, perancangan, kemudian metode perakitan setelah itu dilakukan pengoperasian. Dan yang terakhir metode pengujian kinerja dari alat penggulung kumparan yang telah dibuat. Untuk semua komponen yang dipakai dalam rancang bangun mesin penggulung kumparan berbasis mikrokontroler ini saya dapat dari toko elektronik terdekat.

Hasil akhir penelitian ini didapatkan sebuah alat penggulung dinamo yang beroperasi secara otomatis menggunakan motor DC 12V, mikrokontroler arduino atmega328. Hasil pengujian mendapatkan tingkat akurasi sebesar 98.5% dan kebutuhan energi listrik sebesar 0,25 Watt jam untuk 100 gulungan.

Kata kunci: penggulung kumparan, mikrokontroler, *coding* arduino

DESIGN AND BUILD AN ELECTRIC MOTOR (SPOOLING) MACHINE USING A MICROCONTROLLER-BASED TOOL

ABSTRACT

This study aims to design an electric motor spooling machine using a microcontroller-based device. This tool is later expected to make it easier for technicians to carry out the process of rewinding the electric motor. Microcontrollers can help and make it easier for workers to count the number of rolls by using time more efficiently and minimizing an error. The results of this design will later produce a machine that can help the work of winding the electric motor coil in the rewinding process that is able to work automatically, and is equipped with an input feature of the rotation setting value, and is accompanied by a display board.

The method carried out in this final project uses a method consisting of planning, design, then assembly methods after which operations are carried out. And the last method of testing the performance of the coil winder that has been made. For all the components used in the design of this microcontroller-based coil winding machine, I got it from the nearest electronics store.

The final result of this research is a dynamo winder that operates automatically using a 12V DC motor, Arduino ATmega328 microcontroller. The test results get an accuracy rate of 98.5% and an electrical energy requirement of 0.25 Watt hours for 100 coils.

Keywords: *coil winder, microcontroller, arduino coding.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini yang berjudul Rancang Bangun Mesin Penggulung Kumparan (*Spooling*) Motor Listrik Menggunakan Alat Berbasis Mikrokontroler. Penyusunan Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma 3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, 30 Agustus 2022

I Wayan Eka Putra

DAFTAR ISI

Halaman judul	ii
Pengesahan oleh Pembimbing	iii
Persetujuan oleh Penguji	iv
Surat pernyataan bebas plagiat.....	v
Ucapan Terimakasih.....	vi
Abstrak dalam Bahasa Indonesia	vii
Abstrak dalam Bahasa Inggris	viii
Kata Pengantar	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Lampiran	xvi

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.4.1 Tujuan umum	2
1.4.2 Tujuan khusus	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1 Bagi penulis	3
1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali.....	3
1.5.3 Bagi masyarakat.....	4

BAB II. LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Rancang Bangun	5
2.2 Tahap-tahap Rancang Bangun	6
2.3 Perkembangan Alat Penggulung Kumparan Motor Listrik	6
2.3.1 Alat penggulung dengan menggunakan mal dari kayu	6
2.3.2 Alat penggulung dengan penunjuk angka	7
2.3.3 Alat penggulung dengan penunjuk jarum	8

2.3.4	Menggunakan mikrokontroler arduino	8
2.3.5	Mesin penggulung semi otomatis	9
2.3.6	Mesin penggulung otomatis	10
2.4	<i>Rewinding</i>	10
2.4.1	Metode <i>rewinding</i>	11
2.4.2	Proses <i>rewinding</i>	12
2.5	Mikrokontroler	18
2.5.1	Penggunaan mikrokontroler	19
2.5.2	Jenis-jenis mikrokontroler	20
BAB III. METODE PENELITIAN		
3.1	Jenis Penelitian	23
3.2	Alur Penelitian	25
3.3	Lokasi dan Waktu Rancang Bangun	26
3.3.1	Lokasi pembuatan proyek akhir	26
3.3.2	Waktu pembuatan proyek akhir	26
3.4	Komponen-komponen Alat yang digunakan	27
3.4.1	Komponen utama	27
3.4.2	Komponen pendukung	27
3.5	Sumber Daya Penelitian	27
3.6	Instrumen Rancang Bangun	27
3.6.1	<i>Mikrometer</i> sekrup	27
3.6.2	<i>Tachometer</i>	28
3.6.3	<i>Ampere meter</i>	29
3.6.4	<i>Volt meter</i>	29
3.6.5	Meteran.....	30
3.6.6	<i>Test pen</i>	30
3.6.7	Kunci inggris	31
3.6.8	Kunci pas	31
3.7	Rancangan Anggaran Biaya	32
3.8	Prosedur Rancang Bangun	32

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil	34
4.1.1 Hasil rancang bangun mesin penggulung kumparan motor listrik menggunakan alat berbasis mikrokontroler	34
4.1.2 Komponen-komponen yang digunakan	35
4.1.3 Pemrograman (<i>coding</i>)	42
4.1.4 Prosedur pengoperasian	43
4.1.5 Pengujian kinerja	45
4.2 Pembahasan	46
4.2.1 Hasil rancang bangun	46
4.2.2 Kinerja mesin	47
BAB V. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	52

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal pelaksanaan penelitian proyek akhir	26
Tabel 3.2 Rancangan anggaran biaya	32
Tabel 4.1 Hasil pengukuran	45
Tabel 4.2 Tingkat akurasi.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Alat penggulung menggunakan mal dari kayu	7
Gambar 2.2 Menggunakan penunjuk angka	7
Gambar 2.3 Menggunakan penunjuk jarum	8
Gambar 2.4 Mesin penggulung dengan mikrokontroler arduino	9
Gambar 2.5 Alat gulung semi otomatis	9
Gambar 2.6 Alat gulung otomatis	10
Gambar 2.7 <i>Rewinding</i> motor listrik	11
Gambar 2.8 Diagram alur proses <i>rewinding</i>	12
Gambar 2.9 Pelepasan <i>rotor</i> dari <i>stator</i>	13
Gambar 2.10 Memotong kepala kumparan <i>stator</i>	14
Gambar 2.11 Mengukur diameter kumparan	14
Gambar 2.12 Alur <i>stator</i> telah dipasang <i>prespan</i>	15
Gambar 2.13 Menjemur motor setelah di beri sirlak	18
Gambar 2.14 Memasang kembali motor	18
Gambar 2.15 Mikrokontroler	19
Gambar 2.16 Mikrokontroler MCS 51	20
Gambar 2.17 Mikrokontroler AVR	21
Gambar 2.18 Mikrokontroler PIC	22
Gambar 2.19 Mikrokontroler arduino	22
Gambar 2.20 Mikrokontroler ARM Cortex-Mo	22
Gambar 3.1 Desain mesin penggulung kumparan	23
Gambar 3.2 Sistem kelistrikan.	24
Gambar 3.3 Diagram alur pembuatan	25
Gambar 3.4 <i>Mikrometer</i> sekrup	28
Gambar 3.5 <i>Tachometer</i>	28
Gambar 3.6 <i>Amperemeter</i>	29

Gambar 3.7 <i>Voltmeter</i>	29
Gambar 3.8 Meteran	30
Gambar 3.9 <i>Test pen</i>	30
Gambar 3.10 Kunci inggris	31
Gambar 3.11 Kunci pas	31
Gambar 4.1 Hasil rancang bangunan	34
Gambar 4.2 Motor DC	35
Gambar 4.3 Arduino uno atmega328	36
Gambar 4.4 Contoh Codingan	37
Gambar 4.5 <i>Driver motor</i> L298N	37
Gambar 4.6 <i>Sensor IR</i>	38
Gambar 4.7 Adaptor 12V	39
Gambar 4.8 <i>Keypad</i> 3x4	39
Gambar 4.9 <i>LCD</i>	40
Gambar 4.10 Saklar	40
Gambar 4.11 <i>Steker</i>	41
Gambar 4.12 Mal penggulung	41
Gambar 4.13 Tempat kawat	42
Gambar 4.14 Memasukkan ujung kawat	43
Gambar 4.15 Menyalakan <i>LCD</i>	43
Gambar 4.16 Memasukkan <i>input</i>	44
Gambar 4.17 Memulai <i>running</i>	44
Gambar 4. 18 Tercapainya <i>input</i>	44
Gambar 4.19 Hasil Gulungan	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 :

Lampiran 2 :

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan tumbuh dan berkembangnya industri di Indonesia, kebutuhan dan penggunaan motor listrik untuk berbagai keperluan semakin meningkat. Motor listrik digunakan sebagai salah satu alat penunjang perkembangan industri yang semakin maju. Selain itu motor listrik juga digunakan di segala bidang kehidupan manusia. Misalnya, motor listrik digunakan menggerakkan peralatan dan mesin yang membantu pekerjaan. Di dunia industri banyak dijumpai motor-motor listrik sebagai alat penggerak untuk menggerakkan berbagai peralatan yang dibutuhkan di dunia industri.

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Pada umumnya motor listrik banyak digunakan pada bidang refrigerasi dan tata udara, rumah tangga, perkantoran maupun industri lainnya. Penggunaan motor listrik dapat ditemukan pada kipas angin, AC, mesin cuci, pompa air, penyedot debu, mesin bor, mesin gerinda. Motor listrik tersebut dapat mengalami gangguan atau kerusakan yang dapat terjadi akibat terbakarnya belitan *stator*, kerusakan *bearing*, *overload* dan masuknya air ke dalam gulungan. Jika tidak segera diatasi akan menyebabkan *overcurrent*, gulungan *overheat*, dan terbakar. Salah satu proses perbaikan motor listrik yaitu *rewinding* atau penggulangan ulang kumparan pada *stator* atau *rotor* motor. Untuk menghindari biaya rekondisi peralatan yang tinggi, maka kualitas proses *rewinding* pada motor listrik harus dilakukan sebaik mungkin. Hasil rekondisi motor listrik harus mempunyai kualitas seperti kondisi baru lagi atau minimal mendekati kualitas aslinya.

Pada saat ini di bengkel dan tempat praktek kebanyakan operator menggulung kumparan motor listrik menggunakan peralatan manual. Proses penggulangan motor secara manual memiliki beberapa kendala atau kesalahan seperti terjadinya kelupaan saat proses penghitungan jumlah gulungan dan memerlukan waktu yang cukup lama. Untuk mengurangi resiko kesalahan yang dapat ditimbulkan oleh operator, maka perlu dikembangkan alat untuk mempermudah, memberikan efisiensi tenaga dan waktu

pada proses penggulangan ulang (*rewinding*). Dari pemikiran diatas penulis bermaksud melakukan penelitian yang berjudul “Rancang bangun mesin penggulangan kumparan (*spooling*) menggunakan alat berbasis mikrokontroler. Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil yang dikemas dalam bentuk chip IC (*Integrated Circuit*) dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu. Nantinya mikrokontroler ini dapat membantu dan mempermudah pekerja dalam menghitung banyaknya gulungan dengan menggunakan waktu yang lebih efisien serta meminimalisir suatu kesalahan. Hasil rancang bangun ini nantinya menghasilkan mesin yang dapat membantu pekerjaan menggulung kumparan motor listrik dalam proses menggulung ulang yang mampu bekerja secara otomatis, dan dilengkapi dengan fitur *input* nilai *setting* putaran, dan disertai papan *display*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan Masalah Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun mesin penggulang kumparan motor listrik menggunakan alat berbasis mikrokontroler.
2. Bagaimana proses pemrograman (*coding*) mesin penggulang kumparan motor listrik menggunakan alat berbasis mikrokontroler tersebut.

1.3 Batasan masalah

Dalam proyek akhir ini masalah yang di bahas adalah bagaimana rancang bangun dan proses pemrograman (*coding*) dari mesin penggulang kumparan motor listrik menggunakan alat berbasis mikrokontroler tersebut.

1.4 Tujuan penelitian

Dalam melaksanakan proyek akhir ini, penulis memiliki tujuan yang diharapkan dapat tercapai kedepannya. Adapun tujuan yang diharapkan yaitu berupa tujuan umum dan tujuan khusus.

1.4.1 Tujuan umum

Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan D3 pada jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

1.4.2 Tujuan khusus

Tujuan dari pada penelitian ini yaitu:

- a. Mengetahui rancang bangun mesin penggulung kumparan motor listrik berbasis mikrokontroler
- b. Mengetahui proses pemrograman (*coding*) mesin penggulung kumparan motor listrik berbasis mikrokontroler

1.5 Manfaat penelitian

Adapun manfaat yang di dapat setelah melakukan pengujian, dengan adanya alat penggulung kumparan motor listrik menggunakan alat berbasis mikrokontroler adalah sebagai berikut:

1.5.1 Bagi penulis

- a. Dengan melakukan penelitian ini maka dapat menyelesaikan proyek akhir, yang nantinya diharapkan menambah wawasan dan pengetahuan mahasiswa sehingga dapat di aplikasikan di lapangan atau di masyarakat.
- b. Untuk menambah pengetahuan dan wawasan tentang kumparan motor listrik dan pemrograman mikrokontroler.
- c. Dapat digunakan sebagai dasar atau landasan untuk penelitian selanjutnya.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

- a. Hasil pengujian ini nantinya dapat digunakan mahasiswa selanjutnya sebagai alat pendukung praktek menggulung ulang (*rewinding*) motor listrik pada Laboratorium Listrik dan Kontrol, Jurusan Teknik mesin Politeknik Negeri Bali.
- b. Dapat menambah koleksi bahan bacaan dan dapat dipergunakan sebagai acuan bagi mahasiswa Politeknik Negeri Bali, khususnya pada Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara.

1.5.3 Bagi masyarakat

- a. Hasil pengujian ini dapat digunakan masyarakat untuk menambah wawasan tentang menggulung kumparan motor listrik menggunakan alat berbasis mikrokontroler.
- b. Hasil pengujian ini dapat digunakan masyarakat untuk mempermudah proses penghitungan banyaknya kumparan pada proses *rewinding*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil akhir penelitian ini didapatkan sebuah alat penggulung kumparan (*spooling*) motor listrik menggunakan alat berbasis mikrokontroler. Alat ini mampu bekerja secara otomatis, dan dilengkapi dengan fitur *input* nilai *setting* putaran, dan disertai papan display yang terletak pada *LCD* dan *keypad*. Pada mesin penggulung kumparan motor listrik ini codingan/program pada mikrokontroler arduino sangatlah penting, jika disana terdapat kesalahan sedikitpun kemungkinan sistem tidak dapat beroperasi sesuai apa yang diinginkan. Berdasarkan pengujian unjuk kerja menunjukkan alat penggulung kumparan motor listrik menggunakan alat berbasis mikrokontroler arduino ini berfungsi dengan baik. Hasil pengujian mendapatkan tingkat akurasi sebesar 98.5% dan kebutuhan energi listrik sebesar 0,25 *Watt* jam untuk 100 gulungan.

5.2 Saran

Jika ingin membuat mesin penggulung kumparan motor listrik seperti ini saya sarankan menggunakan *driver motor* yang sesuai dengan kebutuhan motor. Jangan sampai komponen yang lain ikut terkena imbas akibat terlalu panas atau naiknya suhu driver motor. Jika menggunakan mikrokontroler arduino uno sebaiknya gunakan dengan berhati-hati jangan sampai terkena air. dan jangan sering melepas dan memasang kabel pada arduino karena dapat menyebabkan dol dan akan membuat kabel sering terlepas.

Jika mengalami kejadian eror sebaiknya jangan buru-buru untuk mengganti mikrokontroler arduonya sebaiknya cari terlebih dahulu pusat terjadinya eror apakah ada kerusakan pada salah satu komponen arduonya atau adanya kabel yang belum terhubung.

DAFTAR PUSTAKA

- Arga, 2019 *Jenis-jenis Mikrokontroler Yang Umum Digunakan*. Terdapat pada <https://pintarelektro.com/jenis-jenis-mikrokontroler>. Diakses pada 25 Januari 2022.
- Aris, E. 2020 *Modul Driver Motor L298N*. Terdapat pada <https://www.edukasiElektronika.com/2020/12/modul-driver-motor-l298n.html>
- Indraprastha, 2021 *Alat Gulung Penunjuk Angka*. Terdapat pada https://www.static-src.com/wcsstore/Indraprastha/images/catalog/full//103/MTA-25691944/all-in_all-in_full01.jpg. Diakses pada tanggal 17 Januari 2022.
- Juliadi, M. 2019 *Cara Menggunakan Kunci Inggris*. Terdapat pada <https://www.lksotomotif.com/2019/06/cara-menggunakan-kunci-inggris.html>. Diakses tanggal 29 Januari 2022.
- Juan, 2020 *Cara Membaca Mikrometer Dan Contoh Persoalannya*. Terdapat pada <https://www.teknik-otomotif.com/2020/01/cara-membaca-mikrometer-luar-dan-contoh.html>. Diakses tanggal 27 Januari 2022.
- Manurung, A. 2018 *Perbaikan motor pompa air satu phasa*. Proyek akhir, Politeknik Negeri Batam.
- Mudjiono, U. & Wido, H. A. (2017). Metode Pembelajaran Rewinding Motor 1 Fasa (pompa air) Pada Mata Kuliah Praktek Pemeliharaan Motor Listrik. *Jurnal Teknik Mesin*, 22(2).
- Nurlaila, H. 2014. *BAB 2 Rancang Bangun Sistem Informasi Koperasi Berbasis Web pada Koperasi Warga Baru MTs N 17 Jakarta*. Terdapat pada <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/31484/1/Nurlaila%20Hasyim%20dkk.pdf>. Diakses tanggal 20 Februari 2022.
- Rifky.I. 2021 *Mikrokontroler*. Terdapat pada <https://raharja.ac.id/2021/10/12/mikrokontroler-3/>. Diakses 22 Januari 2022
- Samrasyid, 2020 *Pengertian dan Fungsi Ampere meter*. Terdapat pada <https://www.samrasyid.com/2020/04/pengertian-dan-fungsi-amperemeter.html> Diakses tanggal 27 Januari 2022.
- Saputra, W. 2019 *Pengertian dan Fungsi Rol meter*. Terdapat pada <https://df.poltek-furnitur.ac.id/2019/04/24/pengertian-dan-fungsi-rol-meter/>. Diakses tanggal 27 Januari 2022.

ASyahwil, M. Modifikasi Alat Penggulung Dinamo Sistem Manual Menjadi Otomatis Berbasis Arduino. *Indonesian Journal of Laboratory*, 3(1), 46-54.

Tronik, 2015 *Cara Menggulung Dynamo Kipas Angin*. Terdapat pada <http://www.hoo-tronik.com/2015/04/cara-menggulung-dynamo-kipas-angin.html>. Diakses tanggal 17 januari 2022.

Wahyudi, A. 2021 *Cara Kerja Modul Infrared FC-51 Sensor Infra Merah*. Terdapat pada <https://www.tptumetro.com/2021/01/cara-kerja-modul-infrared-fc-51-sensor.html>.