



**RANCANG BANGUN ALAT PENGGULUNG KUMPARAN MOTOR  
LISTRIK OTOMATIS**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi

Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro

Oleh :

Malika Nuraziza Kholiq

NIM. 40040319650029

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA  
OTOMASI  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI SEKOLAH VOKASI  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2023**

**HALAMAN PERSETUJUAN**  
**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**RANCANG BANGUN ALAT PENGGULUNG KUMPARAN MOTOR**  
**LISTRIK OTOMATIS**

Diajukan oleh :  
Malika Nuraziza Kholiq  
NIM. 40040319650029

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA DENGAN BAIK OLEH

Dosen Pembimbing,



Dista Yoel Tadeus, S.T., M.T.  
NIP. 198812282015041002

Tanggal : 25 Agustus 2023

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi  
Departemen Teknologi Industri  
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro



Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng.  
NIP. 197009161998021001

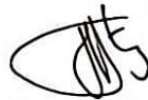
Tanggal : 25 Agustus 2023

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**RANCANG BANGUN ALAT PENGGULUNG KUMPARAN MOTOR**  
**LISTRIK OTOMATIS**

Disusun oleh :  
Malika Nuraziza Kholiq  
NIM. 40040319650029


Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji pada tanggal 19/09/23

Tim Penguji,  
Pembimbing




Dista Yoel Tadeus, S.T., M.T.  
NIP. 198812282015041002

Penguji I

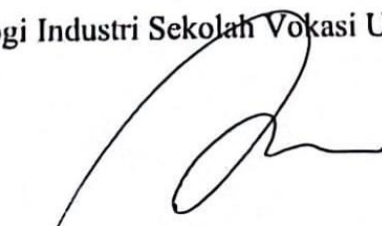
 19/9/23  
Megarini Hersaputri, S.T., M.T.  
NIP. 198902142020122012

Penguji II

 18/23  
Luthfansyah Mohammad, S.Tr.T., M.T.  
NIP. H.7.199609132022041001

Mengetahui

Ketua Program Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi  
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

  
Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng.  
NIP. 197009161998021001

## **SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Malika Nuraziza Kholiq

NIM : 40040319650029

Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Alat Penggulung Kumpanan Motor Listrik Otomatis

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dirujuk dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 tahun 2010 dan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 25 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



Malika Nuraziza Kholiq

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Tugas akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Diri penulis sendiri, karena telah mampu berjuang dan bertahan hingga saat ini sehingga dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan sebaik-baiknya.
2. Kedua orang tua yang penulis sayangi, Ayahanda Kholiq dan Ibunda Budi, yang senantiasa mendo'akan, memberikan dukungan dan arahan terhadap setiap langkah penulis dalam menghadapi perkuliahan.
3. Kedua saudara yang penulis sayangi, Raisa dan Ziya. Semoga apa yang penulis lakukan dapat menjadi motivasi dan contoh baik bagi mereka.
4. Rekan-rekan Joven Lobo (mahasiswa Teknologi Rekayasa Otomasi angkatan 2019) yang selalu menemani suka duka masa perkuliahan penulis.
5. Orang-orang terdekat serta rekan-rekan lain yang telah memberikan dukungan dan semangat, yang tidak dapat penulis cantumkan satu-persatu namanya.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga dengan izin-Nya, penyusunan tugas akhir berjudul “Rancang Bangun Alat Penggulung Kumparan Motor Listrik Otomatis” dapat diselesaikan. Tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T) dari Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.

Keberjalanan penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si., selaku Dekan Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.
2. Bapak Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng., selaku Kepala Program Studi STR. Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.
3. Bapak Dista Yoel Tadeus, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dorongan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
4. Seluruh staf pengajar Program Studi STR. Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.
5. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi S.Tr. Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.
6. Seluruh pihak lain yang tidak dapat disebutkan yang telah memberikan banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan.

Semoga Allah SWT membalas budi baik semuanya yang telah memberikan bantuan, bimbingan dan dukungan kepada penulis. Penulis menyadari bahwa dalam

penulisan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan ilmu pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi perbaikan penulisan tugas akhir di masa yang akan datang. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan pembelajaran yang baik dan bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Semarang, 25 Agustus 2023

Penulis



Malika Nuraziza Kholiq

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Tugas Akhir .....	4
BAB II DASAR TEORI .....	5
2.1 Motor Listrik .....	5
2.2 Catu Daya (Power Supply).....	7
2.3 Modul Step Down LM2596 .....	8
2.4 Arduino Uno.....	9
2.5 Arduino ProtoShield.....	10
2.6 Motor Stepper NEMA 23 .....	11
2.7 Driver Motor Stepper DM542 .....	16
2.8 Rotary Encoder.....	18
2.9 LCD (Liquid Cristal Display) 20x2.....	20
2.10 Modul I2C (Inter Integrated Circuit).....	20
2.11 Keypad 4x4.....	21
2.12 Potensiometer .....	22
2.13 Mal Gulung Kumparan.....	23



2.14	As Drat .....	23
2.15	Batang As .....	24
2.16	Pillow Block .....	24
2.17	Pulley .....	25
2.18	Belt .....	25
2.19	Flexible Coupling .....	26
2.20	Arduino IDE .....	27
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>		<b>26</b>
3.1	Alat dan Bahan .....	26
3.2	Desain Perancangan Alat.....	31
3.3	Diagram Blok Perangkat .....	36
3.4	Desain Skematik Elektrik Alat .....	37
3.5	Mekanisme Kontrol .....	40
3.6	Perancangan Perangkat Lunak .....	42
<b>BAB IV PENGUJIAN DAN HASIL ANALISIS.....</b>		<b>64</b>
4.1	Pengujian Elektrikal dan Fungsi.....	64
4.2	Pengujian Sistem .....	72
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>81</b>
5.1	Kesimpulan.....	81
5.2	Saran .....	81
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>82</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>84</b>
Lampiran 1. Source Code Arduino IDE .....		84
Lampiran 2. Data Sheet Modul Step Down LM2596 .....		91
Lampiran 3. Data Sheet Arduino Uno .....		93
Lampiran 4. Data Sheet Arduino ProtoShield.....		97
Lampiran 5. Data Sheet Motor Stepper Nema 23 .....		99
Lampiran 6. Data Sheet Driver Motor Stepper DM542 .....		100
Lampiran 7. Data Sheet LCD 20x2 .....		105
Lampiran 8. Data Sheet I2C .....		107
Lampiran 9. Data Sheet Keypad 4x4.....		109
Lampiran 10. Data Sheet Potensiometer .....		110

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Spesifikasi Modul Step Down LM2596.....	8
<b>Tabel 2. 2</b> Spesifikasi Arduino Uno .....	9
<b>Tabel 2. 3</b> Susunan Polaritas Lilitan Motor Stepper 2-Fasa (Bipolar) Full-Step .	14
<b>Tabel 2. 4</b> Susunan Polaritas Tambahan untuk 2 Lilitan Motor Stepper 2-Fasa (Bipolar) Half-Step.....	14
<b>Tabel 2. 5</b> Spesifikasi NEMA 23 J-5718HB3401 .....	15
<b>Tabel 2. 6</b> Konfigurasi Kabel NEMA 23.....	16
<b>Tabel 2. 7</b> Spesifikasi DM542 .....	17
<b>Tabel 2. 8</b> Pin Sinyal Driver Motor Stepper DM542 .....	17
<b>Tabel 2. 9</b> Spesifikasi YT06-OP-600B-2M-5-24V .....	19
<b>Tabel 2. 10</b> Konfigurasi Kabel YT06-OP-600B-2M-5-24V .....	19
<b>Tabel 2. 11</b> Fungsi Toolbar Arduino IDE.....	27
<b>Tabel 3. 1</b> Hubungan antar Komponen ke Pin Arduino .....	39
<b>Tabel 4. 1</b> Hasil Pengujian Catu Daya.....	65
<b>Tabel 4. 2</b> Hasil Pengujian Motor Stepper .....	66
<b>Tabel 4. 3</b> Lanjutan Hasil Pengujian Motor Stepper .....	67
<b>Tabel 4. 4</b> Hasil Pengujian Konsumsi Daya.....	68
<b>Tabel 4. 5</b> Hasil Pengujian Arduino Uno .....	69
<b>Tabel 4. 6</b> Lanjutan Hasil Pengujian Arduino Uno .....	70
<b>Tabel 4. 7</b> Hasil Pengujian Rotary Encoder .....	72
<b>Tabel 4. 8</b> Hasil Pengujian Penentuan Kecepatan Maksimal .....	73
<b>Tabel 4. 9</b> Hasil Pengujian Jumlah Gulungan Kumparan .....	79

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Konstruksi Motor Listrik .....	5
<b>Gambar 2. 2</b> Kawat Email (a); Kumparan Motor Listrik (b).....	6
<b>Gambar 2. 3</b> Diagram Blok Catu Daya .....	7
<b>Gambar 2. 4</b> Catu Daya .....	8
<b>Gambar 2. 5</b> Modul Step Down LM2596.....	9
<b>Gambar 2. 6</b> Arduino Uno .....	10
<b>Gambar 2. 7</b> Arduino ProtoShield .....	10
<b>Gambar 2. 8</b> Bagian Utama Motor Stepper .....	12
<b>Gambar 2. 9</b> Perubahan Gaya dan Torsi saat Rotor menuju Stator.....	12
<b>Gambar 2. 10</b> Simbol, Posisi Rotor, dan Diagram Pengkabelan Motor Stepper 2-Fasa (Bipolar).....	13
<b>Gambar 2. 11</b> Diagram Pengkabelan dan Posisi Rotor Motor Stepper 2-Fasa (Bipolar) Half-Step.....	15
<b>Gambar 2. 12</b> Motor Stepper NEMA 23 .....	16
<b>Gambar 2. 13</b> Driver Motor Stepper DM542 .....	18
<b>Gambar 2. 14</b> Rotary Encoder .....	20
<b>Gambar 2. 15</b> LCD 20x2 .....	20
<b>Gambar 2. 16</b> I2C .....	21
<b>Gambar 2. 17</b> Keypad 4x4.....	22
<b>Gambar 2. 18</b> Potensiometer .....	22
<b>Gambar 2. 19</b> Mal Gulung Kumparan .....	23
<b>Gambar 2. 20</b> As Drat.....	23
<b>Gambar 2. 21</b> Batang As .....	24
<b>Gambar 2. 22</b> Pillow Block .....	25
<b>Gambar 2. 23</b> Pulley .....	25
<b>Gambar 2. 24</b> Belt.....	26
<b>Gambar 2. 25</b> Flexible Coupling .....	26
<b>Gambar 2. 26</b> Arduino IDE .....	28
<b>Gambar 3. 1</b> Desain Alat Penggulung Kumparan Motor Listrik Otomatis.....	31
<b>Gambar 3. 2</b> Desain Control Box .....	32
<b>Gambar 3. 3</b> Desain Penggulung Kumparan Motor Listrik .....	33
<b>Gambar 3. 4</b> Hasil Pembuatan Alat Penggulung Kumparan Motor Listrik Otomatis .....	35
<b>Gambar 3. 5</b> Diagram Blok Perangkat .....	36
<b>Gambar 3. 6</b> Desain Skematik Elektrik Alat .....	38
<b>Gambar 3. 7</b> Diagram Blok Kontrol Alat .....	40

<b>Gambar 3. 8</b> Pulsa dengan Frekuensi 130,2 Hz (a); Pulsa dengan Frekuensi 885 Hz (b) .....	41
<b>Gambar 3. 9</b> Diagram Alir Sistem Pengoperasian Alat.....	43
<b>Gambar 3. 10</b> Diagram Alir Kontrol Kecepatan Penggulungan kumparan.....	45
<b>Gambar 3. 11</b> Diagram Alir Kontrol Jumlah Gulungan .....	47
<b>Gambar 4. 1</b> Panduan Pengujian Arus Masukan Catu Daya .....	64
<b>Gambar 4. 2</b> Panduan Pengujian Arus Keluaran Catu Daya .....	65
<b>Gambar 4. 3</b> Panduan Pengujian Arus Masukan Driver Motor Stepper .....	66
<b>Gambar 4. 4</b> Panduan Pengujian Konsumsi Daya.....	67
<b>Gambar 4. 5</b> Panduan Pengujian Arduino Uno .....	69
<b>Gambar 4. 6</b> Grafik Pengujian Arduino Uno untuk Generator Pulsa.....	71
<b>Gambar 4. 7</b> Panduan Pengujian Rotary Encoder .....	72
<b>Gambar 4. 8</b> Grafik Pengujian Kecepatan Penggulungan Kumparan .....	74
<b>Gambar 4. 9</b> Hasil Pengujian Tachometer.....	75
<b>Gambar 4. 10</b> Grafik Pengujian 1 Sistem Closed-Loop.....	77
<b>Gambar 4. 11</b> Grafik Pengujian 2 Sistem Closed-Loop.....	78
<b>Gambar 4. 12</b> Proses Penggulungan Kumparan .....	80
<b>Gambar 4. 13</b> Hasil Gulungan Kumparan .....	80

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Source Code Arduino IDE.....	84
Lampiran 2. Data Sheet Modul Step Down LM2596 .....	91
Lampiran 3. Data Sheet Arduino Uno .....	93
Lampiran 4. Data Sheet Arduino ProtoShield .....	97
Lampiran 5. Data Sheet Motor Stepper Nema 23 .....	99
Lampiran 6. Data Sheet Driver Motor Stepper DM542.....	100
Lampiran 7. Data Sheet LCD 20x2.....	105
Lampiran 8. Data Sheet I2C.....	107
Lampiran 9. Data Sheet Keypad 4x4 .....	109
Lampiran 10. Data Sheet Potensiometer.....	110

## INTISARI

Motor listrik merupakan salah satu tenaga penggerak utama untuk memutar banyak mesin di industri. Kumaran pada motor listrik merupakan kawat tembaga yang dilapisi resin (kawat email) yang dililit berulang kali. Proses penggulungan kawat email untuk kumaran motor listrik masih banyak dijumpai dengan memutar *handle* secara manual sesuai jumlah gulungan yang diinginkan. Kendala yang umumnya terjadi yaitu kecepatan penggulungan tidak konsisten dan hasilnya dapat tidak sesuai dengan yang diinginkan. Hal ini disebabkan harga alat penggulung otomatis cukup mahal dan umumnya diproduksi di luar negeri. Dengan piranti mikrokontroler, maka dapat dibuat alat penggulung kumaran motor listrik yang dapat bergerak secara otomatis. Alat ini menggunakan mikrokontroler arduino uno yang dilengkapi sistem antarmuka dengan masukan maksimal jumlah gulungan kumaran yaitu 9999 gulungan dan kecepatan penggulungan kumaran yaitu 70 RPM. Dalam alat ini, terdapat motor stepper sebagai penggerak penggulung kumaran, serta *rotary encoder* sebagai sensor posisi pergerakan alat saat proses berlangsung yang dapat memberikan *feedback* ke mikrokontroler. Objek yang digunakan berupa kawat email dengan ukuran 0,6 mm. Dengan pembuatan alat penggulung kumaran motor listrik otomatis ini didapatkan proses penggulungan kumaran motor listrik dengan tingkat ketelitian kecepatan penggulungan kumaran sebesar 98% dan tingkat ketelitian jumlah gulungan kumaran sebesar 99,83%.

Kata Kunci : Kumaran Motor Listrik, Penggulung Kumaran, Arduino Uno, Kawat Email, Otomatis.

## ABSTRACT

*Electric motors are one of the main driving forces for turning many engines in the industry. The coil on the electric motor is a copper wire coated with resin (enamel wire) that is wound repeatedly. The process of winding the enamel wire for electric motor coils is still widely found by turning the handle manually according to the desired number of windings. The problem that generally occurs is that the rolling speed is inconsistent and the results can not be as desired. This is because the price of automatic winding tools is quite expensive and is generally produced abroad. With a microcontroller device, an electric motor coil winding device can be made that can move automatically. This tool uses an Arduino Uno microcontroller equipped with an interface system with a maximum input of the number of coil rolls which is 9999 rolls and the coil winding speed is 70 RPM. In this tool, there is a stepper motor as a coil winding drive, and a rotary encoder as a position sensor for tool movement during the process that can provide feedback to the microcontroller. The object used is an enamel wire with a size of 0.6 mm. With the manufacture of this automatic electric motor coil winding device, an electric motor coil rolling process is obtained with a level of accuracy of coil rolling speed of 98% and a level of accuracy in the number of coil rolls of 99.83%.*

*Keywords: Electric Motor Coil, Coil Winding, Arduino Uno, Enamel Wire, Automatic.*