



RANCANG BANGUN MESIN *COIL WINDING* OTOMATIS BERBASIS  
MIKROKONTROLER ARDUINO NANO DAN MOTOR STEPPER NEMA17  
UNTUK *COIL* SKALA KECIL

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada  
Program Studi Diploma IV Teknik Listrik Industri Departemen  
Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

Oleh :

Uwaeis Bima Pangestu

40040622650057

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK LISTRIK INDUSTRI  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI  
SEKOLAH VOKASI  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG

2026

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN MESIN *COIL WINDING* OTOMATIS BERBASIS  
MIKROKONTROLER ARDUINO NANO DAN MOTOR STEPPER NEMA17  
UNTUK *COIL* SKALA KECIL**

Diajukan oleh :

Uwacis Bima Pangestu

40040622650057

**TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA DENGAN BAIK OLEH**

**DOSEN PEMBIMBING,**



Fakhruddin Mangkusasmito, S.T.,M.T.

NIP. 198908202019031012

Tanggal. 6.. Juli. 2026

Mengetahui,

Ketua Program Studi DIV Teknik Listrik Industri

Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, ST, M.Kom

NIP. 197710012001121002

Tanggal. 7. Juli. 2026

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**RANCANG BANGUN MESIN *COIL WINDING* OTOMATIS BERBASIS**  
**MIKROKONTROLER ARDUINO NANO DAN MOTOR STEPPER NEMA17**  
**UNTUK *COIL* SKALA KECIL**

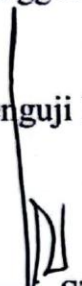
Diajukan oleh: Uwaeis Bima Pangestu  
NIM : 40040622650057

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji pada

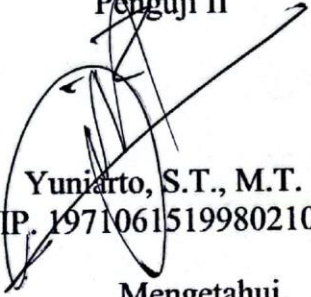
Hari :

Tanggal:


Penguji I

  
Arkhan Subari, ST, M.Kom  
NIP. 197710012001121002

Penguji II

  
Yuniarto, S.T., M.T.  
NIP. 197106151998021001

Penguji III

  
Fakhruddin Mangkusasmito, S.T., M.T.  
NIP. 198908202019031012


Mengetahui,

Ketua Program Studi STr. Teknik Listrik Industri

Departemen Teknologi Industri

Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro

  
Arkhan Subari, ST, M.Kom  
NIP. 197710012001121002

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Uwaeis Bima Pangestu  
NIM : 40040622650057  
Program Studi : Teknik Listrik Industri  
Judul Tugas Akhir ; **LAPORAN TUGAS AKHIR  
RANCANG BANGUN MESIN *COIL WINDING*  
OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER  
ARDUINO NANO DAN MOTOR STEPPER  
NEMA17 UNTUK *COIL* SKALA KECIL**

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 Juni 2025  
Yang membuat pernyataan,


Uwaeis Bima Pangestu

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Tugas akhir ini penulis persembahkan kepada:

1. Bapak Fakhruddin Mangkusasmito, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan motivasi selama proses pengerjaan tugas akhir.
2. Kedua orang tua yang senantiasa memberikan dukungan moral dan material kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar.
3. Kedua adik saya yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi selama proses pengerjaan tugas akhir.
4. Sahabat dan teman-teman seperjuangan yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu namanya.

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Mesin Coil Winder Otomatis Berbasis Arduino Nano Menggunakan Motor Stepper NEMA 17” dengan baik. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi D-IV Teknik Listrik Industri, Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Arkhan Subari, S.T., M.Kom selaku Ketua Program Studi D-IV Teknik Listrik Industri.
2. Fakhrudin Mangkusasmito, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing tugas akhir.
3. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Program Studi D-IV Teknik Listrik Industri yang telah memberikan ilmu, dukungan, dan fasilitas selama masa perkuliahan.
4. Ayah dan Mamah selaku orang tua tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, material, motivasi, dan kasih sayang yang tidak ternilai harganya.
5. Azlina Sulistiyani dan Muhammad Zidni Soemirat selaku adik adik yang selalu memberi dukungan dan doa.
6. Astianisa Zahra selaku pasangan, penulis ucapkan terima kasih yang senantiasa memberikan semangat, doa, dan karena cinta kasihnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan dari Teknik Listrik Industri angkatan 22 yang telah memberikan bantuan, masukan, serta motivasi selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan.

8. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya di bidang sistem otomasi dan pengendalian.

Semarang, 25 Juni 2026

  
Uwaeis Bima Pangestu

## ABSTRAK

Proses pembuatan kumparan (*coil*) masih banyak dilakukan secara manual, terutama pada industri skala kecil, bengkel perakitan, dan laboratorium pendidikan, sehingga memiliki beberapa kelemahan seperti ketergantungan pada keterampilan operator, waktu produksi yang relatif lama, serta kualitas lilitan yang kurang konsisten. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun mesin *coil winder* otomatis berbasis Arduino Nano dengan penggerak motor stepper NEMA 17. Sistem yang dikembangkan menggunakan dua motor stepper, yaitu sebagai pemutar spool dan pengarah kawat, dengan pengaturan jumlah lilitan dan diameter kawat melalui tombol input yang terhubung ke LCD sebagai antarmuka pengguna, serta limit switch sebagai pembatas gerak mekanisme pengarah kawat. Pengujian dilakukan menggunakan kawat email berdiameter 0,15 mm merk A, 0,15 mm merk B, dan 0,30 mm. Evaluasi kinerja sistem dilakukan melalui pengukuran resistansi coil, analisis distribusi lilitan pada empat titik pengukuran (P1, P2, P3, dan P4), serta analisis statistik menggunakan nilai rata-rata, standar deviasi, dan koefisien variasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh titik pengukuran memiliki nilai standar deviasi yang relatif kecil sehingga distribusi lilitan yang dihasilkan tergolong seragam, sementara hasil perhitungan ketelitian menunjukkan nilai di atas 98% pada seluruh variasi kawat yang diuji. Berdasarkan hasil tersebut, mesin *coil winder* otomatis yang dikembangkan mampu melakukan proses winding secara otomatis dengan tingkat konsistensi dan ketelitian yang baik, sehingga dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas proses pembuatan coil dibandingkan metode manual.

**Kata kunci:** Arduino Nano, *coil winder*, motor stepper NEMA 17, distribusi lilitan, ketelitian.

## **ABSTRACT**

The coil winding process is still widely performed manually, particularly in small-scale industries, assembly workshops, and educational laboratories. This manual method has several drawbacks, including dependence on operator skills, relatively long production time, and inconsistent winding quality. This study aims to design and develop an automatic coil winding machine based on the Arduino Nano microcontroller using NEMA 17 stepper motors as the driving system. The developed system employs two stepper motors: one to rotate the spool and another to guide the wire. The number of winding turns and wire diameter are set through push-button inputs connected to an LCD as the user interface, while limit switches are used to restrict the movement of the wire guide mechanism. In addition, a Hall Effect sensor (A3144) is implemented to monitor the actual spool rotation during the winding process. Performance evaluation was carried out using enamel wires with diameters of 0.15 mm (Brand A), 0.15 mm (Brand B), and 0.30 mm. The system performance was evaluated through coil resistance measurements, analysis of winding distribution at four measurement points (P1, P2, P3, and P4), and statistical analysis using the mean, standard deviation, and coefficient of variation. The experimental results indicate that all measurement points exhibit relatively low standard deviation values, demonstrating a uniform winding distribution. Furthermore, the calculated accuracy exceeded **98%** for all tested wire variations. Therefore, the developed automatic coil winding machine is capable of performing the winding process automatically with high consistency and accuracy, making it a promising alternative for improving the efficiency and quality of coil manufacturing compared to conventional manual methods.

**Keywords:** Arduino Nano, automatic coil winding machine, NEMA 17 stepper motor, winding distribution, accuracy.

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	17
1.1 Latar Belakang .....	17
1.2 Perumusan Masalah.....	19
1.3 Tujuan Tugas Akhir .....	19
1.4 Batasan Masalah.....	20
1.5 Manfaat Tugas Akhir .....	20
BAB II LANDASAN TEORI.....	22
2.1 Tinjauan Pustaka .....	22
2.2 Dasar Teori .....	24
2.2.1 <i>Coil</i> (Kumparan) .....	24
2.2.2 <i>Coil Winder</i> .....	26
2.2.3 Mikrokontroler .....	27
2.2.4 Motor Listrik .....	32
2.2.5 Sensor dan Media Interface.....	38
2.2.6 Power Supply .....	45
2.2.7 Analisis Perhitungan .....	51
2.2.8 Evaluasi Kinerja Sistem .....	54
BAB III METODE PENELITIAN .....	59

3.1	Operasional Penelitian.....	59
3.2	Diagram Blok .....	60
3.3	Spesifikasi dan Fitur .....	63
3.4	Perancangan Hardware.....	64
3.4.1	Motor Pemutar Koker (NEMA17_1) .....	66
3.4.2	Motor Pengatur Posisi Kawat/ Motor Guide (NEMA17_2) .....	67
3.5	Wiring Diagram Sistem.....	69
3.5.1	Wiring Arduino Nano ke LM2596.....	69
3.5.2	Wiring Arduino Nano ke Interface (Push button dan LCD I2C) .....	70
3.5.3	Wiring Arduino Nano ke Limit switch dan Hall Sensor A4133 .....	71
3.5.4	Wiring Arduino Nano ke Motor Stepper NEMA 17_1 (Pemutar Koker).....	72
3.5.5	Wiring Arduino Nano ke Motor Stepper NEMA 17_2 (Pengatur Posisi Coil Wire/Motor Guide).....	73
3.6	Diagram Alir (Flowchart).....	75
BAB IV PEMBUATAN ALAT .....		78
4.1	Alat dan Bahan .....	78
4.2	Perancangan Perangkat Keras (Hardware).....	80
4.2.1	Pembuatan 3D Desain dan Print Desain .....	81
4.2.2	Perakitan Mekanik Alat.....	83
4.2.3	Perakitan Sistem Elektronik .....	85
4.3	Perancangan Perangkat Lunak .....	88
4.3.1	Pembuatan Program Arduino .....	89
4.3.2	Cara Kerja Program.....	91
4.4	Hasil Akhir Alat .....	108
BAB V PENGUJIAN ALAT DAN ANALISA .....		110
5.1	Metode Pengujian.....	110
5.2	Pengujian Resistansi <i>Coil</i> .....	112
5.2.1	Data Hasil Pengujian Resistansi.....	112
5.2.2	Analisis Resistansi <i>Coil</i> .....	114
5.3	Pengujian Distribusi <i>Coil</i> .....	119

5.3.1 Data Distribusi Lilitan <i>Coil</i> .....	119
5.3.2 Analisis Distribusi Lilitan <i>Coil</i> .....	120
5.4 Analisis Ketelitian Alat .....	130
5.4.1 Ketelitian Distribusi <i>Coil</i> Kawat Tembaga 0,15 mm Merk A .....	130
5.4.2 Ketelitian Distribusi <i>Coil</i> 0,15 mm Merk B .....	133
5.4.3 Ketelitian Distribusi <i>Coil</i> 0,30 mm .....	136
5.5 Pembahasan Hasil Pengujian .....	140
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	142
6.1 Kesimpulan.....	142
6.2 Saran.....	143
DAFTAR PUSTAKA.....	145
LAMPIRAN .....	149

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2- 1 Copper Coil.....	24
Gambar 2- 2 Mesin Coil Winding Manual .....	26
Gambar 2- 3 Arduino Nano.....	29
Gambar 2- 4 Pinout Arduino Nano .....	30
Gambar 2- 5 Driver Motor Stepper A4988.....	33
Gambar 2- 6 Pinout Driver Motor Stepper A4988.....	34
Gambar 2- 7 Motor Stepper Nema17.....	36
Gambar 2- 8 Pinout Motor Stepper Nema17 .....	36
Gambar 2- 9 LCD I2C.....	38
Gambar 2- 10 Pinout LCD I2C .....	39
Gambar 2- 11 Push button .....	40
Gambar 2- 12 Pinout Hall Sensor A3144 .....	43
Gambar 2- 13 Pinout Limit Switch.....	44
Gambar 2- 14 Wall Wart/Adaptor AC-DC.....	46
Gambar 2- 15 Rangkaian SMPS .....	47
Gambar 2- 16 (a) LM2596, (b) Modul LM2596.....	50
Gambar 3- 1 Diagram Blok Sistem.....	60
Gambar 3- 2 Desain Rancang Bangun Coil Winding Otomatis .....	64
Gambar 3- 3 (a) Tampak Depan Desain, (b) Tampak Atas Desain .....	64
Gambar 3- 4 (a) Tampak Depan Desain Motor Pemutar Koker, (b) Tampak Atas Desain Motor Pemutar Koker .....	66
Gambar 3- 5 (a) Tampak Depan Desain Motor Pengatur Posisi Kawat, (b) Tampak Atas Desain Motor Pengatur Posisi Kawat .....	67
Gambar 3- 6 Wiring Diagram Rancang Bangun Coil Winding Otomatis .....	69
Gambar 3- 7 Wiring Diagram Arduino to Modul LM2596 .....	70
Gambar 3- 8 Wiring Diagram Arduino to Push button dan LCD I2C .....	70
Gambar 3- 9 Wiring Diagram Arduino to Limit switch dan Hall Sensor A43144.....	71

Gambar 3- 10 Wiring Diagram Arduino to Motor Stepper Nema17_1 .....	73
Gambar 3- 11 Wiring Diagram Arduino to Motor Stepper Nema17_2 .....	73
Gambar 3- 12 Flowchart Sistem Coil Winding Otomatis .....	75
Gambar 4- 1 Desain 3D.....	82
Gambar 4- 2 Hasil Sebagian 3D Print.....	82
Gambar 4- 3 Gambar Kerangka 3D Print .....	83
Gambar 4- 4 Motor Pemutar Spool dan Penempatan Limit switch .....	84
Gambar 4- 5 Motor Pengatur Posisi Tembaga.....	84
Gambar 4- 6 Pengerjaan PCB .....	86
Gambar 4- 7 Tampilan Antarmuka Pengguna (a) Setting Jumlah Lilitan, (b) Setting Diameter Kawat Tembaga.....	87
Gambar 4- 8 Hasil Akhir Alat Coil Winder Otomatis (a) Tampak Depan, (b) Tampak Atas .....	109

## DAFTAR TABEL

Tabel 2- 1 Pinout Arduino Nano .....	30
Tabel 2- 2 Pinout Driver Motor Stepper A4988 .....	34
Tabel 2- 3 Pinout Motor Stepper Nema17 .....	37
Tabel 2- 4 Pinout LCD I2C .....	39
Tabel 2- 5 Pinout Push button.....	41
Tabel 2- 6 Pionout Hall Sensor A3144 .....	43
Tabel 2- 7 Pinout Limit Switch.....	44
Tabel 2- 8 Komponen SMPS .....	47
Tabel 2- 9 Pinout LM2596.....	50
Tabel 4- 1 Alat dan Bahan .....	79
Tabel 4- 2 Fungsi Push Button.....	97
Tabel 5- 1 Parameter Penujian Alat .....	112
Tabel 5- 2 Data Hasil Pengujian Resistansi Coil .....	113
Tabel 5- 3 Hasil Perhitungan Rata-rata Resistansi.....	114
Tabel 5- 4 Perhitungan Kuadrat Selisih Tembaga 0,15 mm Merk A.....	115
Tabel 5- 5 Perhitungan Kuadrat Selisih Tembaga Merk A.....	115
Tabel 5- 6 Perhitungan Kuadrat Selisih Tembaga Merk A.....	116
Tabel 5- 7 Hasil Perhitungan Standar Deviasi .....	116
Tabel 5- 8 Hasil Perhitungan Koefisien Variasi .....	118
Tabel 5- 9 Data Distribusi Lilitan Coil .....	119
Tabel 5- 10 Rata-rata Diameter Kawat Tembaga Merk A.....	121
Tabel 5- 11 Rata-rata Diameter Kawat Tembaga Merk B .....	122
Tabel 5- 12 Rata-rata Diameter Kawat Tembaga Merk B .....	122
Tabel 5- 13 Tabel Perhitungan SD P1 Kawat Tembaga 0,15 mm Merk A .....	123
Tabel 5- 14 Tabel Perhitungan SD P2 Tembaga 0,15 mm Merk A.....	123
Tabel 5- 15 Tabel Perhitungan SD P3 Tembaga 0,15 mm Merk A.....	124
Tabel 5- 16 Tabel Perhitungan SD P4 Tembaga 0,15 mm Merk A.....	125

Tabel 5- 17 Tabel Perhitungan SD P1 Tembaga 0,15 mm Merk B .....	125
Tabel 5- 18 Tabel Perhitungan SD P2 Tembaga 0,15 mm Merk B .....	126
Tabel 5- 19 Tabel Perhitungan SD P3 Tembaga 0,15 mm Merk B .....	126
Tabel 5- 20 Tabel Perhitungan SD P4 Tembaga 0,15 mm Merk B .....	127
Tabel 5- 21 Tabel Perhitungan SD P1 Tembaga 0,15 mm Merk B .....	127
Tabel 5- 22 Tabel Perhitungan SD P2 Tembaga 0,15 mm Merk B .....	128
Tabel 5- 23 Tabel Perhitungan SD P3 Tembaga 0,15 mm Merk B .....	128
Tabel 5- 24 Tabel Perhitungan SD P4 Tembaga 0,15 mm Merk B .....	129
Tabel 5- 25 Tabel Perhitungan SD Keseluruhan .....	129
Tabel 5- 26 Perhitungan Ketelitian Distribusi Titik P1 .....	131
Tabel 5- 27 Perhitungan Ketelitian Distribusi Titik P2 .....	131
Tabel 5- 28 Perhitungan Ketelitian Distribusi Titik P3 .....	132
Tabel 5- 29 Perhitungan Ketelitian Distribusi Titik P3 .....	132
Tabel 5- 30 Rekapitulasi Ketelitian Distribusi Coil Kawat Tembaga Email 0,15 mm Merk A .....	132
Tabel 5- 31 Perhitungan Ketelitian Distribusi Titik P1 .....	134
Tabel 5- 32 Perhitungan Ketelitian Distribusi Titik P2 .....	134
Tabel 5- 33 Perhitungan Ketelitian Distribusi Titik P3 .....	135
Tabel 5- 34 Perhitungan Ketelitian Distribusi Titik P4 .....	135
Tabel 5- 35 Rekapitulasi Ketelitian Distribusi Coil Kawat Tembaga Email 0,15 mm Merk B .....	136
Tabel 5- 36 Perhitungan Ketelitian Distribusi Titik P4 .....	137
Tabel 5- 37 Perhitungan Ketelitian Distribusi Titik P4 .....	137
Tabel 5- 38 Perhitungan Ketelitian Distribusi Titik P4 .....	138
Tabel 5- 39 Perhitungan Ketelitian Distribusi Titik P4 .....	138
Tabel 5- 40 Rekapitulasi Ketelitian Distribusi <i>Coil</i> Kawat Tembaga Email 0,30 mm .....	139