

**RANCANG BANGUN ALAT GULUNG SPUL SPEAKER  
OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jenjang Strata Satu (S1)  
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Ponorogo



APRIZAL DENDY LUQMAN HAKIM

21520695

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO  
(2025)**

## HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Aprizal Dendy Luqman Hakim  
NIM : 21520695  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Gulung Spul Speaker  
Otomatis Berbasis Mikrokontroler

Isi dan formatnya telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat  
Untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana  
pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Ponorogo

Ponorogo, 5 Agustus 2025

Menyetujui,

Didik Riyanto, S.T., M.Kom.

NIK. 19801125 201309 13

(Dosen Pembimbing Utama)

Rhesma Intan Vidyastari, S.T., M.T.

NIK. 19860421 202303 13

(Dosen Pembimbing Pendamping)

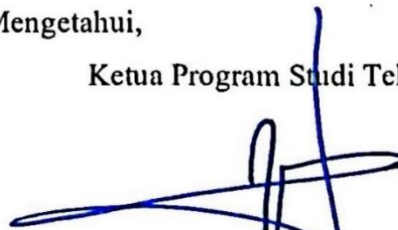


Mengetahui,



Edy Kurniawan, S.T., M.T.  
NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik Elektro,



Didik Riyanto, S.T., M.Kom.  
NIK. 19801125 201309 13

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aprizal Dendy Luqman Hakim

NIM : 21520695

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi saya dengan judul: “Rancang Bangun Alat Gulung Spul Speaker Otomatis Berbasis Mikrokontroler” bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang saya rancang/ teliti di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiatisme, saya bersedia ijazah saya dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Ponorogo, 21 Juli 2025

Mahasiswa,



Aprizal Dendy Luqman Hakim

NIM. 21520695

## HALAMAN BERITA ACARA UJIAN

Nama : Aprizal Dendy Luqman Hakim  
NIM : 21520695  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Gulung Spul Speaker Otomatis  
Berbasis Mikrokontroler

Telah diuji dan dipertahankan di hadapan  
Dosen penguji tugas akhir jenjang Strata Satu (S1) pada :

Hari : Rabu  
Tanggal : 30 Juli 2025

Dosen Penguji,

Didik Riyanto, S.T., M.Kom.

NIK. 19801125 201309 13

(Ketua Penguji)

Dr. Fauzan Masykur, S.T., M.Kom.

NIK. 19810316 202109 12

(Anggota Penguji I)

Ghulam Asrofi Buntoro, S.T., M.Eng.

NIK. 19870723 202109 12

(Anggota Penguji II)

Mengetahui,



Edy Kurniawan, S.T., M.T  
NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik Elektro,

Didik Riyanto, S.T., M.Kom  
NIK. 19801125 201309 13

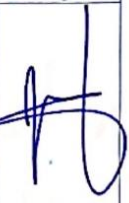
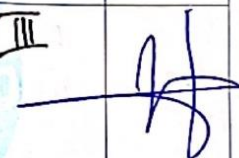
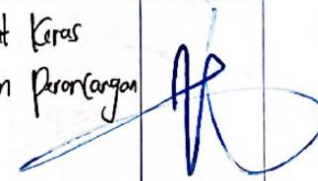
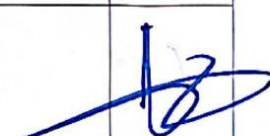
## BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

### BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Aprizal Dendy Lugman Halcim  
 NIM : 21520695  
 Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Gulung Spul Speaker  
 Otomatis Berbasis Mikrokontroler  
 Dosen Pembimbing Utama : Didik Riyanto S.T. M.Kom

### PROSES PEMBIMBINGAN

| No | Tanggal    | Materi Yang Dikonsultasikan         | Saran Pembimbing / Hasil                                                                                                                                            | Tanda Tangan                                                                          |
|----|------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 30-12-2024 | Judul proposal dan latar belakang   | Judul tidak usah memakai industri lokal, dan untuk latar belakang harus mencari dengan benar urut-urutan dari objek yang digunakan dan sebagainya.                  |   |
| 2  | 6-01-2025  | Rumusan masalah dan batasan masalah | Untuk batasan masalah adalah menjelaskan tentang batasan-batasan yang tidak mampu dilaksanakan oleh Alat yang dibuat.                                               |  |
| 3  | 16-01-2025 | Bab I                               | Untuk penelitian terdahulu harus urut diberi nomor paragraf dan tahun terbit. Serta penjelasan uraian tentang komponen-komponen yang dibutuhkan harus lebih detail. |  |
| 4  | 20-01-2025 | Bab II dan Bab III                  | Untuk bab III perencanaan alat ditulis dari deskripsi alat, desain alat, diagram blok dan wiring. Serta komponen-komponen yang dibutuhkan.                          |  |

| No. | Tanggal    | Materi Yang Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil                                                                                                                                                         | Tanda Tangan                                                                          |
|-----|------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 5   | 21-01-2025 | BAB III                     | Urutan dari perencanaan alat, Perancangan alat dan dalam menentukan komponen ditulis, nama, spesifikasi, jumlah yang digunakan. Serta menambahkan redaksi-redaksi lebih panjang. |    |
| 6   | 22-01-2025 | BAB III                     | Melanjutkan jadwal & daftar Pustaka                                                                                                                                              |    |
| 7   | 24-01-2025 | BAB I, BAB II<br>BAB III    | ACC BAB I, BAB II, BAB III                                                                                                                                                       |   |
| 8   | 03-05-2025 | BAB IV                      | Pembahasan tentang studi literatur, tahap Perencanaan dan Perancangan (Perangkat Keras dan Perangkat Lunak).                                                                     |  |
| 9   | 04-05-2025 | BAB IV                      | Studi literatur, Penjelasan perangkat Keras lebih mendetail dan melanjutkan Perancangan Perangkat Lunak.                                                                         |  |
| 10  | 11-06-2025 | B IV                        | Melanjutkan Perancangan Perangkat Lunak.                                                                                                                                         |  |

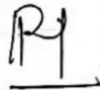
| No | Tanggal    | Materi Yang Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil     | Tanda Tangan                                                                        |
|----|------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 | 11-06-2025 | BAB IV                      | Revisi Hasil Pengujian Alat. |  |
| 12 | 14-06-2025 | BAB IV dan BAB V            | ACC Sidang Skripsi           |  |
| 13 |            |                             |                              |                                                                                     |
| 14 |            |                             |                              |                                                                                     |
| 15 |            |                             |                              |                                                                                     |
| 16 |            |                             |                              |                                                                                     |

## BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Aprizal Dendy Lugman Hakim  
 NIM : 21520695  
 Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Gulung Spul Speaker Otomatis Berbasis Mikrokontroler  
 Dosen Pembimbing Pendamping : Rhesma Intan Vidyastari

### PROSES PEMBIMBINGAN

| No | Tanggal | Materi Yang Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil     | Tanda Tangan                                                                          |
|----|---------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 20/1/25 | Bab 1.                      | * Latar Belakang<br>* Judul. |   |
| 2  | 22/1/25 | Bab 2                       | Sumber gambar                |  |
| 3  | 22/1/25 | Bab 2.                      | Komponen?                    |  |
| 4  | 23/1/25 | Bab 3.                      | Blok diagram flowchart       |  |

| No. | Tanggal   | Materi Yang Dikonsultasikan                        | Saran Pembimbing / Hasil                   | Tanda Tangan                                                                          |
|-----|-----------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 5   | 24/1/2025 | Bab 3                                              | tabel pengujian                            |    |
| 6   | 24/1/2025 | Bab 3                                              | Rumus presisi                              |    |
| 7   | 25/1/2025 | Bab 3                                              | Tambahkan hasil pengujian presisi di tabel |   |
| 8   | 31/1 '25  | Bab 1, 2, 3<br>Daftar <del>Daftar</del><br>Pustaka | <u>ACC Sempurna</u>                        |  |
| 9   | 14/7 '25  | Bab 4.                                             | Tabel pengujian                            |  |
| 10  | 15/7 '25  | Bab 4.                                             | Analisa hasil.                             |  |

| No | Tanggal  | Materi Yang Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil        | Tanda Tangan                                                                          |
|----|----------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 | 15/7 '25 | Bab 4                       | Ukuran gambar.                  |    |
| 12 | 15/7 '25 | Bab 4                       | Jarak Penulisan.                |    |
| 13 | 15/7 '25 | Bab 4                       | Evaluasi Hasil.                 |   |
| 14 | 16/7 '25 | Bab 5                       | Kesimpulan belum lengkap.       |  |
| 15 | 16/7 '25 | Bab 5                       | Saran, Penjelasan Kurang detail |  |
| 16 | 16/7 '25 | Bab 1 —<br>Daftar Pustaka.  | <u>ACC Sidang Skripsi</u>       |  |

## HALAMAN MOTO

*“Every challenge holds a lesson, and every lesson lights a path.”*

*“Do your best — leave the rest to God.”*



# **Rancang Bangun Alat Gulung Spul Speaker Otomatis Berbasis Mikrokontroler**

Aprizal Dendy Luqman Hakim, Didik Riyanto, Rhesma Intan Vidyastari  
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo  
Jl. Budi Utomo No 10, Ponorogo 63471, Jawa Timur, Indonesia  
e-mail : [aprizaldendy22@gmail.com](mailto:aprizaldendy22@gmail.com)

---

## **ABSTRAK**

Penggulungan spul secara manual pada pembuatan speaker sering kali menimbulkan ketidakteraturan jumlah lilitan, membutuhkan waktu yang lama, dan menimbulkan kelelahan fisik operator. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merealisasikan alat penggulung spul speaker otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Mega yang dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi proses penggulangan.

Alat ini menggunakan motor stepper sebagai penggerak utama, keypad sebagai input jumlah lilitan dan kecepatan (RPM), serta layar OLED 1,3 inci sebagai tampilan informasi. Sistem dikendalikan dengan program Arduino IDE yang mengatur rotasi dan perpindahan gulungan secara terkoordinasi berdasarkan input pengguna. Pengujian dilakukan dengan dua jenis kawat, yaitu 0,20 mm dan 0,25 mm, serta variasi kecepatan dari 80 hingga 110 RPM.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat mampu menggulung spul dengan tingkat presisi tinggi, rata-rata di atas 98%. Selain itu, alat juga mampu menggulung dengan waktu yang lebih efisien dan hasil lilitan yang lebih rapi dibandingkan metode manual. Dengan demikian, alat ini layak digunakan sebagai solusi alternatif dalam proses produksi speaker skala kecil hingga menengah.

**Kata Kunci : Sensor Inframerah, Motor Stepper, Penggulung Otomatis, Arduino mega, LCD Oled**

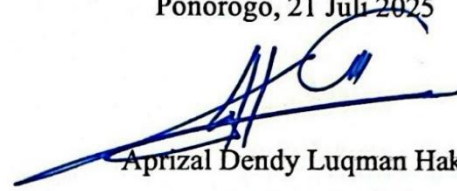
## KATA PENGANTAR

Dengan rasa syukur, penulis ingin mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya. Sholawat dan salam juga kami sampaikan kepada Nabi Agung, Nabi Muhammad SAW karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul "Rancang Bangun Alat Penggulung Spul Speaker Berbasis Mikrokontroler". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Ponorogo. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini, banyak bantuan, arahan, bimbingan dan doa yang telah membantu penulis. Oleh karena itu, dengan tulus dan rendah hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Rido Kurnianto, M.Ag., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
2. Bapak Edy Kurniawan, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
3. Bapak Didik Riyanto, S.T., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
4. Bapak Didik Riyanto, S.T., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam menyusun skripsi ini.
5. Rhesma Intan Vidyastari, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
7. Bapak Karno Dan Ibu Nyomirah selaku kedua orang tua penulis. Penulis menyampaikan terimakasih atas segala pengorbanan, upaya dan kerja keras untuk mendukung dan memberikan yang terbaik bagi penulis. Penulis berharap dapat membanggakan dan membahagiakan mereka.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya. Penulis merasa bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun selalu diharapkan dari pembaca.

Ponorogo, 21 Juli 2025



Aprizal Dendy Luqman Hakim

NIM. 21520695

## UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillahilahirabbil'aalamin segala puji syukur kepada Allah SWT, setelah melalui perjuangan dalam proses pengerjaan skripsi, akhirnya selesai sudah pengerjaan skripsi ini. Semua ini tidak lepas dari banyaknya orang yang membantu dan mendorong saya untuk dapat menyelesaikannya. Untuk itu saya mengucapkan terima kasih kepada:

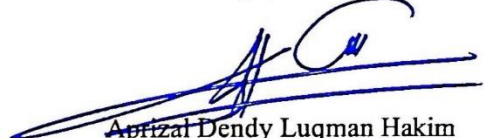
1. Bapak Karno dan Ibu Nyomirah selaku kedua orang tua saya, yang telah mendidik, merawat, membesarkan dan mengasuh dengan penuh kasih sayang dan kesabaran. Selalu mensupport penulis agar dapat menyelesaikan pendidikan ini untuk menyerap ilmu sebanyak mungkin dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik.
2. Saudara Agung Syahri Romadhoni selaku kakak kandung saya, yang sudah memberikan banyak bantuan dan dukungan sekaligus sudah menjadi sosok kakak yang terbaik bagi penulis.
3. Semua saudara penulis yang mendoakan kelancaran dan kemudahan untuk saya dalam proses kuliah hingga skripsi ini bisa selesai.
4. Didik Riyanto, S.T., M.Kom., selaku dosen pembimbing utama skripsi, yang senantiasa sabar dalam membimbing saya sampai skripsi ini selesai.
5. Ibu Rhesma Intan Vidyastari, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pendamping skripsi, yang senantiasa sabar dalam membimbing saya sampai skripsi ini selesai.
6. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
7. Kakak Tingkat Teknik Elektro Angkatan 2018-2020 yang telah banyak membantu memberikan ilmu dan sarannya dalam proses pengerjaan skripsi saya ini.
8. Seluruh Teman Teknik Elektro Angkatan 2021 yang telah memberikan kesan terbaik selama 4 tahun perjuangan kuliah bersama dengan kalian.

9. Adik Tingkat Teknik Elektro Angkatan 2022-2023 yang telah banyak membantu memberikan motivasi dan semangat dalam proses pengerjaan skripsi saya ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, maka saran dan kritik yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi penyempurnaan selanjutnya.

Akhirnya hanya kepada Allah SWT, kita kembalikan semua urusan dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, semoga Allah meridhoi dan dicatat sebagai ibadah disisi-Nya, Aamiin.

Ponorogo, 21 Juli 2025



Aprizal Dendy Luqman Hakim  
NIM. 21520695

## DAFTAR ISI

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL .....                   | i    |
| HALAMAN PENGESAHAN .....              | ii   |
| PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI ..... | iii  |
| HALAMAN BERITA ACARA UJIAN .....      | iv   |
| BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI .....  | v    |
| HALAMAN MOTO .....                    | xi   |
| ABSTRAK .....                         | xii  |
| KATA PENGANTAR .....                  | xiii |
| UCAPAN TERIMA KASIH .....             | xv   |
| DAFTAR ISI .....                      | xvii |
| DAFTAR GAMBAR .....                   | xx   |
| DAFTAR TABEL .....                    | xxii |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                 | xxii |
| BAB I .....                           | 1    |
| PENDAHULUAN .....                     | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....              | 1    |
| 1.2 Perumusan Masalah .....           | 2    |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....           | 3    |
| 1.4 Batasan Masalah .....             | 3    |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....          | 4    |
| BAB 2 .....                           | 5    |
| TINJAUAN PUSTAKA .....                | 5    |
| 2.1 Penelitian Terdahulu .....        | 5    |

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| 2.2 Sensor Inframerah.....              | 7  |
| 2.3 Mottor Stepper .....                | 8  |
| 2.4 Driver TB6600 .....                 | 9  |
| 2.5 Arduino Mega 2560.....              | 10 |
| 2.6 Keypad 4x4 Matrix .....             | 12 |
| 2.7 Layar LCD Oled 1,3 inci.....        | 14 |
| BAB 3.....                              | 16 |
| METODE PERANCAANGAN .....               | 16 |
| 3.1 Studi Lapangan .....                | 16 |
| 3.2 Studi Literatur .....               | 17 |
| 3.2.1 Perencanaan Desain Alat .....     | 17 |
| 3.3 Perancangan Alat.....               | 18 |
| 3.3.1 Perancangan Perangkat keras ..... | 18 |
| 3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak.....  | 20 |
| 3.3.3 Komponen Yang Dibutuhkan.....     | 21 |
| 3.4 Pengujian Alat.....                 | 25 |
| 3.5 Evaluasi Hasil .....                | 26 |
| BAB 4.....                              | 27 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN .....              | 27 |
| 4.1 Studi Lapangan .....                | 27 |
| 4.2 Studi Literatur .....               | 28 |
| 4.3 Tahap Perencanaan .....             | 29 |
| 4.3.1 Perencanaan Desain Alat .....     | 29 |
| 4.3.2 Diagram Blok Sistem .....         | 30 |
| 4.3.3 Diagram Wiring.....               | 30 |

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| 4.4 Tahap Perancangan.....                    | 31  |
| 4.4.1 Tahap Perancangan Perangkat keras.....  | 31  |
| 4.4.2 Tahap Perancangan Perangkat lunak ..... | 37  |
| 4.5 Tahap Pengujian Alat .....                | 47  |
| 4.6 Evaluasi Hasil .....                      | 49  |
| BAB 5.....                                    | 51  |
| KESIMPULAN .....                              | 51  |
| 5.1 Kesimpulan .....                          | 51  |
| 5.2 Saran .....                               | 51  |
| DAFTAR PUSTAKA .....                          | 53  |
| LAMPIRAN .....                                | 535 |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Sensor Inframerah.....                                                                    | 8  |
| Gambar 2.2 Motor Stepper .....                                                                       | 9  |
| Gambar 2.3 Driver TB6600.....                                                                        | 10 |
| Gambar 2.4 Arduino Mega 2560.....                                                                    | 11 |
| Gambar 2.5 Keypad 4x4 Matrix.....                                                                    | 13 |
| Gambar 2.6 Layar LCD Oled 1,3 inci.....                                                              | 15 |
| Gambar 3.1 Diagram Alur Perancangan.....                                                             | 16 |
| Gambar 3.2 Perencanaan Desain Alat.....                                                              | 17 |
| Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem .....                                                                 | 18 |
| Gambar 3.4 Diagram Wiring.....                                                                       | 20 |
| Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> Perangkat Lunak.....                                                     | 21 |
| Gambar 4.1 Penggulung Speaker Manual Milik Narasumber.....                                           | 28 |
| Gambar 4.2 Perencanaan Desain Alat.....                                                              | 29 |
| Gambar 4.3 Diagram Blok Sistem .....                                                                 | 30 |
| Gambar 4.4 Diagram Wiring.....                                                                       | 31 |
| Gambar 4.5 Hasil Proses Perakitan Rangka Penggulung Spul Otomatis .....                              | 32 |
| Gambar 4.6 Hasil Proses Perakitan Sistem Rangkaian Elektronik Alat.....                              | 34 |
| Gambar 4.7 Hasil Proses Perakitan Mal Gulung Spiker dan Penjepit kawat Gulung .....                  | 35 |
| Gambar 4.8 Hasil Proses Perakitan Mal Gulung Spiker dan Penjepit kawat Gulung Pada Rangka Alat ..... | 36 |
| Gambar 4.9 Hasil Perencanaan Desain Perangkat Keras .....                                            | 36 |
| Gambar 4.10 Hasil Perancangan Akhir Perangkat Keras .....                                            | 36 |
| Gambar 4.11 Proses <i>Install</i> Aplikasi Arduino IDE Pada Laptop.....                              | 37 |
| Gambar 4.12 Langkah Membuka Aplikasi Arduino IDE.....                                                | 37 |

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.13 Coding Library Pendukung.....                       | 38 |
| Gambar 4.14 Coding Deklarasi Pin dan Konstanta.....             | 39 |
| Gambar 4.15 Coding Inisialisasi Keypad 4x4.....                 | 39 |
| Gambar 4.16 Coding OLED Display 1.3 Inchi .....                 | 40 |
| Gambar 4.17 Coding Inisialisasi Motor Stepper .....             | 40 |
| Gambar 4.18 Coding Mengatur Kecepatan Motor .....               | 40 |
| Gambar 4.19 Coding Inisialisasi Serial dan OLED. ....           | 41 |
| Gambar 4.20 Coding Menampilkan danMenghapus Tampilan Awal ..... | 41 |
| Gambar 4.21 Coding Konfigurasi Awal .....                       | 41 |
| Gambar 4.22 Coding Memberi Bunyi Buzzer.....                    | 41 |
| Gambar 4.23 Inisialisasi variable .....                         | 42 |
| Gambar 4.24 Coding Menunggu Tombol Mulai.....                   | 42 |
| Gambar 4.25 Coding Input Jumlah Lilitan dari Keypad.....        | 43 |
| Gambar 4.26 Coding Input Kecepatan (RPM) dari Keypad.....       | 43 |
| Gambar 4.27 Coding Konversi dan Mulai Proses .....              | 45 |
| Gambar 4.28 Coding Rotate (int jumlah Putaran, int RPM) .....   | 45 |
| Gambar 4.29 Coding Gulungan Maju .....                          | 45 |
| Gambar 4.30 Coding Jeda – Menunggu Tombol .....                 | 46 |
| Gambar 4.31 Coding Gulungan Mundur .....                        | 46 |
| Gambar 4.32 Coding Tampilan Selesai .....                       | 47 |
| Gambar 4.33 Grafik Hasil Pengujian Alat.....                    | 49 |

## DAFTAR TABEL

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor Inframerah .....       | 8  |
| Tabel 2.2 Spesifikasi Motor Stepper.....            | 9  |
| Tabel 2.3 Spesifikasi Driver TB6600.....            | 10 |
| Tabel 4.4 Spesifikasi Arduino Mega 2560 .....       | 11 |
| Tabel 2.5 Spesifikasi Keypad 4x4 Matrix .....       | 13 |
| Tabel 2.6 Spesifikasi Layar LCD Oled 1,3 inci ..... | 14 |
| Tabel 3.1 Komponen Yang Dibutuhkan .....            | 22 |
| Tabel 3.2 Pengujian Kerja Alat .....                | 26 |
| Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kerja Alat .....          | 48 |



## DAFTAR LAMPIRAN

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| Lampiran 1. Surat Keterangan Plagiasi..... | 55 |
| Lampiran 2. Bukti Submit Artikel .....     | 56 |

