

**Perancangan dan Pembuatan Sistem Kontrol pada Mesin
Penggulung Kawat Komponen *Atomizer***

SKRIPSI

Oleh:

Nama: Rinaldi Indriana Pratama

NPM: 163030036



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2022**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

N a m a : Rinaldi Indriana Pratama
Nomor Pokok Mahasiswa : 163030036
Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Dalam Penelitian yang saya kerjakan ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan/ditulis oleh orang lain untuk memperoleh gelar dari suatu perguruan tinggi,
2. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu/dikutip/disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi,
3. Naskah laporan Penelitian yang ditulis bukan dilakukan secara *copy paste* dari karya orang lain dan mengganti beberapa kata yang tidak perlu.
4. Naskah laporan Penelitian bukan hasil plagiarism.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman/sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, Agustus 2022



Penulis,

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

N a m a : : Rinaldi Indriana Pratama

NPM : 163030036

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Jenis Karya : Penelitian, makalah, laporan magang kerja, karya profesi

Menyatakan bahwa sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, saya menyetujui memberikan kepada Universitas Pasundan Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Perancangan dan Pembuatan Sistem Kontrol Mesin Penggulung Kawat Komponen Atomizer

Beserta perangkat yang ada (jika ada). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pasundan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pakalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Penelitian saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta,

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bandung, Agustus 2022

Yang menyatakan,



Penulis

LEMBAR PENGESAHAN

Perancangan dan Pembuatan Sistem Kontrol Mesin Penggulung Kawat Komponen *Atomizer*



Nama : Rinaldi Indriana Pratama
NPM : 163030036

Pembimbing Utama

Dr. Ir. Rachmad Hartono, MT

Pembimbing Pendamping

Muhamad Zulfahmi Febriansyah, ST., MT

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji serta syukur kami panjatkan kehadirat ALLAH SWT karena berkat rahmat dan hidayah-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Penelitian yang berjudul “Perancangan dan Pembuatan Sistem Kontrol Mesin Penggulung Kawat Komponen *Atomizer*” ini dapat diselesaikan guna memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Pendidikan tingkat stasa-1 pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan.

Pada penyusunan laporan ini, tidak sedikit hambatan dan kesulitan yang penyusun hadapi, namun dengan izin dan ridho Allah SWT dan berkat do’a kedua orang tua dan dari berbagai pihak akhirnya laporan ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penyusun ingin mengucapkan terimakasih kepada:

- a. Allah SWT atas karunia-Nya yang memberikan kesehatan dalancaran dalam proses pembuatan laporan ini,
- b. Orang tua penulis, terima kasih atas do’a dan segala motivasi baik dalam segi moril maupun materi,
- c. Adik saya Frida Damayanti Amanda atas do’a dan motivasinya,
- d. Bapak Dr. Ir. Rachmad Hartono, MT. selaku pembimbing I yang memberikan ilmu yang sangat berguna, saran pengarahan, motivasi yang tiada henti serta bimbingannya selama ini,
- e. Bapak Muhammad Zulfahmi Febriansyah, ST., MT. selaku pembimbing II yang memberikan ilmu yang sangat berguna, saran pengarahan, motivasi yang tiada henti serta bimbingan selama ini,
- f. Seluruh teman-teman angkatan 2016 Program Studi Teknik Mesin yang selalu memberi dukungan moril, dan
- g. Serta semua pihak yang yang membantu dan memberi dukungan kepada penulis baik secara langsung maupun tidak langsung.

Hanya do’a sebagai rasa terimakasih yang bisa penyusun panjatkan kepada Allah SWT, semoga semua amal dan kebaikan semua pihak yang telah membantu selama ini dapat balasan dunia akhirat. Aamiin Ya Rabbal’Alamiin.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat sistem kontrol pada mesin penggulung kawat komponen *atomizer* untuk menggantikan sistem manual. Alasan utamanya adalah mengurangi kesalahan-kesalahan yang mungkin dapat terjadi oleh operator pengguna mesin manual, meningkatkan kuantitas, dan meningkatkan kualitas hasil produksi. Metodologi Penelitian ini adalah Penelitian eksperimental yang terdiri dari tahap perancangan, pembuatan, pengujian, dan analisis. Tahap perancangan meliputi membuat gambar rangkaian sistem kontrol dan penyediaan komponen yang diperlukan. Tahap pembuatan meliputi pembuatan program serta menyatukan beberapa komponen. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian kecepatan dan keakuratan penggulangan. Penelitian ini menghasilkan sistem kontrol untuk mengendalikan mesin penggulung kawat komponen *atomizer*. Dari pengujian yang dilakukan diperoleh tingkat keakuratan kecepatan program terhadap kecepatan pengukuran manual rata-rata sebesar 97,13%, rata-rata waktu yang diperlukan untuk menggulung 20 cm adalah 5,4 menit, dan kecepatan maksimal penggulangan sebesar 200 rpm.

Kata Kunci: Sistem kontrol, mesin penggulung kawat.



ABSTRACT

This research aims to design and manufacture a control system on the atomizer component wire winding machine to replace the manual system. The main reason is to reduce errors that may occur by manual machine user operators, increase quantity, and improve production quality. This thesis methodology is an experimental thesis which consists of stages of design, manufacture, testing, and analysis. The design stage includes the design design, making a circuit drawing of the control system, and providing the necessary components. The manufacturing stage includes program development and assembling several components. The tests carried out include testing the speed and accuracy of rolling. This thesis produces a machine with a stepper motor drive. From the tests carried out, the accuracy of the program speed to the manual measurement speed is an average of 97.13%, the average time required to roll 20 cm is 5.4 minutes, and the maximum speed of winding is 200 rpm.

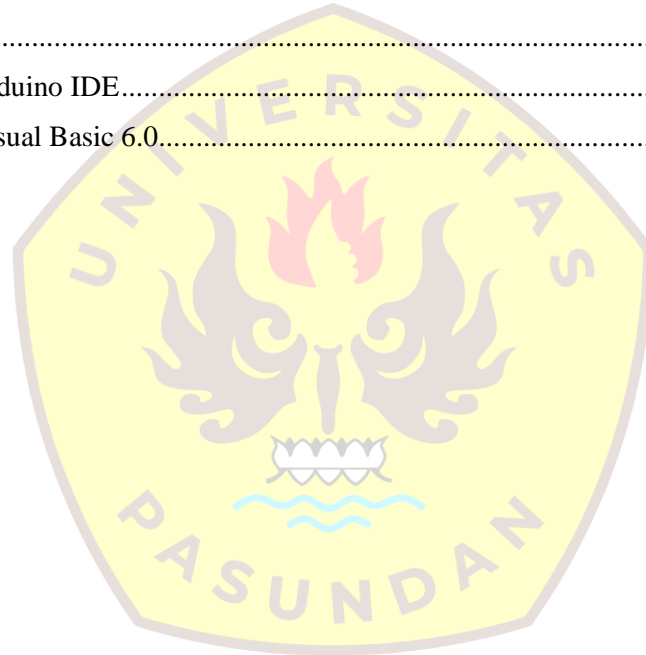
Keywords: Control system, wire winding machine.



DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	i
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. Latar Belakang.....	1
2. Rumusan Masalah.....	1
3. Tujuan.....	2
4. Batasan Masalah	2
5. Manfaat	2
6. Sistematika Penulisan	3
BAB II STUDI LITERATUR.....	4
1. Sistem Kontrol	4
2. Mesin Penggulung Kawat Komponen <i>Atomizer</i>	4
3. Sistem Kontrol Mesin Penggulung Kawat Komponen <i>Atomizer</i>	5
4. Motor <i>stepper</i>	6
5. Prinsip Kerja Motor <i>Stepper</i>	7
6. Mikrokontroler.....	7
7. Sensor <i>Proximity</i>	9
8. Arduino IDE (<i>Intergraded Development Environment</i>).....	10
9. Visual basic 6.0.....	11
10. Persamaan Dasar	12
BAB III SISTEM KONTROL PADA MESIN PENGGULUNG KAWAT KOMPONEN <i>ATOMIZER</i>	14
1. Diagram Alir Penelitian	14
2. Mesin Penggulung Kawat Komponen <i>Atomizer</i>	16
3. Rangkaian Sistem Kontrol Pada Mesin Penggulung Kawat Komponen <i>Atomizer</i>	17
4. Instalasi Sistem Kontrol Mesin Penggulung Kawat Komponen <i>Atomizer</i>	18
5. Program Pengendali	19
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS HASIL PENGUJIAN	20

1. Pengujian Program Mesin Penggulung Kawat Komponen <i>Atomizer</i>	20
A. Pengujian Tombol Start	20
B. Pengujian Tombol Stop	21
C. Pengujian Tombol Home.....	22
D. Pengujian Program Sistem Kontrol Pada Mesin Penggulung Kawat Komponen <i>Atomizer</i>	22
E. Pengujian Kecepatan Penggulungan Pada Mesin Penggulung Kawat Komponen <i>Atomizer</i>	23
2. Analisis Hasil Pengujian	25
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	26
1. Kesimpulan	26
2. Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	30
1. Program Arduino IDE.....	30
2. Program Visual Basic 6.0.....	34



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram Blok Sistem[3]	4
Gambar 2. Diagram Blok Sistem Kontrol[5]	4
Gambar 3. Proses penggulangan kawat secara manual	5
Gambar 4. Mesin penggulang kawat komponen atomizer otomatis.....	5
Gambar 5. Motor Stepper variable reluctance [8]	6
Gambar 6. Driver motor stepper	7
Gambar 7. Skematik Cara Kerja Motor Stepper[10].....	7
Gambar 8. Board Arduino UNO[13]	8
Gambar 9. Prinsip Kerja Sensor <i>Proximity</i> Induktif[14].....	10
Gambar 10. Sensor <i>Proximity</i> Kapasitif[16]	10
Gambar 11. Inisialisasi jenis arduino pada arduino IDE	11
Gambar 12. Inisialisasi port serial arduino IDE	11
Gambar 13. Contoh tampilan microsoft visual basic 6.0.....	12
Gambar 14. Diagram Alir Penelitian	15
Gambar 15. Mesin Penggulung Kawat Komponen Atomizer	16
Gambar 16. Rangkaian Sistem Kontrol Mesin Penggulung Kawat Komponen Atomizer	18
Gambar 17. Tampilan Form Visual Basic 6.0.....	20
Gambar 18. Tampilan Pengujian Start	21
Gambar 19. Tampilan Pengujian Stop	21
Gambar 20. Tampilan Pengujian Home.....	22
Gambar 21. Grafik Error terhadap Kecepatan Program	23
Gambar 22. Grafik Akurasi Terhadap Kecepatan Program.....	23
Gambar 23. Grafik Jumlah Gulungan Terhadap Gerak Sumbu X.....	24
Gambar 24. Grafik Waktu penggulangan Terhadap Gerak Sumbu X.....	25

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data Pengujian Akurasi Mesin Penggulung Kawat Komponen Atomizer	22
Tabel 2. Data Hasil Pengujian Kecepatan Penggulungan	24



BAB I PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Vape (*Vaporizer*) merupakan rokok elektrik yang digunakan untuk mengubah *e-liquid* (*vape juice*) menjadi uap. Komponen Vape yang digunakan untuk mengubah *e-liquid* menjadi uap adalah *atomizer*. Pada *atomizer* terdapat gulungan kawat yang digunakan sebagai pemanas *e-liquid*. Mesin yang digunakan untuk membuat komponen *atomizer* adalah mesin penggulung kawat komponen *atomizer*. Mesin penggulung kawat komponen *atomizer* merupakan mesin yang berfungsi untuk melapisi benda kerja dengan cara menggulung kawat *inner* dengan kawat *outer*.

Pada saat ini mesin penggulung kawat komponen otomizer masih banyak yang dioperasikan secara manual. Kekurangan dari mesin yang dioperasikan secara manual yaitu jarak antara gulungan tidak konsisten. Mesin yang dioperasikan secara manual ini sudah mulai tergantikan oleh mesin otomatis. Hal tersebut terjadi karena mesin yang dioperasikan secara otomatis memiliki ketelitian dan kecepatan produksi yang lebih baik dibandingkan dengan mesin yang dioperasikan secara manual.

Perancangan dan pembuatan sistem kontrol otomatis pada mesin penggulung kawat komponen *atomizer* dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil produksi mesin penggulung kawat komponen *atomizer*. Sistem kontrol tersebut berfungsi untuk mengontrol kecepatan putar cekam dan kecepatan linear eretan mesin penggulung kawat komponen *atomizer*. Hal tersebut diperlukan agar kecepatan produksi dan jumlah lilitan per satuan panjang kawat konstan selama proses penggulungan, sehingga tidak terdapat tumpukan lilitan pada hasil produk.

Pada Penelitian ini dilakukan rancang bangun sistem kontrol otomatis pada mesin penggulung kawat komponen *atomizer* menggunakan mikrokontroler arduino uno sebagai perangkat pengendali dan motor *stepper* sebagai aktuator. Mikrokontroler arduino uno berfungsi untuk mengontrol kecepatan dan arah putaran motor *stepper*. *Software* visual basic 6.0 digunakan untuk membuat antarmuka sistem kontrol dengan operator. Antarmuka tersebut berfungsi untuk memasukkan nilai kecepatan putar cekam dan nilai kecepatan linear eretan, serta untuk menjalankan dan memberhentikan operasi mesin.

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, dapat dirumuskan masalah yang akan diselesaikan yaitu:

- a. Komponen apa saja yang digunakan pada sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer*,

- b. *Software* apa yang digunakan untuk membuat sistem kontrol pada mesin penggulung kawat komponen *atomizer*, dan
- c. Jenis kontroller apa yang digunakan pada sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer*.

3. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membuat sistem kontrol otomatis untuk mesin penggulung kawat komponen *atomizer*. Sistem kontrol tersebut digunakan untuk mengatur sinkronisasi kecepatan putar spindel, kecepatan gerak eretan pada sumbu x, menjalankan dan menghentikan operasi pada mesin penggulung kawat komponen *atomizer*. Komponen yang digunakan yaitu *interface*, kontroller, *microstep*, dan motor *stepper software* yang digunakan yaitu *software* yang dapat berkomunikasi antara *personal* komputer (laptop) dengan mikrokontroller. Kontroller yang digunakan yaitu kontroller yang mampu menyimpan program yang dikirimkan dari *software*.

4. Batasan Masalah

Agar laporan Penelitian lebih jelas dan terarah, perlu adanya pembatasan masalah yang akan dibahas, yaitu:

- a. Komponen utama sistem kontrol mesin penggulung kawat adalah mikrokontroller arduino UNO sebagai perangkat pengendali,
- b. Program yang digunakan untuk membuat sistem kontrol adalah arduino IDE dan Visual Basic 6.0, dan
- c. Sistem kontrol digunakan untuk mengatur parameter kecepatan putar spindel, kecepatan gerak linear eretan, menjalankan dan menghentikan operasi pada mesin penggulung kawat komponen *atomizer*.

5. Manfaat

Laporan penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi penulis, bagi akademik, maupun bagi pembaca:

- a. Laporan penelitian dapat dijadikan sebagai sarana untuk menerapkan pengetahuan yang diperoleh selama menempuh studi khususnya dalam perancangan sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer*.
- b. Laporan penelitian ini dapat dijadikan sebagai sarana tambahan pengetahuan di perpustakaan Universitas Pasundan mengenai permasalahan yang terkait dengan penulisan Penelitian ini.

- c. Laporan penelitian ini dapat dijadikan sebagai tambahan pengetahuan dalam perancangan dan pembuatan sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer*.

6. Sistematika Penulisan

Laporan ini disusun bab demi bab dan terdiri dari empat bab. Isi masing-masing bab adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II STUDI LITERATUR

Bab ini membahas mengenai sistem kontrol, mesin penggulung kawat komponen *atomizer*, sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer*, motor *stepper*, prinsip kerja motor *stepper*, mikrokontroler, sensor *proximity*, arduino IDE (*Intergraded Development Environment*), visual basic 6.0, dan persamaan dasar.

BAB III SISTEM KONTROL PADA MESIN PENGGULUNG KAWAT KOMPONEN ATOMIZER

Bab ini membahas mengenai diagram alir perancangan dan pembuatan sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer*, mesin penggulung kawat komponen *atomizer*, rangkaian sistem kontrol pada mesin penggulung kawat komponen *atomizer*, instalasi sistem kontrol pada mesin penggulung kawat komponen *atomizer*, dan program program pengendali.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA HASIL PENGUJIAN

Bab ini membahas mengenai pengujian program sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer* menggunakan Visual Basic 6.0 dan analisis hasil pengujian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas mengenai kesimpulan dan saran yang terkait dengan penelitian perancangan dan pembuatan sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer*.

DAFTAR PUSTAKA

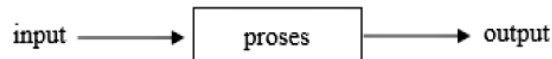
Berisikan buku acuan atau jurnal yang digunakan penulis dalam penelitian.

LAMPIRAN

BAB II STUDI LITERATUR

1. Sistem Kontrol

Sistem adalah kombinasi atas beberapa komponen yang bekerja bersama-sama dan melakukan suatu pekerjaan tertentu[1]. Komponen ini dapat berdiri sendiri maupun berupa komponen yang saling berkesinambungan antara satu dengan yang lain [2]. Adapun komponen utama dari sistem adalah:

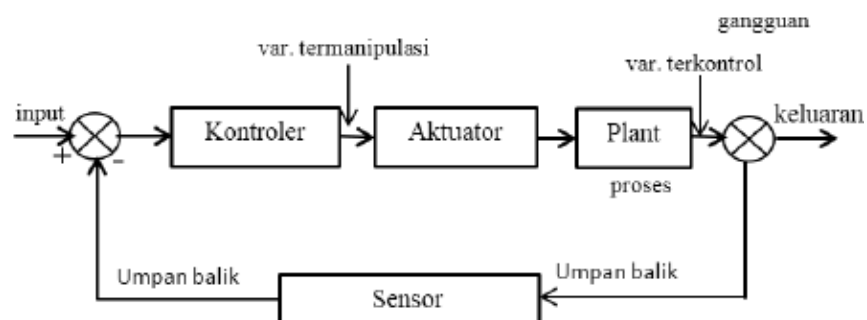


Gambar 1. Diagram Blok Sistem[3]

Keterangan blok diagram sistem:

- *Input* adalah komponen masukan yang dapat berupa data atau informasi,
- Proses adalah operasi atau perkembangan alami yang berlangsung secara kontinu yang ditandai oleh suatu deretan perubahan kecil yang berurutan dengan cara yang relatif tetap dan menuju ke suatu hasil atau keadaan tertentu, dan
- *Output* adalah hasil dari perubahan yang dilakukan terhadap data atau informasi yang diberikan pada *input*.

Sistem kendali atau sistem kontrol merupakan proses pengaturan beberapa elemen/variabel yang dapat menghasilkan suatu tanggapan dengan besaran tertentu sesuai dengan hasil yang diharapkan. Elemen-elemen yang terdapat pada sistem kendali terdiri dari *input*, *error detector*, kontroler, *akuator*, *plat*, dan *output* dapat dilihat pada gambar 2[4].



Gambar 2. Diagram Blok Sistem Kontrol[5]

2. Mesin Penggulung Kawat Komponen Atomizer

Mesin penggulung kawat komponen *atomizer* merupakan mesin yang berfungsi untuk melapisi benda kerja dengan cara menggulung kawat *inner* dengan kawat *outer*[6]. Prinsip kerja mesin

tersebut yaitu kawat *inner* dipasang pada kedua cekam sedangkan lilitan kawat *outer* dipasang pada eretan. Cekam melakukan gerak rotasi sedangkan eretan melakukan gerak translasi dengan arah sejajar dengan kawat *inner* sehingga kawat *inner* tergulung oleh kawat *outer*. Mesin penggulung kawat komponen *atomizer* yang ada dipasaran ada dua jenis, yaitu mesin manual dan mesin otomatis. Mesin penggulung kawat komponen *atomizer* manual masih banyak digunakan di industri rumahan karena alat bantu untuk membuat gulungan kawat (*coil*) masih murah, akan tetapi proses penggulangan kawat secara manual kurang memenuhi standar pasaran dikarenakan harga mesin penggulung kawat tersebut terjangkau oleh pengrajin kawat skala industri rumahan. Contoh proses penggulangan kawat secara manual dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Proses penggulangan kawat secara manual

Sedangkan, mesin penggulung kawat komponen *atomizer* otomatis hanya digunakan di industri besar, karena mesin tersebut memiliki dimensi yang besar dan harga yang mahal sehingga tidak cocok untuk skala industri rumahan. Contoh mesin penggulung kawat komponen *atomizer* otomatis dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Mesin penggulung kawat komponen *atomizer* otomatis

3. Sistem Kontrol Mesin Penggulung Kawat Komponen *Atomizer*

Sistem kontrol adalah kombinasi dari beberapa komponen yang bekerja bersama-sama secara timbal balik dan membentuk konfigurasi sistem yang memberikan suatu hasil yang dikehendaki. Hasil ini sering dinamakan sebagai tanggapan sistem (*system response*) [7].

Sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer* merupakan suatu sistem yang berfungsi mengubah program menjadi gerakan pada aktuator[8]. Sistem kontrol pada mesin penggulung kawat komponen *atomizer* akan membaca data program, dan mengubah isi program

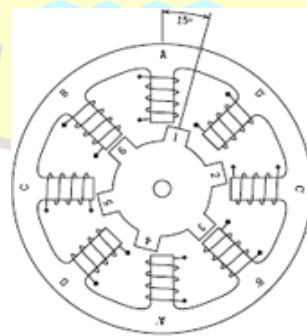
menjadi sinyal elektrik yang kemudian dikeluarkan menjadi intruksi pergerakan untuk elemen-elemen mesin penggulung kawat komponen *atomizer* sehingga perintah-perintah program terlaksana dengan tepat[9]. Sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer* terdapat antarmuka (*interfaces*) yang berisi tombol-tombol perintah untuk mengontrol gerakan mesin dan berbagai fungsi lainnya. Fungsi sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer* terdiri dari:

- a. Mengubah data menjadi intruksi untuk mengontrol dan mengkoordinasikan gerakan-gerakan pada akuator,
- b. Mengolah data masuk dan data keluar, dan
- c. Mengatur fungsi mesin.

4. Motor *stepper*

Motor *stepper* adalah perangkat elektromekanis yang dapat bekerja dengan cara mengubah pulsa elektrolis menjadi gerakan mekanis diskrit[10]. Motor *stepper* bergerak dikarenakan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Oleh karena itu, untuk menggerakannya diperlukan pengendali motor *stepper* yang dapat membangkitkan pulsa-pulsa periodik.

Salah satu jenis motor *stepper* yaitu motor *stepper variable reluctance*. Kontruksi dari motor *stepper* jenis *variable reluctance* dapat dilihat pada gambar 5. Jika kumparan A, B, C, dan D diberikan arus listrik secara berurutan dan bergantian, maka poros motor akan mengikuti arah pergantian pemberian arus pada kumparan.

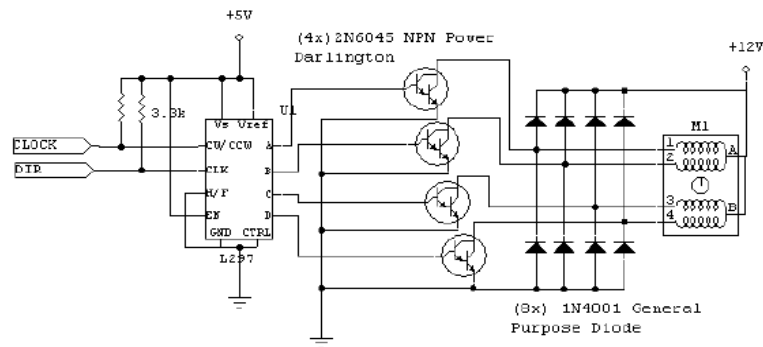


Gambar 5. Motor *Stepper variable reluctance* [11]

Supaya arus pemberian pada kumparan motor *stepper* dapat dilakukan secara otomatis, diperlukan suatu *microstep driver* yang dapat mengubah suatu perubahan sinyal menjadi pergeseran nilai *output* pada kumparan-kumparan motor *stepper*.

Jika pada kaki *clock* diberi pulsa secara berkala atau periodik, maka kondisi *high* pada kaki *output* akan bergeser dari output A, B, C, D, A dan seterusnya jika kaki *dir* diberi nilai *high*. jika kaki

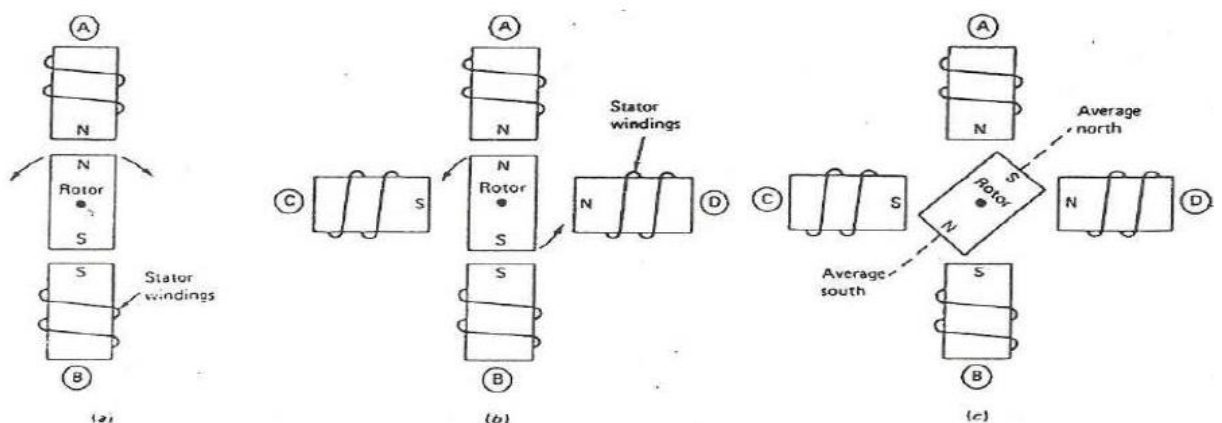
dir diberi nilai *low* dan pada kaki *clock* diberi pulsa secara periodik, maka kondisi *high* pada kaki *output* akan bergeser dari *output* A, D, C, B, A dan seterusnya.



Gambar 6. Driver motor stepper

5. Prinsip Kerja Motor Stepper

Prinsip kerja motor stepper sama dengan motor DC, yaitu sama-sama diberi arus dengan tegangan DC untuk memperoleh medan magnet. Perbedaan antara motor *stepper* dengan motor DC yaitu motor DC mempunyai magnet pada stator, sedangkan motor *stepper* mempunyai magnet tetap pada rotor. Motor *stepper* tidak dapat bergerak dengan sendirinya. Motor *stepper* bergerak secara *step by step* sesuai spesifikasinya, dan bergerak dari satu *step* ke *step* berikutnya memerlukan waktu[12]. Motor *stepper* pada kecepatan yang rendah akan menghasilkan torsi yang besar.[13]cara kerja motor *stepper* dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Skematik Cara Kerja Motor Stepper[14]

6. Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah rangkaian komponen yang sebagian besar komponennya dikemas dalam satu *chip* IC, sehingga disebut *single chip* microcomputer[15]. Mikrokontroler

merupakan *system computer* yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik. Elemen mikrokontroller tersebut diantaranya adalah:

- a. Pemroses (*processor*)
- b. Memori
- c. *Input*, dan
- d. *output*

Terkadang pada mikrokontroller ini terdiri dari beberapa chip digabungkan dalam satu papan rangkaian. Komponen ini sangat ideal untuk mengerjakan sesuatu yang bersifat khusus, sehingga aplikasi yang dimasukan kedalam komputer ini bersifat *dedicated*. Jika dilihat dari segi harga, mikrokontroller ini umumnya lebih murah dibandingkan dengan mikrokontroller lainnya.

Mikrokontroller banyak digunakan di industri, walaupun penggunaannya masih kurang dibandingkan dengan penggunaan *Programmable Logic Control* (PLC). Mikrokontroller memiliki beberapa keuntungan disbanding PLC. Salah satu mikrokontroller yang digunakan adalah arduino UNO [16].

Arduino merupakan *platform* elektronik *open-source* berdasarkan perangkat keras dan perangkat lunak yang mudah digunakan. Produk *open-source* mengizinkan pengguna untuk bebas menggunakan konten produk, kode sumber, atau dokumen. Kami dapat mengprogram papan Arduino dengan lingkungan pengembangan terintegrasi perusahaan sendiri (yang akan disebut dalam teks sebagai IDE), yang mudah digunakan dan didasarkan pada bahasa pemrograman C++[17].

Meskipun ada banyak jenis model Arduino yang berbeda, kami memilih papan UNO R3 untuk Penelitian ini, karena tersebar luas dan mudah ditemukan. Mikrokontroller ATmega328P adalah chip yang sempurna untuk proyek ini karena beroperasi dengan tegangan 5 Volt, memiliki 14 Pin Digital dan 6 Pin Analog [18]. Contoh *board* arduino UNO dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. *Board* Arduino UNO[19]

7. Sensor *Proximity*

Sensor *proximity* merupakan komponen yang berfungsi untuk mendeteksi suatu objek. Sensor *proximity* dapat mendeteksi keberadaan benda disekitarnya tanpa adanya kontak fisik dengan benda tersebut[20]. Cara kerja dari sensor *proximity* yaitu dengan memancarkan medan elektromagnetik dan mencari perubahan bentuk medan elektromagnetik pada saat benda terdeteksi. Contoh medan elektromagnetik yang sering digunakan yaitu sinar infra merah. Jika benda telah terdeteksi maka sinyal *infrared* A tersebut akan mengubah sinyal dan mengirimkan sinyal kembali ke sensor dan memberitahukan bahwa di depan sensor terdapat benda.

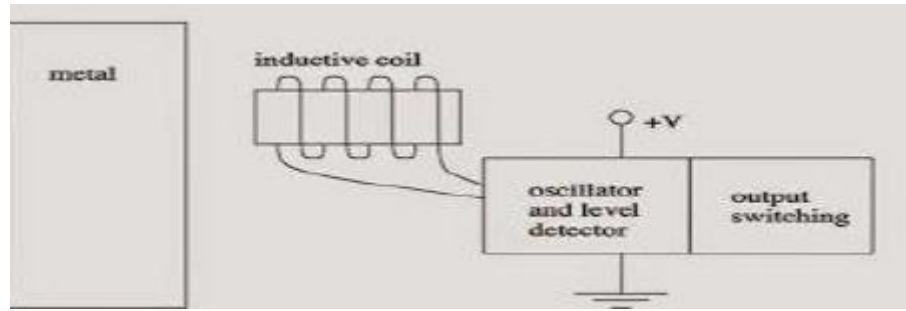
Jarak maksimum sensor *proximity* yang dapat terdeteksi dinamakan dengan nominal *range*. Beberapa sensor *proximity* perlu di-*setting* untuk penyesuaian nominal *range*-nya atau dibuatkan *list* untuk batas kerja jaraknya[21]. Sensor *proximity* memiliki beberapa keunggulan dalam hal kemampuan yang tinggi dan umur pakai yang lama karena sensor ini tidak ada bagian mekanisnya yang kontak langsung dengan objek[22]. Adapun fungsi sensor *proximity* adalah sebagai berikut :

- a. Mendeteksi suatu objek,
- b. Mengukur dimensi objek,
- c. Menghitung banyaknya objek,
- d. Mendeteksi simbol,
- e. Pemeriksaan objek, dan
- f. Mendeteksi warna,

Selain itu ada juga fungsi yang tersirat yaitu sebagai pengontrol suatu sistem yang menggunakan sensor *proximity*. Dan fungsi lainnya yaitu untuk keamanan sistem[23]. Adapun tipe-tipe sensor *proximity* adalah :

- a. *Induktif proximity*

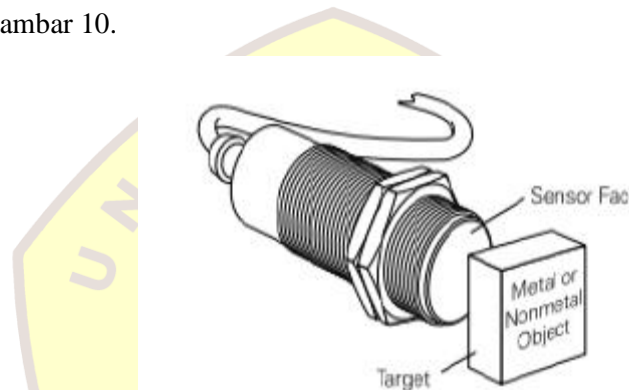
Jenis *proximity* yang bekerja karena perubahan induktansi apabila ada objek metal/logam yang berada dalam cakupan wilayah kerja sensor[24]. Jenis sensor ini hanya dapat mendeteksi benda logam saja dengan jarak deteksi maksimum 6 mm. bahan dasar dari logam dapat mempengaruhi kemampuan pendeteksian sensor. Prinsip kerja sensor induktif dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Prinsip Kerja Sensor *Proximity* Induktif[25]

b. *Kapasitif proximity*

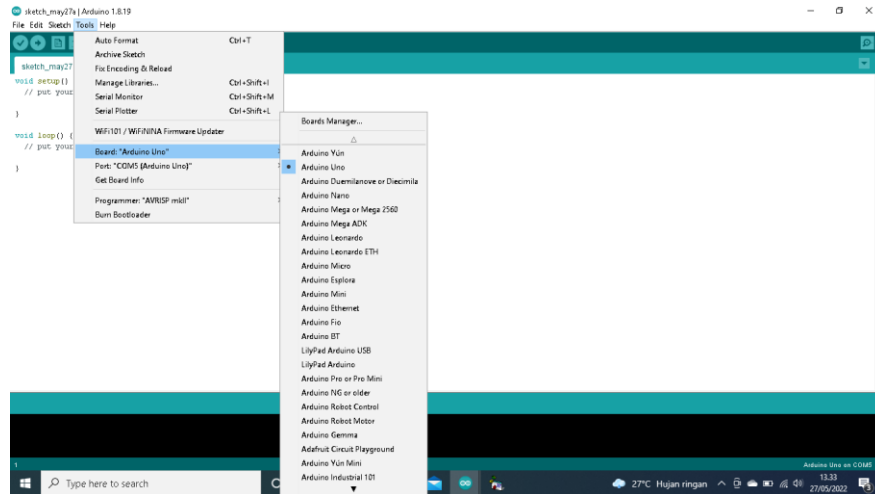
Jenis *proximity* yang bekerja karena perubahan kapasitas objek yang berada pada cakupan daerah kerja sensor[26]. Jenis sensor ini dapat mendeteksi semua jenis benda dan memiliki jarak masimum 2 mm[27]. Gambar sensor kapasitif dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Sensor *Proximity* Kapasitif[28]

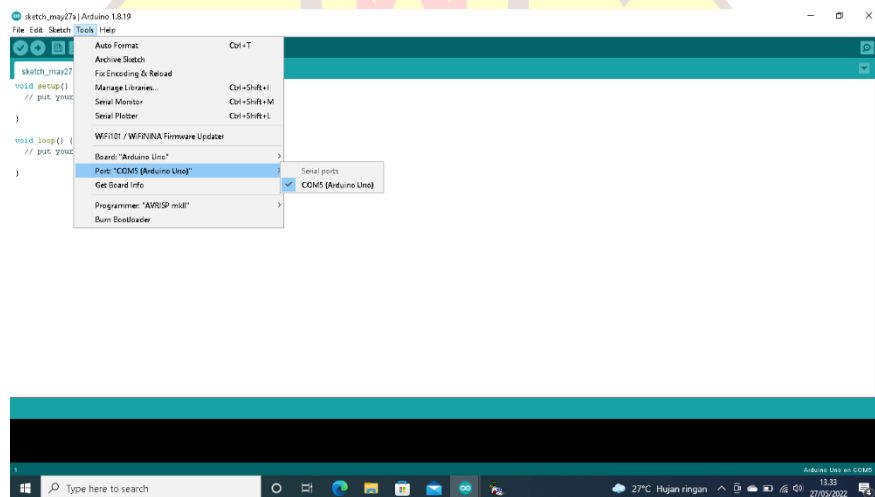
8. Arduino IDE (*Intergraded Development Environment*)

Perancangan sistem pada software arduino sangat penting karena disinilah software arduino digunakan untuk membuat dan meng-*upload* program, dirancang untuk memasukan kode program kedalam arduino [29]. Program diinisialisasi menggunakan arduino UNO R3 seperti yang ditunjukkan pada gambar 11.



Gambar 11. Inisialisasi jenis arduino pada arduino IDE

Tujuan langkah ini yaitu untuk memilih jenis mikrokontroler Arduino yang akan digunakan untuk membuat sistem. Saat mendesain alat ini menggunakan Arduino R3. Selain langkah diatas kita juga perlu melakukan inisialisasi port serial agar Arduino dapat terkoneksi dengan komputer, biasanya menggunakan kabel USB agar Arduino dapat terkoneksi dengan komputer. Contoh inisialisasi *port* Arduino pada *Software IDE* dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Inisialisasi port serial arduino IDE

9. Visual basic 6.0

Visual Basic adalah satu bahasa pemrograman komputer. Bahasa pemrograman adalah bahasa perintah yang dapat dimengerti oleh komputer untuk melakukan perintah-perintah tertentu. Visual Basic selain disebut sebagai bahasa pemrograman, juga sering disebut alat untuk menghasilkan program berbasis *Windows*. Dalam pemrograman visual, pengembangan aplikasi dimulai dengan pembentukan antar muka pengguna, kemudian mengatur properti objek yang digunakan dalam antarmuka pengguna, dan kemudian kode program ditulis untuk menangani

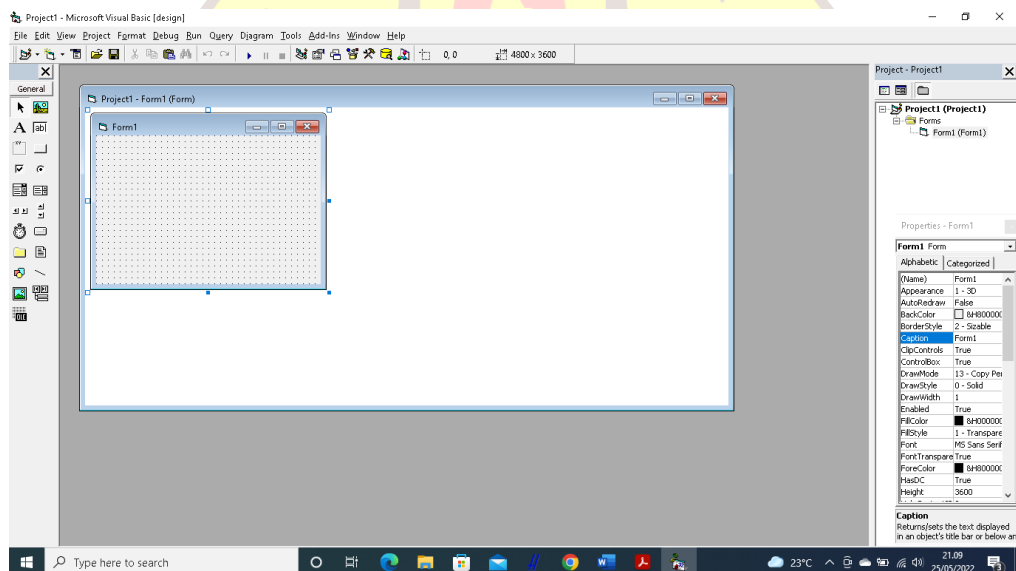
peristiwa. Tahap pengembangan aplikasi dikenal dengan pengembangan aplikasi dengan pendekatan *Bottom Up* [30].

Visual Basic memungkinkan pembuatan *Graphical User Interface (GUI)* atau aplikasi pemrograman yang menggunakan tampilan grafis sebagai alat komunikasi dengan pengguna. Dalam Visual Basic untuk membuat tampilan antar muka pengguna relatif mudah dilakukan karena hanya perlu meletakkan objek grafik ke dalam sumber (*form*) yang telah disediakan oleh Visual Basic. Setelah itu, cukup atur properti dari objek-objek tersebut.

Beberapa kemampuan atau manfaat Visual Basic antara lain:

- a. Membuat program aplikasi berbasis *Windows*
- b. Membuat objek bantuan program seperti kontrol *ActiveX, file, Help*, aplikasi internet dan sebagainya.

Komponen Visual Basic sangat penting. Komponen-komponen ini akan membantu kita dalam membuat program. Saat pertama kali membuka Visual Basic akan muncul beberapa komponen yaitu antara lain: menu bar, toolbar, project window, dan form layout window, seperti gambar 13 dibawah ini:



Gambar 13. Contoh tampilan *microsoft visual basic 6.0*

10. Persamaan Dasar

Berikut persamaan dasar yang digunakan untuk membantu perhitungan pada perancangan dan pembuatan sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer*.

- Persamaan mencari nilai *error* kecepatan program terhadap hasil pengukuran menggunakan *tachometer* [31]

$$Error(\%) = \frac{(n0 - n1)}{n0} \times 100\%$$

n0 = nilai kecepatan program (rpm)

n1 = rata-rata nilai kecepatan menggunakan alat ukur *tachometer* (rpm)

- Persamaan mencari nilai akurasi program terhadap hasil pengukuran *tachometer* [32]:

$$\text{persentasi akurasi rpm} = \frac{n1}{n0} \times 100\%$$

n0 = nilai kecepatan program (rpm)

n1 = nilai kecepatan menggunakan alat ukur *tachometer*(rpm)



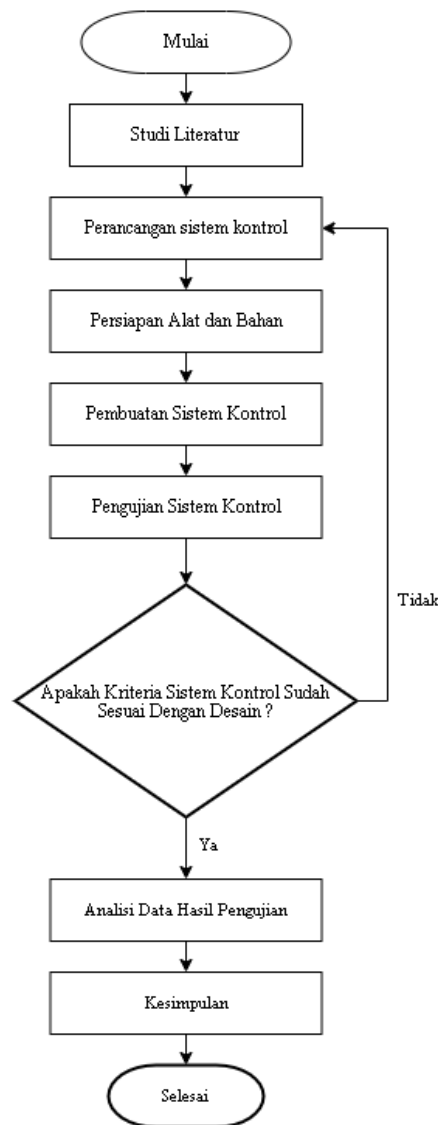
BAB III SISTEM KONTROL PADA MESIN PENGULUNG KAWAT KOMPONEN *ATOMIZER*

Bab ini membahas mengenai diagram alir perancangan dan pembuatan sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer*, mesin penggulung kawat komponen *atomizer*, rangkaian sistem kontrol pada mesin penggulung kawat komponen *atomizer*, instalasi sistem kontrol pada mesin penggulung kawat komponen *atomizer*, dan program program pengendali.

1. Diagram Alir Penelitian

Secara garis besar perancangan dan pembuatan sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer* dapat digambarkan dengan diagram alir. Diagram alir perancangan dan pembuatan sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer* dapat dilihat pada gambar 13.





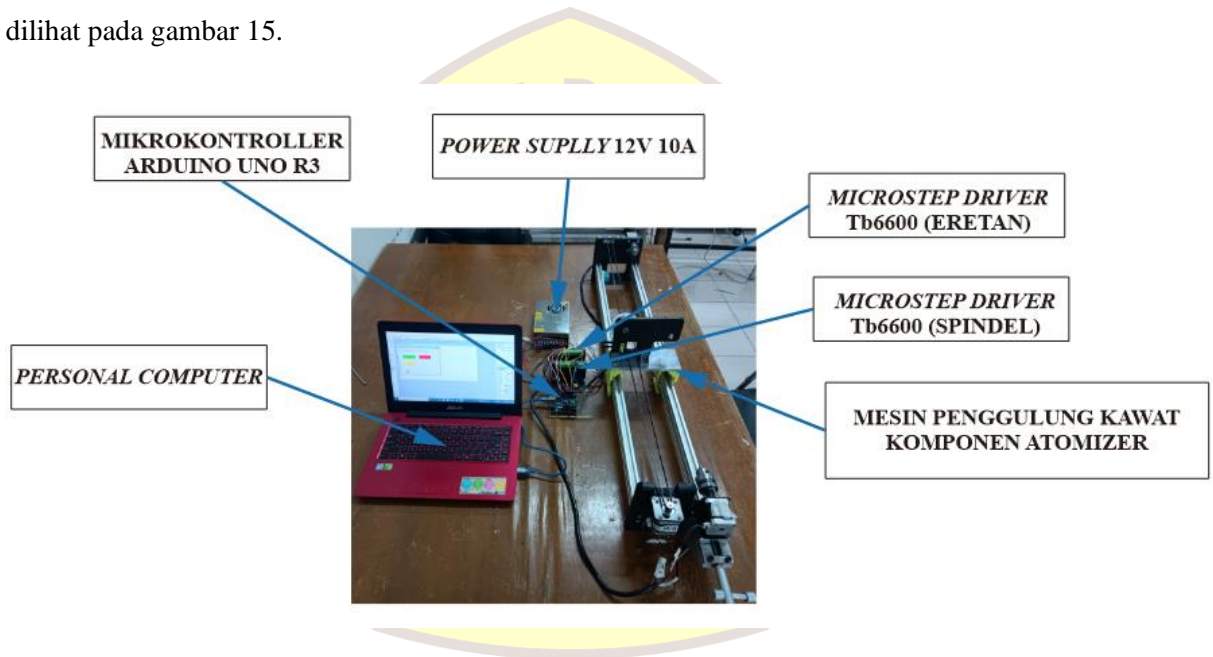
Gambar 14. Diagram Alir Penelitian

Studi literatur adalah proses pengkajian yang relevan dengan masalah yang dikaji. Hal tersebut dapat berupa teori yang telah teruji, konsep, hasil Penelitian pribadi atau orang lain, jurnal ilmiah, hasil seminar, diskusi, survei lapangan, majalah ilmiah, studi kepustakaan termasuk situs dari internet, dan pernyataan pemegang otoritas bidang ilmu berdasarkan kepakaran dari peneliti itu sendiri. Perancangan sistem kontrol adalah proses penentuan komponen serta sistem yang akan dibuat. Hal tersebut termasuk mikrokontroller, dan jenis serta spesifikasi motor yang akan digunakan untuk memutar kawat *inner* dan menggerakkan eretan searah sumbu x pada mesin pengguling kawat komponen *atomizer*. Persiapan alat dan bahan adalah proses mencari alat serta bahan yang sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Pembuatan sistem kontrol adalah proses dimana dilakukan pembuatan sistem kontrol rancangan yang telah dibuat dengan alat dan bahan yang sudah disiapkan. Pengujian sistem kontrol adalah proses dimana sistem kontrol diuji untuk mengetahui apakah sistem kontrol sudah sesuai dengan kriteria desain. Dalam hal ini

kriteria desain merupakan sistem kontrol yang mampu mengatur parameter kecepatan putar spindel, kecepatan gerak linear sumbu x, menjalankan dan menghentikan operasi pada mesin penggulung kawat komponen *atomizer*. Jika sistem kontrol sesuai dengan kriteria setelah dilakukan pengujian maka dilakukan analisis pada data hasil pengujian yang telah dilakukan. Kesimpulan merupakan hasil Penelitian yang telah dilaksanakan.

2. Mesin Penggulung Kawat Komponen *Atomizer*

Mesin penggulung kawat komponen *atomizer* merupakan mesin yang dapat melapisi kawat *inner* dengan kawat *outer* dengan cara digulung searah sumbu x. Pada mesin penggulung kawat komponen *atomizer* yang telah dirancang dan dibuat merupakan mesin yang dapat menggulung secara otomatis oleh personal komputer. Mesin penggulung kawat komponen *atomizer* dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15. Mesin Penggulung Kawat Komponen *Atomizer*

Mesin penggulung kawat komponen *atomizer* terdiri dari dua bagian utama yaitu mekanisme penggulungan dan pengendali mekanisme penggulungan. Mekanisme penggulungan kawat terdiri dari beberapa komponen diantaranya adalah:

1. Dua buah motor *stepper* berfungsi untuk memutar kawat *inner*,
2. Satu buah motor *stepper* berfungsi untuk menggerakkan eretan,
3. Eretan berfungsi untuk menyimpan kawat *outer*, dan
4. Logam berfungsi sebagai penanda bahwa putaran roda penggerak eretan harus dihentikan.

Pengendali mekanisme mesin penggulung kawat komponen *atomizer* terdiri dari beberapa komponen diantaranya adalah:

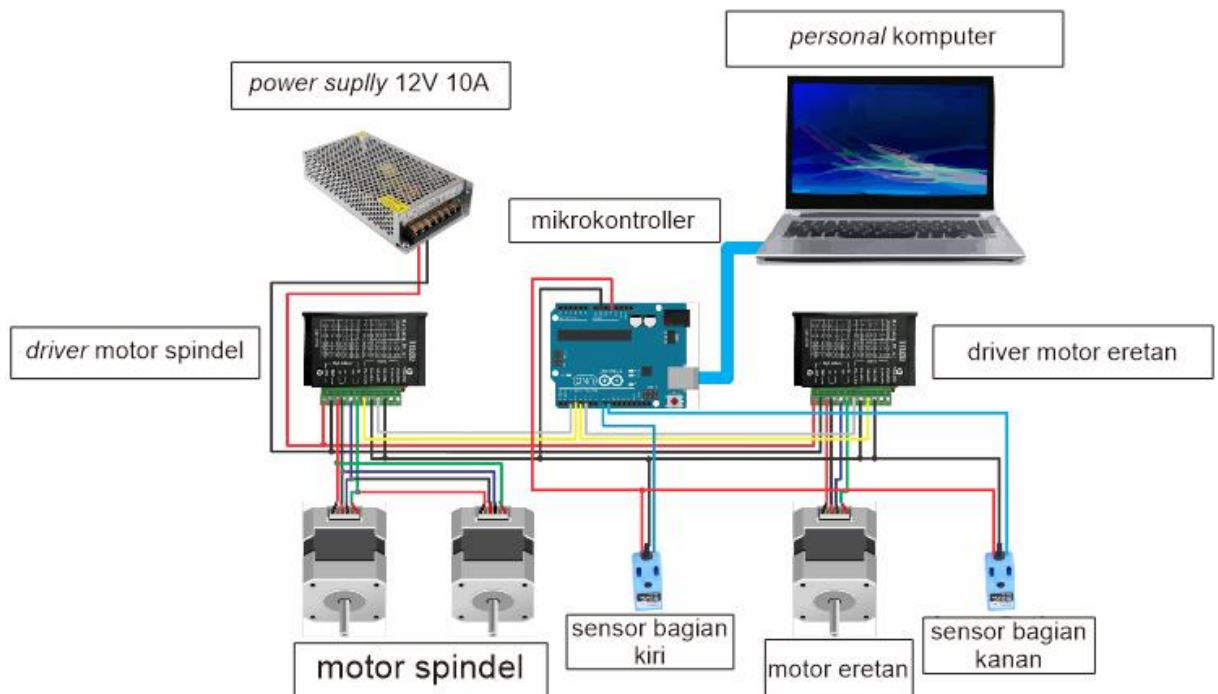
1. *Power supply* berfungsi untuk memberi arus listrik DC (*direct current*) pada komponen sistem kontrol,
2. Arduino UNO R3 berfungsi sebagai pengolah data yang dikirim dari komputer,
3. *Microstep driver* TB6600 berfungsi untuk mengatur arah, kecepatan, dan jumlah putaran pada motor *stepper*, dan
4. Sensor *proximity* induktif berfungsi untuk mendeteksi logam yang terdapat pada kedudukan roda dan pemberi sinyal bahwa putaran motor *stepper* harus dihentikan.

Prinsip kerja sistem kontrol pada mesin penggulung kawat komponen *atomizer* yaitu sebagai berikut: jika kawat *inner* sudah terpasang searah sumbu x pada cekam dan kawat *outer* sudah terpasang pada eretan, maka cekam dan eretan dapat dikendalikan oleh komputer. Motor yang memutar kawat *inner* akan menarik kawat *outer* dan eretan akan bergerak searah sumbu x sehingga terjadi gulungan yang konstan. Jika sensor *proximity* induktif mendeteksi logam, maka putaran motor dan gerak eretan akan berhenti.

3. Rangkaian Sistem Kontrol Pada Mesin Penggulung Kawat

Komponen *Atomizer*

Rangkaian sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer* adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menggerakkan motor *stepper*. Pada rangkaian yang dibuat, komponen arduino akan dihubungkan dengan beberapa komponen lain yaitu *microstep driver* dan sensor *proximity* induktif. sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer* dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 16. Rangkaian Sistem Kontrol Mesin Penggulung Kawat Komponen Atomizer

Agar rangkaian sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer* dapat bekerja dengan baik, perlu adanya pengaturan fungsi pin pada arduino UNO R3. Pengaturan pin pada arduino UNO R3 yaitu pengaturan pin 5 (*clock*) dan pin 8 (*dir*) untuk fungsional *microstep driver* TB6600 yang mengendalikan dua buah motor *stepper*, pengaturan pin 6 (*clock*) dan pin 9 (*dir*) untuk fungsional *microstep driver* TB6600 yang mengendalikan satu buah motor *stepper*, pengaturan pin 10 untuk pengaturan sensor *proximity* induktif bagian kiri, dan pengaturan pin 11 untuk pengaturan sensor *proximity* induktif bagian kanan.

4. Instalasi Sistem Kontrol Mesin Penggulung Kawat Komponen Atomizer

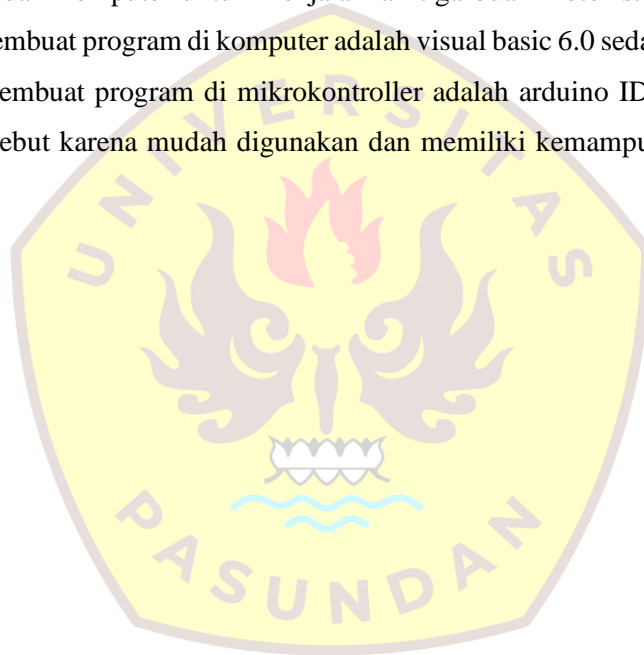
Instalasi sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer* merupakan urutan pemasangan komponen – komponen sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer*. Komponen sistem kontrol yang digunakan adalah *power supply* 12V 10A, *microstep driver* TB6600, sensor *proximity* induktif, mikrokontroler arduino UNO R3. Langkah - langkah pemasangan komponen sistem kontrol adalah sebagai berikut:

- a. Menghubungkan sumber arus DC dari *power supply* 12V 10A pada *microstep driver* TB6600,
- b. Menghubungkan mikrokontroler arduino UNO R3 ke komponen elektronik yaitu *microstep driver* TB6600 dan sensor *proximity* induktif, dan
- c. Menghubungkan *microstep driver* TB6600 pada motor *stepper*.

5. Program Pengendali

Program untuk menggerakkan tiga buah motor *stepper* pada mesin penggulung kawat komponen *atomizer* dilakukan secara serial dengan menggunakan bahasa c. enis pengiriman data komunikasi serial digunakan pada Penelitian ini adalah pengiriman data dari komputer ke mikrokontroller. Data yang dikirim oleh komputer biasanya diolah kembali dan data hasil olahan tersebut digunakan untuk melakukan suatu aktivitas seperti menggerakkan motor *stepper*. aktivitas tersebut dikerjakan oleh mikrokontroler. Supaya mikrokontroler dapat menjalankan aktivitas tersebut, mikrokontroller perlu data masukan dari komputer.

Selain memerlukan data masukan dari komputer, mikrokontroller harus mempunyai program yang berfungsi untuk menerima data dari komputer, mengolah data dari komputer dan mengeksekusi data dari komputer untuk menjalankan tiga buah motor *stepper*. *software* yang digunakan untuk membuat program di komputer adalah visual basic 6.0 sedangkan *software* yang digunakan untuk membuat program di mikrokontroller adalah arduino IDE. Alasan pemilihan kedua *software* tersebut karena mudah digunakan dan memiliki kemampuan untuk melakukan komunikasi serial.



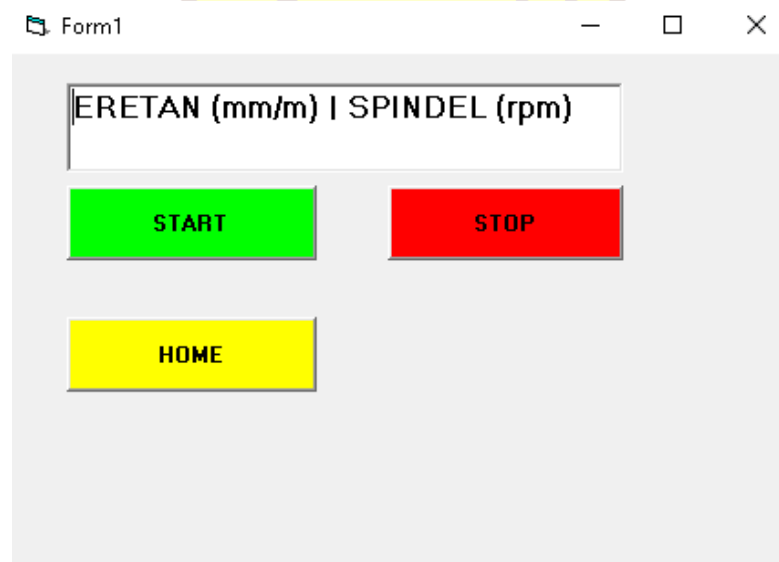
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS HASIL PENGUJIAN

Bab ini membahas mengenai pengujian program sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer* menggunakan Visual Basic 6.0 dan analisis hasil pengujian.

1. Pengujian Program Mesin Penggulung Kawat Komponen *Atomizer*

Pengendalian kecepatan spindel dan arah eretan pada mesin penggulung kawat komponen *atomizer* menggunakan program yang dibuat pada *software* Visual Basic 6.0. pada Visual Basic, kecepatan dan arah motor *stepper* diatur dengan data yang dimasukan pada *textbox*. Data yang ada pada *textbox* kemudian dikirimkan ke mikrokontroller menggunakan jalur komunikasi serial.

Pada *form* sistem kendali mesin penggulung kawat komponen *atomizer* terdapat 3 *commandbutton* untuk fungsi perintah gerakan dan 1 *textbox* yang memasukan data gerakan. Adapun tampilan *form* sistem kontrol pada mesin penggulung kawat komponen *atomizer* dapat dilihat pada gambar 17.



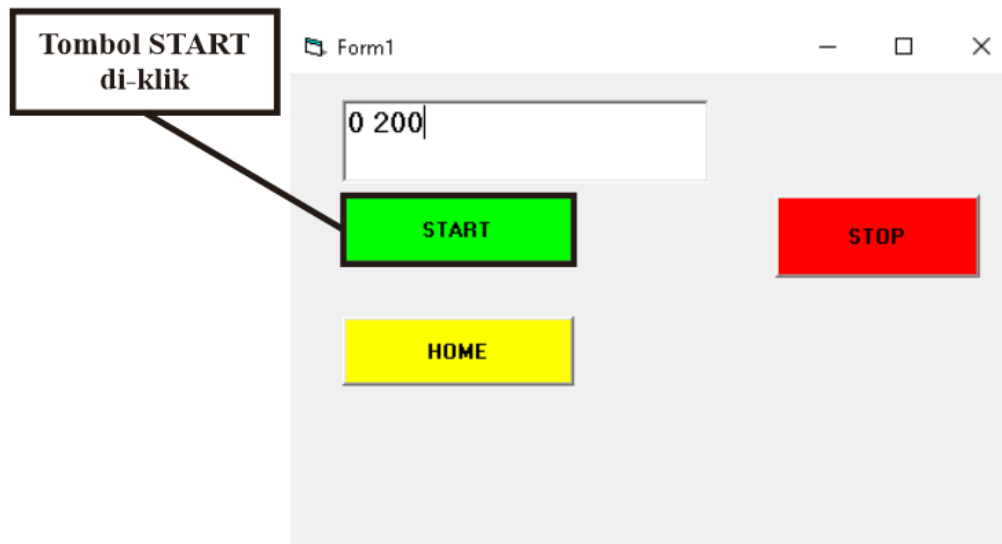
Gambar 17. Tampilan *Form* Visual Basic 6.0

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan apakah sistem kontrol yang telah dirancang dapat bekerja dengan tujuan pembuatan. Adapun perintah pengujian sistem kontrol pada mesin penggulung kawat komponen *atomizer* yang digunakan diantaranya perintah start, perintah stop, dan perintah home.

A. Pengujian Tombol Start

Pengujian start bertujuan untuk memastikan apakah data yang ada pada *textbox* dapat dikerjakan atau tidak. Pengujian tombol start dilakukan dengan memasukan data pada *textbox*, kemudian tombol START di-klik maka data yang ada pada *textbox* akan diproses dan data tersebut

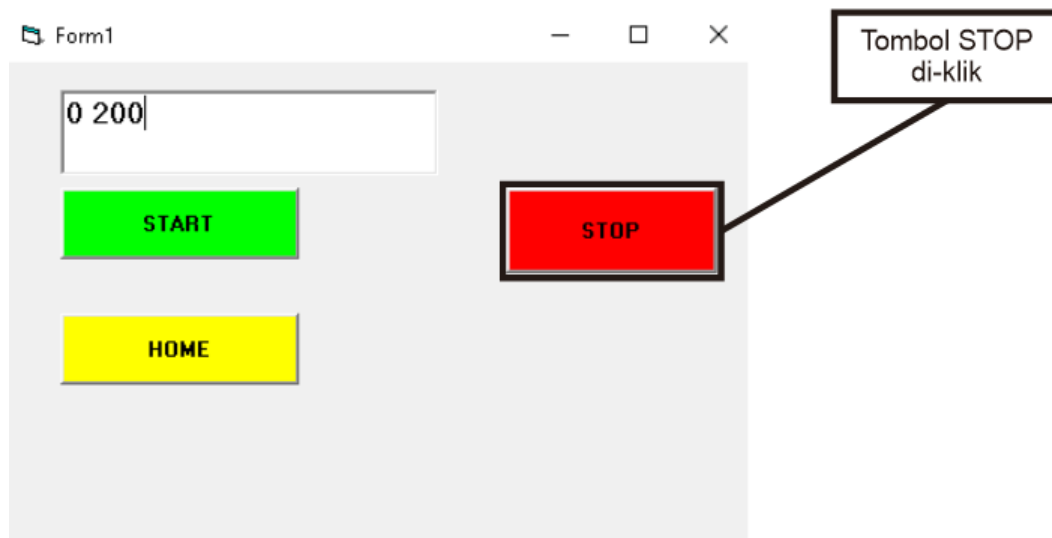
digunakan untuk menggerakkan 3 buah motor *stepper* sesuai dengan data yang telah dimasukkan pada textbox. Tampilan *form* “START” dapat dilihat pada gambar 18.



Gambar 18. Tampilan Pengujian Start

B. Pengujian Tombol Stop

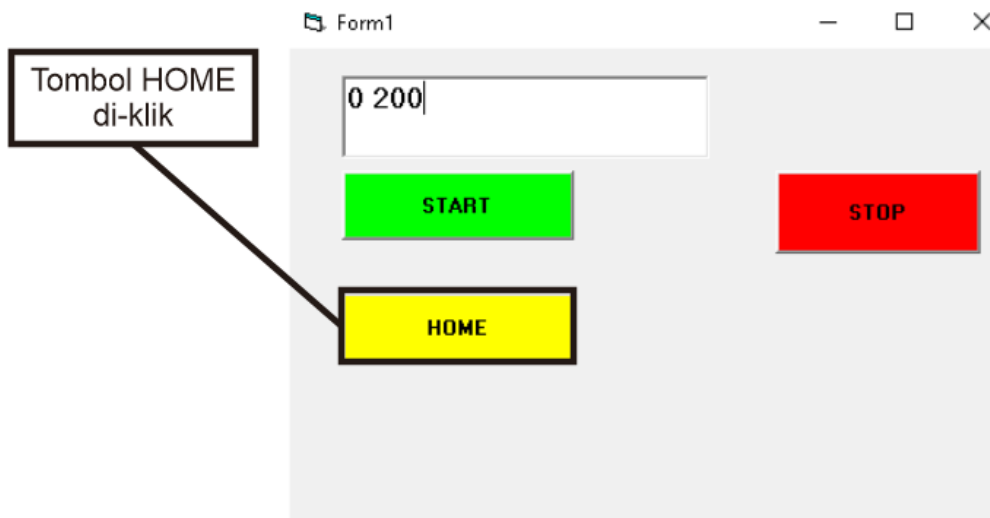
Pengujian tombol stop bertujuan untuk memastikan apakah proses penggulangan dapat dihentikan atau tidak. Pengujian tombol stop dilakukan dengan dengan tombol “STOP” di-klik pada saat proses penggulangan maka semua motor *stepper* akan berhenti. Tampilan *form* “START” dapat dilihat pada gambar 19.



Gambar 19. Tampilan Pengujian Stop

C. Pengujian Tombol Home

Pengujian tombol home bertujuan untuk memastikan apakah eretan pada mesin penggulung kawat dapat kembali ke titik nol. Pengujian tombol home dilakukan dengan tombol “HOME” di-klik pada saat selesai proses penggulangan maka akan menggerakkan eretan ke titik nol. Tampilan form “HOME” dapat dilihat pada gambar 20.



Gambar 20. Tampilan Pengujian Home

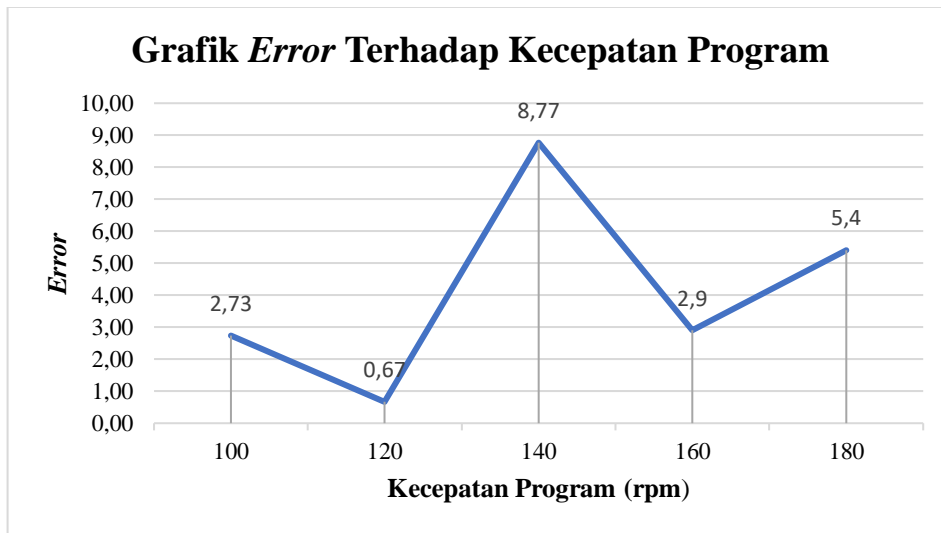
D. Pengujian Program Sistem Kontrol Pada Mesin Penggulung Kawat Komponen *Atomizer*

Pada pembuatan sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer* dilakukan pengujian akurasi pada mesin penggulung kawat komponen *atomizer*. Data pengujian akurasi dapat dilihat pada tabel 1.

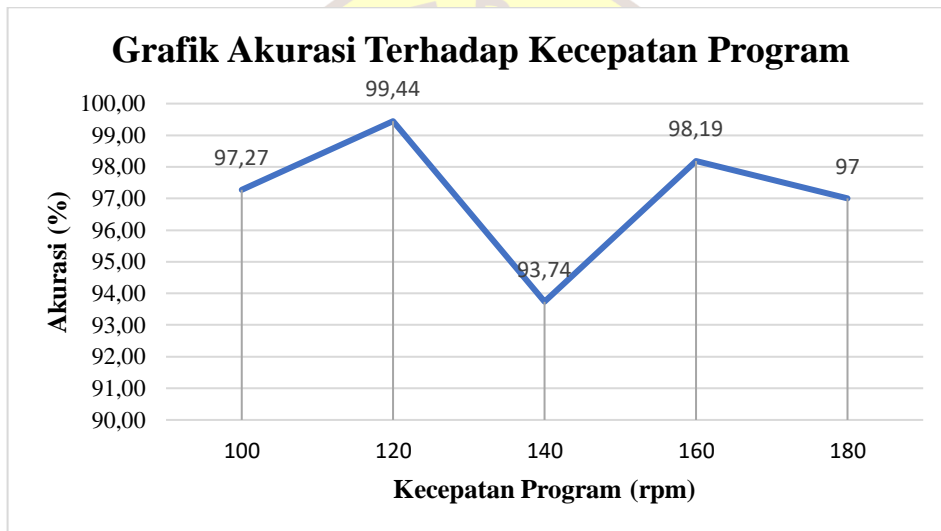
Tabel 1. Data Pengujian Akurasi Mesin Penggulung Kawat Komponen *Atomizer*

No	kecepatan Program (rpm)	tachometer (rpm)			Error (%)	Akurasi (%)
		1	2	3		
1	100	98,3	95,9	97,6	2,73	97,27
2	120	118,9	119,7	119,4	0,56	99,44
3	140	131,3	130,8	131,6	6,26	93,74
4	160	157,3	156,5	157,5	1,81	98,19
5	180	174,5	173,7	175,6	3	97
Rata-rata					2,87	97,13

Tabel 1 menunjukkan data kecepatan motor *stepper*, dimana kecepatan program motor *stepper* dibandingkan dengan kecepatan yang terdeteksi pada *tachometer*. Data tersebut disajikan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan oleh gambar 21 dan gambar 22.



Gambar 21. Grafik *Error* terhadap Kecepatan Program



Gambar 22. Grafik Akurasi Terhadap Kecepatan Program

Hasil pengujian *error* dan akurasi mesin penggulung kawat komponen *atomizer* yang ditunjukkan gambar 19 dan gambar 20 menunjukkan hasil *error* dan akurasi mesin penggulung kawat komponen *atomizer* yang cukup baik dengan selisih kecepatan motor *stepper* sebenarnya dan kecepatan program pada motor *stepper* yang ditunjukkan oleh *tachomete*.

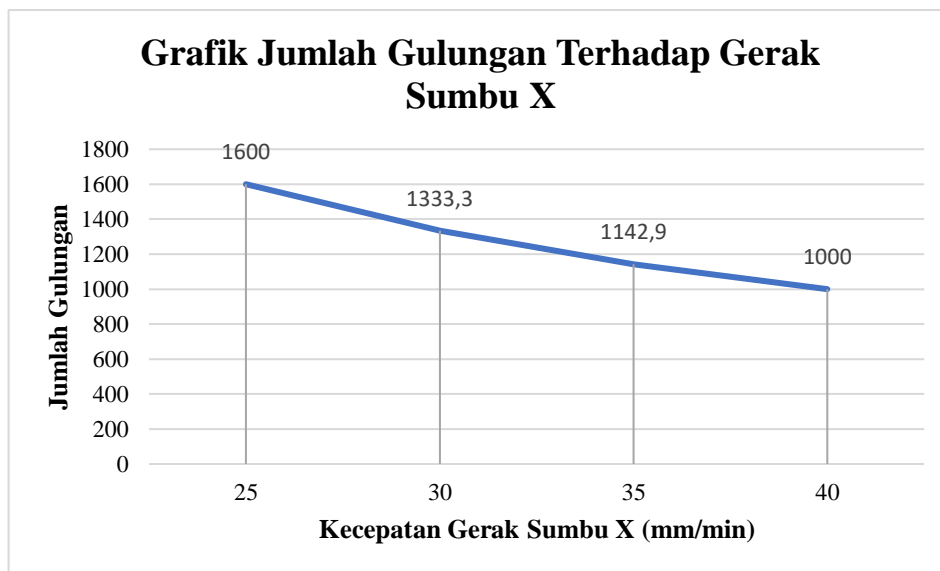
E. Pengujian Kecepatan Penggulungan Pada Mesin Penggulung Kawat Komponen *Atomizer*

Pengujian kecepatan penggulungan dilakukan dengan melakukan penggulungan kawat *inner* sebesar dan kawat *outer* sebesar

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Kecepatan Penggulungan

No	Kecepatan Gerak Sumbu X (mm/min)	Kecepatan Spindel (rpm)	Panjang Penggulungan (mm)	waktu penggulungan (menit)	Pengamatan Visual
1	25	200	200	8	Rapat
2	35	200	200	5,7	Sedikit Renggang
3	45	200	200	4,4	Renggang
4	55	200	200	3,6	Sangat Renggang

Dari data tabel 2 memberikan rata-rata waktu menggulung 1 lilitan adalah 0,3 detik atau kecepatan penggulungan sebesar 3,33 lilitan/detik. Grafik jumlah gulungan terhadap kecepatan gerak sumbu x dan grafik waktu penggulungan terhadap kecepatan gerak sumbu x dapat dilihat pada gambar 23 dan 24.



Gambar 23. Grafik Jumlah Gulungan Terhadap Gerak Sumbu X



Gambar 24. Grafik Waktu penggulangan Terhadap Gerak Sumbu X

2. Analisis Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian sistem kontrol mesin penggulang kawat komponen *atomizer* yang telah dilakukan terdapat beberapa hasil pengujian. Data dari hasil pengujian sistem kontrol mesin penggulang kawat komponen *atomizer* perlu dianalisis. Analisis hasil pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

- Sistem kontrol mesin penggulang kawat komponen *atomizer* berfungsi dengan baik dan tidak terjadi kesalahan pada sistem,
- Beberapa tombol seperti START, STOP, dan HOME dapat berfungsi dengan baik sesuai program yang telah dibuat,
- Penggerak eretan pada sumbu x dan penggerak kecepatan spindel dapat bergerak dan berhenti secara bersamaan dengan nilai waktu yang sama, dan
- Kecepatan maksimal spindel adalah 200 rpm.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

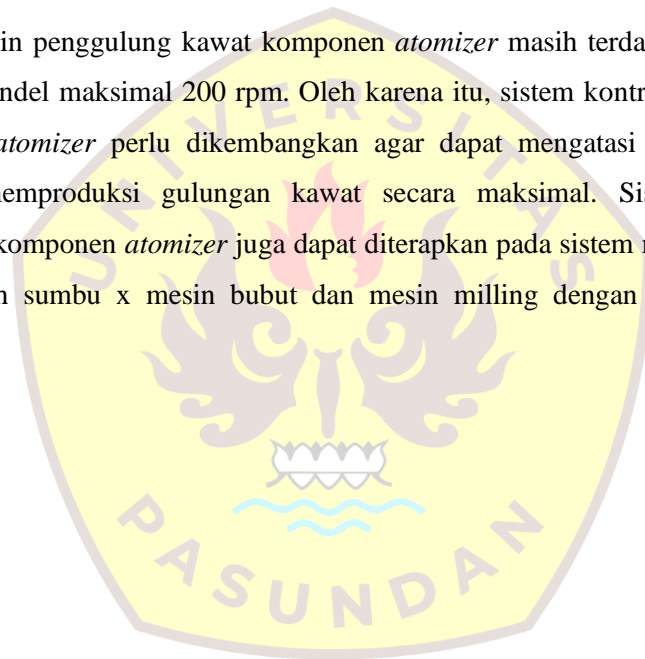
Bab ini membahas mengenai kesimpulan dan saran yang terkait dengan Penelitian perancangan dan pembuatan sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer*.

1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer* mampu digunakan untuk mengatur parameter kecepatan putar spindel maksimal sebesar 200 rpm, kecepatan gerak linear eretan pada sumbu x, menjalankan dan menghentikan operasi pada mesin penggulung kawat komponen *atomizer*.

2. Saran

Sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer* masih terdapat kekurangan yaitu kecepatan putar spindel maksimal 200 rpm. Oleh karena itu, sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer* perlu dikembangkan agar dapat mengatasi kekurangan tersebut sehingga dapat memproduksi gulungan kawat secara maksimal. Sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen *atomizer* juga dapat diterapkan pada sistem mesin perkakas seperti sistem kontrol arah sumbu x mesin bubut dan mesin milling dengan mengganti beberapa komponen.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. P. Nugroho, "Prototype Penyiraman Tanaman Dengan Menggunakan Mikrokontroller Arduino UNO," 2018.
- [2] R. Hedwig, *Teori Sistem*. 2016.
- [3] R. A. Wibowo, "Instrumentasi Kendali Mesin CNC Milling 5 Axis Portable Berbasis Microcontroller Mach3 Breakout Board dan Microstep Motor Driver TB6600," 2019.
- [4] H. Ridwanda, D. Triyanto, Y. Brianorman, J. S. Komputer, V. Basic, and D. Indonesia, "Sistem Kendali Alat Listrik Berbasis Waktu Dengan ATmega8535," *Jurnal Coding Sistem Komputer Universitas Tanjungpura*, vol. 02, no. 3, pp. 11–20, 2014.
- [5] S. Hastin, N. Indarwati, and I. Gunadi, "Rancang Bangun Sistem Pengontrol Temperatur Menggunakan Mikrokontroller Atsam3X8E Pada Peralatan Ultrasonic Assisted Extraction (Uea)," *Youngster Physics Journal*, vol. 6, no. 4, pp. 339–347, 2017.
- [6] R. Sulistyowat and D. D. Febriantoro, "Perancangan Prototype Sistem Kontrol Dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler," *jurnal Iptek*, vol. 16, pp. 10–21, 2015, [Online]. Available: <http://jurnal.itats.ac.id/wp-content/uploads/2013/06/4.-RINY-FINAL-hal-24-32.pdf>
- [7] Ermanu. A. Hakim, *Sistem Kontrol*, Edisi Pert. Malang, 2012.
- [8] Alamsyah, A. Amir, and M. N. Faisal, "Peralatan Elektronik Jarak Jauh Berbasis Web," *Perancangan Dan Penerapan Sistem Kontrol Peralatan Elektronik Jarak Jauh Berbasis Web*, vol. 6, no. 2, pp. 577–584, 2015.
- [9] T. Sutabri, P. Purnomo, and Y. B. Widodo, "Implementasi BAS (Building Automatic System) Menggunakan Replikasi Prototype Control Lighting Dengan Mikrokontroller Arduino," *Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer*, vol. 7, no. 1, pp. 45–51, 2021, doi: 10.37012/jtik.v7i1.501.
- [10] R. Hartono, B. Tarigan, and Sugiharto, "Pengendalian Motor Penggerak Mekanisme Penggerak Pahat Mesin Router Nc Pada Arah Sumbu X," no. April, pp. 27–29, 2017.
- [11] N. Soedjarwanto, "Prototipe Smart Dor Lock Menggunakan Motor Stepper Berbasis Iot (Internet Of Things)," *Electrician*, vol. 15, no. 2, pp. 73–82, 2021, doi: 10.23960/elc.v15n2.2167.
- [12] D. S. M. Hutapea and T. K. Fasya, "Rokok Elektrik (Vape) Sebagai Hidup Perokok Masa Kini Di Kota Lhokseumawe," vol. 2, pp. 9–25, 2019.
- [13] Jamaaluddin, I. Robandi, I. Anshory, Mahfudz, and R. Rahim, "Motor Stepper," *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, vol. 12, no. 2, pp. 216–226, 2020, doi: 10.5373/JARDCS/V12I2/S202010024.
- [14] W. Putra, "Sistem Kendali Motor Stepper Sebagai Penggerak Horizontal Dan Vertikal," pp. 1–115, 2011.
- [15] M. Savotha, N. R. Dhineshabu, and G. Sriram, "Iron-Polyvinylpyrrolidone (Fe-PVP) nanocomposite coated Inductive Proximity Sensor," *Applied Science Letters*, vol. 1, no. 3, pp. 62–67, 2015, doi: 10.17571/appslett.2015.01015.

- [16] R. M. Abarca, "Sistem Mikro Kontroler," *Nuevos sistemas de comunicación e información*, pp. 2013–2015, 2021.
- [17] Sugiharto, R. Hartono, T. Supriyono, and G. Santoso, "Design and Manufacturing of Cutting Motion Control System on 3-Axis Router Machine for Wood Carving," *Proceedings of the 2nd International Conference on Science, Technology, and Modern Society (ICSTMS 2020)*, vol. 576, no. Ictms 2020, pp. 132–136, 2021, doi: 10.2991/assehr.k.210909.031.
- [18] T. Popescu and T. Costache, "Designing a Windows Program for Controlling Dc-Motors Using Microsoft Visual Studio and Arduino Ide," *Journal of Industrial Design and Engineering Graphics*, vol. Tomo 14, N, pp. 29–34, 2019, [Online]. Available: <https://search-proquest-com.vpn.ucacue.edu.ec/docview/2367733886/abstract/637D60E0B4FA4EBEPQ/1?accountid=61870>
- [19] F. Ali H, "RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL PADA TRANSFORMER RECTIFIER UNTUK PROTEKSI KATODIK ARUS TANDING," 2021.
- [20] P. Vaskar, S. Zambare, S. Waje, and R. Vhora, "Design and Development of Automatic Coil Winding Machine," *International Research Journal of Engineering and Technology*, vol. 5, no. 6, pp. 1389–1393, 2018, [Online]. Available: www.irjet.net
- [21] M. Cahyadi, E. Nasrullah, and A. Trisanto, "Rancang Bangun Catu Daya DC 1V–20V Menggunakan Kendali P-I Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 99–109, 2016, [Online]. Available: <http://electrician.unila.ac.id/index.php/ojs/article/viewFile/214/pdf>
- [22] Syahrul, "Motor Stepper: Teknologi, Metoda Dan Rangkaian Kontrol," *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, vol. 26, no. 5, pp. 3310–3314, 2012, doi: 10.5504/bbeq.2012.0074.
- [23] D. Ariwibowo, Desmira, R. Ekawati, and N. Rahmah, "Sistem Perancangan Conveyor Menggunakan Sensor Proximity Pr18-8dn Pada Wood Sanding Machine," vol. 8, no. 1, pp. 67–81, 2021.
- [24] M. Mahardika, M. Miftakhudin, and B. Y. Setianto, "Desain Wire Winding Machine Sebagai Alat Bantu Pembuatan Kabel Pemandu Stent Koroner," *Journal of Mechanical Design and Testing*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2019, doi: 10.22146/jmdt.46738.
- [25] R. B. Nugraha, Y. Saragih, and L. Nupulaela, "Implementasi Sensor Proximity Kapasitif Pada Alat Pemberian Pakan Ayam Otomatis," vol. 6, no. 2, pp. 24–28, 2022.
- [26] A. Febriko, "Sistem Kontrol Peternakan Ikan Dengan Menggunakan Mikrokontroler Berbasis Arduino," vol. 2, no. 1, pp. 21–31, 2017, [Online]. Available: <http://clik.dva.gov.au/rehabilitation-library/1-introduction-rehabilitation%0Ahttp://www.scirp.org/journal/doi.aspx?DOI=10.4236/as.2017.81005%0Ahttp://www.scirp.org/journal/PaperDownload.aspx?DOI=10.4236/as.2012.34066%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.pbi.201>
- [27] Turmahun, Azhar, and A. Finawan, "Rancang Bangun Pemisah Benda Logam dan Non Logam Menggunakan Elektro Pneumatic," *Jurnal Tektro*, vol. 1, no. 1, pp. 42–48, 2017.
- [28] E. Susilawati, Yulkifli, and Z. Kamus, "Pembuatan Alat Ukur Kecepatan Putar Gear Menggunakan Sensor Proximity Induktif dan Mikrokontroler arduino UNO," *Pillar of Physics*, vol. 10, no. Oktober, pp. 9–13, 2017, [Online]. Available: www.ijste.org

- [29] A. Burlian, Y. Rahmanto, S. Samsugi, and A. Sucipto, "Sistem Kendali Otomatis Pada Akuaponik Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3," *Jtst*, vol. 02, no. 1, pp. 1–6, 2021.
- [30] O. Dermawan *et al.*, "Microsoft Visual Basic 6.0 Software to Develop Mathematics Teaching Materials," *J Phys Conf Ser*, vol. 1155, no. 1, pp. 0–15, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1155/1/012090.
- [31] M. R. Septiawan, R. Winarso, and Q. Qomaruddin, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Pada Meja Mesin Planer Kayu Otomatis Dengan Menggunakan Motor Stepper Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Crankshaft*, vol. 2, no. 1, pp. 49–56, 2019, doi: 10.24176/crankshaft.v2i1.3081.
- [32] M. Ahyar and Irdam, "Perancangan Mesin Penggulung Kumparan Motor Listrik Sistem Otomatis Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Keteknikan dan Sains*, vol. 2, no. 1, pp. 8–13, 2019.



LAMPIRAN

1. Program Arduino IDE

```
int a0, a1, a2, a3, a4;

int b0, b1, b2, b3, b4;

int z0;

int hitung;

int mulai;

int clock1=5;

int clock2=6;

int dir1=8;

int dir2=9;

int sensor1=10;

int sensor2=11;

int s1Lama, s1Baru, ds1;

int s2Lama, s2Baru, ds2;

void setup () {

  a0=0;

  b0=0;

  pinMode (clock1, OUTPUT);

  pinMode (clock2, OUTPUT);

  pinMode (dir1, OUTPUT);

  pinMode (dir2, OUTPUT);

  pinMode (sensor1, INPUT);

  pinMode (sensor2, INPUT);

  // put your setup code here, to run once:

  Cli (); //menghentikan interupsi timer
```



```

//mengatur timer1 dengan frekwensi timer sebesar 100 Hz
TCCR1A = 0;
TCCR1B = 0;
TCNT1 = 0;

// mengatur cmr dengan frekwensi 10 kHz
OCR1A = 24;
TCCR1B |= (1 << WGM12);
// Set CS12 and CS10 bits for 64 prescaler
TCCR1B |= (1 << CS11) | (1 << CS10);
// enable timer compare interrupt
TIMSK1 |= (1 << OCIE1A);
sei ();
Serial.begin(9600);
if (digitalRead (sensor1) == HIGH) {
    s1Lama=1;
} else {
    s1Lama=0;
}
if (digitalRead (sensor2) == HIGH) {
    s2Lama=1;
} else {
    s2Lama=0;
}
//periksa s1 dan s2
//jika s1 atau s2 bernilai high, maka s1Lama atau S2Lama sama dengan 1
//jika tidak S1Lama atau S2Lama bernilai 0
}

ISR(TIMER1_COMPA_vect){
//fungsi ini dikerjakan setiap 0,1 ms
if (mulai==1){

```



```

if(digitalRead(sensor1) == HIGH) {
    s1Baru=1;
} else {
    s1Baru=0;
}
if(digitalRead(sensor2) == HIGH) {
    s2Baru=1;
} else {
    s2Baru=0;
}
//periksa s1 dan s2
//jika s1 atau s2 bernilai high, maka s1Baru atau S2Baru sama dengan 1
//jika tidak S1Baru atau S2Baru bernilai 0
a0=a0+1;
if(a0>a1) a0=0;
if(a0<(0.5*a1)) digitalWrite (clock1, LOW);
else digitalWrite (clock1, HIGH);

b0=b0+1;
if(b0>b1) b0=0;
if(b0<(0.5*b1)) digitalWrite (clock2, LOW);
else digitalWrite (clock2, HIGH);

ds1=s1Baru-s1Lama;
ds2=s2Baru-s2Lama;
if (ds1===-1){
    Serial.println(1);
    mulai=0;
}
if (ds2===-1){
    Serial.println(2);
    mulai=0;
}

```

```

s1Lama=s1Baru;
s2Lama=s2Baru;
//periksa ds1 dan ds2 (ds1=s1Baru-s1lama)
//jika ds1>1 lirim angka 1, jika ds2>1 kirim angka2
//s1Baru dijadikan s1Lama (s1Lama=s1Baru)
}
}

```

```

void loop () {
// put your main code here, to run repeatedly:
digitalWrite(dir2,HIGH);
if (Serial.available ()>0) {
z0=Serial.read();
if (z0==255) hitung =0;
if (z0<254) hitung=hitung+1;
if (hitung==1) a2=z0;
if (hitung==2) a3=z0;
if (hitung==3) a4=z0;
if (hitung==4) b2=z0;
if (hitung==5) {
b3=z0;
a1 =250*a2+a3;
b1 =250*b2+b3;
mulai=1;
if (a4==1) {
digitalWrite (dir1,HIGH);
}
if (a4==0) {
digitalWrite (dir1,LOW);
}
}
}
}

```



```

}
if (z0==254) {
    mulai=0;
}
}

```

2. Program Visual Basic 6.0

Private Sub Command1_Click()

```

angka1 = 5
angka11 = Abs(angka1) \ 250
angka12 = Abs(angka1) Mod 250
angka13 = 0
angka21 = 0
angka22 = 0
MSComm1.Output = Chr(255)
MSComm1.Output = Chr(angka11)
MSComm1.Output = Chr(angka12)
MSComm1.Output = Chr(angka13)
MSComm1.Output = Chr(angka21)
MSComm1.Output = Chr(angka22)
Command3.Visible = True
Command2.Visible = True

```

End Sub

Private Sub Command2_Click()

```

MSComm1.Output = Chr(254)

```

End Sub

Private Sub Command3_Click()

```

kata = Trim(Text1.Text)
spasi = InStr(kata, " ")
pjkata = Len(kata)
kata1 = Left(kata, spasi - 1)
kata2 = Right(kata, pjkata - spasi)
angka1 = Val(kata1)

```



```

angka1 = angka1 / 60
If (angka1 = 0) Then
    angka1 = 0
Else
    angka1 = Round(0.08 * 10000 / angka1)
End If

angka11 = Abs(angka1) \ 250
angka12 = Abs(angka1) Mod 250
angka13 = 1
angka2 = Val(kata2)
If (angka2 = 0) Then
    angka2 = 0
Else
    angka2 = Round(6000 / (4 * angka2))
End If

angka21 = Abs(angka2) \ 250
angka22 = Abs(angka2) Mod 250
MSComm1.Output = Chr(255)
MSComm1.Output = Chr(angka11)
MSComm1.Output = Chr(angka12)
MSComm1.Output = Chr(angka13)
MSComm1.Output = Chr(angka21)
MSComm1.Output = Chr(angka22)
Command2.Visible = True
Command1.Visible = True

```

End Sub

```
Private Sub Form_Load()
```

```
    MSComm1.PortOpen = True
```

End Sub

```
Private Sub MSComm1_OnComm()
```

```
If (MSComm1.CommEvent = comEvReceive) Then
    perintah = MSComm1.Input
    If (perintah = 1) Then
        Command3.Visible = False
        Command2.Visible = False
    End If
    If (perintah = 2) Then
        Command1.Visible = False
        Command2.Visible = False
    End If
End If
End Sub
```

