

## **BAB III**

### **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN**

#### **3.1 Perancangan**

Dalam pembuatan suatu alat atau produk perlu adanya sebuah rancangan yang menjadi acuan dalam proses pembuatannya, sehingga kesalahan yang mungkin timbul dapat ditekan dan dihindari.

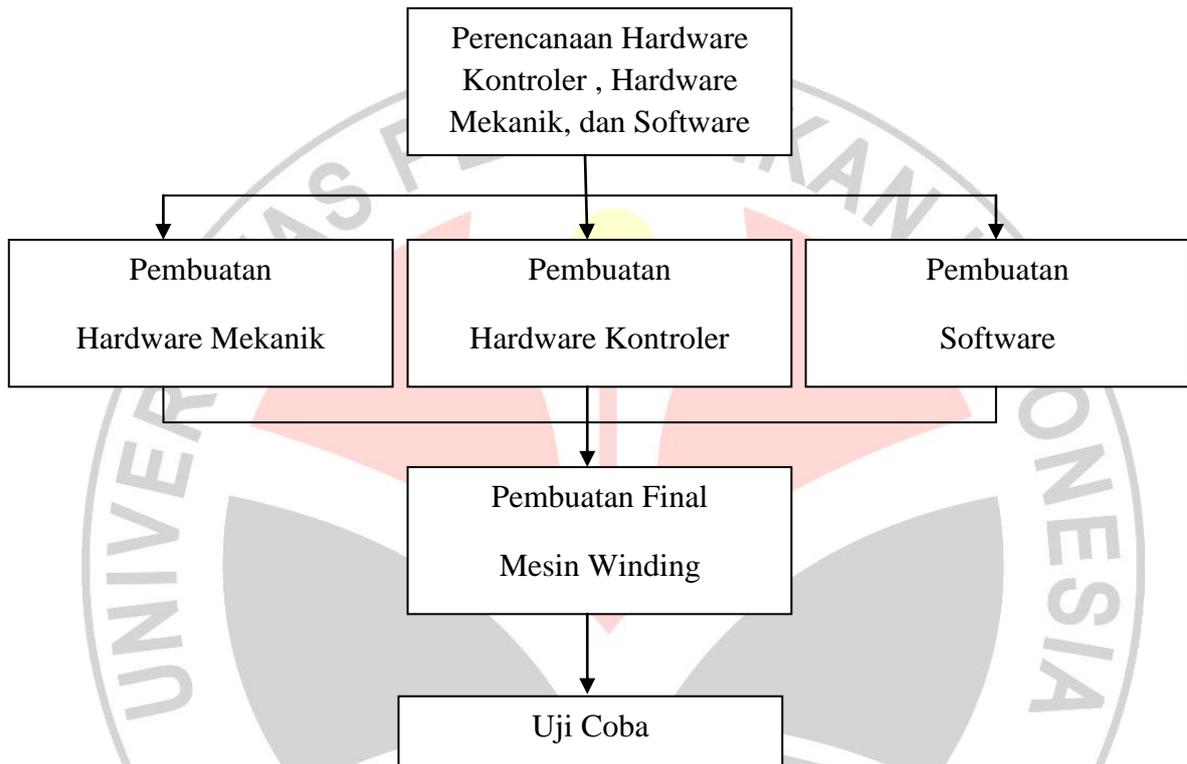
##### **3.1.1 Tujuan Perancangan**

Tujuan dari perancangan perangkat ini adalah untuk mewujudkan gagasan dan didasari oleh teori serta fungsi dari dasar rangkaian elektronika yang telah ada, untuk kemudian dipadukan dan dengan sedikit modifikasi sehingga menghasilkan alat yang sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan, dan adapun tujuan dari perencanaan pembuatan alat adalah:

1. Menentukan deskripsi kerja dari alat yang direncanakan
2. Menentukan komponen-komponen yang diperlukan
3. Sebagai pedoman dalam pembuatan alat
4. Mengatur tata letak komponen yang digunakan
5. Meminimalisir kesalahan dalam proses pembuatan
6. Alat yang dihasilkan sesuai dengan apa yang direncanakan
7. Menekan biaya atau anggaran pembuatan alat.

### 3.1.2 Diagram Alir Pengerjaan

Dalam pembuatan mesin *winding* trafo ini terdiri dari beberapa tahapan, adapun tahapan-tahapan tersebut diantaranya digambarkan pada diagram di bawah ini :



Gambar 3.1. Diagram Alir Pengerjaan

Pada tahap pertama yaitu perancangan mesin *winding* yang akan dibuat, yang terdiri dari perancangan hardware kontroler, mekanik dan software. Pada perancangan hardware kontroler yaitu perancangan rangkaian dan kebutuhan komponen. Perancangan mekanik yaitu perancangan pembuatan casing dan tata letak penggulung pada casing. Sedangkan untuk software yaitu perancangan algoritma untuk cara kerja mesin.

Tahap kedua yaitu tahap pembuatan, yang terdiri dari 3 bagian pembuatan;

1. Pembuatan Hardware Kontroler, pada proses ini dilakukan pembuatan kontroler dimulai dari pembuatan rangkaian, pembuatan PCB, pemasangan komponen dan pemasangan kabel-kabel.
2. Pembuatan Hardware Mekanik, pada proses ini dikerjakan pembuatan casing, penggulung kawat, dan tata letak komponen.
3. Pembuatan Software, pada proses ini yaitu pembuatan software untuk program yang akan ditanamkan pada mikrokontroler. Pada proses ini program yang dibuat menggunakan CodeVision AVR.

Tahap ketiga yaitu pemasangan komponen-komponen pada casing dan hardware mekanik digabungkan dengan hardware kontroler. Setelah hardware selesai dirakit, kemudian program akan ditanamkan pada mikrokontroler.

Tahap terakhir yaitu uji coba mesin winding. Pada tahap ini dilakukan pengukuran kecepatan putaran motor dan pengujian menggulung kawat.

### **3.2 Deskripsi Mesin *Winding***

#### **3.2.1 Spesifikasi Mesin *Winding***

Spesifikasi alat menjadi batasan dan acuan dalam perancangan alat, dan adapun spesifikasi alat adalah sebagai berikut:

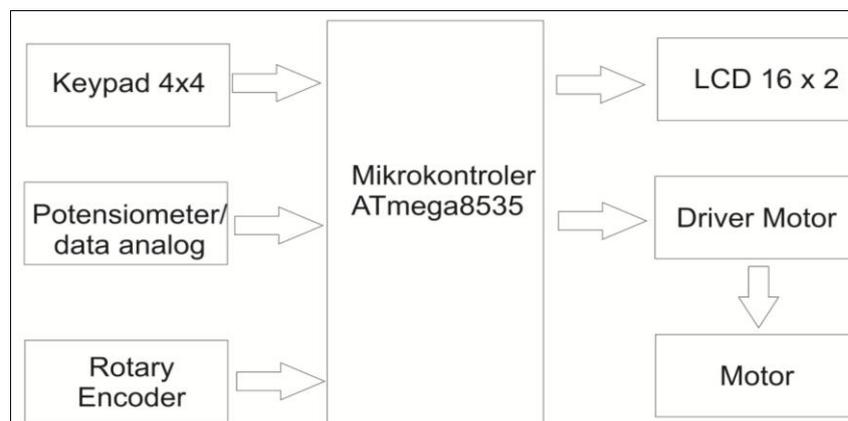
1. Ukuran bagian kontrol panel mesin : 27 x 22 x 10 cm
2. Ukuran bagian penggulung mesin : 27 x 22 x 20 cm
3. Bentuk selongsong yang dapat digunakan yaitu dengan lubang persegi dan lingkaran dengan titik tengah 2 cm - 15 cm.

4. Dimensi selongsong maksimal mempunyai lebar 13cm.
5. Kecepatan maksimal penggulung 600rpm.
6. Torsi dari mesin penggulung sebesar 2kg (untuk beban maksimal trafo 20 A)
7. Diperuntukan untuk menggulung transformator daya antara 100 mA – 20 A
8. Tegangan sumber adalah AC 220 V / 20W.
9. Sensor putaran (*rotary encoder*) yang digunakan yaitu merk autonic
10. Kontroler menggunakan ATmega 8535.
11. Motor penggerak menggunakan motor DC 12V.
12. *Driver* motor bekerja dengan input PWM (Pulse Wave Modulation).

### 3.2.2. Deskripsi Kerja Mesin *Winding*

Mesin berfungsi untuk menggulung kawat pada koker trafo, secara otomatis akan mengitung jumlah lilitan untuk mendapatkan jumlah lilitan yang diinginkan. Pada chip mikrokontroler ditanam sebuah program untuk menjalankan mesin, sehingga kerja mesin akan berdasarkan program tersebut.

Pada bagian control terdiri dari beberapa bagian hardware yang dirancang untuk menjalankan mesin. Terdiri dari pusat kontroler yaitu ATmega8535, komponen input ( keypad 4x4 dan potensiometer), komponen *output* (LCD dan *driver* motor). Untuk lebih jelasnya digambarkan pada diagram gambar 3.3.



Gambar 3.2 Diagram Blok Hardware Kontroler

Keypad merupakan tombol-tombol berbentuk rangkaian matrik. Pada mesin *winding* ini berfungsi untuk menyetting awal mesin, yaitu memasukan nilai jumlah lilitan yang dibutuhkan pada trafo. Selain itu juga beberapa tombol pada keypad digunakan untuk mengatur arah putaran motor pada mesin *winding*.

Sebagai pengatur kecepatan motor, digunakan potensiometer untuk menghasilkan data analog. Data-data dari keypad dan potensiometer diproses oleh mikrokontroler. Pada bagian ini ditanamkan sebuah program dimana akan memproses sinyal masukan dan memberikan instruksi-instruksi pada bagian keluaran.

Motor bekerja berdasarkan instruksi dari mikrokontroler, instruksi yang diberikan adalah *control* kecepatan melalui PWM dan *control* arah putaran yang berlaku untuk motor mengacu pada program yang diarahkan perintah dari keypad. Pada poros motor dipasang sensor putaran (*rotary encoder*) sebagai data masukan untuk mikrokontroler. Data ini akan diproses dan ditampilkan pada LCD.

### 3.3. Perancangan dan Pembuatan *Hardware Controller* Mesin *Winding*

*Hardware controller* dibuat untuk menggerakkan hardware mekanik berupa dua buah motor dengan poros penggulung. Dimana poros penggulung dibuat dari bahan besi ulir, gambar dari rangka dapat dilihat pada gambar 3.3

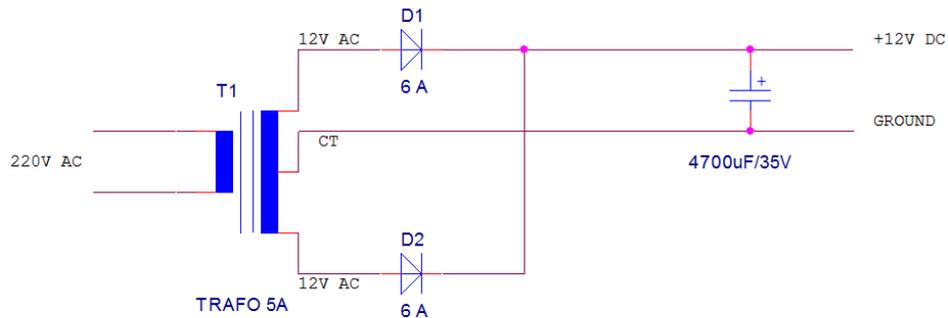


Gambar 3.3 Mesin *Winding Transformator*

#### 3.3.1 Perencanaan Sumber Listrik

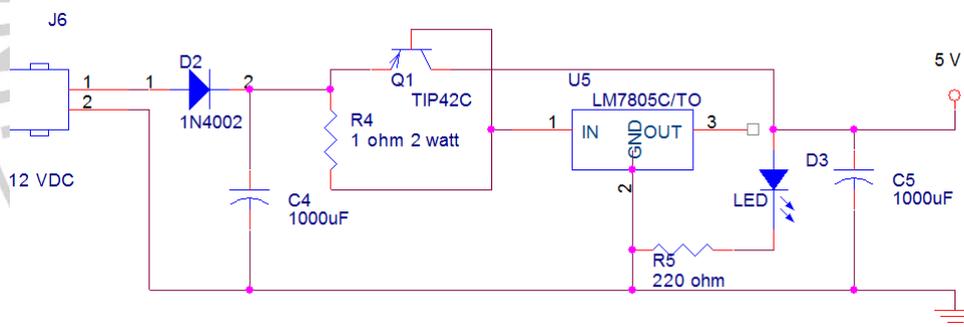
Sumber listrik yang digunakan yaitu tegangan input AC 220V. Sedangkan untuk keperluan rangkaian sistem dan motor penggerak dibutuhkan tegangan DC, 5V untuk rangkaian kontroler, serta 12V untuk motor dan sensor rotary encoder. Oleh karena itu digunakan rangkaian penyearah dan regulator untuk mendapat tegangan tersebut.

Tegangan sumber 220V AC diturunkan oleh transformator untuk menghasilkan 12V AC. Selanjutnya digunakan rangkaian penyearah gelombang penuh menggunakan 2 buah diode 6 A, dan sebuah kapasitor yang berfungsi sebagai *filter* atau memperbaiki *ripple* gelombang hasil penyearahan.



Gambar 3.4 Rangkaian Penyearah

Selain itu dibutuhkan tegangan 5V untuk mensuply rangkaian *controller*. Besar arus yang dibutuhkan untuk kontroler sebesar 200mA, dan untuk LCD sebesar 100mA. Untuk itu dirancang rangkaian regulator untuk mendapat 5V menggunakan komponen LM7805 dan melalui penguatan arus dengan TIP42.

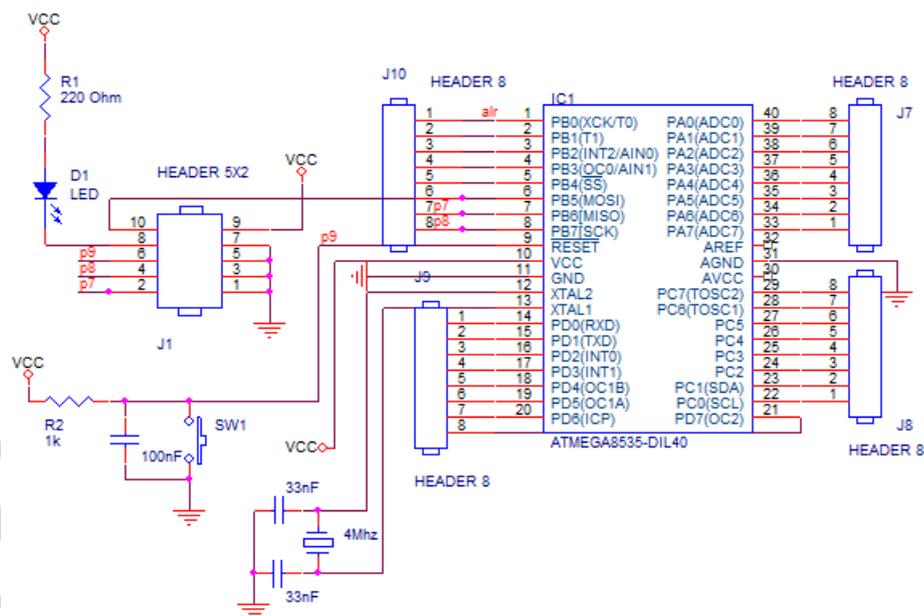


Gambar 3.5 Rangkaian Regulator 5V

### 3.3.2 Perencanaan Rangkaian *Controller*

*Controller* yang digunakan yaitu mikrokontroler ATmega8535. Selain memiliki fitur-fitur yang bagus, kecepatan yang lebih baik yaitu satu siklus mesin

untuk satu intruksi dengan kecepatan hingga 16MHz dan dilengkapi pula dengan sarana ISP, serta banyak tersedia dipasaran.



Gambar 3.6 Rangkaian Sistem Minimum ATmega8535

Mikrokontroler berfungsi sebagai pusat pengendali yang akan memproses perintah-perintah yang telah disusun sebelumnya pada program komputer. Program ini dipindahkan dari komputer pada memori *flash* pada mikrokontroler melalui sebuah rangkaian yang biasa disebut *downloader*.

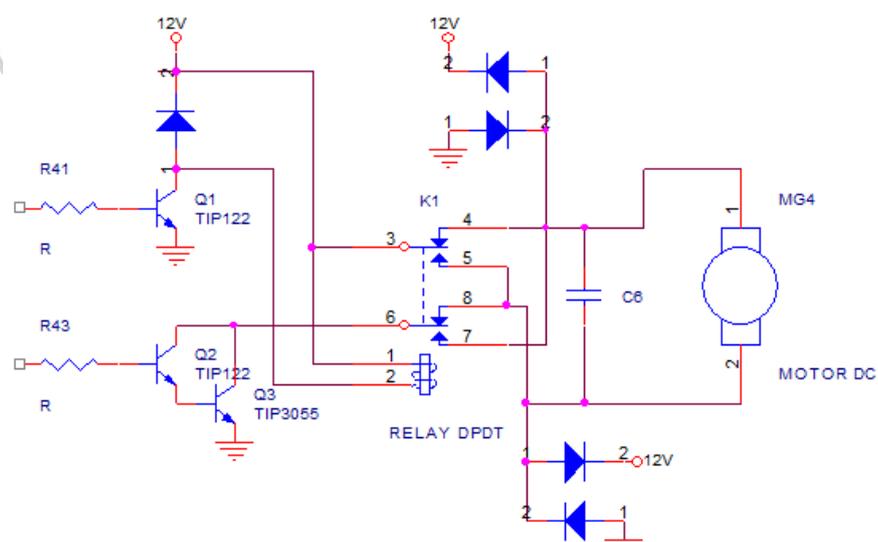
Rangkaian diatas merupakan rangkaian minimum sebuah mikrokontroler. Terdiri dari *clock* eksternal, reset, dan *port* ISP. *Clock* pada ATmega8535 bisa mencapai 16MHz, namun yang digunakan hanya 4MHz. Tombol reset berfungsi untuk mengulangi program yang telah dijalankan, sehingga kembali ke awal. Dan *port* ISP untuk memindahkan program dari komputer pada memori *flash* pada mikrokontroler.

Port input dari mikrokontroler terhubung pada beberapa komponen masukan. Untuk sensor *rotary encoder* terhubung pada PINB.0 dan PINB.1. Sedangkan komponen *keypad* terhubung pada PIND. Selain itu juga terhubung sebuah potensiometer yang berfungsi sebagai penghasil data analog, yang terhubung pada PINA.0 sebagai pin ADC (*Analog Digital Conversion*) dari mikrokontroler.

Dari mikrokontroler terdapat dua buah output, yaitu display LCD dan pengendali motor. Untuk LCD terhubung pada PORTC, sedangkan untuk pengendali motor terhubung pada PORTB.5 sampai PORTB.7.

### 3.3.3 Perencanaan Driver Motor

Rangkaian driver berfungsi memperkuat sinyal dari mikrokontroler, hal ini diperlukan karena output dari mikrokontroler hanya sebesar 10mA pada 5V. Sedangkan keperluan untuk memutar motor pada tegangan 12V dengan arus 600mA dan 1A. Oleh karena itu dibuat rangkaian driver seperti pada gambar 3.8.



Gambar 3.7 Rangkaian *Driver Motor*

Karena kendali kecepatan motor menggunakan PWM yang dikeluarkan oleh ATmega8535 sehingga akan terjadi proses *switching* yang cukup cepat, sehingga dipilihlah transistor type TIP 3055 dengan karakteristik  $I_{C_{MAX}} = 15 \text{ A}$ ,  $h_{fe} = 70$ , dan mampu melakukan *switching* dalam orde mega hertz, karena penguatannya kecil sehingga transistor ini dipasangkan secara darlington untuk mendapatkan penguatan arus yang besar dengan transistor type D 313 dengan karakteristik  $I_{C_{MAX}} = 3 \text{ A}$ ,  $h_{fe} = 80$ .

Sehingga dari pasangan darlington tersebut diperoleh penguatan yang sebagai berikut :

Dik :

Beban :

motor 1 = 800mA ; motor 2 = 600mA

Transistor Q1  $\beta_1 = 80$

$I_{C_1} = 3 \text{ A}$

Transistor Q2  $\beta_2 = 70$

$I_{C_2} = 15 \text{ A}$

Maka :

$$\beta = \beta_1 \times \beta_2 \dots\dots\dots (3.1)$$

$$\beta = 80 \times 70 = 5600 \dots\dots\dots (3.2)$$

Karena arus yang dikeluarkan oleh ATmega8535 adalah maksimal sekitar 10 mA pada 5V per saluran I/O pada kondisi ideal, untuk menghindari terjadinya pembebanan berlebih pada mikrokontroler, maka arus tidak boleh melebihi 10mA. Karena pengaturan kecepatan motor menggunakan PWM, transistor harus bekerja

dalam keadaan saturasi dan *cut off*, sehingga besarnya  $R_B$  maksimal yang harus dipasang agar transistor dapat bekerja dalam keadaan saturasi adalah,

$$R_C = \frac{V_{cc}}{I_c} \dots\dots\dots (3.3)$$

$$R_C = \frac{24}{0,8} = 30 \Omega \dots\dots\dots (3.4)$$

$$I_B = \frac{V_{cc}}{h_{fe} \cdot R_C} \dots\dots\dots (3.5)$$

$$I_B = \frac{24}{5600 \cdot 30} = 1,43 \times 10^{-4} \text{ A} \dots\dots\dots (3.6)$$

$$R_B = \frac{V_B - V_{BE}}{I_B} \dots\dots\dots (3.7)$$

$$R_B = \frac{5 - 1,4}{1,43 \times 10^{-4}} = 25174,8 \Omega \dots\dots\dots (3.8)$$

Atau  $R_B$  maksimum yaitu 25 K $\Omega$

Sedangkan untuk nilai  $R_B$  minimum ( $I_B = 10\text{mA}$ ) adalah,

$$R_B = \frac{V_B - V_{BE}}{I_B} \dots\dots\dots (3.9)$$

$$R_B = \frac{5 - 1,4}{10 \times 10^{-3}} = 360 \Omega \dots\dots\dots (3.8)$$

Sehingga dengan demikian besarnya  $R_B$  yang harus dipasang agar transistor dapat bekerja dalam keadaan saturasi dan menghindari pembebanan berlebih pada mikrokontroler adalah berkisar antara 360  $\Omega$  hingga 25 K $\Omega$ .

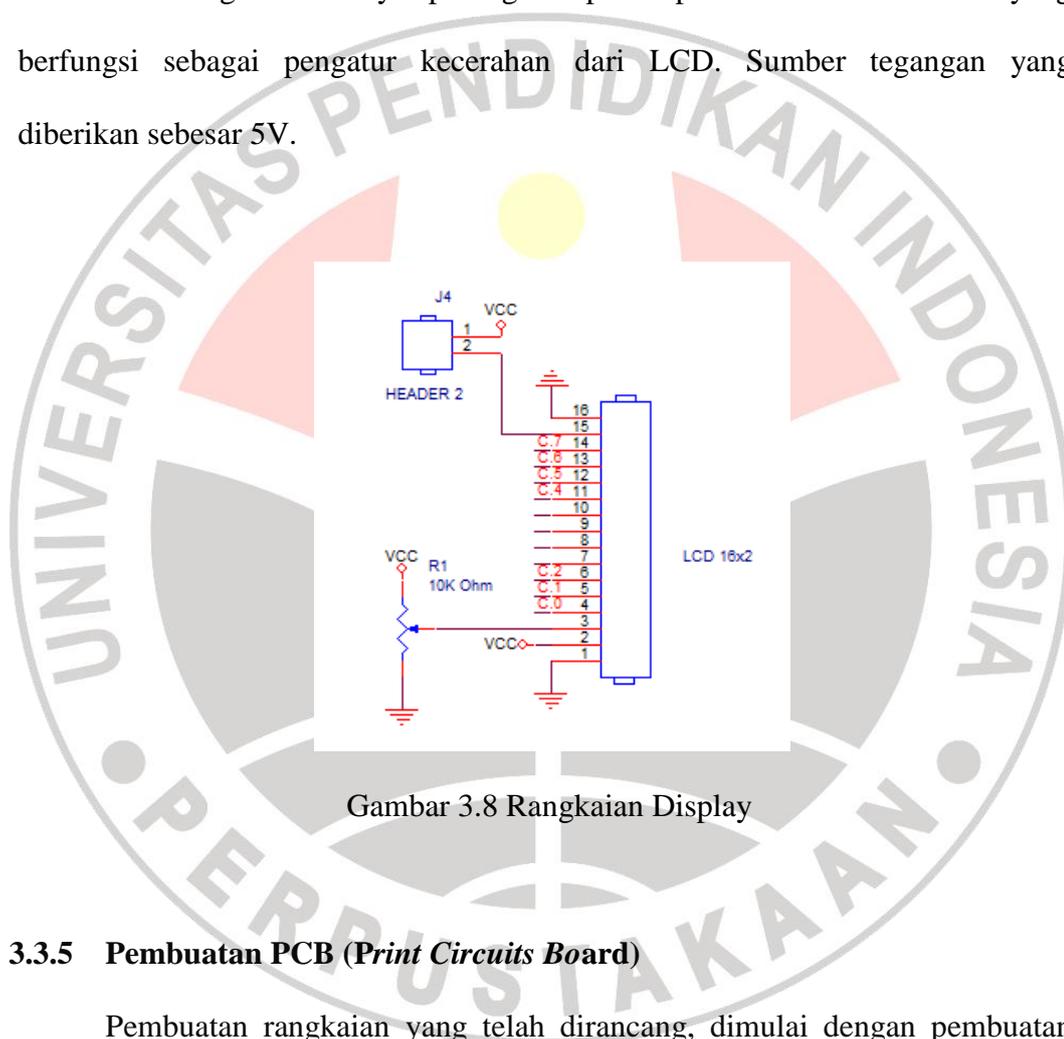
### 3.3.4 Perencanaan *Display*

Untuk menampilkan data putaran mesin *winding* digunakan LCD 16x2.

Dalam satu barisnya LCD dapat menampilkan 16 karakter, sedangkan jumlah barisnya memiliki 2 baris.

LCD ini dihubungkan dengan kontroler untuk dapat menampilkan data-data yang diperlukan. Diantaranya data settingan awal, penghitung putaran (*counter*), kecepatan putaran dan beberapa karakter yang dimasukkan pada program kontroler. LCD terhubung pada PORT.C dari mikrokontroler.

Pada rangkaian display dipasang komponen potensiometer 10K Ohm yang berfungsi sebagai pengatur kecerahan dari LCD. Sumber tegangan yang diberikan sebesar 5V.



Gambar 3.8 Rangkaian Display

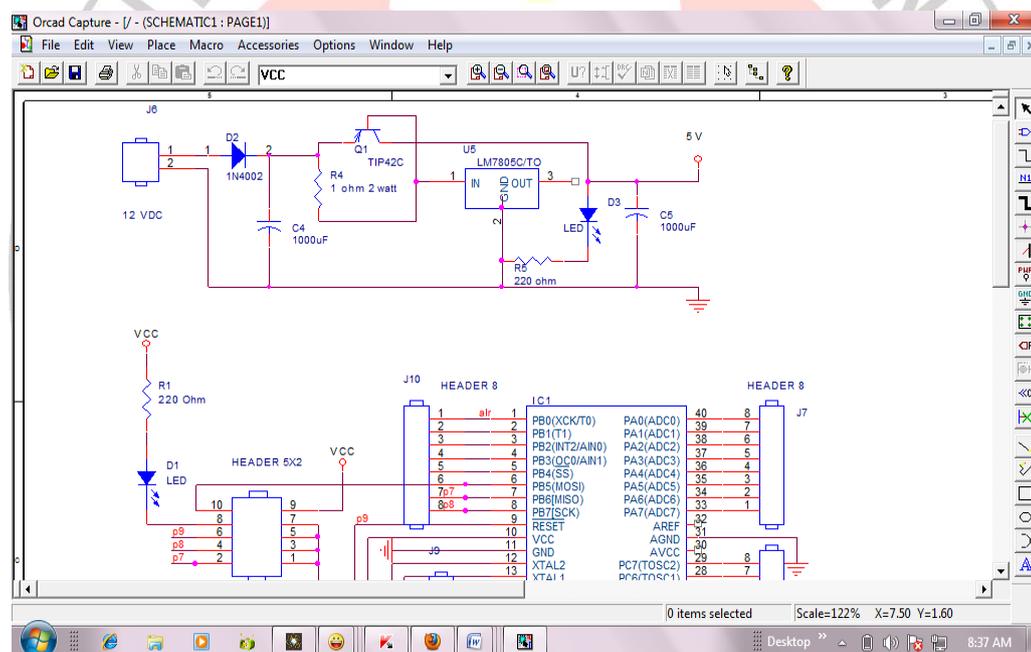
### 3.3.5 Pembuatan PCB (*Print Circuits Board*)

Pembuatan rangkaian yang telah dirancang, dimulai dengan pembuatan PCB. Hal ini untuk mempermudah pemasangan komponen-komponen yang dibutuhkan.

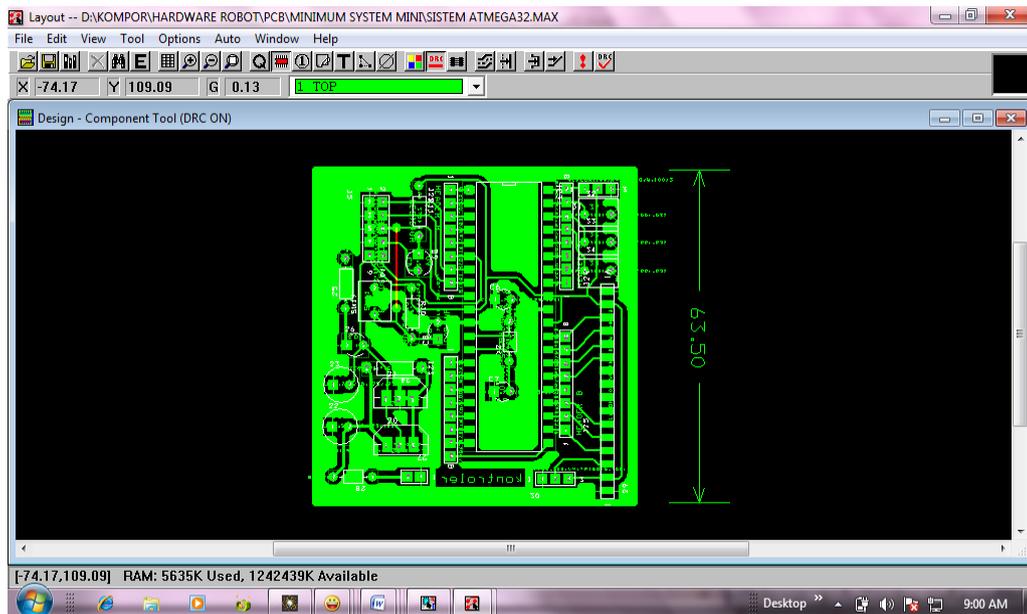
Dalam pembuatan PCB digunakan *software* ORCAD 9.2.3. *Software* ini membantu dalam pembuatan gambar skematik rancangan dan gambar layout

PCBnya. Langkah pertama pembuatan rangkaian skematik pada ORCAD CAPTURE seperti terlihat pada gambar 3.9.

Setelah pembuatan gambar skematik selesai, proses selanjutnya mengubah rangkaian yang telah dibuat pada ORCAD CAPTURE menjadi gambar jalur PCB. Proses ini dibantu menggunakan software ORCAD LAYOUT. Dalam software ini akan terlihat ukuran-ukuran komponen yang dibutuhkan dalam 2 dimensi.



Gambar 3.9 Tampilan Pembuatan Skematik pada Software ORCAD CAPTURE



Gambar 3.10 Tampilan Pembuatan Jalur PCB pada Software ORCAD LAYOUT

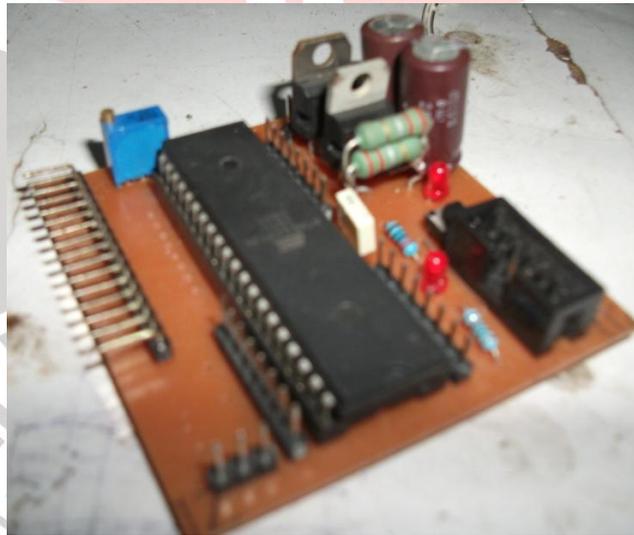
Pembuatan PCB terbagi menjadi 2 bagian, yaitu untuk PCB rangkaian minimum sistem ATmega8535 dan PCB untuk rangkaian *driver* motor. Gambar layout PCB kemudian dicetak dan dibuat PCB dengan bahan plastic yang dilapisi dengan tembaga untuk jalur PCB.

### 3.3.6 Pemasangan Komponen pada PCB

Dalam pemasangan komponen pada PCB dilakukan beberapa langkah sebagai berikut :

- a. Menyiapkan komponen-komponen yang dibutuhkan pada rangkaian.
- b. Menyiapkan peralatan-peralatan yang dibutuhkan untuk pemasangan komponen. Seperti solder, tang pemotong, obeng, gunting, bor PCB, *soldering pump*, *AVOmeter* dll.

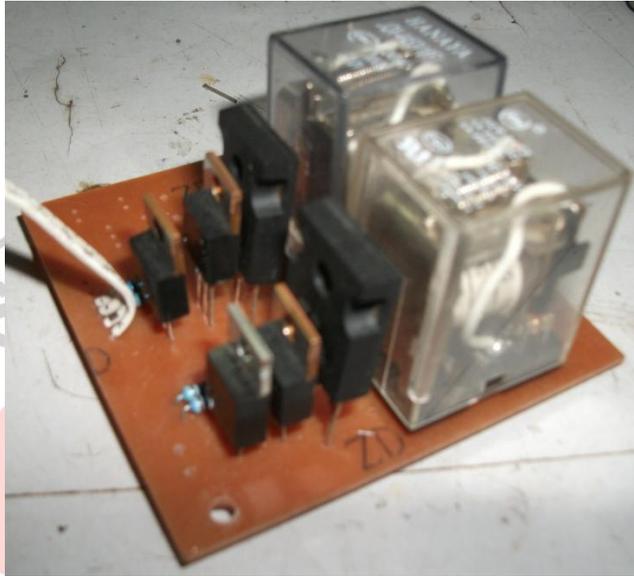
- c. Memastikan PCB yang telah dibuat, tidak ada jalur yang menempel (*short circuit*) dan lubang-lubang komponen sudah terpenuhi semua.
- d. Membersihkan PCB dengan mencuci bagian tembaga dengan sabun atau deterjen. Tujuannya supaya mempermudah proses penyolderan.
- e. Memasang komponen sesuai tempat yang telah dirancang pada proses pembuatan gambar jalur PCB.
- f. Menyolder kaki-kaki komponen. Penyolderan harus dilakukan dengan baik agar tidak merusak kinerja komponen.
- g. Selanjutnya memotong sisa kaki komponen dan membersihkan bekas solderan yang bias menempel pada PCB.



Gambar 3.11 Rangkaian Kontroler Setelah Proses Pemasangan Komponen

Setelah komponen-komponen selesai terpasang, rangkaian kemudian diberi sumber tegangan. Sumber tegangan yang diberikan disesuaikan dengan

kebutuhan rancangan, yaitu 5V untuk rangkaian kontroler dan 12V untuk tegangan motor.

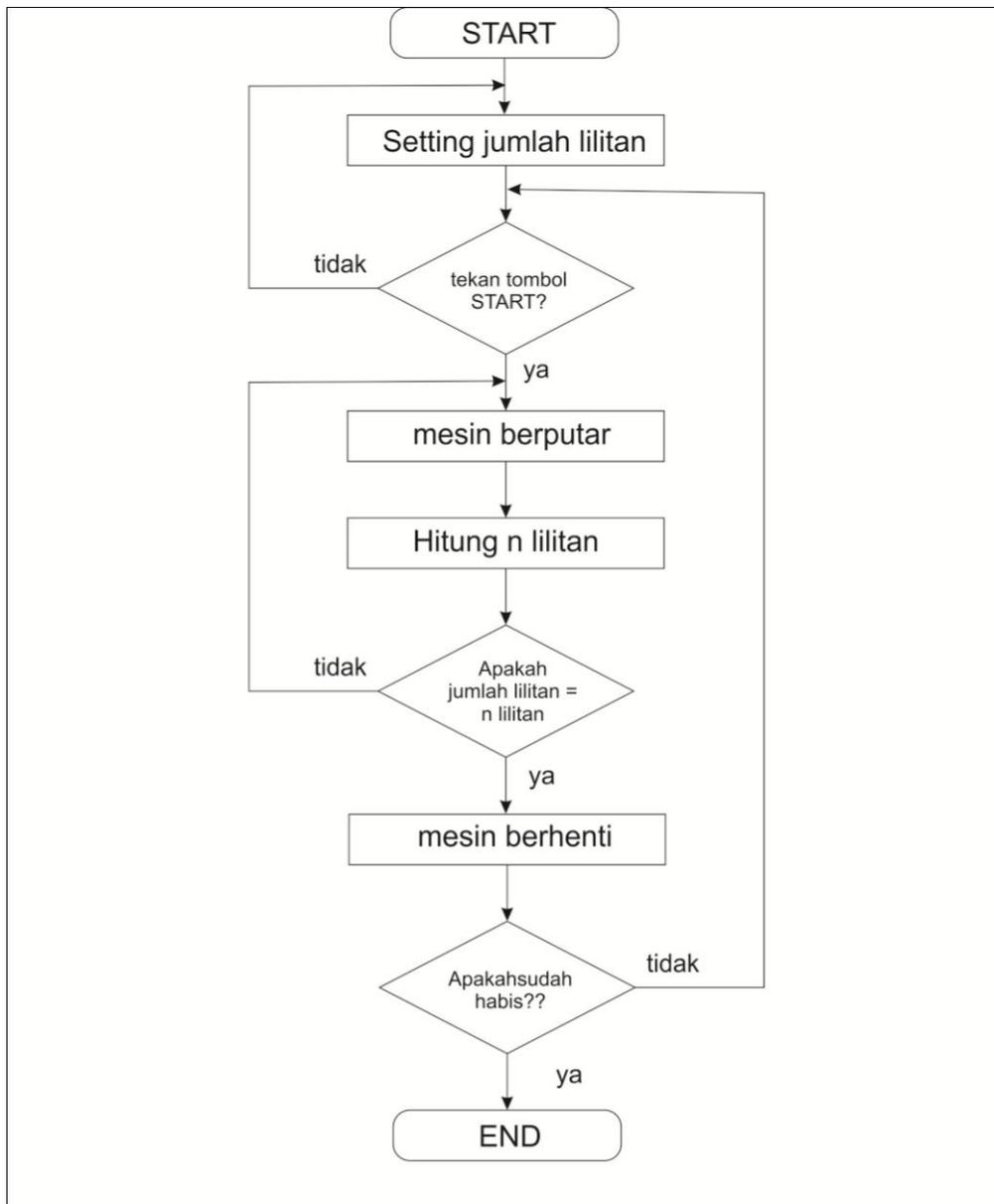


Gambar 3.12 Rangkaian Driver Motor Setelah Proses Pemasangan Komponen

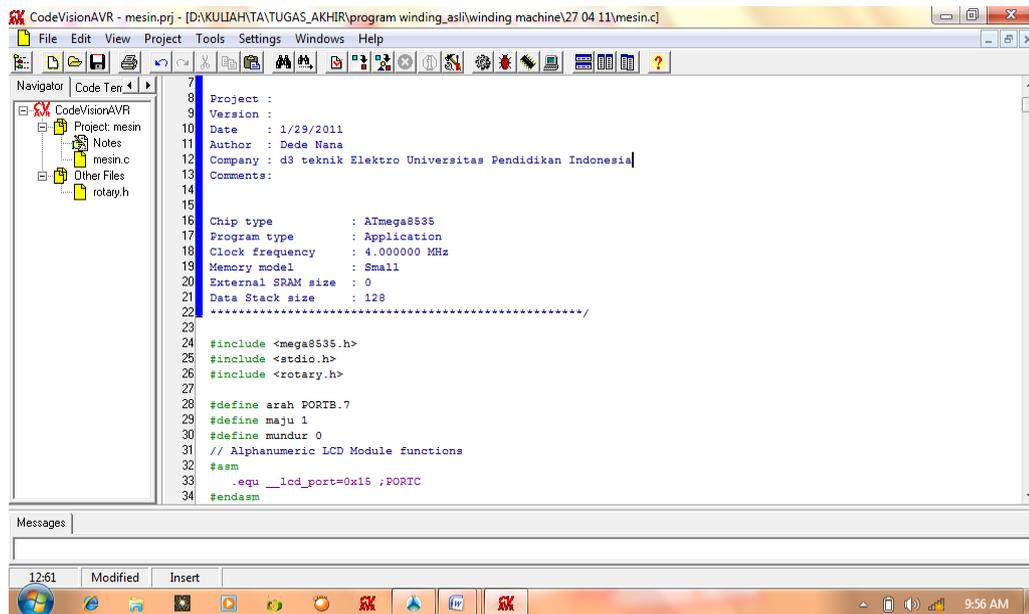
### 3.4 Perancangan dan Pembuatan *Software* Mesin *Winding*

Dalam perancangan dan pembuatan software untuk mikrokontroler digunakan software compiler CodeVision AVR. Bahasa pemrograman yang digunakan yaitu dengan bahasa C.

Dalam pembuatan program untuk mikrokontroler terbagi menjadi beberapa program utama. Selanjutnya akan digambarkan beberapa flowchart untuk program yang dimasukkan pada mikrokontroler.



Gambar 3.13 Diagram Alir Kerja Mesin *Winding*



```
7
8 Project :
9 Version :
10 Date : 1/29/2011
11 Author : Dede Nana
12 Company : d3 teknik Elektro Universitas Pendidikan Indonesia
13 Comments:
14
15
16 Chip type      : ATmega8535
17 Program type   : Application
18 Clock frequency : 4.000000 MHz
19 Memory model   : Small
20 External SRAM size : 0
21 Data Stack size : 128
22 *****/
23
24 #include <mega8535.h>
25 #include <stdio.h>
26 #include <rotary.h>
27
28 #define arah PORTB.7
29 #define maju 1
30 #define mundur 0
31 // Alphanumeric LCD Module functions
32 #asm
33 .equ __lcd_port=0x15 ;PORTC
34 #endasm
```

Gambar 3.14 Pembuatan program dengan bahasa C pada CVAVR