

## BAB IV PERANCANGAN

Pada bab ini dibahas tentang perancangan dan pembuatan alat berupa pemanas induksi dengan *pancake coil* dan masukan sinyal kotak frekuensi tinggi yang meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perancangan perangkat keras (*hardware*) meliputi perancangan minimum sistem mikrokontroler, perancangan rangkaian driver switching frekuensi tinggi, perancangan *interface LCD*, perancangan *interface keypad*, dan perancangan *pacake coil* beserta logam pemanas. Perancangan perangkat lunak meliputi perancangan akses *LCD*, *scan keypad*, dan perncangan program utama untuk menghasilkan sinyal kotak frekuensi tinggi dengan nilai frekuensi yang dapat diubah-ubah.

### 4.1. Penentuan Spesifikasi

Spesifikasi alat secara global ditetapkan terlebih dahulu sebagai acuan dalam perancangan selanjutnya. Spesifikasi alat yang direncanakan adalah sebagai berikut:

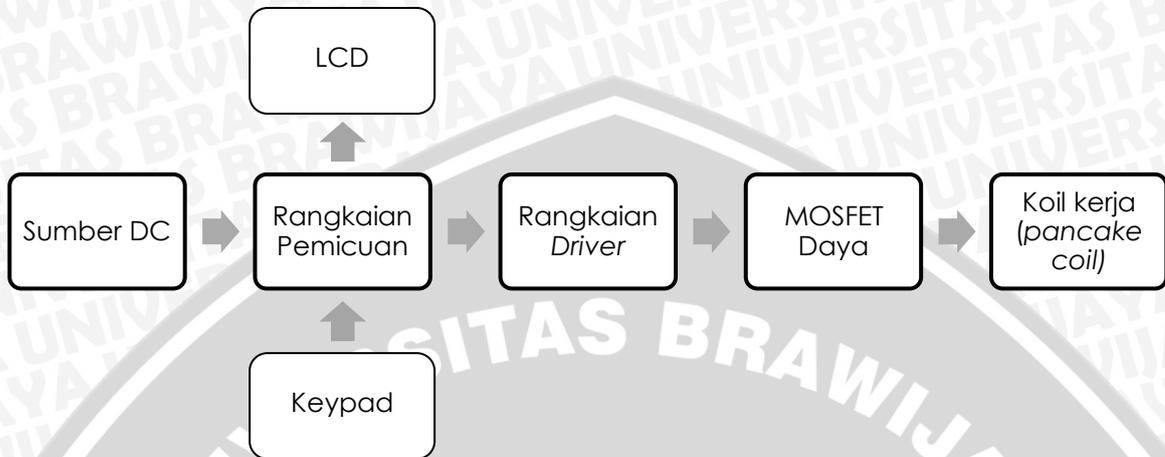
- 1) Benda kerja yang dipanasi terbuat dari bahan *stainless steel* dengan ketebalan 0.5 mm dan berbentuk lingkaran dengan diameter 10 cm.
- 2) *Pancake coil* dibuat dari bahan tembaga berbentuk pipa (bagian dalam berlubang) dengan diameter 5 mm. Setelah *pancake coil* dililit menyesuaikan dengan dimensi benda kerja didapatkan 8 lilitan.
- 3) Frekuensi kerja pemanas induksi pada frekuensi 25 kHz sampai 50 kHz.
- 4) Frekuensi resonansi pada 40 kHz.
- 5) Daya pemanas induksi pada kisaran 6 watt sampai 24 watt (sesuai perhitungan pada persamaan 2-14)

Spesifikasi komponen yang digunakan adalah sebagai berikut :

- 1) Menggunakan minimum sistem ATMega 8535
- 2) Menggunakan IR2110 sebagai *driver switching* mosfet dengan *time rise*=35 ns dan *time fall*=25ns dan  $V_{B\max} = 525V$ .
- 3) Menggunakan MOSFET daya IRF3205 dengan  $V_{DSS}=55 V$  dan  $I_D=110 A$ .
- 4) Menggunakan *LCD* modul LMB162AFC untuk menampilkan frekuensi.
- 5) Menggunakan *keypad* 4x4 untuk *setting* frekuensi.

## 4.2. Blok Diagram Sistem

Blok diagram dari sistem pemanas induksi ini dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4. 1 Blok Diagram Sistem

## 4.3. Perancangan Perangkat Keras

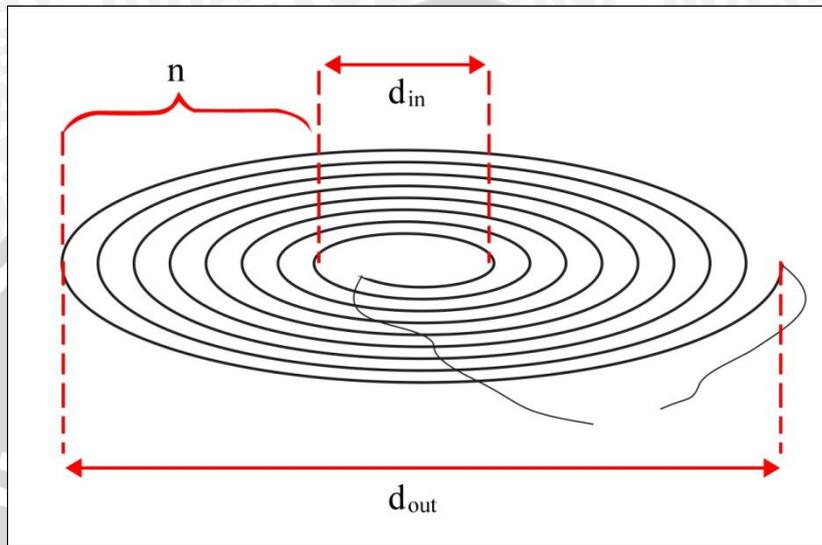
### 4.3.1. Koil Kerja (Pancake Coil)

*Pancake coil* dibuat dari bahan tembaga yang baik dalam mengalirkan arus listrik. Sementara bentuknya dipilih tembaga yang berbentuk pipa (bagian tengah berlubang) mengingat fenomena *skin effect* (efek kulit) yang membuat arus hanya akan lewat pada bagian kulit tembaga. Bentuk fisik dari pipa tembaga tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4. 2. Pipa tembaga untuk *pancake coil*

Kemudian pipa tembaga diberi selubung nilon sebagai isolator listrik dan panas untuk menjaga antar bagian lingkaran tembaga tidak saling konduksi dan menghindari kontak panas dan listrik tembaga dengan benda kerja. Pembentukan pipa tembaga menjadi *pancake coil* dilakukan dengan dengan melingkarkannya menjadi bentuk seperti Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4. 3 *Pancake coil*

*Pancake coil* yang dibuat memiliki dimensi diameter dalam ( $d_{in}$ ), diameter luar ( $d_{out}$ ), dan banyak lilitan ( $n$ ) sebagai berikut.

Tabel 4. 1 Ukuran *pancake coil*

Diameter Dalam (m)	Diameter Luar (m)	Banyaknya Lilitan
0,03	0,1	8

Pada awalnya dilakukan *trial & error* dalam pembuatan *pancake coil* dan hanya menggunakan isolasi kertas sebagai isolator seperti pada Gambar 4.8. Pada akhirnya koil yang digunakan dalam percobaan seperti yang terdapat pada Gambar 4.9



Gambar 4.4. *Trial & error* pembuatan pancake coil



Gambar 4. 5. *pancake coil* yang digunakan untuk percobaan

Besarnya nilai induktansi dan resistansi *pancake coil* akan dihitung dengan RLC meter pada saat pengujian.

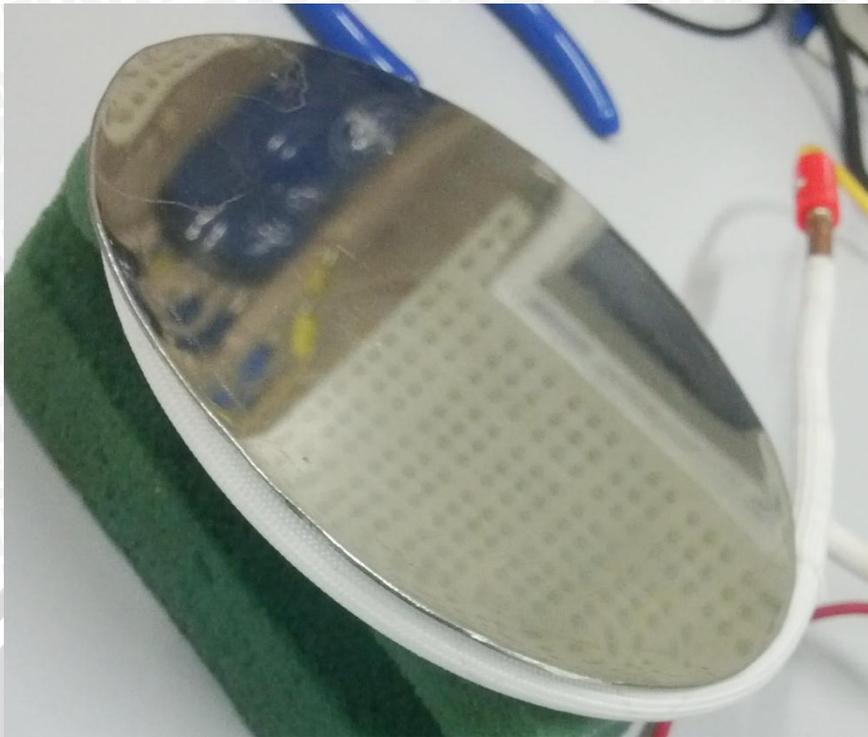
#### 4.3.2. Benda Kerja

Benda kerja merupakan bagian yang diinduksi/merasakan induksi medan magnet frekuensi tinggi dari *pancake coil*. Benda ini dibuat dengan bahan *stainless steel* karena memiliki permeabilitas magnetik relatif yang cukup besar yaitu 2000 ( $\mu_r = 2000$ ) sehingga baik dalam menghantarkan garis-garis gaya magnet dan berpotensi menghasilkan panas yang cukup besar.

*Stainless steel* yang digunakan memiliki ketebalan 0.5 milimeter dan berbentuk lembaran seperti pada Gambar 4.9 sebagai berikut. Bahan tersebut dipotong sehingga membentuk lingkaran dengan diameter 10cm (0,1m) seperti yang ditunjukkan Gambar 4.10.



Gambar 4. 6. *Stainless steel* lembaran

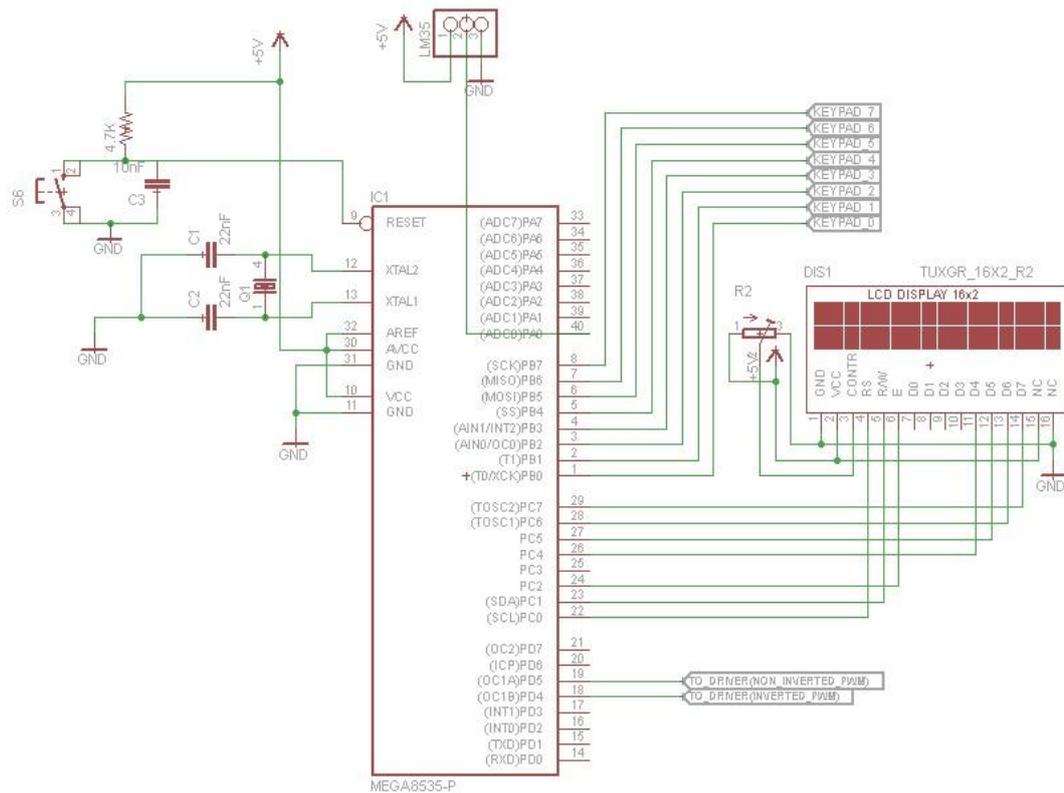


Gambar 4. 7. *Stainless steel* setelah dipotong sebagai benda kerja

#### 4.3.3. Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega 8535

Pemroses utama dalam sistem ini adalah sebuah mikrokontroler Atmega8535. Fungsi dari mikrokontroler pemroses utama adalah sebagai pemroses data *keypad*, mengatur keluaran frekuensi melalui pin *timer*, serta mengatur keluaran LCD. Rangkaian mikrokontroler pemroses utama ditunjukkan dalam Gambar 4.11

Perancangan rangkaian mikrokontroler pemroses utama disesuaikan dengan jenis pengaturan perangkat keras lainnya. Untuk kebutuhan driver IR2110 dibutuhkan dua jenis sinyal keluaran yang mempunyai frekuensi sama dengan logika keluaran yang berlawanan. Maka digunakan pin *timer* 1 ATmega 8535 yaitu PD5 dan PD4 (OC1A dan OC1B). Dan untuk berkomunikasi dengan modul LCD karakter, maka digunakanlah jenis komunikasi paralel.



Gambar 4. 8 Perancangan Rangkaian Mikrokontroler Pemroses Utama

Mikrokontroler Atmega32 memiliki 4 port 8 bits bidirectional input output yang dapat diprogram yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D. Pengaturan dan penggunaan pin mikrokontroler dalam perancangan alat ini adalah:

- Pin XTAL 1 = dihubungkan dengan kaki osilator kristal 16 Mhz
- Pin XTAL 2 = dihubungkan dengan kaki osilator kristal 16 Mhz
- Pin RESET = dihubungkan dengan rangkaian reset dan pin reset dari writer
- Pin VCC, AVCC dan AREF = dihubungkan dengan sumber tegangan 5 V
- Pin GND dan AGND = dihubungkan dengan ground

1) Port A (PA)

- PA.0 diatur sebagai masukan dan digunakan untuk membaca masukan analog dari sensor LM35.

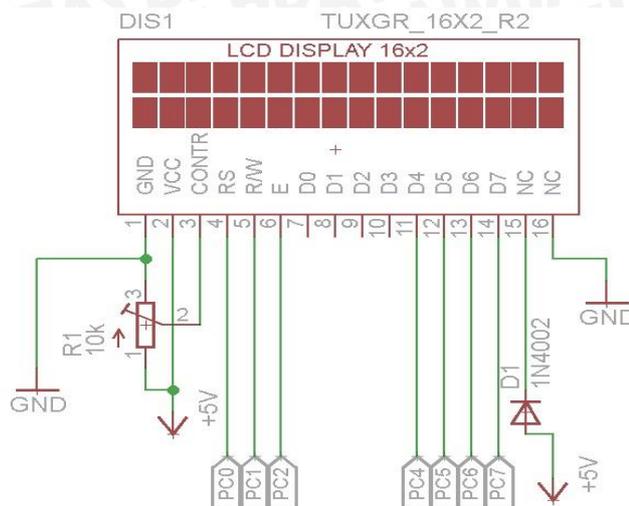
2) Port B (PB)

- PB.0-PB.3 diatur sebagai masukan dan digunakan untuk membaca logika dari pin keypad.

- PB.4-PB.7 diatur sebagai keluaran dan digunakan untuk memberi logika pada pin *keypad*.
- 3) Port C (PC)
- PC.0 diatur sebagai jalur RS yang berfungsi sebagai jalur *data or instruction input* (RS) LCD. PC.0 dihubungkan dengan pin RS (pin ke 4) pada modul LCD karakter.
  - PC.1 diatur sebagai jalur RW yang berfungsi sebagai jalur *read or write* LCD. PC.1 dihubungkan dengan pin RW (pin ke 5) pada modul LCD karakter.
  - PC.2 diatur sebagai jalur E yang berfungsi sebagai jalur *enable* LCD. PC.2 dihubungkan dengan pin E (pin ke 6) pada modul LCD karakter.
  - PC.4-PC.7 diatur sebagai jalur D4-D7 dan dihubungkan dengan pin D4-D7 (pin ke 11-14) pada modul LCD karakter, yang berfungsi sebagai jalur data.
- 4) Port D (PD)
- PD.4 diatur sebagai pin keluaran *timer 1* dengan mode *fast PWM TOP ICR* yang berfungsi untuk membangkitkan sinyal pulse dengan mode keluaran *inverted PWM*. PD.4 dihubungkan dengan pin LIN dan HIN IR2110.
  - PD.5 diatur sebagai pin keluaran *timer 1* dengan mode *fast PWM TOP ICR* yang berfungsi untuk membangkitkan sinyal pulse dengan mode keluaran *non-inverted PWM*. PD.5 dihubungkan dengan pin LIN dan HIN IR2110.

#### 4.3.4. Perancangan Rangkaian Antarmuka Modul LCD Karakter

Modul LCD karakter dalam sistem ini akan diakses langsung oleh mikrokontroler (Atmega8535) pemroses utama sebagai perangkat penampil. Untuk dapat diakses oleh mikrokontroler pemroses utama, maka di dalam sistem ini dirancang rangkaian antarmuka modul LCD. Rangkaian antarmuka modul LCD ditunjukkan dalam Gambar 4.12.



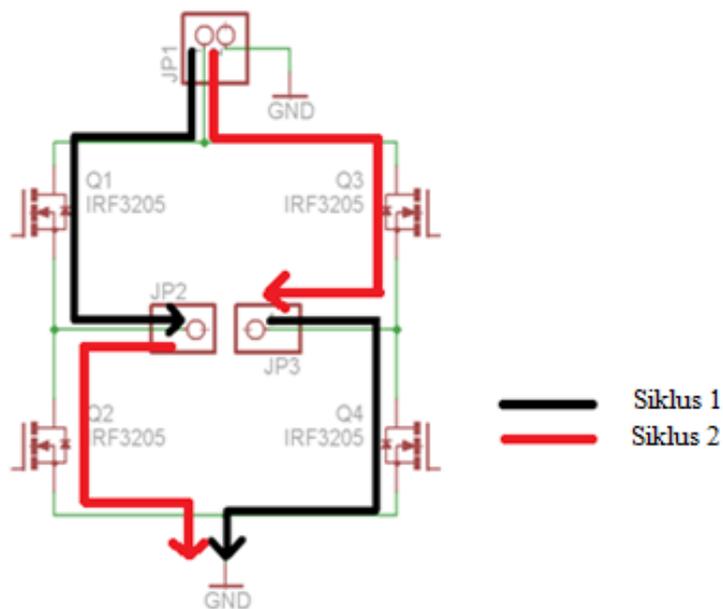
Gambar 4. 9 Perancangan Rangkaian Antarmuka Modul LCD

Terdapat tujuh pin penting yang dihubungkan ke mikrokontroler pengatur utama yaitu RS (*Register Select*) ke PC0, RW (*Read/Write*) ke PC1, E (*Enable*) ke PC2, dan jalur data D4-D7 ke PC4-PC7.

Pin ke-3 dari modul LCD digunakan untuk mengatur ketajaman dari karakter yang dimunculkan oleh LCD. Untuk memudahkan dalam mengatur ketajaman, maka pada pin ke-3 tersebut dipasang variabel resistor dengan nilai 10 k $\Omega$ . Sedangkan pin ke-15 digunakan untuk mengatur *back light* LCD. Pada kaki tersebut dipasang dioda 1N4002 agar tegangan yang masuk pada pin tersebut sesuai dengan rentang nilai tegangan *backlight* yang diizinkan yakni berkisar 4-4,3 V DC.

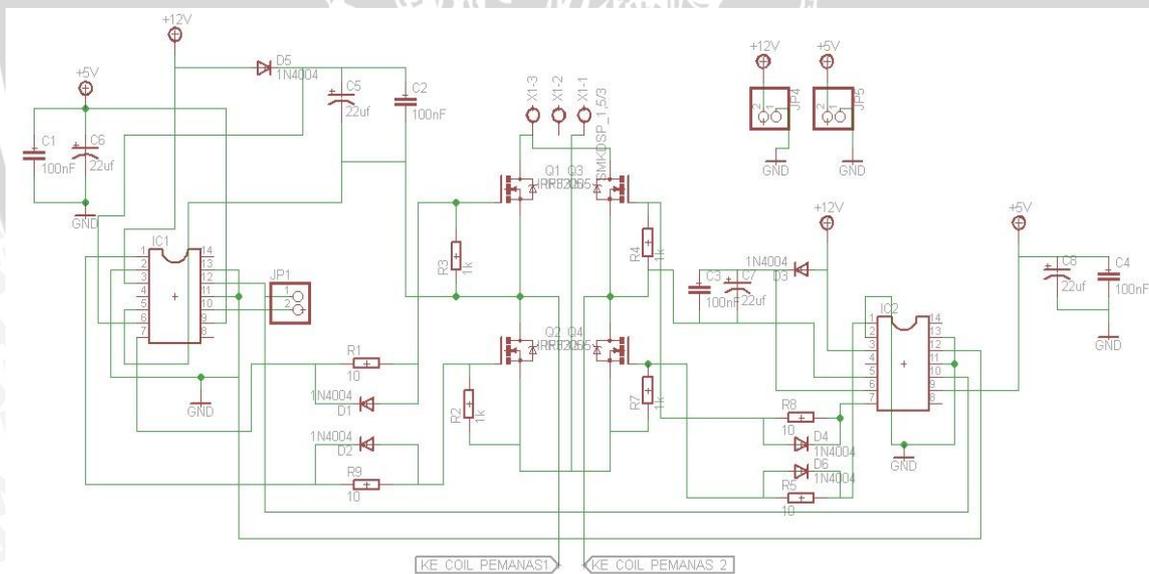
#### 4.3.5. Rangkaian *Driver Switching* IR2110

Untuk membangkitkan sinyal AC (*alternating current*) dengan kemampuan arus yang besar maka dibutuhkan perancangan rangkaian *driver switching* yang dipicu oleh mikrokontroler sebagai pembangkit sinyal pulsa. Dalam perancangan rangkaian *driver switching* pada alat pemanas induksi ini menggunakan IC IR2110 sebagai *driver* rangkaian *switching* yang berfungsi sebagai pemisah tegangan 5V dengan tegangan yang lebih besar yaitu 12V. Pada perancangan rangkaian *driver* ini agar diperoleh tegangan bolak-balik (AC) digunakan metode *full bridge* inverter. Dimana pada rangkaian *driver* ini menggunakan empat buah MOSFET. Prinsip kerja dari metode full bridge mempunyai dua siklus yang ditunjukkan dalam Gambar 4.13



Gambar 4. 10 Siklus Kerja Metode Full Bridge Inverter

Dalam perancangan *full bridge* inverter kali ini menggunakan dua buah IC IR2110 sebagai *driver* rangkaian *switching*. *Schematic* rangkaian *driver* rangkaian *switching* ditunjukkan dalam Gambar 4.14



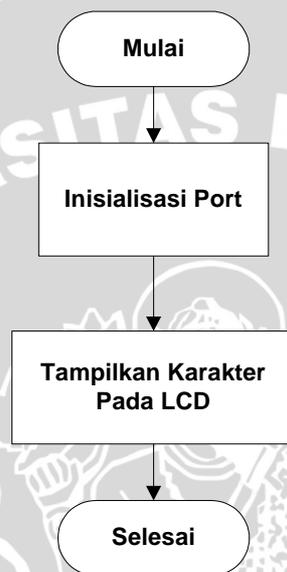
Gambar 4. 11 Schematic Rangkaian Driver Switching

#### 4.4. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan dan pembuatan perangkat lunak terdiri atas perancangan perangkat lunak LCD, *scan keypad*, dan perancangan perangkat lunak pemroses utama.

#### 4.4.1. Perancangan Algoritma Akses LCD

Penggunaan LCD 2x16 untuk alat pemanas induksi ini adalah sebagai penampil karakter yang ditekan pada keypad, sebagai penampil data frekuensi yang diinginkan. Data diproses terlebih dahulu oleh mikrokontroler ATmega 8535 yang kemudian ditampilkan pada LCD 2x16. Diagram alir program akses LCD ditunjukkan dalam Gambar 4.15.

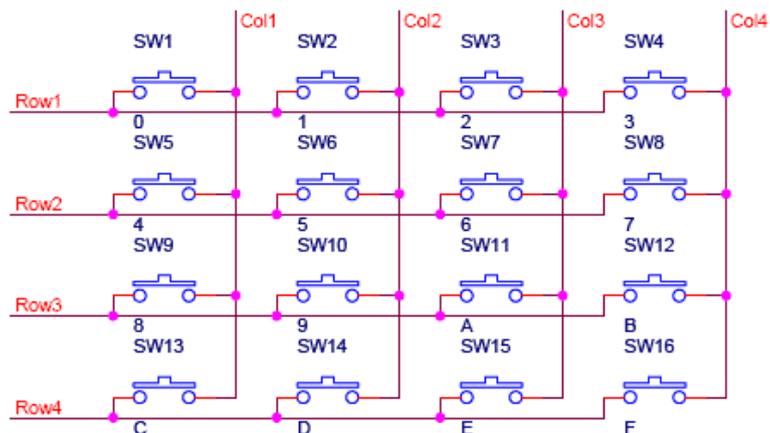


Gambar 4. 12 Diagram Alir Program Akses LCD

Akses LCD dimulai dengan inisialisasi port yang digunakan. Dalam alat ini port lcd yang digunakan adalah port C ATmega 8535. Kemudian digunakan perintah untuk menampilkan karakter dalam LCD yang berupa sintaks “lcd\_putsf(“TEXT”); ataupun lcd\_puts(“TEKS”);

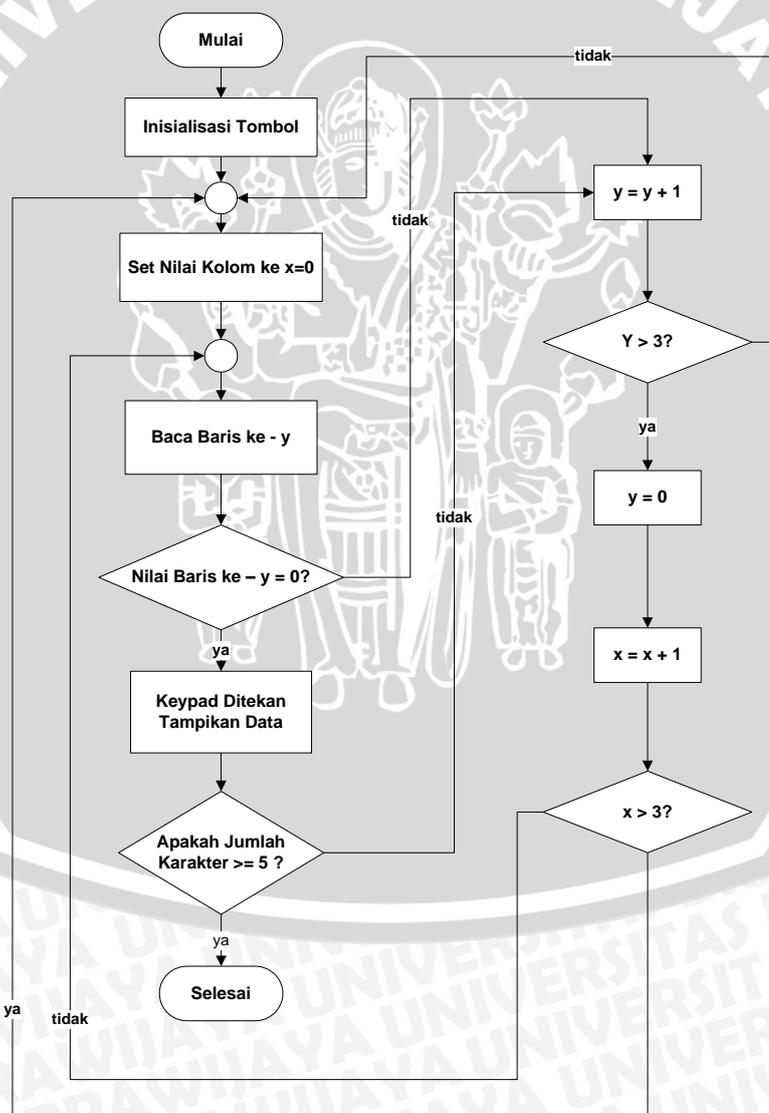
#### 4.4.2. Perancangan Algoritma Scan Keypad

Keypad merupakan salah satu perangkat elektronik yang berfungsi sebagai masukan. Keypad dalam alat ini digunakan sebagai masukan untuk setting frekuensi dan duty cycle. Dalam struktur keypad dibagi atas 2 bagian utama yaitu kolom dan baris yang ditunjukkan dalam Gambar 4.16



Gambar 4. 13 Struktur Kolom dan Baris Keypad

Diagram alir program *scan* keypad ditunjukkan dalam Gambar 4.17

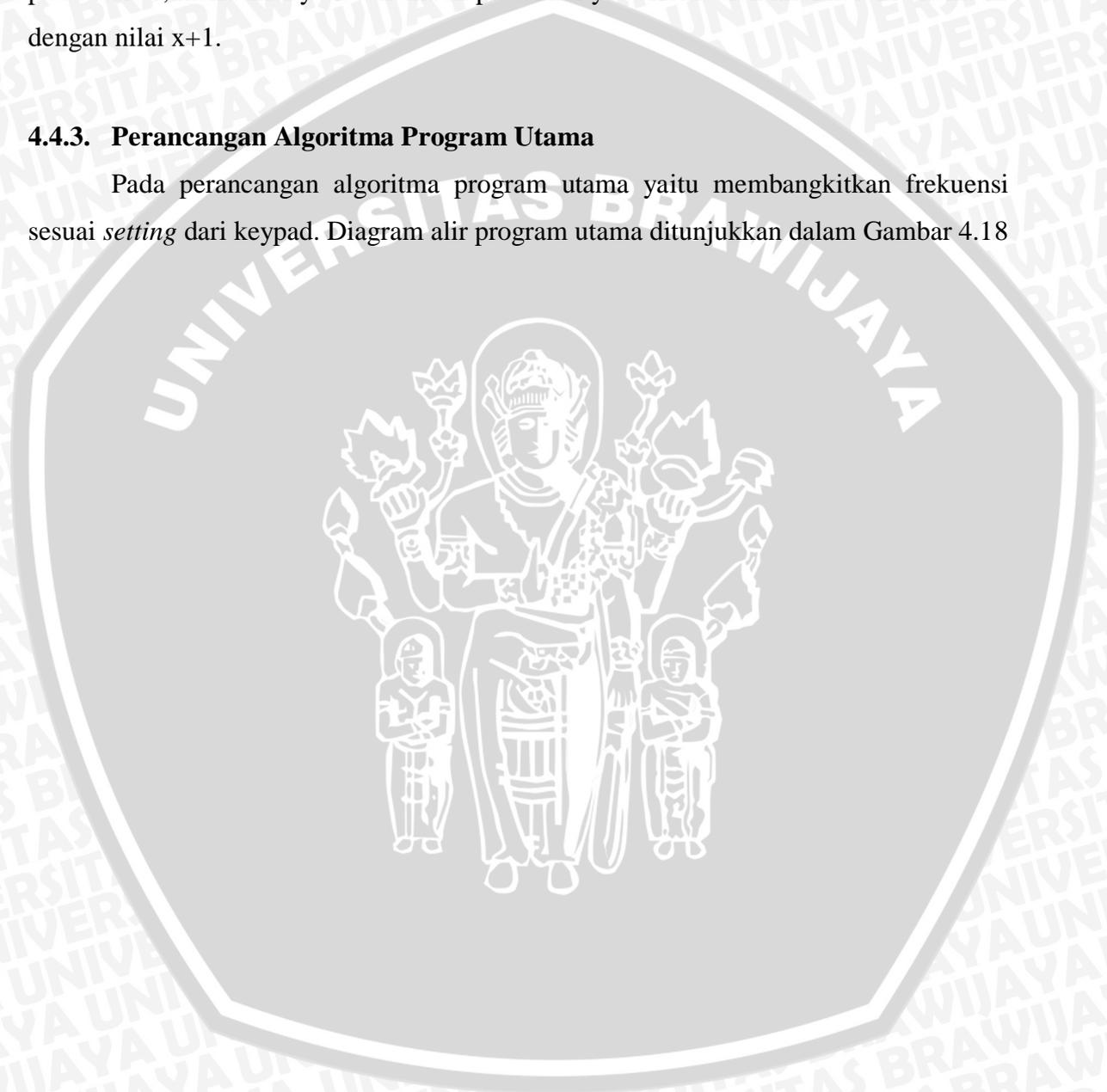


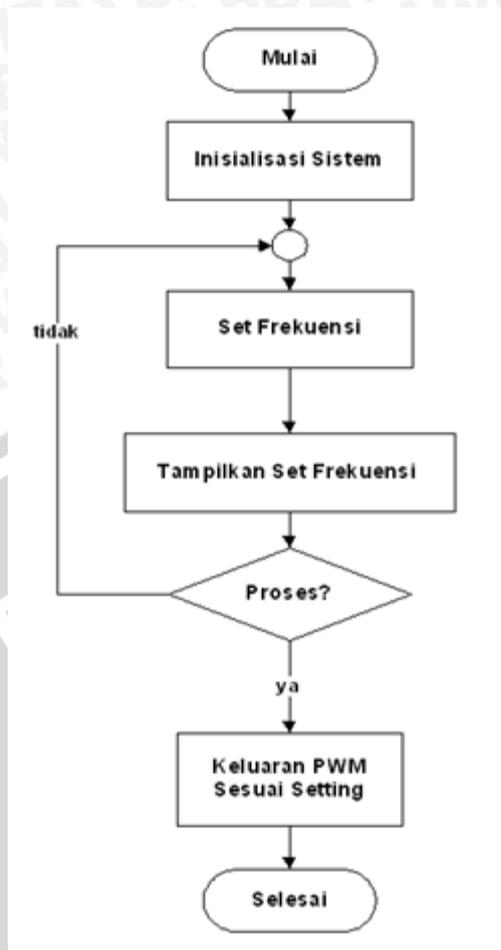
Gambar 4. 14 Diagram Alir Program *Scan Keypad*

Proses ke-1 pada perangkat lunak *scan* keypad adalah inisialisasi tombol menurut kolom dan baris keypad. Proses ke-2 adalah menetapkan nilai kolom dengan  $x=0$  kemudian membaca nilai baris ke- $y$ . Kemudian diperiksa apakah baris ke- $y=0$ , apabila bernilai 0 maka data keypad akan tertampil di lcd, dan apabila tidak bernilai 0 maka baris  $y+1$ . Proses berlanjut sampai baris  $y=3$ . Ketika baris yang di *scan* mencapai pada baris 3, maka nilai  $y$  diset kembali pada nilai  $y=0$ . Kemudian nilai kolom ditambah dengan nilai  $x+1$ .

#### 4.4.3. Perancangan Algoritma Program Utama

Pada perancangan algoritma program utama yaitu membangkitkan frekuensi sesuai *setting* dari keypad. Diagram alir program utama ditunjukkan dalam Gambar 4.18





Gambar 4. 15 Diagram Alir Program Utama

Proses ke-1 diagram alir program utama adalah inisialisasi sistem port yang digunakan. Proses ke-2 adalah memasukkan *setting* frekuensi yang kemudian hasil *setting* frekuensi ditampilkan pada lcd. Proses ke-3 adalah menentukan apakah setpoint yang sudah di *setting* sebelumnya akan diproses atau tidak. Jika tidak diproses maka program akan kembali memasukkan tampilan *setting* frekuensi. Apabila diproses maka program akan melakukan perhitungan dengan mode *Fast PWM TOP ICR*. Rumus untuk perhitungan nilai register ICR, OCR1A dan OCR1B ditunjukkan dalam persamaan (2-13).