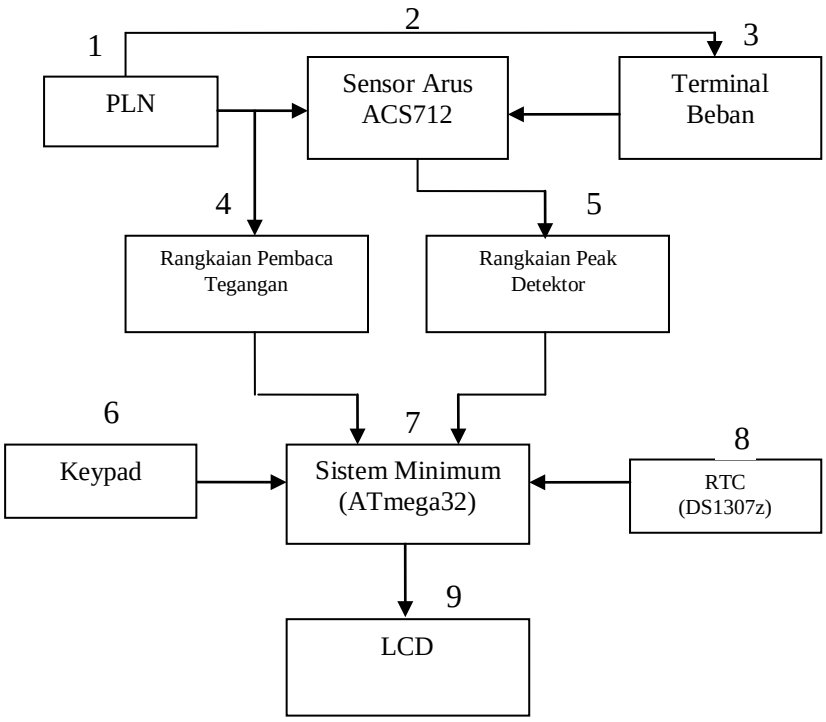
BAB III
PERANCANGAN SISTEM

3.1 Perancangan

Dalam tugas akhir ini hal yang dilakukan adalah membuat alat untuk menghitung secara digital penggunaan listrik atau jumlah konsumsi arus listrik pelanggan. Untuk mendeteksi atau mengukur arus listrik yang dikonsumsi pelanggan, digunakan sensor arus ACS704ELC-012. Keluaran dari sensor ini akan dikonversi menjadi data digital yang kemudian akan diolah pada bagian mikrokontroller ATmega32 untuk menghasilkan harga atau jumlah pemakaian listrik pelanggan yang kemudian akan ditampikan pada LCD.



Gambar 3.1 Diagram Blok Hardware

Berikut adalah penjelasan dari blok diagram diatas:

1) PLN sebagai sumber tegangan
2) Sensor arus ACS712ELC-30A
3) Terminal Beban
4) Rangkaian Pembaca Tegangan

5) Rangkaian *Peak Detector* adalah rangkaian yang akan mengkondisikan keluaran dari sensor arus sebelum diubah menjadi data digital.
6) Keypad sebagai media untuk memilih menu yang akan ditampilkan.
7) Sistem minimum ATmega32
8) RTC DS1307z sebagai pewaktu
9) LCD.

3.2 PERANCANGAN PERANGKAT KERAS (HARDWARE)

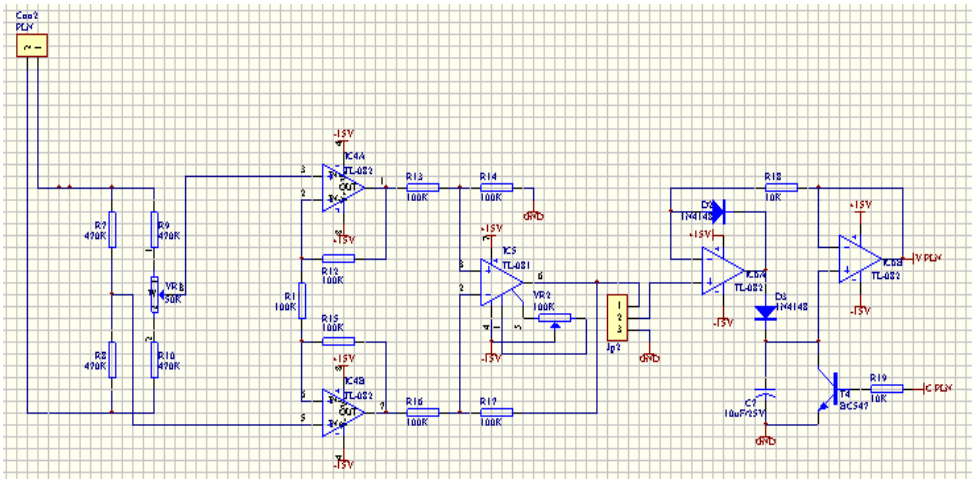
Dalam sub bab ini akan dijelaskan perangkat *hardware* dari alat kWh meter ini. Pada perancangan *hardware* ini dimulai dengan membuat rangkaian sensor arus dan juga rangkaian *interface* untuk menterjemahkan keluaran dari sensor arus, atau untuk mendeteksi respon dari sensor arus.

3.2.1 Sensor Arus ACS712

Pengukuran arus biasanya membutuhkan sebuah resistor *shunt* yaitu resistor yang dihubungkan secara seri pada beban dan mengubah aliran arus menjadi tegangan. Tegangan tersebut biasanya diumpankan ke *current transformer* terlebih dahulu sebelum masuk ke rangkaian pengkondisi signal.

Teknologi *Hall effect* yang diterapkan oleh *Allegro* menggantikan fungsi resistor *shunt* dan *current transformer* menjadi sebuah sensor dengan ukuran yang relatif jauh lebih kecil. Aliran arus listrik yang mengakibatkan medan magnet yang menginduksi bagian *dynamic offset cancellation* dari ACS712 ELC-30A. bagian ini akan dikuatkan oleh *amplifier* dan melalui *filter* sebelum dikeluarkan melalui kaki 6 dan 7, modul tersebut membantu penggunaan untuk mempermudah instalasi arus ini ke dalam sistem.

3.2.2 Rangkaian Pembaca Tegangan



Gambar 3.2 Rangkaian Pembaca Tegangan

Rangkaian pembaca tegangan ini digunakan sebagai pengolah signal yang dikeluarkan oleh sumber tegangan. Pengolahan dengan pengendali analog Operational Amplifier (Op-Amp), yaitu terangkai atas rangkaian penguat instrumentasi (*Instrument Amplifier*) dan rangkaian penyearah presisi (*Precision Rectifier*).

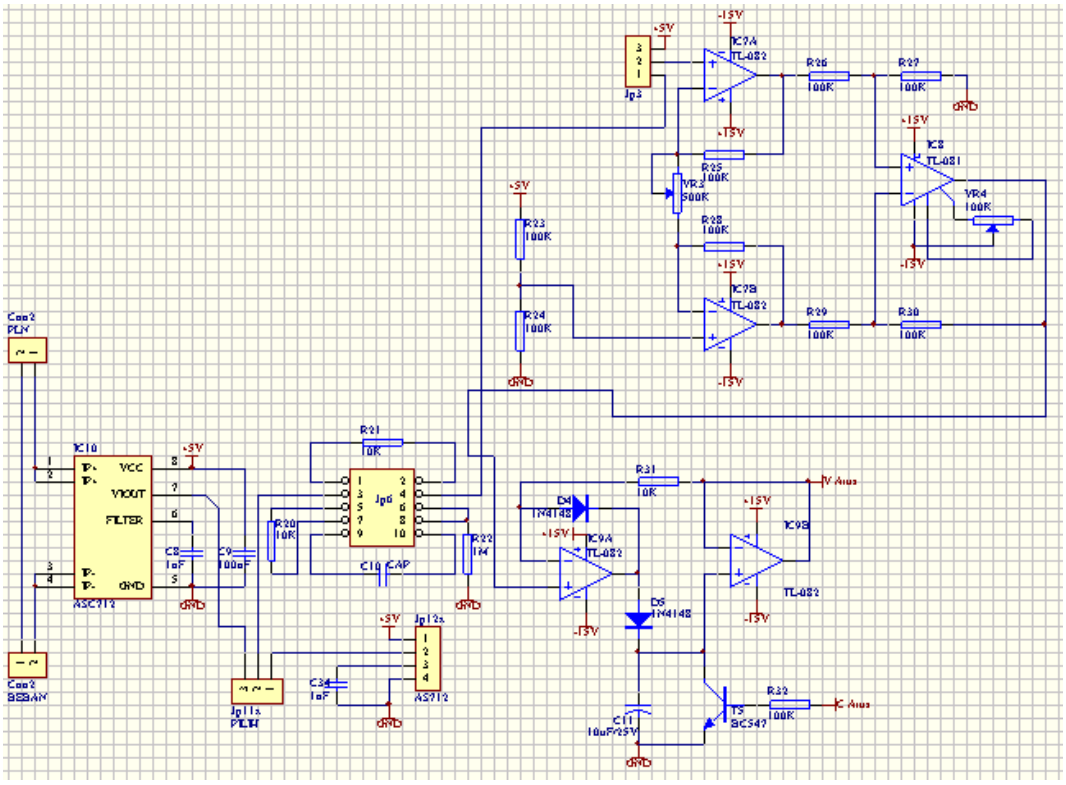
Rangkaian pembaca tegangan ini terdiri dari rangkaian pembagi tegangan yang mana keluarannya akan menjadi masukan pada rangkaian *instrument amplifier*. Keluaran dari rangkaian *instrument amplifier* ini akan diatur *range*-nya melalui pengaturan nilai pada potensio.

Adapun persamaan untuk mencari keluaran dari rangkaian pembagi tegangan yaitu sebagai berikut:

$$V = \frac{R_2}{R_2+R_1} V_{in} \quad \text{.....(3.1)}$$

3.2.3 Rangkaian Peak Detektor

Rangkaian penyetabil arus ini terdiri dari rangkaian penguat instrumentasi yang fungsi utamanya untuk memperkuat tegangan yang langsung berasal dari sensor atau tranduser secara tepat yang terjadi karena adanya perubahan nilai tegangan terhadap besarnya perubahan besaran fisika.



Gambar 3.3 Rangkaian Peak Detektor Keluaran Sensor ACS712

Pada rangkaian ini yaitu berfungsi untuk membaca tegangan dari keluaran sensor yang berupa tegangan AC, keluaran dari sensor ini yaitu pada pin 7 yang kemudian dihubungkan dengan pin 3 pada JP6, pin 3 kemudian dihubungkan dengan pin 4 yang mana pin 4 ini terhubung dengan rangkaian op-amp. Pada rangkaian ini keluaran dari sensor akan di deteksi setiap waktu tertentu dimana perhitungan waktunya akan diatur dari program yang telah dibuat pada Atmega32.

Pada rangkaian *peak detector* ini juga terdapat bagian rangkaian pembagi tegangan, pembagi tegangan yang pertama yaitu menghasilkan tegangan keluaran sebesar 2.5 Volt. Yang mana persamaan yang digunakan adalah persamaan 3.1.

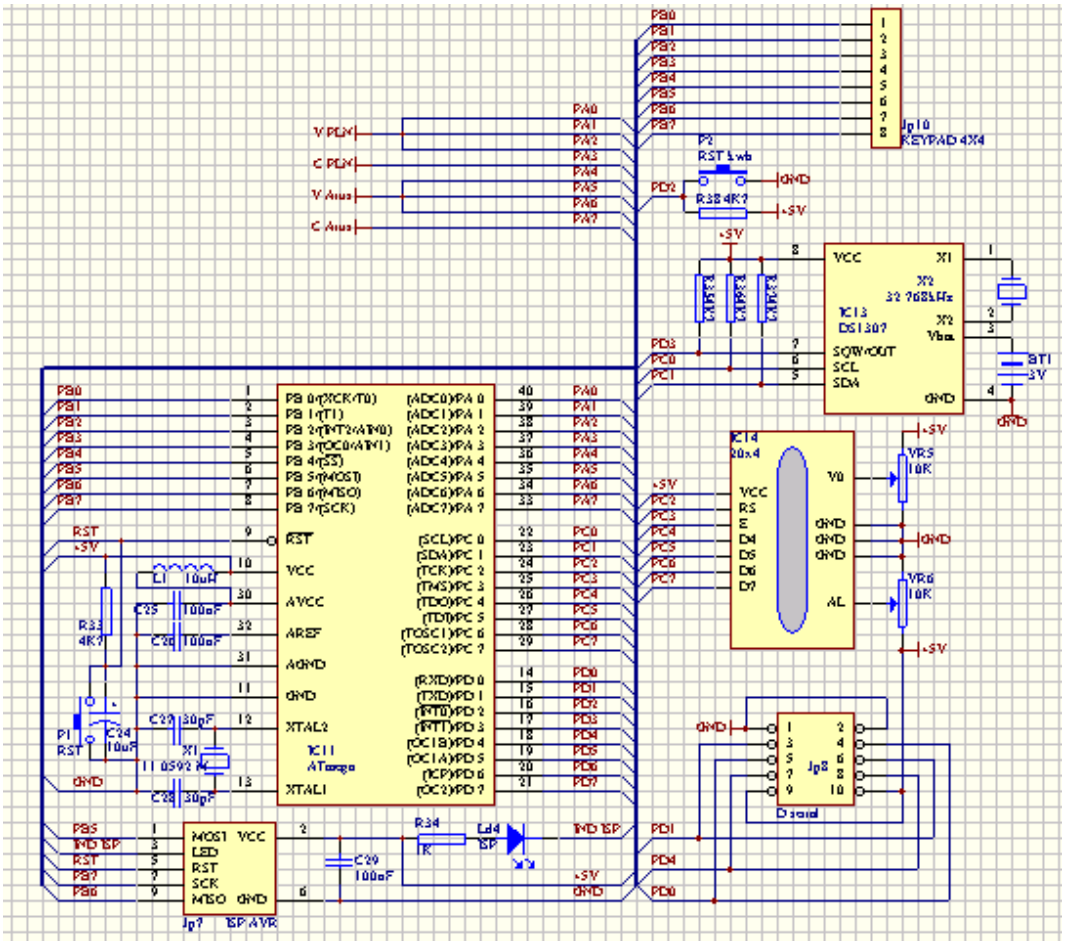
Keluaran dari sensor arus diketahui yaitu sebesar 66mV per ampere, artinya keluaran ini sangatlah kecil, untuk itu digunakan rangkaian op-amp untuk dilakukan penjumlahan dan juga penguatan tegangan. Besar penguatan tegangan akan dikalikan dengan nilai keluaran dari sensor dan dibagi dengan 1023 (resolusi dari ADC pada ATmega32), sehingga didapatkan nilai ADC untuk setiap kenaikan tegangan keluaran sensor arus ACS712ELC-30A.

3.2.4 Sistem Minimum

Pada rangkaian minimum sistem ini menggunakan IC ATmega32, IC mikrokontroler ini memiliki 40 pin dengan 32 pin I/O, 32 kbyte *flash* memori, dan 1024 byte EEPROM.

Pin yang digunakan yaitu untuk ADC digunakan port A.0 sampai portA.3 disebabkan alat ukur energi listrik memerlukan tiga input sinyal tegangan (v), sinyal arus (i) dan sudut fase (α). Kemudian untuk Real Time Clock (RTC) mempunyai dua output yaitu SDA dan SCL yang di umpankan pada portC.0 dan port C.1. Tapi untuk kasus ini tidak digunakan variabel fase (α).

Untuk mengukur keluaran sensor, berupa tegangan yang dihasilkan dari arus beban yang mengalir yaitu pada port A4 sampai port A6. Sedangkan untuk port A7 digunakan untuk data reset



Gambar 3.4 Rangkaian Sistem Minimum ATmega32

Penggunaan sistem minimum ATmega32 adalah untuk menerima data dari rangkaian *interface* yang kemudian akan diproses pada ADC *internal* dari ATmega32 dan mengirimkan data ke LCD untuk ditampilkan. ADC pada ATmega32 yaitu ADC 10 bit yang mana dapat diketahui resolusinya dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$2^n - 1 = 1023$ ……(3.2)

Jadi resolusi dari ADC yang digunakan yaitu 0 sampai 1023 (1Kb). Pada perancangan alat ini digunakan Port B sebagai masukan dari *keypad*, sedangkan Port C digunakan untuk keluaran yang ditampilkan pada LCD. Untuk menghitung besarnya daya maka diketahui dengan persamaan 2.2

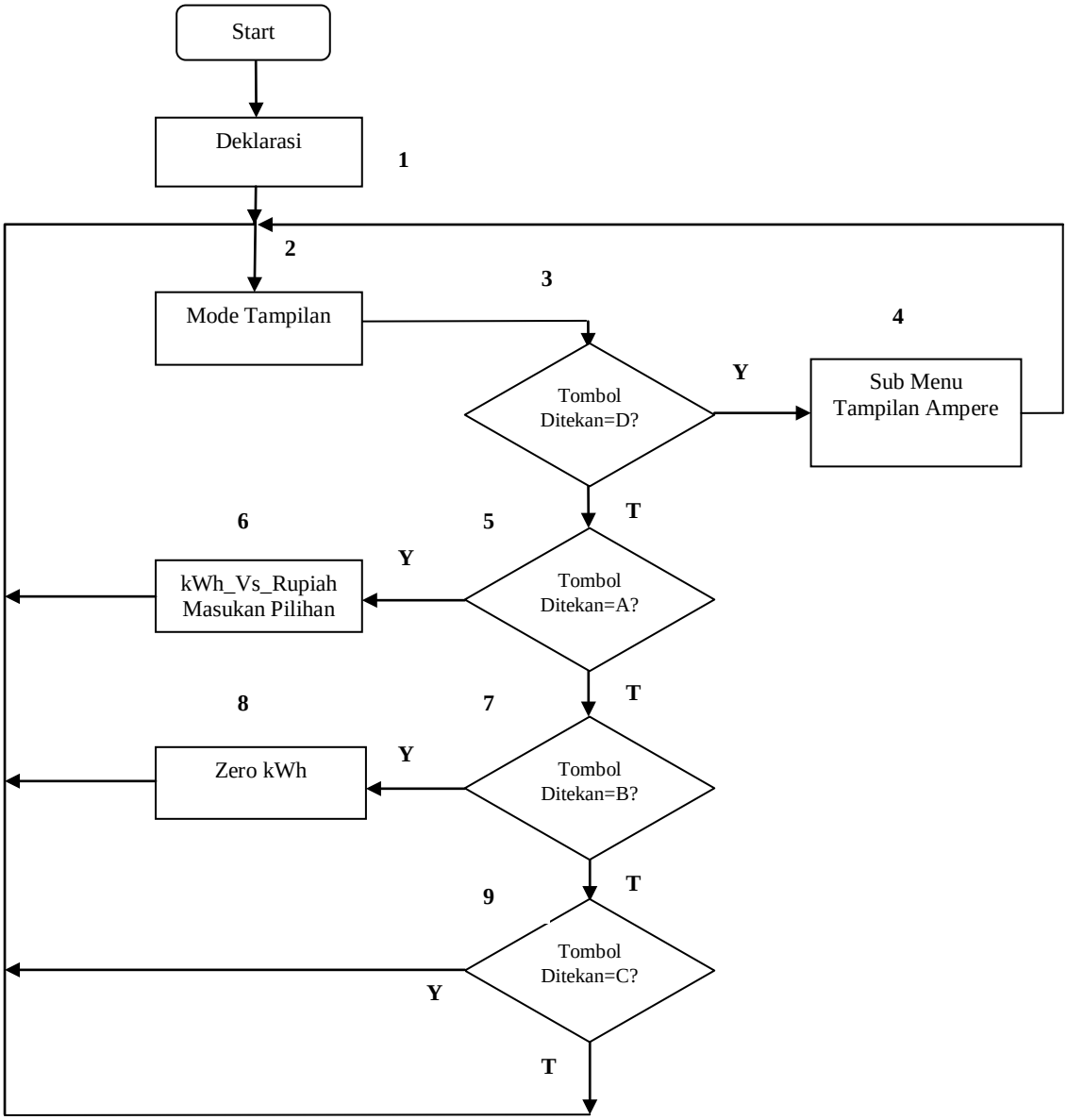
Pada program terlebih dahulu dihitung tegangan efektif dan juga arus efektif. Sedangkan untuk menghitung besarnya daya per kilo, diketahui 1 jam = 3600 menit, jadi jika dikonversi ke dalam satuan kilo maka kWh (Kilo Watt Hours) = 3600000 atau kWh = P/3600000.

3.3 PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK (SOFTWARE)

3.3.1 Perancangan Perangkat Lunak Untuk Mikrokontroller

Sistem perangkat lunak merupakan suatu perangkat yang dibuat untuk mengendalikan sistem kerja dari masing-masing komponen, sistem ini dikendalikan oleh mikrokontroller yang juga mengendalikan perangkat keras dalam memberikan suatu masukan dan keluaran data.

3.3.2 Diagram Program Menu Utama



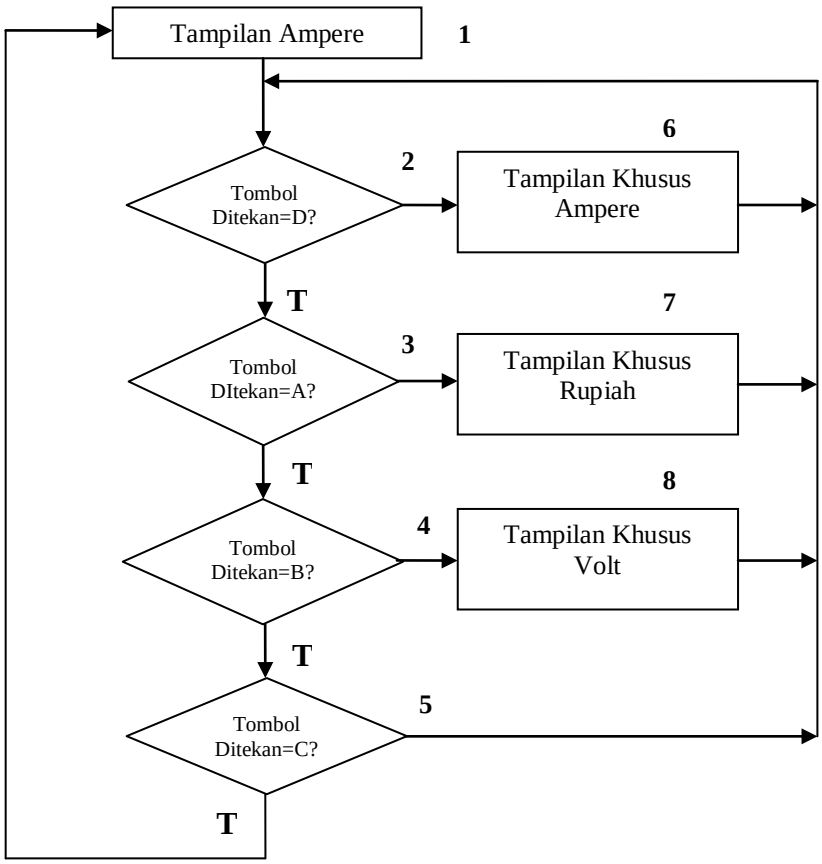
Gambar 3.5 Diagram Program Menu Utama

Dari diagram pada gambar 3.5 dapat diketahui bahwa:

1. Setelah program dijalankan maka terlebih dahulu akan masuk pada program deklarasi ataupun mendiskripsikan perangkat yang digunakan, baik itu perangkat keras maupun perangkat lunak
2. Setelah program inisialisasi, program akan masuk pada prosedur pemilihan menu utama

3. LCD akan menampilkan Menu utama yang pertama yaitu Menu Tampilan. Ketika berada pada menu Tampilan kemudian Jika tombol yang ditekan adalah tombol D pada keypad maka akan masuk ke program submenu yaitu:
    - Tampilan Ampere: pada menu ini akan terdapat beberapa submenu untuk menampilkan data apa saja yang akan ditampilkan
    - Tampilan Volt: submenu ini akan meng-*clear* counter kWh
    - Tampilkan Daya: submenu ini akan menampilkan hasil perhitungan jumlah pemakaian listrik
    - Tampilan *Counter* kWh: program ini yaitu untuk mengatur tanggal dan waktu.
    - Exit: keluar dari program menu
4. program akan masuk ke prosedur menampilkan sub menu yang dipilih.
5. Masih berada pada program Menu Utama, Jika menekan tombol A, maka LCD akan langsung menampilkan program Menu Utama yang terakhir yaitu menu kWh_vs_Rupiah.
6. Program akan memanggil prosedur untuk menampilkan menu kWh_vs_Rupiah.
7. Jika tombol yang ditekan adalah tombol B, maka akan masuk ke program menu utama yang kedua yaitu program Zero kWh.
8. Program akan meng-Clear counter kWh
9. Jika tombol yang ditekan adalah tombol C maka program akan kembali menampilkan program menu Tampilan.

3.3.3 Diagram Submenu Tampilan Ampere



Gambar 3.6 Diagram Program Submenu Ampere.

Dari diagram pada gambar 3.6 dapat diketahui bahwa:

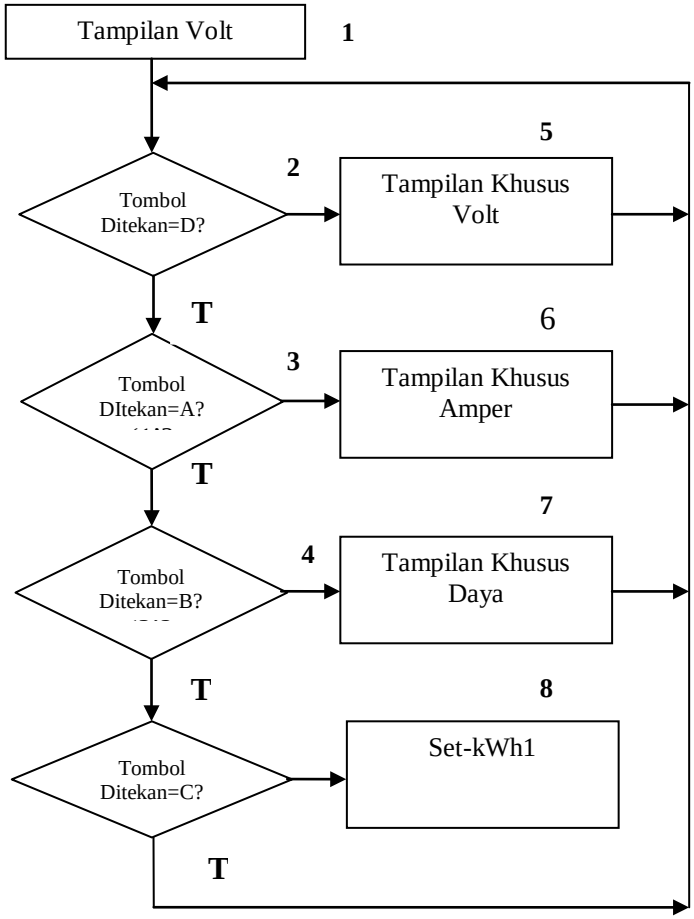
1. LCD menampilkan Tampilan Ampere.
2. Jika tombol yang ditekan adalah tombol D, maka program akan memanggil prosedur untuk menampilkan arus yaitu Prosedur Tampilan Khusus Ampere.
3. Jika tombol yang ditekan adalah tombol A, maka program akan memanggil prosedur untuk menampilkan program khusus Rupiah
4. Jika menekan tombol B maka program akan memanggil prosedur untuk menampilkan sub menu tampilan Volt
5. Jika tombol yang ditekan adalah tombol C, maka program akan kembali menampilkan submenu.

6. Tampilan khusus ampere yaitu program yang akan menampilkan submenu tampilan arus.
7. Tampilan khusus Rupiah yaitu submenu yang akan menampilkan harga konsumsi listrik konsumen.
8. Tampilan khusus volt yaitu submenu yang akan menampilkan tegangan.

Berikut adalah contoh sintaks programnya:

```
Set_kwh1a:
    Cls
    Lcd "1a.Tampil Ampere"
    Call Peraturan_sub_menu
    Call Wait_keypad_in
    If Str_keypad = "D" Then
      Mode_tampilan = 1
      Cls
      Lcd "Tampilan Khusus"
      Lowerline
      Lcd "Ampere"
      Wait 2
      Goto Set_kwh1a
    Elseif Str_keypad = "A" Then : Goto Set_kwh1h
    Elseif Str_keypad = "B" Then : Goto Set_kwh1b
    Elseif Str_keypad = "C" Then : Goto Set_kwh1
    Else
      Goto Set_kwh1
    End If
```

3.3.4 Diagram Submenu Tampilan Tegangan (Volt)



Gambar 3.7 Diagram Sub Menu Tampilan Volt

Diagram diatas adalah alur program setelah LCD menampilan sub menu yang kedua yaitu sub menu Tampilan Volt. Dari diagram diatas dapat diketahui bahwa:

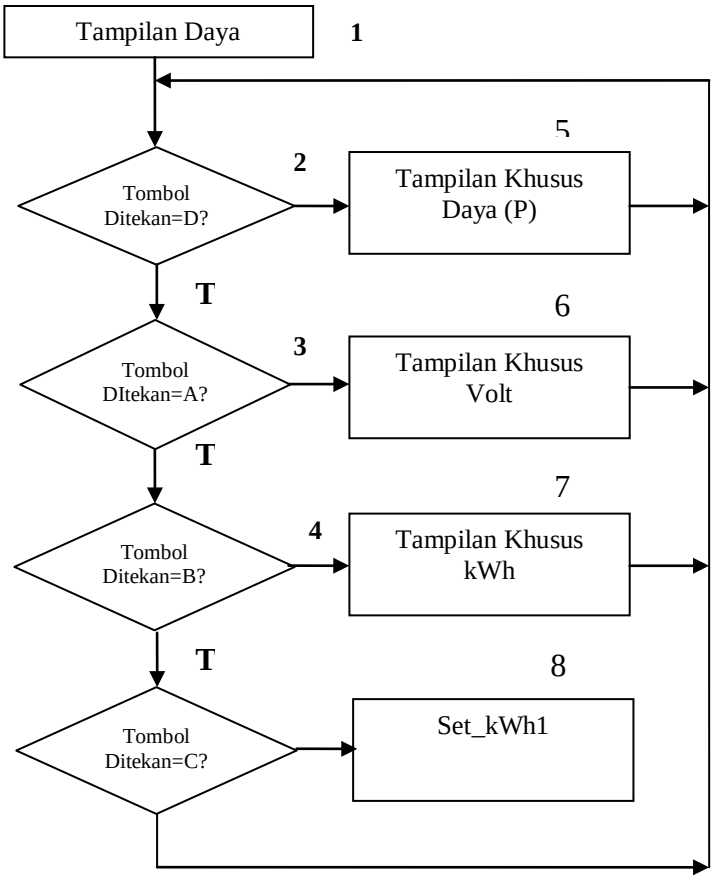
1. LCD menampilkan menu tampilan volt.
2. Jika tombol yang ditekan adalah tombol D, maka program akan memanggil prosedur untuk menampilkan tegangan yaitu Prosedur tampilan khusus volt.
3. Jika tombol yang ditekan adalah tombol A, maka program akan memanggil prosedur untuk menampilkan program khusus Amper
4. Jika menekan tombol B maka program akan memanggil prosedur untuk menampilkan sub menu tampilan Daya

5. Tampilan khusus Volt merupakan prosedur untuk menampilan Volt atau tegangan.
6. Tampilan khusus Ampere yaitu prosedur untuk menampilkan arus atau Ampere.
7. Prosedur tampilan khusus daya yaitu untuk menampilkan daya (P).
8. Jika menekan tombol C maka program akan memanggil program submenu Set_kWh1.

Berikut adalah sintaks programnya:

```
Set_kwh1b:
    Cls
    Lcd "1b.Tampil Volt"
    Call Peraturan_sub_menu
    Call Wait_keypad_in
    If Str_keypad = "D" Then
      Mode_tampilan = 2
      Cls
      Lcd "Tampilan Khusus"
      Lowerline
      Lcd "Volt"
      Wait 2
      Goto Set_kwh1b
    Elseif Str_keypad = "A" Then : Goto Set_kwh1a
    Elseif Str_keypad = "B" Then : Goto Set_kwh1c
    Elseif Str_keypad = "C" Then : Goto Set_kwh1
    Else
      Goto Set_kwh1
    End If
```

3.3.5 Diagram Submenu Program Tampilan Daya



Gambar 3.8 Diagram sub menu Tampilan Daya

Diagram diatas adalah alur program setelah LCD menampilan sub menu yang ketiga yaitu sub menu Tampilan Daya. Dari diagram diatas dapat diketahui bahwa:

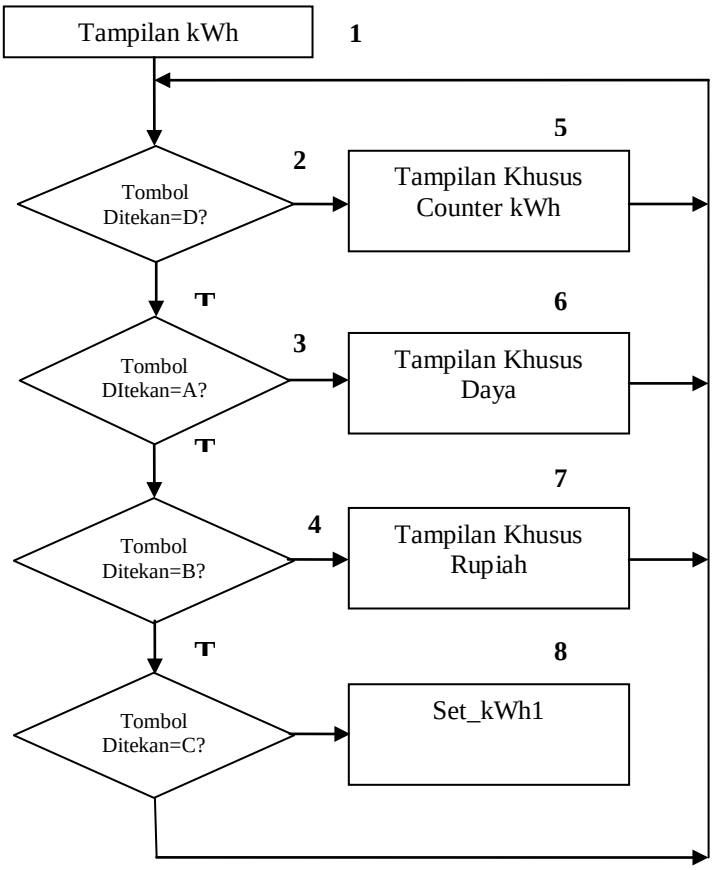
1. LCD menampilkan Tampilan Daya (P).
2. Jika tombol yang ditekan adalah tombol D, maka program akan memanggil prosedur untuk menampilkan arus yaitu Prosedur tampilan khusus daya.
3. Jika tombol yang ditekan adalah tombol A, maka program akan memanggil prosedur untuk menampilkan program khusus volt
4. Jika menekan tombol B maka program akan memanggil prosedur untuk menampilkan sub menu tampilan *Counter* kWh

5. Prosedur tampilan khusus daya yaitu program yang akan menampilkan Daya.
6. Tampilan khusus Volt merupakan prosedur untuk menampilkan tegangan.
7. Sedangkan tampilan khusus kWh yaitu prosedur program untuk menampilkan counter kWh.
8. Jika menekan tombol C maka program akan memanggil program submenu Set_kWh1.

Berikut adalah sintaks program untuk submenu tampilan Daya:

```
Set_kwh1c:
    Cls
    Lcd "1c.Tampil Daya"
    Call Peraturan_sub_menu
    Call Wait_keypad_in
    If Str_keypad = "D" Then
      Mode_tampilan = 3
      Cls
      Lcd "Tampilan Khusus"
      Lowerline
      Lcd "Daya"
      Wait 2
      Goto Set_kwh1c
    Elseif Str_keypad = "A" Then : Goto Set_kwh1b
    Elseif Str_keypad = "B" Then : Goto Set_kwh1d
    Elseif Str_keypad = "C" Then : Goto Set_kwh1
    Else
      Goto Set_kwh1
    End If
```

3.3.6 Diagram Submenu Program Counter kWh



Gambar 3.9 Diagram sub menu Tampilan Counter kWh

Diagram diatas adalah alur program setelah LCD menampilan sub menu yang keempat yaitu sub menu Tampilan *Counter* kWh. Dari diagram diatas dapat diketahui bahwa:

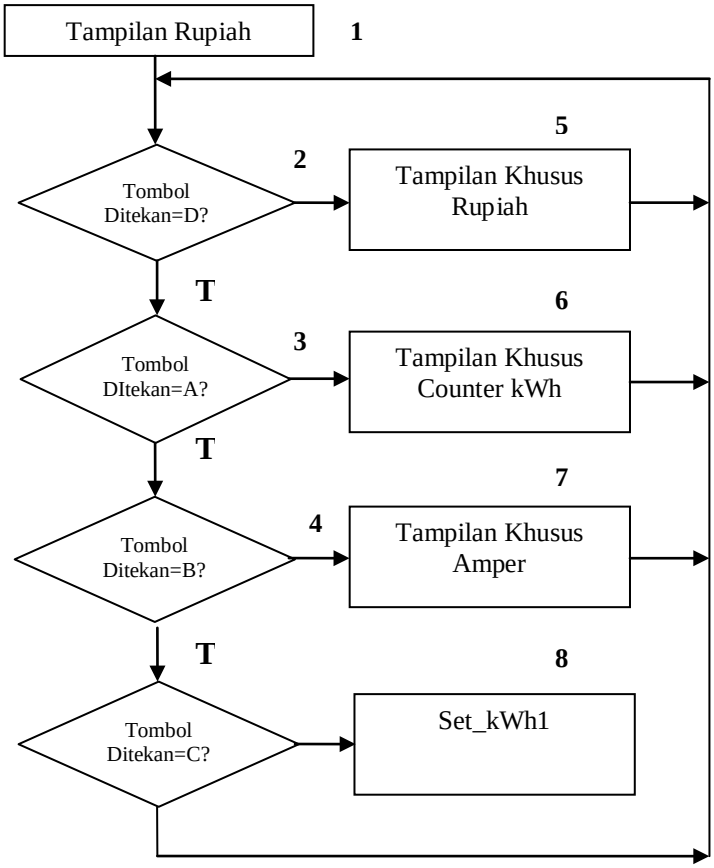
1. LCD menampilkan menu tampilan kWh.
2. Jika tombol yang ditekan adalah tombol D, maka program akan memanggil prosedur untuk menampilkan arus yaitu Prosedur tampilan khusus *Counter* kWh.
3. Jika tombol yang ditekan adalah tombol A, maka program akan memanggil prosedur untuk menampilkan program khusus Daya (P).

4. Jika menekan tombol B maka program akan memanggil prosedur untuk menampilkan sub menu tampilan Rupiah
5. Tampilan khusus *counter* kWh merupakan submenu yang akan menampilkan jumlah konsumsi daya dalam satuan kWh.
6. Tampilan khusus daya (P) yaitu submenu yang menampilkan daya listrik.
7. Tampilan khusus Rupiah yaitu submenu yang akan menampilkan jumlah harga dari kWh listrik yang dikonsumsi.
8. Jika menekan tombol C maka program akan memanggil program submenu Set_kWh1.

Berikut adalah sintaks program submenu tampilan kWh.

```
Set_kwh1d:
    Cls
    Lcd "1d.Tampil KWH"
    Call Peraturan_sub_menu
    Call Wait_keypad_in
    If Str_keypad = "D" Then
      Mode_tampilan = 4
      Cls
      Lcd "Tampilan Khusus"
      Lowerline
      Lcd "KWH"
      Wait 2
      Goto Set_kwh1d
    Elseif Str_keypad = "A" Then : Goto Set_kwh1c
    Elseif Str_keypad = "B" Then : Goto Set_kwh1e
    Elseif Str_keypad = "C" Then : Goto Set_kwh1
    Else
      Goto Set_kwh1
    End If
```

3.3.7 Diagram Submenu Program Tampilan Rupiah



Gambar 3.10 Diagram Sub Menu Tampilan Rupiah

Diagram diatas adalah alur program setelah LCD menampilan sub menu yang keempat yaitu sub menu tampilan Rupiah. Dari diagram diatas dapat diketahui bahwa:

1. LCD menampilkan menu tampilan Rupiah.
2. Jika tombol yang ditekan adalah tombol D, maka program akan memanggil prosedur untuk menampilkan jumlah harga kWh yang harus dibayarkan yaitu prosedur tampilan khusus Rupiah.
3. Jika tombol yang ditekan adalah tombol A, maka program akan memanggil prosedur untuk menampilkan program khusus *counter* kWh.
4. Jika menekan tombol B maka program akan memanggil prosedur untuk menampilkan sub menu tampilan khusus amper

5. Tampilan khusus Rupiah yaitu submenu yang akan menampilkan harga dari kWh yang dipakai.
6. Tampilan khusus counter kWh yaitu submenu yang akan menampilkan jumlah kWh yang telah terpakai. Nilai ini akan terus bertambah selama ada beban yang terdeteksi oleh sensor arus
7. Tampilan khusus Ampere yaitu sub menu yang akan menampilkan arus listrik.
8. Jika menekan tombol C maka program akan memanggil program submenu Set_kWh1.

Berikut adalah sintaks program untuk submenu tamilan Rupiah.

```
Set_kwh1e:
    Cls
    Lcd "1e.Tampil Rupiah"
    Call Peraturan_sub_menu
    Call Wait_keypad_in
    If Str_keypad = "D" Then
      Mode_tampilan = 5
      Cls
      Lcd "Tampilan Khusus"
      Lowerline
      Lcd "Rupiah"
      Wait 2
      Goto Set_kwh1e
    Elseif Str_keypad = "A" Then : Goto Set_kwh1d
    Elseif Str_keypad = "B" Then : Goto Set_kwh1f
    Elseif Str_keypad = "C" Then : Goto Set_kwh1
    Else
      Goto Set_kwh1
    End If
```

Di dalam program utama, waktu lama di isi dengan waktu baru, kemudian di dalam pengulangan terdapat waktu yang didapat dari RTC untuk menjalankan subprogram dalam tiap detiknya. Sehingga energi yang didapat yaitu energi tiap satu detik yang ditambahkan dan disimpan dalam *eeprom* agar dapat diketahui berapa besar energi yang terpakai pada saat terakhir digunakan, adapun sub program untuk melakukan perhitungan energi adalah

```
Daya_per_kilo_3600 = Daya / 3600000
Ram_single = Ep_counter_kwh
Ram_single = Ram_single + Daya_per_kilo_3600
Ep_counter_kwh = Ram_single
```

Cara kerja dari program di atas yaitu nilai kWh di isi dengan nilai Ep_counter_kwh yang disimpan pada EEPROM pada alamat &H00, setelah itu dalam waktu tertentu isi kWh tadi ditambahkan dengan daya yang sedang terjadi dan kemudian disimpan di Ep_counter_kwh lagi begitu seterusnya selama ada arus dari beban yang terhubung. Berikut adalah program untuk membaca nilai ADC.

```
Start Adc
 Adc_volt = Getadc(0)
   'Pembacaan ADC
 Adc_ampere = Getadc(4)
Stop Adc

 If Adc_ampere < 10 Then
   Ram_word = Adc_ampere
   Adc_ampere = Adc_ampere - Ram_word
 End If

 Ep_gradien_voltage=Adc_volt/220
 Gradien_ampere = Ep_gradien_ampere
 Gradien_voltage = Ep_gradien_voltage

 Ampere = Gradien_ampere * Adc_ampere
 Volt = Gradien_voltage * Adc_volt

 Daya = (Volt * Ampere) / 2
 Daya_per_kilo_3600 = Daya / 3600000
 Ram_single = Ep_counter_kwh
 Ram_single = Ram_single + Daya_per_kilo_3600
Ep_counter_kwh = Ram_single
```

Program diatas yaitu untuk menghitung daya. Untuk menghitung daya digunakan persamaan 2.2. Dari program di atas diasumsikan bahwa nilai arus dapat diketahui melalui keluaran dari sensor yaitu 66mV per ampere, yang artinya untuk setiap 66mV tegangan keluaran dari sensor arus, maka arus yang dideteksi oleh sensor yaitu sebesar 1A, nilai ini kemudian masuk ke rangkaian *peak*

detector dan kemudian akan masuk ke ADC, ADC akan menghasilkan keluaran berupa bilangan desimal antara 0 sampai 1023, nilai ini akan dibagi dengan tegangan rata-rata dari tegangan PLN yaitu kita asumsikan 220V. nilai ini disimpan pada variabel gradien ampere. Berikut adalah program yang digunakan untuk deskripsi port yang akan digunakan untuk keluaran yang akan ditampilkan pada LCD

```
Config Portc = Output
Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portc.4 , Db5 = Portc.5 , Db6 = Portc.6 , Db7
= Portc.7 , E = Portc.3 , Rs = Portc.2
Config Lcd = 16 * 2
```

Berikut adalah potongan program menu Zero kWh meter:

```
Set_kwh2:
  Cls
  Lcd "2.Zero KWHmeter"
  Call Peraturan_menu_utama
  Call Wait_keypad_in
  If Str_keypad = "D" Then
    Ep_counter_kwh = 0
    Cls
    Lcd "Counter telah"
    Lowerline
    Lcd "Di Reset"
    Wait 2
    Goto Set_kwh2
  Elseif Str_keypad = "A" Then : Goto Set_kwh1
  Elseif Str_keypad = "B" Then : Goto Set_kwh3
  Else
    Goto Set_kwh2
  End If
```

Program di atas adalah potongan program untuk menu 2. yaitu program untuk meng-clear dari *counter* kWh, potongan program ini merupakan program menu 2. Apabila program menu diatas dijalankan maka akan memanggil prosedur program set_kWh2.

Sedangkan untuk program menu 3 yaitu:

```
 Set_kwh3:
   Cls
```

```
Lcd "3.KWH vs Rupiah"
Call Peraturan_menu_utama
Call Wait_keypad_in
If Str_keypad = "D" Then
  Cls
  Lcd Chr(3) ; " KWH vs Rupiah"
  Call Input_data
  If Flag_enter = 1 Then
    Ep_kwh_vs_rupiah = Single_data_input
    Goto Set_kwh3
  End If
  If Flag_cancel = 1 Then
    Goto Set_kwh3
  End If
Elseif Str_keypad = "A" Then : Goto Set_kwh2
Elseif Str_keypad = "B" Then : Goto Set_kwh4
Else
  Goto Set_kwh3
End If
```

Program diatas yaitu program yang sama dengan submenu pada program menu 1 (Menu Tampilan) yaitu program submenu tampil rupiah.

Berikut adalah potongan program Mode _1:

```
If Mode_tampilan = 1 Then
Mode_1:
  Buffer_srting1 = Fusing(gradien_ampere , "#.&&&&")
  Ram_single = Adc_ampere
  Buffer_srting2 = Fusing(ram_single , "#.#")
  Cls
  Locate 1 , 1 : Lcd Buffer_srting1 ; " " ; Buffer_srting2
  Buffer_srting1 = Fusing(ampere , "#.####")
  Locate 2 , 1 : Lcd "A: " ; Buffer_srting1
 End If
```

Program diatas adalah untuk mengatur tampilan nilai arus pada LCD. Sedangkan untuk detail program akan dimuat pada bagian lampiran.