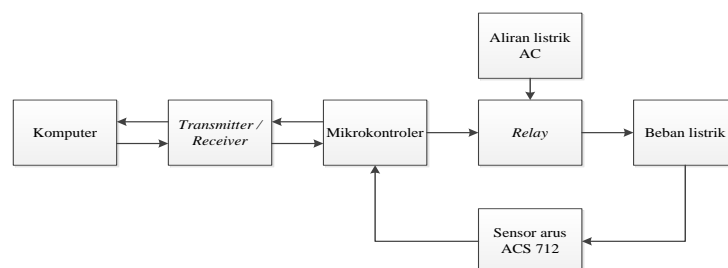


BAB III METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen (uji coba). Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah membuat suatu alat yang dapat menghitung biaya pemakaian listrik yang dilengkapi dengan pendeteksi pencurian listrik. Penelitian eksperimen ini dilakukan pada perancangan sistem, baik pada perancangan perangkat keras (*hardware*) maupun perancangan perangkat lunak (*software*) dari alat ini.

A. Diagram Blok Alat

Alat ini terdiri dari satu buah komputer, minimum sistem *hardware*, *relay*, sensor arus ACS 712 dan sepasang KYL 1020L *wireless module*. Sensor arus ACS 712 berfungsi sebagai pengukur arus yang mengalir pada beban serta pendeteksi pencurian listrik. Komputer berfungsi sebagai pengatur mengalir atau tidaknya aliran listrik pada beban melalui GUI (*Graphic User Interface*). Apabila terjadi pencurian listrik yang telah dideteksi oleh sensor arus, pengguna alat dapat memutuskan aliran listrik pada beban melalui komputer. Komputer mengatur aliran listrik pada beban melalui perintah yang akan diberikan pada mikrokontroler dengan menggunakan komunikasi serial. Komunikasi serial antara komputer dengan mikrokontroler dapat terhubung menggunakan sepasang KYL 1020L *wireless module*. KYL 1020L *wireless module* berfungsi sebagai pengganti kabel *receiver* dan *transmitter*. *Relay* berfungsi sebagai *interface* antara mikrokontroler dengan aliran listrik AC (*Alternating Current*).

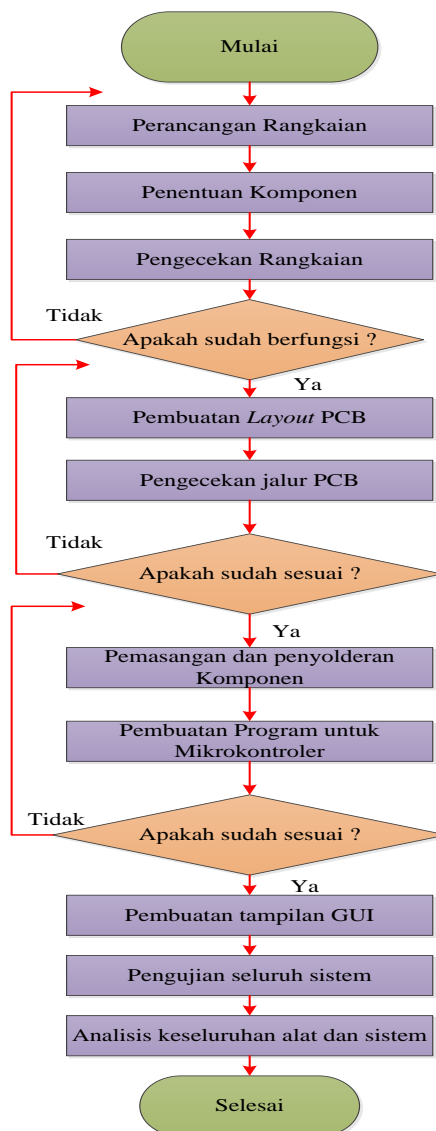


Gambar 3.1 Diagram Blok Alat

B. Diagram Alir (*flowchart*) Perancangan Sistem

Pembuatan alat ini diawali dengan perancangan rangkaian. Perancangan rangkaian yang dimaksud adalah merancang sistem *hardware* dari alat ini. Setelah perancangan selesai, langkah selanjutnya adalah pembelian komponen-komponen yang diperlukan untuk membuat sistem *hardware*. Setelah semua komponen ditentukan, kemudian rangkai komponen – komponen tersebut sesuai dengan rangkaian yang telah dirancang. Apabila rangkaian tersebut telah berjalan baik dan sesuai dengan keinginan, tahap selanjutnya yang harus dikerjakan adalah pembuatan *layout* PCB. *Layout* PCB dibuat menggunakan bantuan *software Orcad 9.2.3*.

Setelah PCB selesai dibuat, dilakukan pengetesan jalur agar tidak terjadinya hubung singkat ataupun tidak terhubungnya antar jalur pada PCB yang seharusnya terhubung. Setelah dipastikan bahwa jalur telah sesuai dengan yang diinginkan, kemudian pasanglah komponen-komponen yang telah dirancang pada PCB. Langkah selanjutnya adalah pembuatan program mikrokontroler dengan menggunakan *software* CVAVR dengan bahasa C sebagai bahasa pemrogramannya. Pengisian program mikro pada mikrokontroler menggunakan *downloader ISP MKII* yang dihubungkan ke PC. Setelah mikrokontroler terisi program dan sesuai dengan yang diinginkan, kemudian proses pembuatan tampilan *interface* PC dilakukan. Pembuatan tampilan ini menggunakan bahasa *Pascal* dengan *software Borland Delphi 7*. Setelah selesai dan terjadi sinkronisasi antara perangkat lunak dengan perangkat keras dari alat ini, maka tahap selanjutnya adalah analisis. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui spesifikasi dan kekurangan dari alat ini.

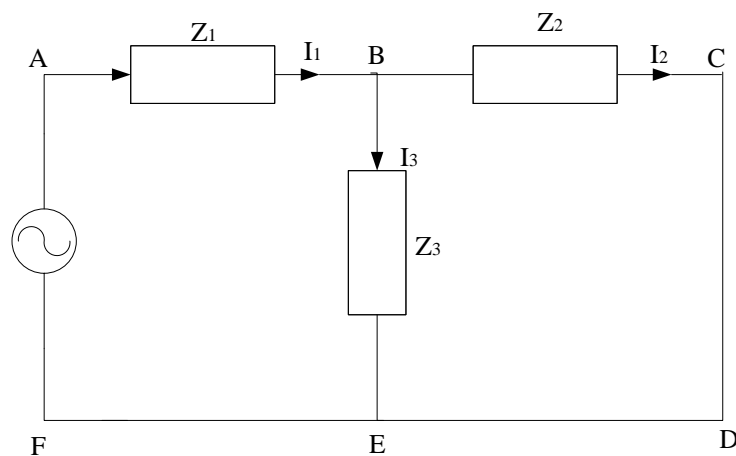


Gambar 3.2 Diagram alir perancangan Alat

C. Deskripsi Kerja

Alat ini bekerja berdasarkan prinsip Hukum 1 Kirchoff dengan cara membandingkan nilai arus yang terukur oleh 3 buah sensor arus. Tiga buah sensor arus digunakan untuk mendeteksi pencurian listrik dan menghitung nilai arus yang mengalir pada beban untuk mendapatkan nilai kWh yang terpakai. Nilai kWh didapatkan dengan cara mengalikan data nilai arus yang diterima oleh mikrokontroler melalui ADC dengan nilai tegangan yang diinisialisasikan pada mikrokontroler. Pada alat ini 3 buah sensor arus disusun secara paralel dan seri dengan ketentuan 2 buah sensor arus dipasang paralel

kemudian keduanya dihubungkan secara seri dengan 1 buah sensor arus (lihat gambar 3.3.2). Data hasil pengukuran nilai arus oleh sensor arus 2 dan 3 akan ditambahkan kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran nilai arus oleh sensor arus 1 oleh mikrokontroler. Perbandingan data hasil pengukuran oleh masing-masing sensor tersebut digunakan sebagai pendeteksi pencurian listrik. Apabila total arus yang terukur oleh sensor arus 2 dan 3 berbeda dengan hasil pengukuran nilai arus oleh sensor arus 1, telah terjadi indikasi pencurian listrik. Prinsip kerja alat ini juga secara matematis dapat dirumuskan ke dalam gambar sebagai berikut :



Gambar 3.3.1 Rangkaian pengganti alat

Berdasarkan Hukum II Kirchoff nilai arus yang berada pada titik B adalah nol. Dikarenakan setiap arus yang mengalir melalui titik B bernilai nol dengan demikian nilai $I_1 + I_2 + I_3$ juga bernilai nol (lihat persamaan 3-1). Arus yang masuk pada sebuah titik bernilai positif sedangkan arus yang keluar dari sebuah titik bernilai negatif. Apabila nilai arus pada I_1 tidak sama dengan penjumlahan I_2 dengan I_3 ataupun hasil pertambahan dari $I_1 + I_2 + I_3$ tidak sama dengan nol maka hal tersebut dapat terindikasi pencurian listrik (lihat persamaan 3-4).

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0 \dots\dots\dots (3-1)$$

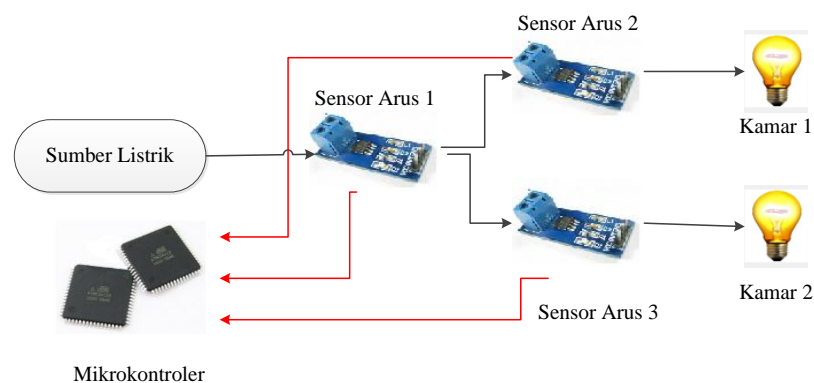
$$I_1 = \frac{V_A - V_B}{Z_1} ; I_2 = \frac{V_B - V_C}{Z_2} ; I_3 = \frac{V_B - V_E}{Z_3} \dots\dots\dots (3-2)$$

$$\frac{V_A - V_B}{Z_1} - \frac{V_B - V_C}{Z_2} - \frac{V_B - V_E}{Z_3} = 0 \dots\dots\dots (3-3)$$

Jika terdapat pencurian listrik maka nilai arus pada I_1 akan bertambah atau berkurang sehingga nilai $I_1 + I_2 + I_3$ bukan sama dengan nol. Hal tersebut dikarenakan pencurian listrik akan menambah jumlah percabangan dan akan merubah penjumlahan nilai arus menjadi $I_1 + I_2 + I_3 + I_{\text{pencurian}} = 0$.

$$\frac{V_A - V_B}{Z_1} + \frac{V_B - V_C}{Z_2} + \frac{V_B - V_E}{Z_3} \neq 0 \dots\dots\dots (3-4)$$

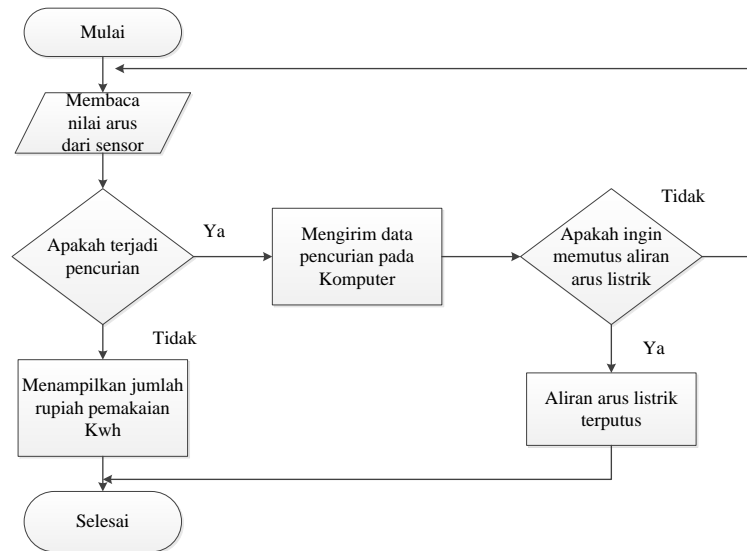
(Sumber : Modul Rangkaian listrik, Tanpa Nama, 2010)



Gambar 3.3.2 Konfigurasi sensor arus pada alat yang dibuat. Garis merah menandakan aliran data ADC sedangkan garis hitam menandakan aliran arus listrik

Setelah terindikasi pencurian listrik, mikrokontroler akan menyalakan *buzzer* sebagai peringatan awal serta mengirimkan data berupa karakter “P” pada PC melalui *wireless*. Setelah data diterima oleh PC, GUI akan menampilkan pemberitahuan pencurian kemudian kita dapat memutus aliran listrik dengan cara mengklik tombol “OFF”. Apabila tombol “OFF” diklik maka PC akan mengirim karakter “O” melalui *wireless* pada mikrokontroler. Setelah menerima karakter “O” maka mikrokontroler akan memerintahkan *relay* untuk membuka/trip sehingga aliran arus listrik pada beban terputus. Apabila ingin mengalirkan kembali arus listrik, pengguna harus mengklik tombol “ON” pada GUI. Ketika tombol “ON” diklik maka PC akan mengirim

karakter “R” pada mikrokontroler. Setelah karakter “R” diterima, mikrokontroler akan mengatur *relay* untuk mengontak kembali.



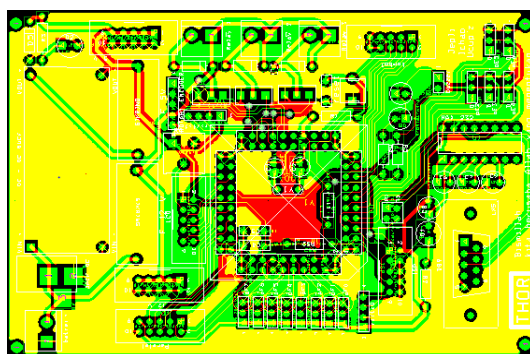
Gambar 3.3.3 Diagram alir deskripsi kerja alat

D. Pembuatan Perangkat Keras (*Hardware*)

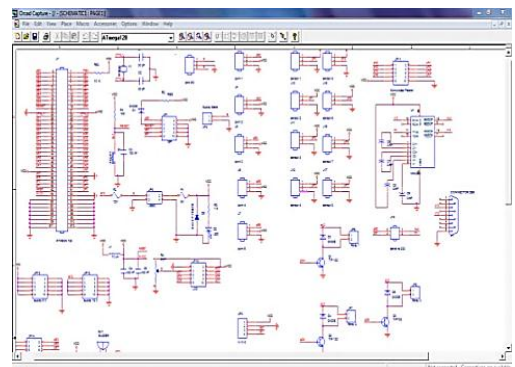
Pembuatan *layout* perangkat keras pada alat ini menggunakan bantuan *software* Orcad 9.2.3. *Hardware* terbagi menjadi *minimum system*, modul *common-ground USART*, serta modul LCD dan tombol.

1. Rangkaian *minimum system*

Rangkaian *minimum system* ini terdiri dari dua rangkaian. Rangkaian-rangkaian tersebut adalah rangkaian mikrokontroler dan rangkaian USART RS-232.



(a)



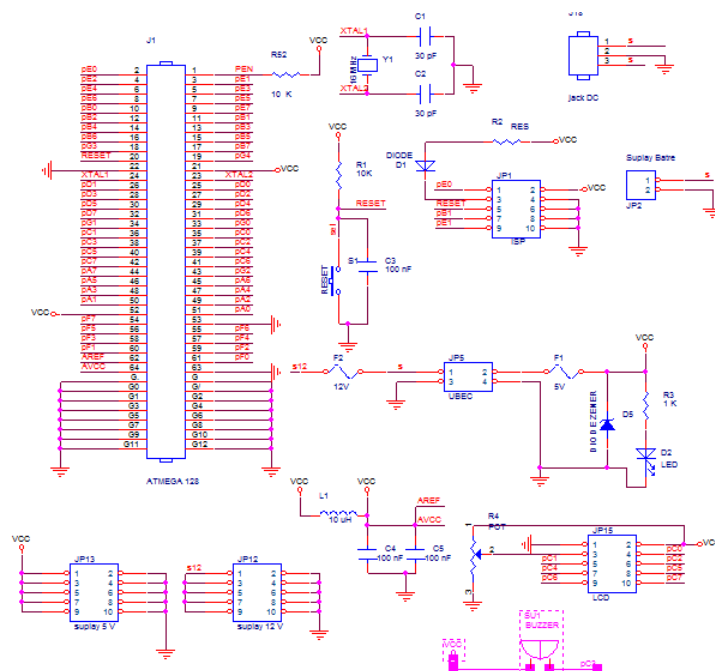
(b)

Gambar 3.4.1 (a) Hasil layout PCB *minimum system* dan (b)

Rangkaian *minimum system* alat

1.1 Rangkaian mikrokontroler

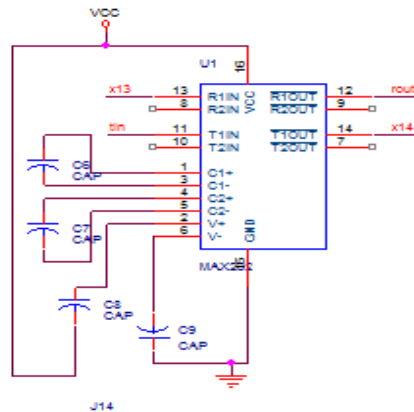
Rangkaian ini menggunakan menggunakan mikrokontroler ATmega 128 yang memiliki 7 Port. Port A digunakan apabila komunikasi paralel dibutuhkan antara alat ini dengan mikrokontroler lain. Port B digunakan sebagai I/O (Input/output) dari mikrokontroler. I/O yang dimaksud adalah tombol (PINB.2 – PINB.6) dan indikator LED (PORTB.0). Port C digunakan untuk LCD sedangkan Port D digunakan untuk komunikasi I²C (PIND.0 dan PIND.1) apabila dibutuhkan serta Buzzer (PORTD.7). Port E digunakan untuk Relay (PORTE.3–PORTE.5). Port F digunakan sebagai PIN ADC yang terhubung ke setiap sensor arus sedangkan Port G tidak digunakan. Pada rangkaian ini terdapat dua jenis suplai tegangan. Pertama adalah suplai 5 V untuk mencatu sensor, mikrokontroler, Buzzer, LED dan sistem komunikasi antarmuka. Kedua adalah suplai 12 V untuk mencatu antarmuka relay.



Gambar 3.4.1.1 Rangkaian mikrokontroler

1.2 Rangkaian USART RS-232

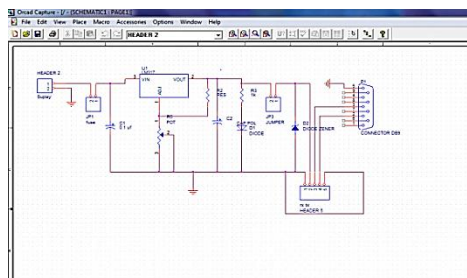
Rangkaian USART RS-232 ini menggunakan IC MAX 232 sebagai antarmuka antara mikrokontroler yang bekerja dengan level tegangan 0-5 volt dengan PC yang memiliki level tegangan -15-15 volt. Rangkaian ini disiapkan untuk mengantisipasi kegagalan komunikasi data serial menggunakan *wireless*.



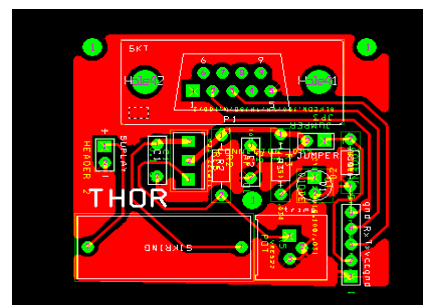
Gambar 3.4.1.2 Rangkaian USART RS-232

2. Rangkaian modul *wireless common-ground USART*

Rangkaian modul *wireless common-ground USART* adalah salah satu cara untuk menyamakan level tegangan antara modul *wireless* dengan komputer (PC). Rangkaian ini digunakan sebagai *interface* data antara *wireless* dengan PC sekaligus digunakan sebagai suplai tegangan agar *wireless* dapat bekerja.



(a)

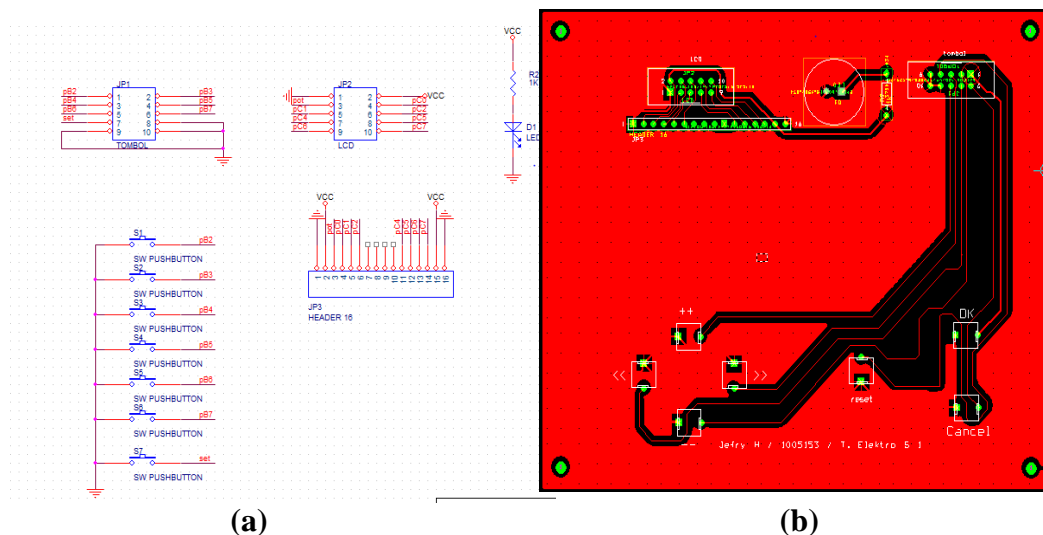


(b)

Gambar 3.4.2 (a) Rangkaian modul *wireless common-ground USART* dan (b) layout PCB rangkaian

3. Rangkaian modul LCD dan tombol

Rangkaian LCD dan tombol ini berfungsi sebagai *interface* antara pengguna dengan alat ini. Tombol digunakan sebagai pemberi perintah pada mikrokontroler untuk memilih menu yang akan digunakan. Menu yang dapat dipilih menggunakan tombol adalah menu untuk mengaktifkan GUI (*Graphic User Interface*) atau pengaktifan manual. Apabila memilih GUI maka secara otomatis mikrokontroler akan terhubung dengan komputer melalui GUI. Apabila memilih pengaktifan manual maka LCD akan menampilkan nilai kWh kamar 1 dan kamar 2 serta mengkalibrasi harga per-kWh. LCD berfungsi untuk menampilkan pilihan menu dan prosedur yang sedang atau akan diproses oleh mikrokontroler.



Gambar 3.4.3 (a) Rangkaian modul LCD dan tombol serta (b) layout PCB rangkaian

E. Pembuatan Perangkat Lunak (*Software*)

Proses pembuatan perangkat lunak ini terdiri dari dua jenis, yaitu pembuatan perangkat lunak untuk memprogram mikrokontroler ATmega 128 dan pembuatan perangkat lunak untuk *interface* PC.

1. Pembuatan Perangkat Lunak Mikrokontroler

Pembuatan perangkat lunak ini bertujuan untuk mengatur cara kerja *port-port* dari mikrokontroler yang telah terhubung dengan

beberapa rangkaian sehingga terjadi sinkronisasi sistem. Pada pembuatan perangkat lunak untuk mikrokontroler digunakan *software* CVAVR dengan menggunakan bahasa C. *Interface* yang digunakan adalah LCD karakter yang diperuntukan memilih menu dan menampilkan nilai kWh serta biaya yang harus dibayarkan. Pada pemrograman tombol digunakan *port* B.2 sampai B.6, dimana pemrogramannya diberi *logic* 0 maka tombol akan memberikan input pada mikrokontroler. Pemrograman tombol digunakan untuk memilih menu yang tampil pada LCD. Port D.2 diaktifkan sebagai *Receiver* (Rx) sedangkan D.3 diaktifkan sebagai *Tranceiver* (Tx) yang digunakan untuk berlangsungnya komunikasi serial mikrokontroler – *wireless module* – PC.

$$\text{Nilai Arus} = K * \sqrt{(\overline{V_{\text{out}} \text{ ADC Sensor}} - 512)^2 * \frac{\text{Nilai Max input ADC Mikrokontroler}}{\text{Prescale}}}$$

$$K = 0,3 \text{ s.d } 0,8$$

(Sumber : Website Arduino Forum, 2013)

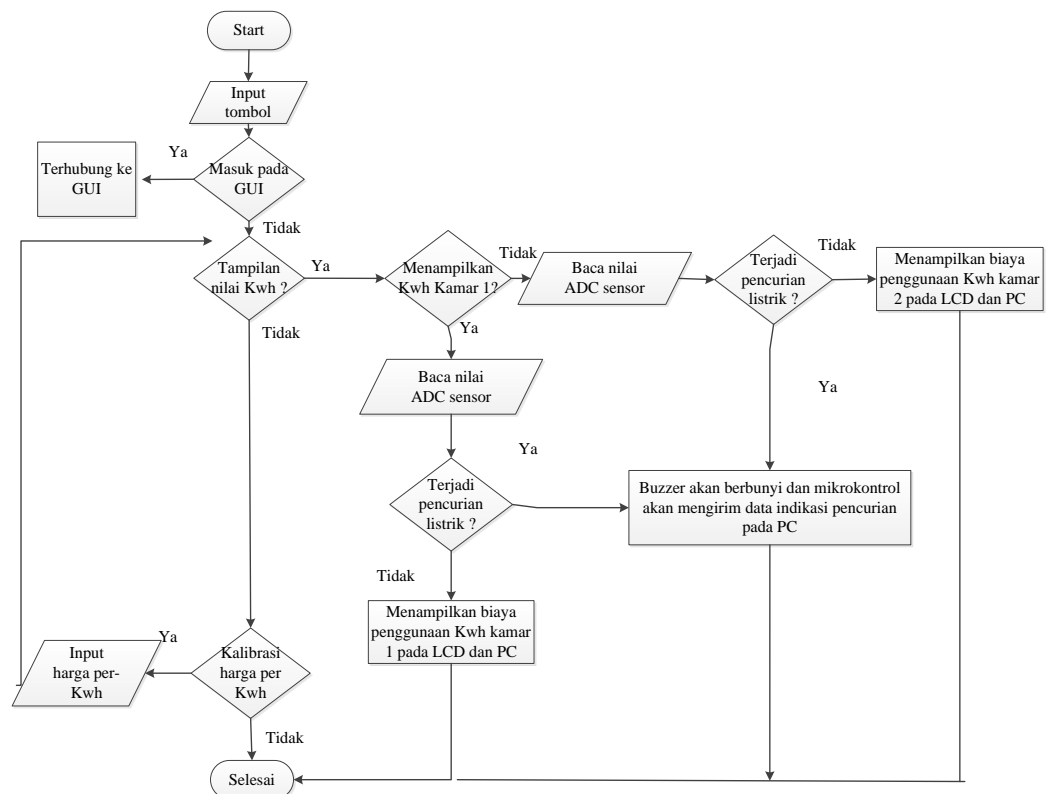
Untuk mendapatkan nilai pengukuran oleh sensor arus ACS 712, diaktifkanlah fitur ADC yang berada pada *port* F. Tiga buah sensor arus dihubungkan pada *port* F.0 sampai F.2. Dengan bantuan rumus daya dan rekayasa matematika, nilai inputan ADC dapat diubah menjadi nilai arus yang mengalir melewati sensor arus menuju beban listrik. Perhitungan nilai arus didahului dengan membaca rata-rata tegangan keluaran dari sensor ACS 712 kemudian disimpan dalam sebuah variabel. Variabel tersebut kemudian dikalikan dengan nilai maksimum dari input ADC yang mampu dibaca oleh mikrokontroler dibagi dengan *prescale*. Sedangkan untuk mendapatkan nilai kWh yang terpakai, implementasikan rumus daya listrik AC 1 fasa ke dalam *listing* program mikrokontroler.

```

120 void sensing_arus(){
121     adc = read_adc(0);
122     for(n = 0 ; n < 30 ; n++){
123         adc = read_adc(0);
124         pencurian_listrik();
125         adc_acs = adc - nilai_0_A_ACS_712 ;
126         // if(adc_acs <= 0){
127         //     adc_acs = 0;
128         // }
129         nilai_sensor_acs = sqrt(nilai_sensor_acs + pow(adc_acs,2));
130         nilai_asli[n+1] = nilai_sensor_acs *(nilai_max_input_adc_ATMEGA/1024);
131         delay_ms(10);
132         tampilan_kwh();
133     }
134 }
135
136 void penjumlahan_sensing_arus(){
137     for(v = 0 ; v<=30 ; v++){
138         sensing_arus();
139         for(o = 0 ; o <= 31 ; o++){
140             pencurian_listrik();
141             nilai_asli[o+1] = nilai_asli[o] + nilai_asli[o+1];
142             tampilan_kwh();
143             delay_ms(10);
144         }
145         pencurian_listrik();
146         x = nilai_asli[30]/30;kwh[v] = kwh[v] + x;nilai_kwh_acs = nilai_kwh_acs +((kwh[v])*220*cos_phi)/(60*1000);bayar1 = nilai_kwh_acs*harga_kwh;

```

Gambar 3.5.1.1 Pemrograman pada mikrokontroler menggunakan CVAVR 2.05.3

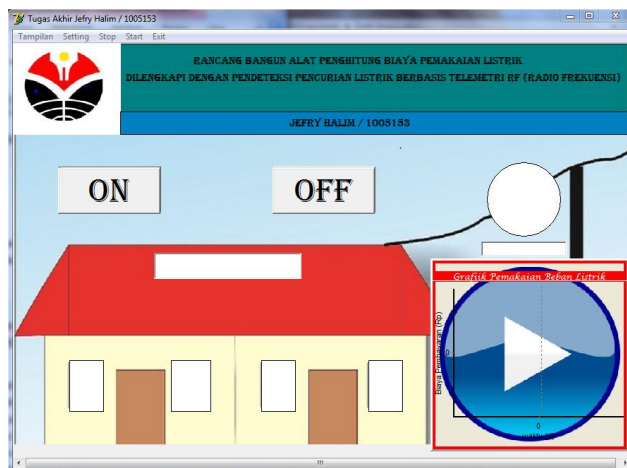


Gambar 3.5.1.2 Diagram alir pemrograman pada mikrokontroler

2. Pembuatan Perangkat Lunak untuk Interface PC

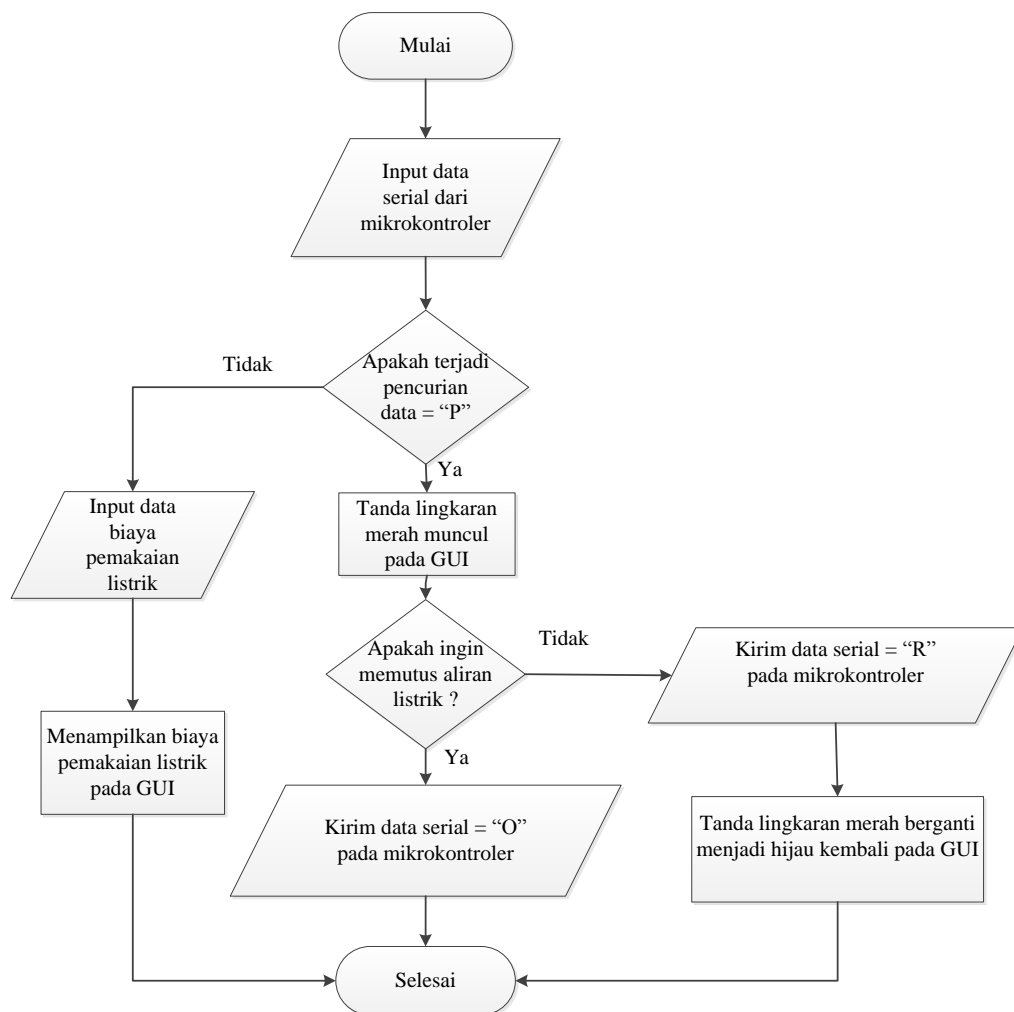
Pembuatan perangkat lunak untuk GUI (*Graphic user interface*) PC ini menggunakan *software Borland Delphi 7* dengan bahasa *Pascal* sebagai bahasa pemrogramannya. Pembuatan perangkat lunak ini bertujuan untuk membuat sebuah *interface* antara PC dengan

mikrokontroler. Mikrokontroler akan mengirimkan data biaya pemakaian listrik pada mikrokontroler. Kiriman data tersebut akan ditampilkan dalam bentuk angka dan grafik pada GUI. Selain menampilkan biaya pemakaian listrik, GUI juga dapat mengontrol aliran arus listrik yang mengalir pada beban.

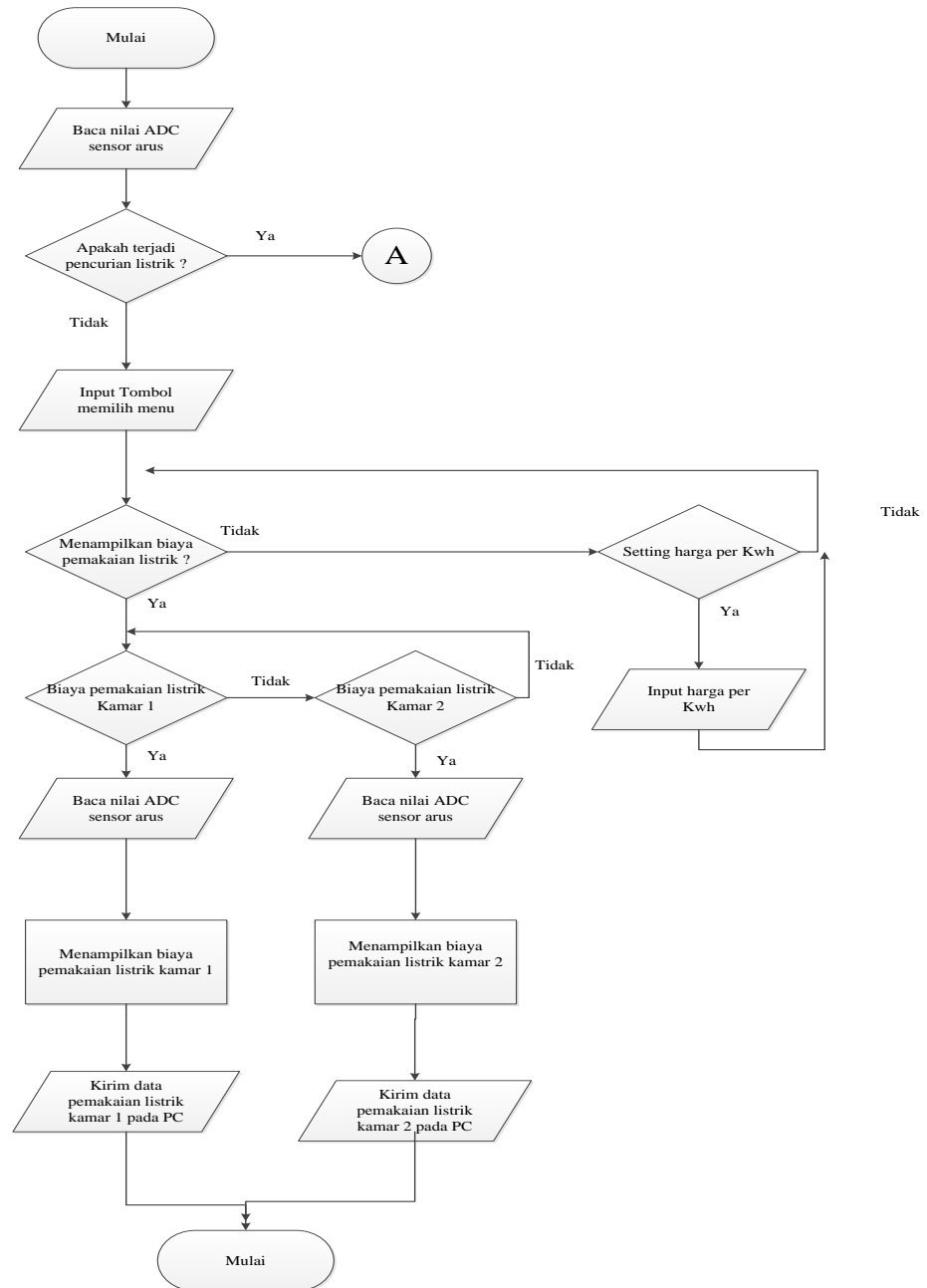


Gambar 3.5.2 Tampilan Graphic User Interface alat

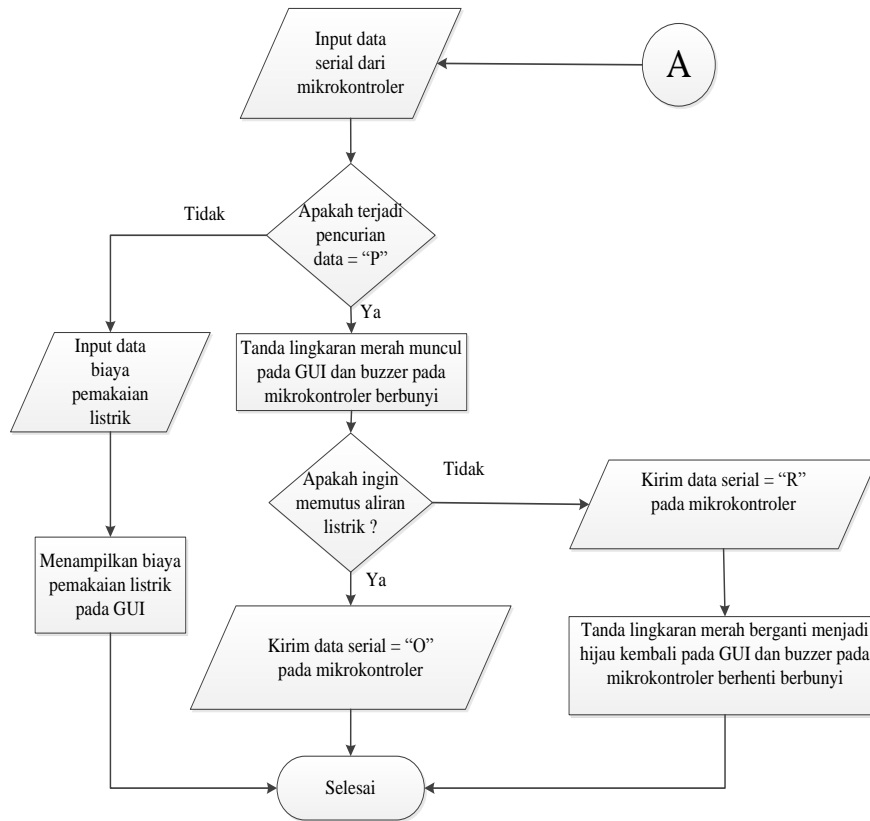
PC akan menerima data pencurian listrik berupa karakter “P” dari mikrokontroler, apabila telah terjadi pencurian listrik. Setelah karakter “P” diterima, kemudian akan tampil tanda berupa lingkaran merah yang semula berwarna hijau pada tampilan GUI. Apabila tanda lingkaran merah muncul pada GUI, pengguna alat dapat memutuskan aliran listrik pada beban dengan cara mengklik tombol “OFF”. Ketika tombol “OFF” pada GUI diklik, PC akan mengirimkan karakter “O” pada mikrokontroler. Apabila pengguna alat ingin mengalirkan kembali arus listrik pada beban, klik tombol “ON” pada GUI dengan demikian secara otomatis PC akan mengirimkan karakter “R” pada mikrokontroler dan tanda lingkaran merah pada GUI akan menjadi hijau kembali. Mikrokontroler akan mengontakan relay apabila menerima karakter “R” dan akan mentriapkan relay apabila menerima karakter “O”. Pada gambar 3.5.2.2 menunjukkan diagram alir pemrograman GUI sedangkan gambar 3.5.2.3 dan gambar 3.5.2.4 menunjukkan diagram alir program secara keseluruhan.



Gambar 3.5.2.2 Diagram alir tampilan GUI (Graphic User Interface)



Gambar 3.5.2.3 Diagram alir program utama bagian pertama



Gambar 3.5.2.4 Diagram alir program utama bagian kedua