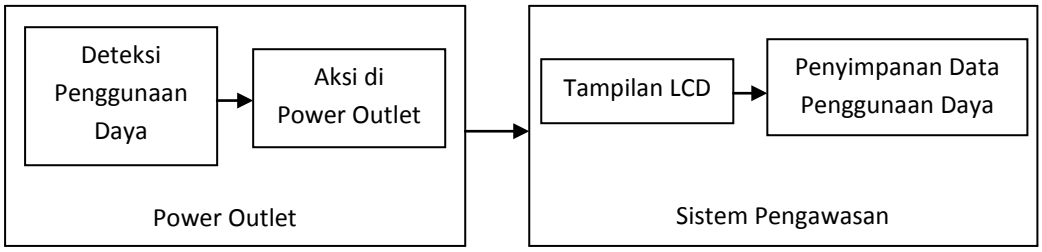
BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM PENGONTROL BEBAN DAYA LISTRIK

3.1 Perancangan Sistem

Perancangan sistem yang dibuat pada tugas akhir ini terlihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Blok Perancangan Sistem

Perancangan sistem ini dimaksudkan untuk membatasi jumlah penggunaan daya listrik dengan memberikan tanda peringatan apabila jumlah penggunaan daya melebihi batas maksimum, dan juga mampu mengawasi penggunaan daya yang digunakan yang dapat dipantau atau dimonitoring melalui tampilan LCD.

Pada gambar blok perancangan sistem diatas, akan dijelaskan bagaimana perancangan sistem dari masing-masing blok tersebut.

3.1.1 *Power Outlet*

Pada blok *power outlet,* perancangan akan dilakukan pada tiga buah titik *power outlet*. Ketiga titik *power outlet* tersebut masing-masing dipasang satu buah *current transformer* yang digunakan sebagai sensor arus, yang akan mendeteksi

arus yang digunakan pada masing-masing titik tersebut. Kemudian, sinyal yang dihasilkan oleh trafo arus *(current transformer)* kemudian diolah menjadi sinyal analog dan kemudian masuk ke multiplekser. Masing-masing sinyal dari ketiga sensor tersebut kemudian diubah menjadi sinyal digital oleh *Analog to Digital Converter (ADC)* yang seterusnya digunakan sebagai data yang dapat diolah oleh mikrokontroler.

Sistem tersebut akan bekerja apabila jumlah daya yang dipakai terdeteksi oleh ketiga trafo arus melebihi *setting point* yang ditentukan oleh mikrokontroler, maka mikrokontroler akan melakukan aksi pada triac untuk mengendalikan *power outlet*. Dan apabila pada ketiga *power outlet* tersebut masih ada titik yang kosong, trafo arus akan tetap mendeteksi dan diproses serta dianalisa oleh mikrokontroler untuk mengakumulasi apakah *power outlet* yang kosong masih bisa ditambah lagi oleh beban atau tidak. Apabila titik yang kosong ditambah beban dan ternyata melebihi batas daya maksimum, maka mikrokontroler akan melakukan aksi pada triac dan lampu akan berkedip-kedip sebagai tanda bahwa penggunaan energi listrik telah melewati batas maksimumnya.

3.1.2 Sistem Pengawasan

Agar suatu sistem dapat diawasi pengontrolan dan penggunaannya, maka sistem harus mampu mengkomunikasikannya kepada si pengguna berupa informasi penyimpanan data yang sewaktu-waktu dapat dibaca atau ditampilkan, dan dapat pula diinformasikan dalam bentuk komunikasi jarak jauh yaitu melalui media handphone maupun internet. Informasi tersebut diharapkan dapat memudahkan si pengguna untuk memantau fungsi dari sistem tersebut.

Pada tugas akhir ini, sistem penampil informasi digunakan sebuah *display* LCD. Dimana fungsi dari *display* ini yaitu untuk menampilkan jam, menit, detik, hari dalam minggu, tanggal, bulan, dan tahun. Selain itu juga mampu untuk menampilkan berapa besar penggunaan daya listrik yang telah terpakai di masing-masing *power outlet,* maupun penggunaan listrik perhari dan perbulannya. Sistem pengawasan ini diharapkan mampu untuk membantu si pengguna untuk mengamati dan menganalisa besar penggunaan daya listriknya yang telah digunakan, sehingga dapat menjadi suatu acuan atau perbandingan berapa besar jumlah biaya yang akan dikeluarkan ketika akan melakukan pembayaran tarif daya listrik.

3.2 Pembuatan Sistem

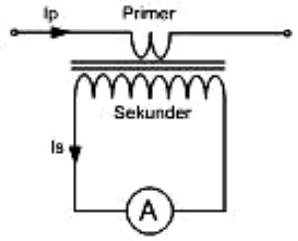
Pembuatan *Sistem Pengontrol Beban Daya Listrik* meliputi beberapa tahapan, diantaranya pembuatan perangkat keras *(hardware)* dan pembuatan perangkat lunak *(software).* Dalam pembuatan perangkat keras, yaitu meliputi pemilihan komponen-komponen dan perangkat-perangkat pendukung lainnya, serta pembuatan rangkaiannya. Untuk perangkat lunaknya yaitu dengan melakukan pemrograman sistem menggunakan *software*. Agar sistem dapat bekerja sesuai fungsinya maka diperlukan suatu pemrograman untuk menjalankannya, dalam hal ini pemrograman yang digunakan adalah dengan menggunakan bahasa *assembly.*

3.2.1 Trafo Arus *(Current Transformer)*

Current transformer (CT) atau trafo arus adalah peralatan pada sistem tenaga listrik yang berupa trafo yang digunakan untuk pengukuran arus yang besarnya

hingga ratusan ampere dan arus yang mengalir pada jaringan tegangan tinggi. Di samping untuk pengukuran arus, trafo arus juga digunakan untuk pengukuran daya dan energi, pengukuran jarak jauh, dan relay proteksi. Kumparan primer trafo dihubungkan seri dengan rangkaian atau jaringan yang akan diukur arusnya sedangkan kumparan sekunder dihubungkan dengan meter atau dengan relay proteksi. CT bekerja dengan melakukan perbandingan antara arus yang dilewatkan oleh sisi primer dengan arus yang dilewatkan oleh sisi sekunder.

Pada umumnya peralatan ukur dan relay membutuhkan arus 1 atau 5 A. Trafo arus bekerja sebagai trafo yang terhubung singkat, kawasan trafo arus yang digunakan untuk pengukuran biasanya 0,05 s/d 1,2 kali arus yang akan diukur. Sedangkan trafo arus untuk proteksi harus mampu bekerja lebih dari 10 kali arus pengenalnya.

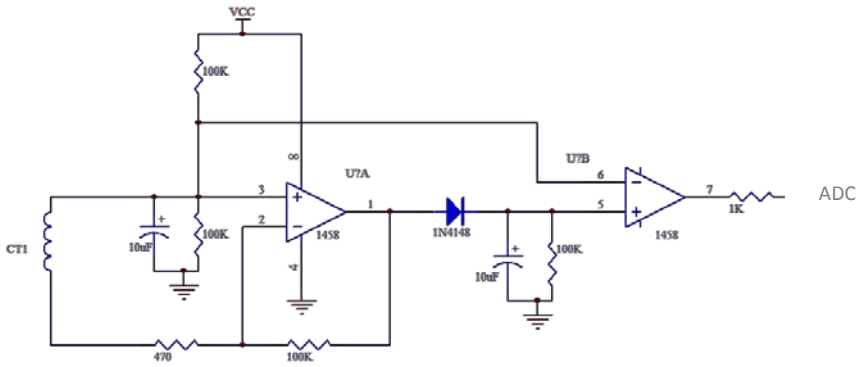


Gambar 3.2 *Current Transformer (CT)*

Dalam penggunaannya trafo arus *(current transformer)* dihubungkan seri dengan konduktor pembawa arus AC, sama halnya dengan alat pengukur arus lainnya (amperemeter). Namun untuk digunakan dalam suatu aplikasi, sinyal yang didapat dari sensor tidak dapat langsung digunakan. Karenanya diperlukan rangkaian tambahan yang disebut dengan rangkaian pengkondisi sinyal.

3.2.2 Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Rangkaian pengkondisi sinyal digunakan untuk mengolah sinyal dan melakukan penguatan, karena pada umumnya keluaran dari sensor masih dalam jangka *orde* milivolt. Penguatan dilakukan dengan menggunakan *op-amp* LM1458, dimana *op-amp* ini merupakan *dual operational amplifiers* yang memiliki proteksi hubungan singkat dan tidak memerlukan komponen lain untuk kompensasi frekuensi. Jangkauan tegangan yang tinggi dan tidak adanya palang pintu atas *(latch up)* membuat LM1458 ideal untuk penggunaan sebagai pengikut tegangan. Sehingga keluaran dari pengkondisi sinyal ini dapat digunakan untuk daerah masukan ADC yang memiliki tegangan referensi sebesar 5 volt.

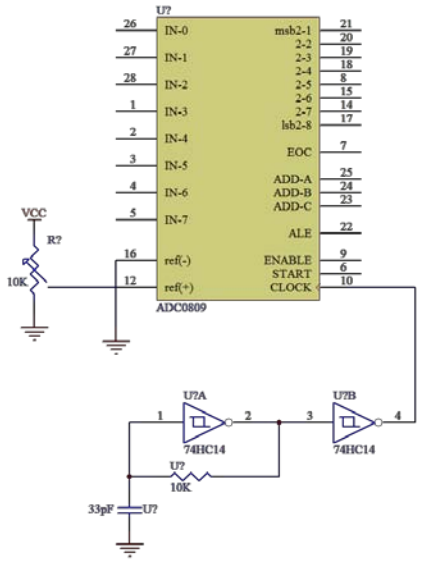


Gambar 3.3 Rangkaian Pengkondisi Sinyal

3.2.3 Rangkaian *Analog to Digital Converter (ADC)*

ADC0809 merupakan produk komponen pengubah data analog ke digital dengan komposisi paling lengkap, hal ini karena pada ADC0809 juga dilengkapi dengan 8 chanel multiplekser selain dari 8 bit data digital peubah analog yang kompatibel terhadap port pada mikrokontroler. Dengan adanya 8 chanel multiplekser ini maka input ADC0809 bisa membaca 8 data analog masukannya yang akan dibaca

secara bergantian berdasar alamat chanel yang dipanggil oleh multiplekser. Aplikasi ADC jenis ini memang sangat tepat pada sistem mikrokontroler hal ini karena sistem kerja setiap data proses konversi ADC0809 harus digerakkan melalui pulsa-pulsa digital yang akan lebih mudah jika dikontrol melalui mikrokontroler.

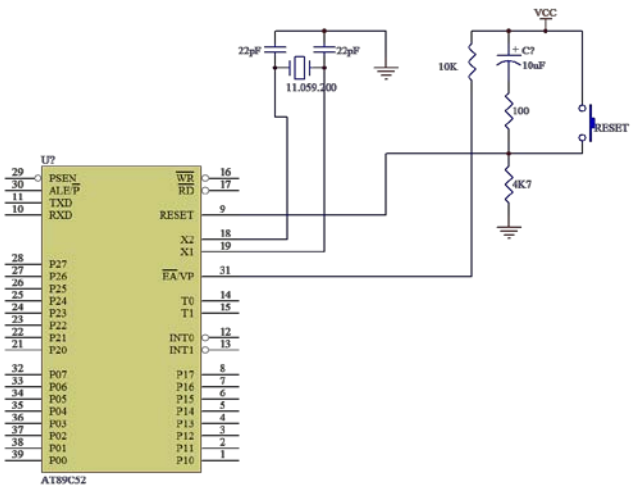


Gambar 3.4 Rangkaian ADC0809

Pada gambar diatas menunjukkan sistem kerja yang saling melengkapi dari ADC0809 terhadap fungsi-fungsi port pada mikrokontroler. Sejumlah data analog dari rangkaian pengkondisi sinyal yang akan dibaca terhubung pada pin IN-0 hingga pin IN-7 tepatnya pin IN-0, IN-1 dan IN-2 dengan metode pembacaan berdasar logika data pada ADD-A, ADD-B dan ADD-C. Sedangkan pin-pin 2-1 sampai 2-7 dihubungkan dengan port 0 pada mikrokontroler yang merupakan saluran data *(data bus)* dan juga terhubung ke display LCD.

3.2.4 Rangkaian Pengontrol (Mikrokontroler)

Pada perancangan tugas akhir ini digunakan mikrokontroler AT89C52, dimana mikrokontroler ini dipilih karena memiliki kapasitas memori program dua kali lebih besar yaitu 8 kilobyte *flash* PEROM daripada AT89C51 yang hanya memiliki 4 kilobyte saja. Pada penggunaannya, port yang digunakan AT89C52 untuk menerima masukan digital dari ADC adalah port 0 yang merupakan sebagai saluran data *(data bus)*. Sedangkan port yang digunakan untuk menerima masukan analog dari *current transformer* adalah port 2, tepatnya P2.5, P2.6, dan P2.7, selain itu juga port 2 digunakan untuk melakukan aksi pada rangkaian triac yaitu untuk memutus atau menghubungkan *power outlet* tepatnya pada masing-masing P2.1, P2.2, dan P2.3 yang merupakan saluran alamat *(address bus)*. Adapun untuk port 1 yang juga merupakan saluran alamat *(address bus)* digunakan untuk melakukan komunikasi dengan *keypad* yang berfungsi sebagai inputannya. Sedangkan port 3 yakni P3.0 dan P3.1 digunakan sebagai saluran *input/output* data pada *display* LCD.



Gambar 3.5 Rangkaian Mikrokontroler AT89C52

3.2.5 Rangkaian *Driver* dan *Actuator* (Triac dan Opto-triac)

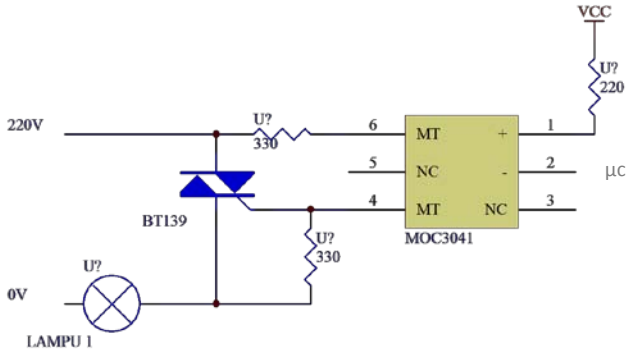
Triac digunakan sebagai saklar untuk memutus atau menghubungkan arus pada *power outlet*. Triac ini bekerja ketika daya listrik yang digunakan melewati batas maksimum *(setting point),* dan hanya akan aktif ketika polaritas pada anoda lebih positif dibandingkan katodanya dan *gate*-nya diberi polaritas positif, begitu juga sebaliknya. Setelah terkonduksi, sebuah triac akan tetap bekerja selama arus yang mengalir pada triac (IT) lebih besar dari arus penahan (IH) walaupun arus *gate* dihilangkan. Satu-satunya cara untuk membuka (meng-*off*-kan) triac adalah dengan mengurangi arus IT di bawah arus IH.

Namun, sinyal yang dihasilkan oleh mikrokontroler tidak dapat langsung diumpankan ke *actuator* (triac) karena *input* digital mikrokontroler tidak dapat memicu *gate* pada triac. Karenanya diperlukan *driver* yang mampu menghubungkan mikrokontroler dengan triac. *Driver* triac yang digunakan dalam perancangan sistem ini yaitu opto-triac MOC3041.

MOC3041 merupakan *driver* triac yang bersifat *optoisolator*, elemen-elemen penyusunnya memiliki fungsi seperti triac. MOC3041 didesain khusus untuk menghubungkan kontrol elektronik dengan *power* triac untuk mengontrol beban resistif dan beban induktif yang beroperasi pada tegangan AC 115-220V.

Opto-triac sendiri memiliki prinsip kerja yaitu memanfaatkan masukan dengan arus yang kecil untuk menghidupkan LED di dalam kemasan IC tersebut yang akan menyulut triac yang berfungsi sebagai saklar elektronik yang dapat

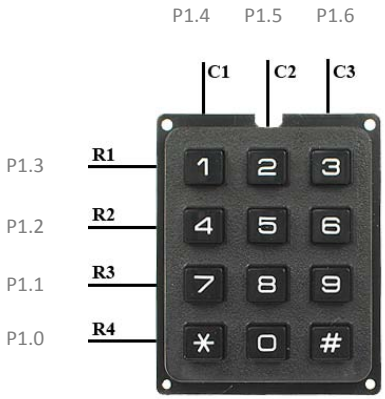
melewatkan arus bolak balik, keluaran opto-triac inilah yang akan berhubungan langsung dengan sumber tegangan AC pada beban yang akan dikendalikan.



Gambar 3.6 Rangkaian Triac dan Opto-triac

3.2.6 Rangkaian *Keypad*

Keypad 3x4 merupakan suatu modul *keypad* berukuran 3 kolom x 4 baris. Modul ini dapat difungsikan sebagai *input* dalam aplikasi seperti pengaman digital, datalogger, absensi, pengendali kecepatan motor, robotik, dan sebagainya.



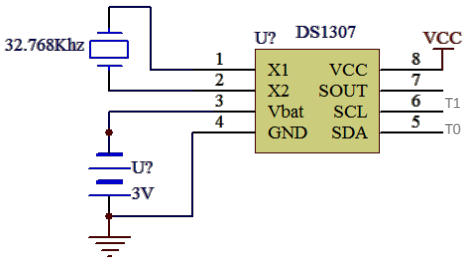
Gambar 3.7 Rangkaian *Keypad* 3x4

Keypad 3x4 memiliki 12 tombol dengan 7 buah pin pengontrol. 4 buah baris sebagai *input scanning* dan 3 kolom sebagai *output scanning*.

Cara kerja dari *keypad* ini adalah dengan mengecek tombol yang ditekan dan menterjemahkannya kedalam angka, dimana pin-pin kolom *keypad* diberi logika 0 *(low)* secara bergantian. Saat pin kolom diberi logika 0, setiap pin baris pada kolom tersebut diperiksa. Apabila terdapat nilai logika 0 pada salah satu barisnya, maka angka yang ditekan tersebut akan dikirimkan ke mikrokontroler dan nilainya akan ditampilkan pada peraga LCD.

3.2.7 Rangkaian *Real-Time Clock (RTC)*

RTC digunakan untuk melakukan perhitungan waktu untuk ditampilkan pada LCD. Dalam hubungannya, pin SCL digunakan untuk sinkronisasi perubahan data yang dihubungkan dengan port P3.4 (T0) pada mikrokontroler, pin SDA digunakan sebagai input/outputnya yang dihubungkan dengan P3.5 (T1) pada mikrokontroler, pin X1 dan X2 dihubungkan dengan kristal 32.768 KHz.

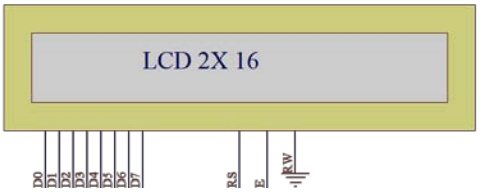


Gambar 3.8 Rangkaian RTC

DS1307 adalah IC serial *Real Time Clock (RTC)* dimana alamat dan data ditransmisikan secara serial melalui sebuah jalur data dua arah I2C. Karena menggunakan jalur data I2C maka hanya memerlukan dua buah pin saja untuk komunikasi, yaitu pin untuk data (SDA) dan pin untuk sinyal clock (SCL).

3.2.8 Rangkaian *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD adalah sebuah modul terintegrasi yang tersusun dari bahan *liquid crystal dependent* dan beberapa bahan lain yang terintegrasi menjadi satu modul. Bahkan pada modul ini juga terdapat internal chip mikrokontroler sebagai salah satu piranti kerjanya. Modul LCD bisa menampilkan beberapa perintah berdasarkan karakter yang diinginkan melalui metode pemrograman dari sebuah mikrokontroler.



Gambar 3.9 Rangkaian LCD

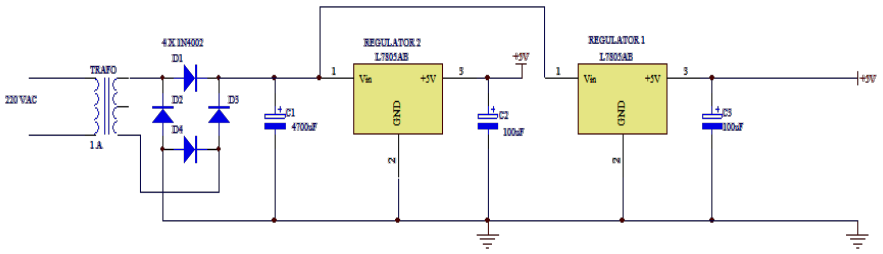
Peraga LCD yang digunakan adalah tipe matrik 2x16 yang dapat menampilkan 16 karakter sebanyak 2 baris. Peraga ini digunakan untuk menampilkan berapa besar penggunaan daya listrik yang sedang aktif, baik penggunaan jumlah daya perharinya maupun akumulasi perbulannya. Selain itu juga peraga ini dapat digunakan untuk mengakses menu dalam konfigurasi sistem. Peraga LCD ini terhubung ke mikrokontroler melalui jalur data yang lebarnya 8 bit (delapan buah pin) serta tiga buah pin untuk kontrol.

Pada aplikasi ini penyambungan LCD dengan mikrokontroler adalah menghubungkan terminal D0 ke P0.0, D1 ke P0.1 dan berturut-turut hingga terminal D7 dengan P0.7. Kemudian terminal RS dihubungkan dengan P3.0

(RXD) dan terminal E dengan P3.1 (TXD), sedangkan terminal RW langsung disambungkan ke GND.

3.2.9 Rangkaian Catu Daya

Rangkaian sistem banyak menggunakan IC yang membutuhkan supply tegangan (V_{CC}), karenanya diperlukanlah suatu rangkaian catu daya. Rangkaian catu daya yang didesain adalah rangkaian dengan tegangan keluaran sebesar ±5 volt. Rangkaian catu daya terdiri dari komponen *bridge* (4 buah dioda) yang berfungsi sebagai penyearah tegangan AC, LM7805 yang berfungsi sebagai *regulator* tegangan dengan tegangan *output* sebesar +5 volt, dan beberapa kapasitor. Adapun untuk rangkaian catu daya dapat ditunjukkan pada Gambar 3.10.



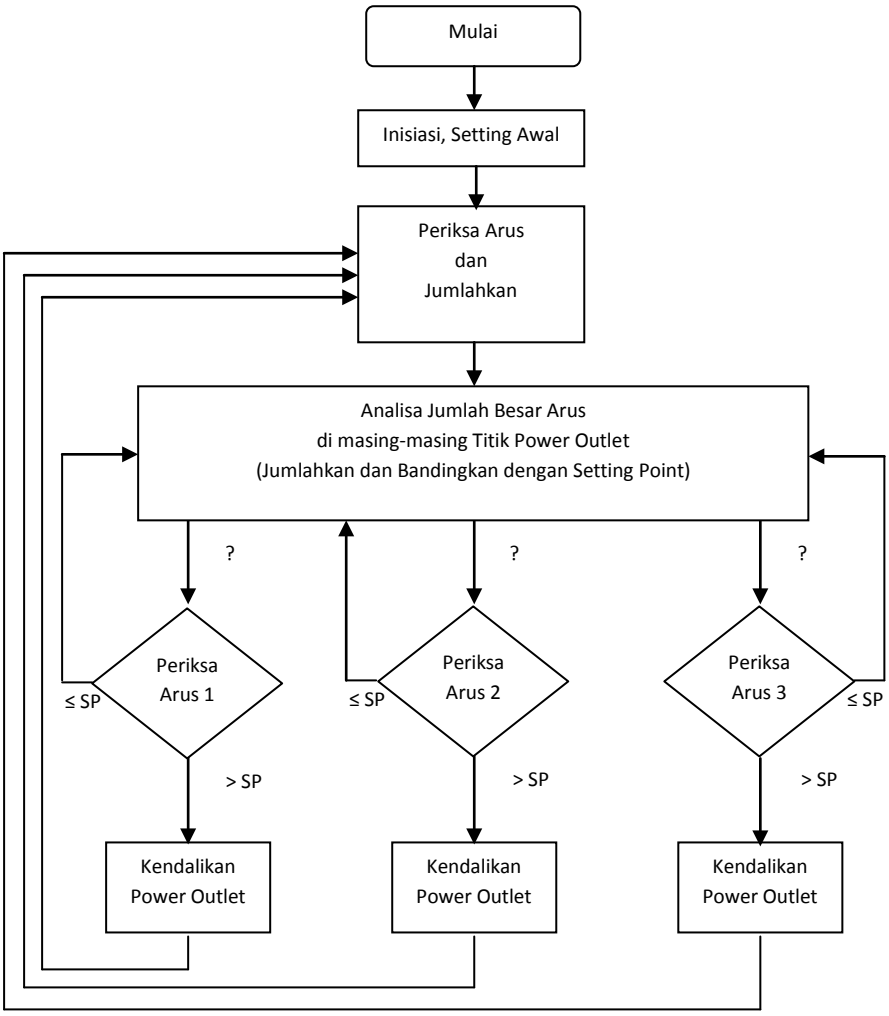
Gambar 3.10 Rangkaian Catu Daya

3.3 Flowchart Sistem

Langkah-langkah atau urutan kinerja dari fungsi *Sistem Pengontrol Beban Daya Listrik* ini dapat dilihat pada flowchart di Gambar 3.11.

Pada saat di mulai, sistem akan menginisiasi *setting*-an awal pada mikrokontroler. Kemudian mikrokontroler akan memeriksa berapa besar penggunaan arus yang dideteksi oleh *input* ADC melalui ketiga sensor arus. Setelah arus yang digunakan

diketahui berapa jumlahnya, maka mikrokontroler akan membandingkannya dengan *setting point*. Dari perbandingan itu akan dianalisa berapa besar arus dari masing-masing ketiga titik *power outlet* tersebut. Perbandingan dilakukan untuk mengetahui apakah jumlah arus yang digunakan berlebih atau tidak. Apabila dari jumlah ketiga *power outlet* kurang atau sama dengan *setting point*, maka semua lampu akan tetap menyala. Dan apabila jumlahnya melebihi *setting point*, maka mikrokontroler akan memberikan instruksi kepada triac untuk melakukan aksi nyala-mati *(on-off).*



Gambar 3.11 Flowchart Sistem