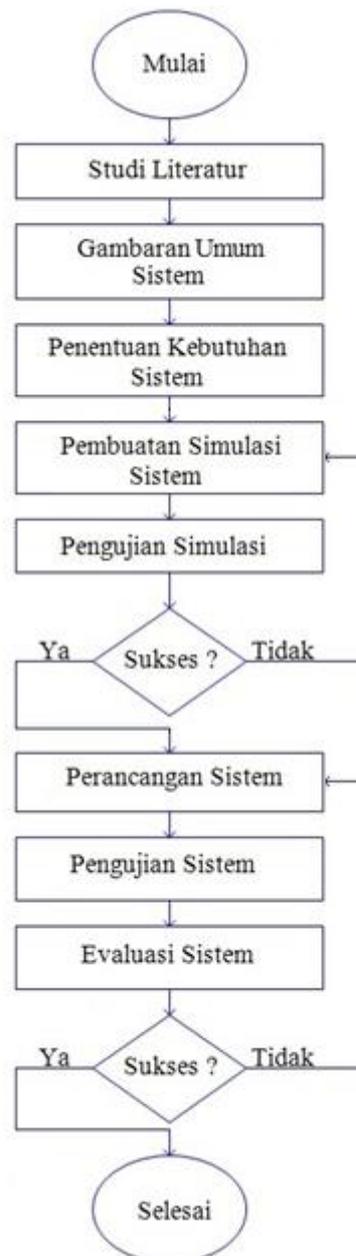


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Prosedur Penelitian

Prosedur perancangan yang akan dilakukan digambarkan pada diagram alir berikut ini:



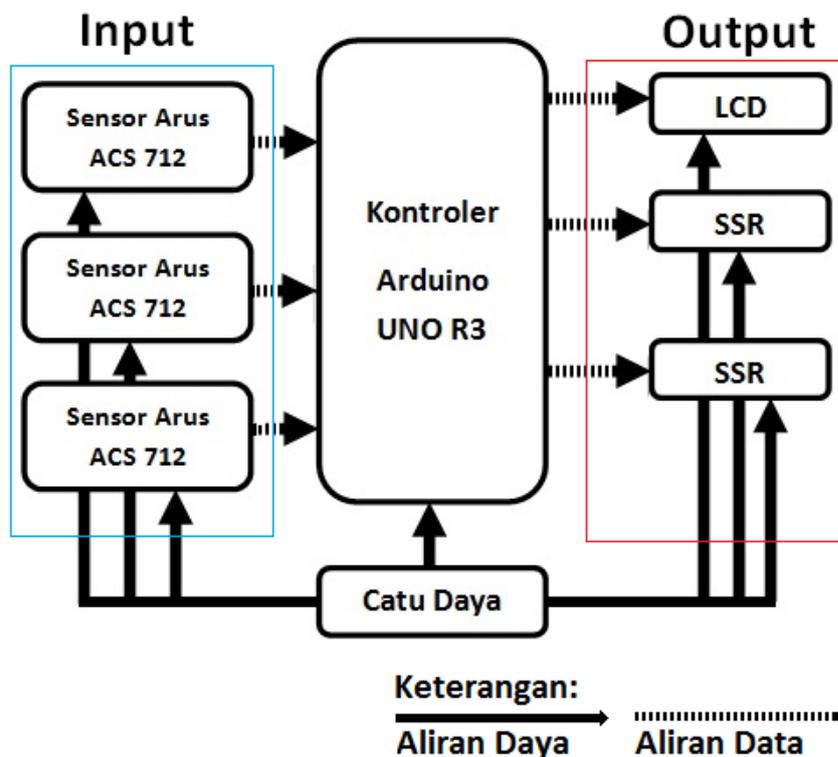
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.1.1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk menambah wawasan tentang sistem yang akan dibuat. Studi dilakukan dengan cara mempelajari tentang teori-teori terkait dengan sistem yang akan dibuat, membandingkan sistem yang akan dibuat dengan sistem terdahulu yang sudah ada, mempelajari tentang sistem-sistem sejenis dan mempelajari tentang bahan-bahan dan spesifikasi yang akan digunakan. Studi literatur dilakukan dengan membaca teori dan mempraktekkannya secara langsung. Teori diambil dari buku, internet dan pengalaman rekan-rekan yang sudah berpengalaman.

3.1.2. Gambaran Umum Sistem

Berikut adalah gambaran umum dari sistem yang akan dibuat:



Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem

Gambar diatas adalah bagan dari sistem yang akan dibuat. Sistem menggunakan tiga *input* dan dihasilkan tiga *output*. Tiga buah sensor arus ACS

712 digunakan sebagai *input* dan sensor pembacaan arus dari nilai arus listrik AC yang akan diukur. Ketiga sensor membaca arus dari tiga rangkaian listrik yang berbeda dengan prioritas yang berbeda juga. Dalam hal ini ketiga sensor dinamai dengan nama sensor arus 0 (prioritas pertama), sensor arus 2 (prioritas ketiga) dan sensor arus 3 (prioritas kedua). Kemudian Arduino Uno R3 sebagai kontroler untuk memproses data sesuai dengan ketentuan program yang dibuat dengan catu daya sebagai sumber *power* dari mikrokontroler. Kemudian *output* dari sistem adalah data dari nilai sensor akan ditampilkan pada LCD dan kendali pada *Solid State Relay* (SSR). Dalam hal ini SSR dinamai dengan nama SSR9 dan SSR12. SSR9 dihubungkan dengan rangkaian sensor arus 2. Dan SSR12 dihubungkan dengan rangkaian sensor arus 3. Pengendalian dilakukan berdasarkan nilai arus yang dibaca oleh sensor. Jika nilai total arus yang digunakan tidak melebihi 2 Ampere maka kedua sensor akan menghubungkan rangkaiannya dan mengalirkan arus. Jika penggunaan arus melebihi 2 Ampere maka kontroler akan memberikan sinyal kepada SSR9 untuk memutuskan rangkaian listrik sehingga rangkaian tersebut tidak akan mengalirkan arus, dalam hal ini sensor arus 2 tidak akan mendeteksi arus dan arus total tidak mencapai 2 Ampere. Kemudian jika penggunaan arus melebihi 2 Ampere dan sensor arus 0 (prioritas pertama) menggunakan arus lebih dari 1.65 Ampere, maka sistem akan memberikan sinyal kepada SSR9 dan SSR12 untuk memutuskan rangkaian listriknya masing-masing. Sehingga rangkaian sensor arus 2 dan sensor arus 3 akan terputus dan penggunaan arus terfokus pada rangkaian pertama yaitu yang terhubung pada sensor arus 0.

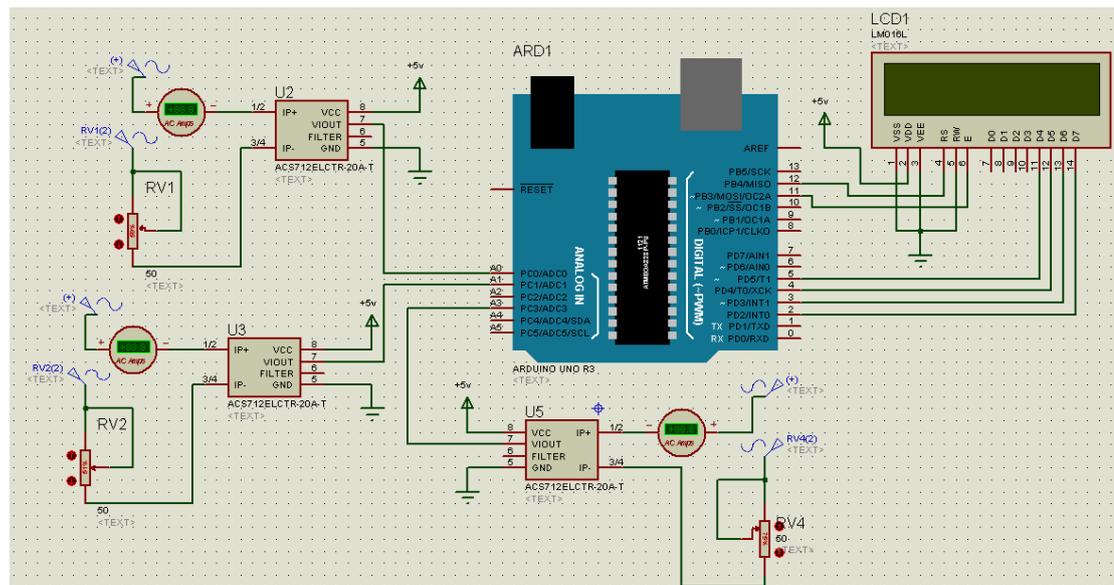
3.1.3. Penentuan Kebutuhan Sistem

Penentuan kebutuhan sistem dilakukan dengan cara membuat daftar alat dan bahan beserta spesifikasinya dari sistem yang akan dibuat.

3.1.4. Pembuatan Simulasi Sistem

Pembuatan simulasi sistem dilakukan terlebih dahulu agar mendapatkan gambaran terlebih dahulu tentang sistem yang akan dibuat, dan jika terjadi kesalahan tidak menyebabkan kerusakan secara langsung pada komponen.

Pembuatan simulasi dilakukan dengan menggunakan *software* Proteus ISIS Profesional seri 7.10 SP0, sedangkan proses pembuatan kode program menggunakan *software* Arduino seri 1.8.5. Pertama dilakukan penempatan komponen-komponen seperti Arduino UNO R3, sensor arus ACS712 20A, dan LCD pada program simulasi Proteus ISIS, Kemudian komponen-komponen dihubungkan satu sama lain dengan kabel penghubung. Setelah semua komponen terhubung kemudian dilakukan pemrograman dengan *software* Arduino. Kemudian kode program diinputkan ke dalam program simulasi dan dilakukan pengujian simulasi. Jika nilai arus yang diukur sama dengan nilai arus yang tertampil di LCD, berarti proses simulasi berhasil. Jika nilai hasil yang ditampilkan pada LCD berbeda atau nilai tidak tampil, maka proses simulasi belum berhasil. Berikut adalah gambar rangkaian simulasinya:



Gambar 3.3 Skematik Sistem

3.1.5. Perancangan Sistem yang Sebenarnya

Setelah simulasi sistem bekerja, maka simulasi tersebut diterapkan ke sistem yang sebenarnya. Proses pembuatan sistem dimulai dengan merangkai komponen-komponen yang dihubungkan ke dalam mikrokontroler Arduino UNO R3 menggunakan kabel *jumper* 20cm. Dipastikan tidak ada komponen yang tidak

terhubung. Rangkaian sistem mengikuti rangkaian yang telah dibuat di simulasi. Setelah semua komponen terpasang, kemudian kode program yang telah digunakan pada simulasi diunggah ke mikrokontroler Arduino UNO R3 dengan menggunakan *software* Arduino IDE.

3.1.6. Pengujian Sistem

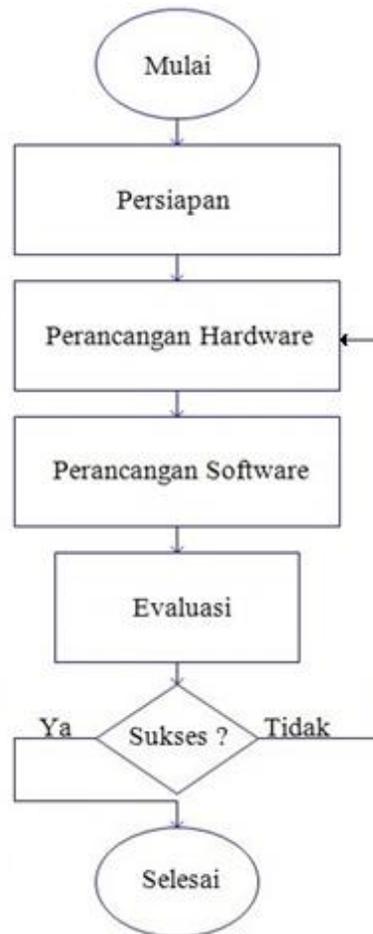
Setelah sistem *real* sudah siap untuk digunakan, dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan beban-beban listrik rumah tangga ke dalam sistem ini. Pengujian meliputi pembacaan sensor arus apakah sesuai dengan arus sebenarnya atau tidak. Hasil nilai arus yang didapat dibandingkan dengan nilai arus yang sebenarnya dengan pengukuran arus menggunakan multimeter. Kemudian pengujian kendali dilakukan dengan mengamati apakah proses kendali sudah berjalan seperti yang diharapkan atau tidak. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem ini sudah berjalan dengan baik atau belum.

3.1.7. Evaluasi Sistem

Evaluasi sistem dilakukan untuk memperbaiki sistem jika dalam proses pengujian masih terdapat kesalahan-kesalahan seperti kegagalan dalam pembacaan sensor, sensor mendeteksi nilai yang tidak sesuai, proses kendali yang salah dan lain-lain. Kemudian dilakukan penyempurnaan dan *finishing* terhadap sistem yang telah dibuat. Tahap *finishing* meliputi pembuatan *casing* untuk sistem, proses penataan kabel-kabel agar sistem terlihat rapi, penyempurnaan solderan, dan lain-lain.

3.2. Pembuatan Alat

Berikut adalah gambaran umum dalam proses pembuatan alat pemantauan dan pengendalian arus listrik dalam bentuk diagram alir:



Gambar 3.4 Diagram Alir Perancangan Sistem

3.2.1. Persiapan

Setelah proses simulasi alat pada *software* Proteus berhasil, maka simulasi tersebut diterapkan pada rangkaian yang *real*. Tahap pertama dalam proses pembuatan alat pemantauan dan pengendalian arus listrik adalah tahap persiapan. Tahap persiapan meliputi persiapan alat dan bahan dari alat yang akan dibuat.

A. Alat yang Digunakan

Dalam sistem pemantauan dan pengendalian arus listrik ini dibutuhkan beberapa alat untuk membantu proses pembuatannya. Berikut adalah detail alat yang digunakan beserta dengan jumlahnya:

Tabel 3.1. Daftar Kebutuhan Alat

No	Nama Alat	Jumlah
1	Multimeter Cellkit 9205D	1 Buah
2	Tang	1 Buah
3	Obeng (-)	1 Buah
4	Obeng (+)	1 Buah
5	Gunting	1 Buah
6	Solder	1 Buah
7	Atraktor	1 Buah
8	Korek Api	1 Buah
9	Bor PCB	1 Buah

B. Bahan yang Digunakan

Dalam sistem pemantauan dan pengendalian arus listrik dibutuhkan bahan dalam proses pembuatannya. Berikut adalah detail bahan yang digunakan beserta jumlahnya:

Tabel 3.2 Daftar Kebutuhan Bahan

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1	<i>Board</i> Arduino	Uno R3	1 Buah
2	Kabel Arduino (Mini USB)	-	1 Buah
3	PCB Lubang	-	1 Pasang
4	Sensor ACS 712	5Ampere	3 Buah

Tabel 3.2 Daftar Kebutuhan Bahan (Lanjutan)

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
5	<i>Solid State Relay (SSR)</i>	5V 2Ampere	2 Buah
6	<i>Wire Jumper</i>	10cm	20 Buah
7	LCD	2 x 16	1 Buah
8	Tenol	-	5 Meter
9	Kabel Listrik AC	-	10 Meter
10	Jepit Buaya	-	10 Buah
11	Baut dan Mur PCB	-	10 Pasang
12	<i>Casing</i>	Kotak Plastik	1 Buah
13	Pin Deret	40 Pin	3 Buah

3.2.2. Perancangan *Hardware*

Perancangan hardware dimulai dengan pembuatan PCB. Pembuatan PCB adalah proses pembuatan sirkuit rangkaian yang akan digunakan pada PCB. PCB yang digunakan adalah PCB lubang karena PCB lubang lebih fleksibel untuk digunakan. Jika terdapat penggantian sirkuit bisa dilakukan secara langsung dan jika akan dilakukan pengembangan bisa ditambahkan sirkuit secara langsung, tidak perlu melakukan penggantian PCB.

Setelah sirkuit PCB siap digunakan, kemudian dilakukan pemasangan komponen-komponen pada PCB. Pertama-tama dilakukan pemasangan Arduino Uno R3 di posisi tengah untuk memudahkan jika akan dilakukan penggantian. Kemudian pemasangan sensor arus ACS712 diposisikan sejajar dengan pin ADC pada Arduino untuk memudahkan *wiring* untuk *output* dari sensor tersebut dihubungkan ke pin ADC Arduino. Kemudian SSR diposisikan sejajar dengan pin *output* arduino, dan LCD 16x2 diposisikan di atas arduino untuk memudahkan dalam pemantauan nilai arus yang sedang diukur. *Power* untuk Arduino diambil dari USB yang dihubungkan dengan adaptor 5V 2A. Kemudian *power* untuk

komponen diambil dari pin power 5V Arduino, karena semua komponen yang digunakan (ACS 712, SSR dan LCD 16x2) menggunakan tegangan kerja 5V. Berikut adalah tabel hubungan penggunaan pin komponen dan pin Arduino:

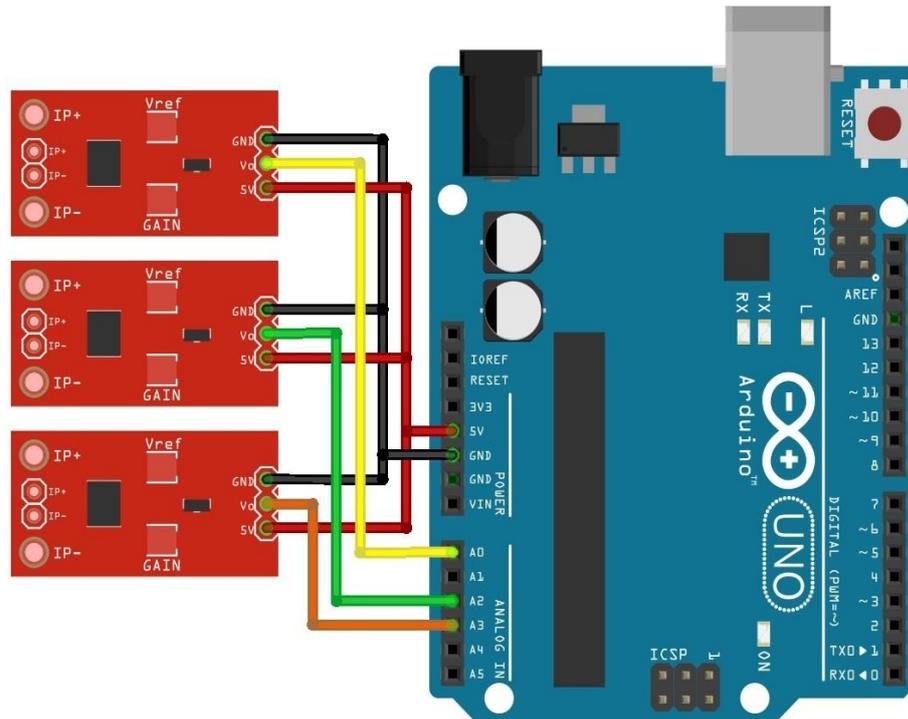
Tabel 3.3 Tabel Hubungan Pin

Nama Komponen	Pin Komponen	Hubungan Pin
Sensor Arus ACS 712	Pin AC (+)	Kabel beban AC
	Pin AC (-)	Kabel beban AC
	Pin DC+	<i>Power (+5) Arduino</i>
	Pin DC-	<i>Power ground Arduino</i>
	Pin Vout	Pin ADC0, ADC2 dan ADC3 Arduino
SSR	Pin AC (+)	Kabel beban AC
	Pin AC (-)	Kabel beban AC
	Pin DC+	<i>Power (+5) Arduino</i>
	Pin DC-	<i>Power ground Arduino</i>
	Pin Ch1	Pin 9 dan Pin 12 Arduino
LCD 16x2	Pin DC+	<i>Power (+5) Arduino</i>
	Pin DC-	<i>Power ground Arduino</i>
	Pin SCL	Pin SCL Arduino
	Pin SDA	Pin SDA Arduino

Berikut adalah skematik dan pengkabelan dari tiap komponen yang digunakan dan alat secara keseluruhan:

A. Rangkaian Sensor Arus ACS712 5A dan 20A

Berikut adalah skema pengkabelan dari sensor arus ACS712 5A dan 20A:

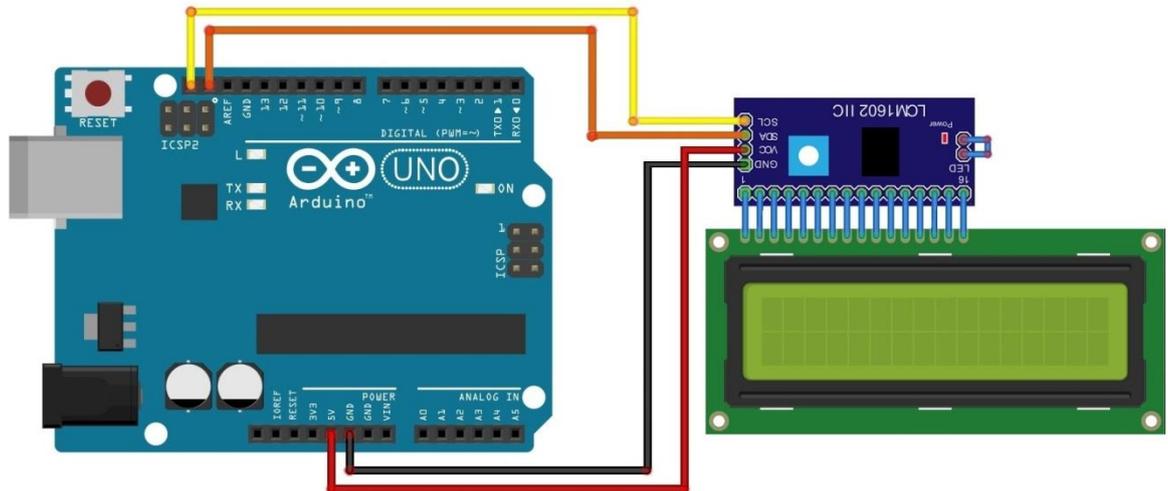


Gambar 3.5 Skema Pengkabelan Sensor Arus ACS712

Gambar diatas adalah skematik rangkaian tigs buah sensor ACS712. Kedua *output* sensor arus ACS712 5A dihubungkan masing-masing pada ADC0 dan ADC2 dan satu *output* sensor arus ACS712 20A dihubungkan pada ADC3. Kemudian masing-masing sensor dihubungkan pada sumber tegangan 5V dan ground sebagai *power*.

B. Rangkaian LCD 16x2

Berikut adalah skema pengkabelan dari LCD 16x2:

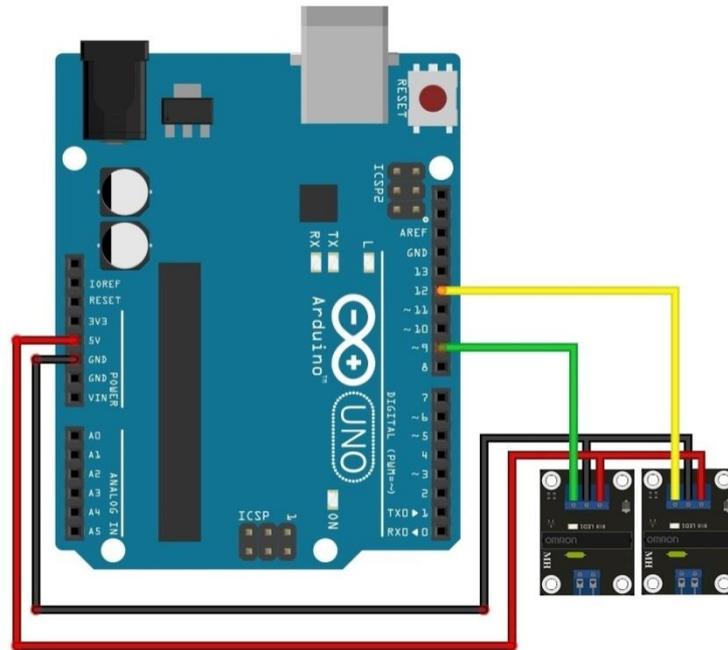


Gambar 3.6 Skema Pengkabelan LCD 16x2

Gambar diatas adalah skematik rangkaian penampil LCD 2x16 dengan sebuah modul I2C sebagai penghubungnya. Setiap pin LCD dihubungkan dengan pin pada I2C sehingga akan menghemat penggunaan pin pada arduino. Jadi arduino hanya membutuhkan empat buah pin untuk dihubungkan ke modul I2C LCD yaitu SDA, SCL, DC+ dan DC-. Setiap pin dihubungkan sesuai dengan fungsinya, pin SDA arduino dihubungkan dengan pin SDA modul I2C LCD, pin SCL arduino dihubungkan dengan pin SCL modul I2C LCD. *Power (+5V)* dan *ground* arduino dihubungkan dengan DC+ dan DC- modul I2C LCD.

C. Rangkaian *Solid State Relay (SSR)*

Berikut adalah skema pengkabelan SSR:

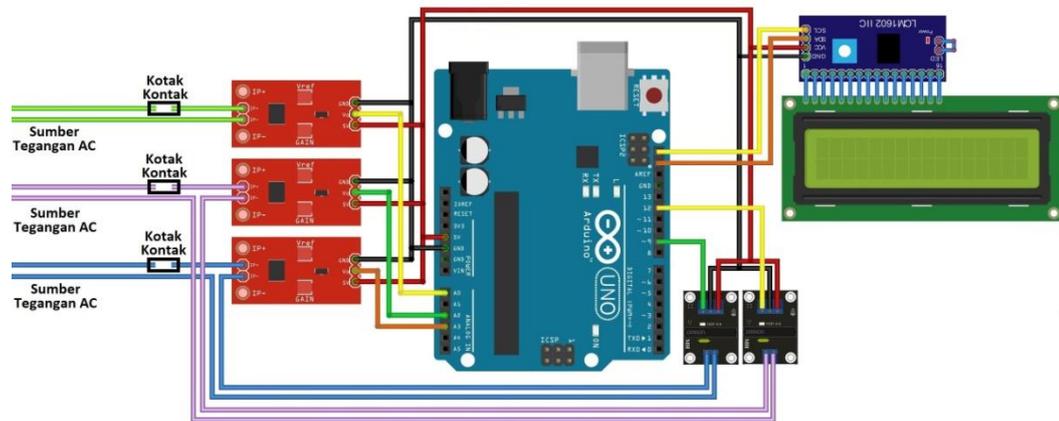


Gambar 3.7 Skema Pengkabelan SSR

Gambar diatas adalah skematik rangkaian dua buah SSR. Dua buah SSR masing masing pin DC+ dan DC- dihubungkan ke *power (+5V)* dan *Ground* pada arduino. Kemudian untuk data masing-masing dihubungkan pada pin 9 dan pin 12.

D. Rangkaian Secara Keseluruhan

Berikut adalah skema pengkabelan secara keseluruhan:



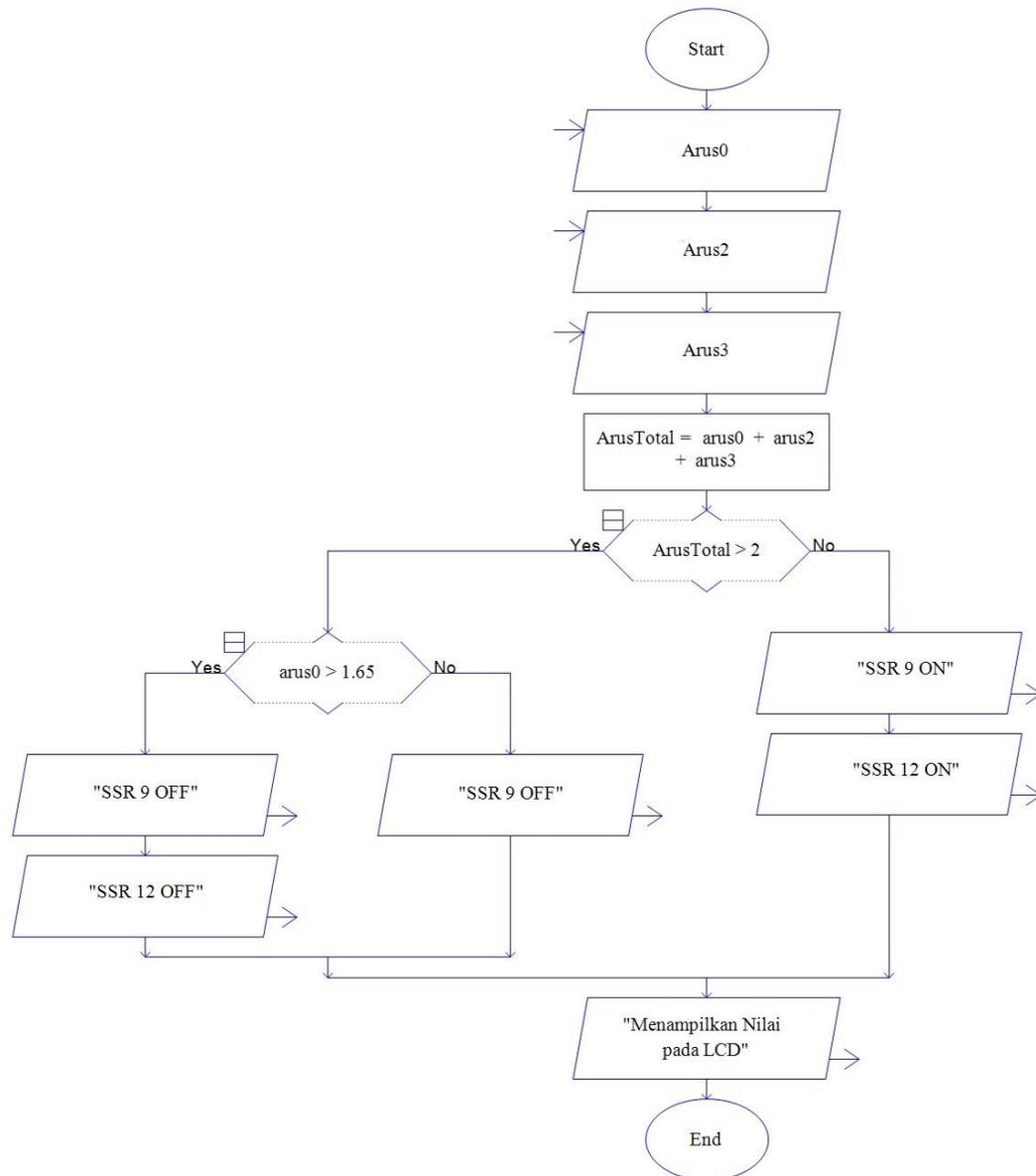
Gambar 3.8 Skema Pengkabelan Secara Keseluruhan

Gambar diatas adalah skematik pengkabelan secara keseluruhan. Pada skema ini beban A, B dan C dihubungkan ke masing-masing kotak kontak dan terhubung pada *input* masing-masing sensor arus ACS712. Kemudian rangkaian sensor arus 2 dan 3 masing-masing dirangkai secara seri dengan *input* pada SSR9 dan SSR12 untuk dapat dilakukan pengendalian terhadap rangkaian listrik yang terhubung dengannya.

3.2.3. Perancangan *Software*

Perancangan *software* adalah pembuatan kode program yang akan diunggah ke *hardware* yang sudah dirangkai sebelumnya. Pembuatan kode program menggunakan *software* Arduino seri 1.8.5. Pembuatan kode program disesuaikan dengan rangkaian yang telah dibuat sebelumnya. *Input* yang digunakan adalah ADC0, ADC2 dan ADC3. *Output* yang digunakan adalah pin output 9 dan 12. Kode program yang digunakan tercantum pada halaman lampiran. Setelah kode program dibuat kemudian dilakukan *compile* untuk melihat apakah kode program yang dibuat masih ada kesalahan. Jika masih terdapat kesalahan maka *software* Arduino akan memberikan informasi kesalahan yang ada dengan menampilkan letak kesalahan tersebut.

Setelah rangkaian *real* sudah dirangkai dan kode program sudah dibuat. Maka dilakukan *upload* kode program ke Arduino dengan menggunakan koneksi USB. Proses *upload* masih menggunakan *software* Arduino seri 1.8.5.



Gambar 3.9 Diagram Alir Program

Dari diagram alir program di atas dapat diketahui, pertama-tama sistem akan mendeteksi arus dari ketiga sensor arus dan mengalamatkannya pada variabel arus0, arus2 dan arus3. Kemudian arus tersebut dijumlahkan agar diketahui arus total yang sedang digunakan. Maka didapatkanlah nilai arus total yang dialamatkan pada

variabel arus total. Nilai arus total inilah yang akan digunakan dalam pengendalian. Jika nilai arus total melebihi 2 Ampere, maka sistem akan menonaktifkan SSR9 untuk mengurangi beban agar total arus tidak mencapai 2 Ampere. Kemudian jika arus0 menggunakan arus yang lebih besar dari 1.65 Ampere maka sistem akan menonaktifkan SSR9 dan SSR12 sehingga hanya satu rangkaian listrik yang terhubung yaitu pada arus0, karena arus0 adalah prioritas utama. Kemudian ketika arus total tidak mencapai 2 Ampere, maka sistem akan kembali mengaktifkan SSR9 dan SSR12 sehingga semua rangkaian listrik akan terhubung kembali.

3.2.4. Evaluasi

Proses evaluasi meliputi pengujian alat dan perbaikan alat. Pengujian alat dilakukan dengan menghubungkan pin AC sensor arus ACS712 dengan kabel beban AC. Kemudian mengamati apakah alat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Proses pengamatan meliputi kondisi komponen apakah hidup atau mati, pembacaan sensor arus apakah sesuai dengan arus yang mengalir (membandingkan nilai pembacaan sensor dengan nilai pada multimeter) dan apakah SSR bekerja sesuai perintah yang telah diatur. Jika masih terdapat kesalahan maka dilakukan perbaikan alat sampai alat benar-benar bekerja sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan.