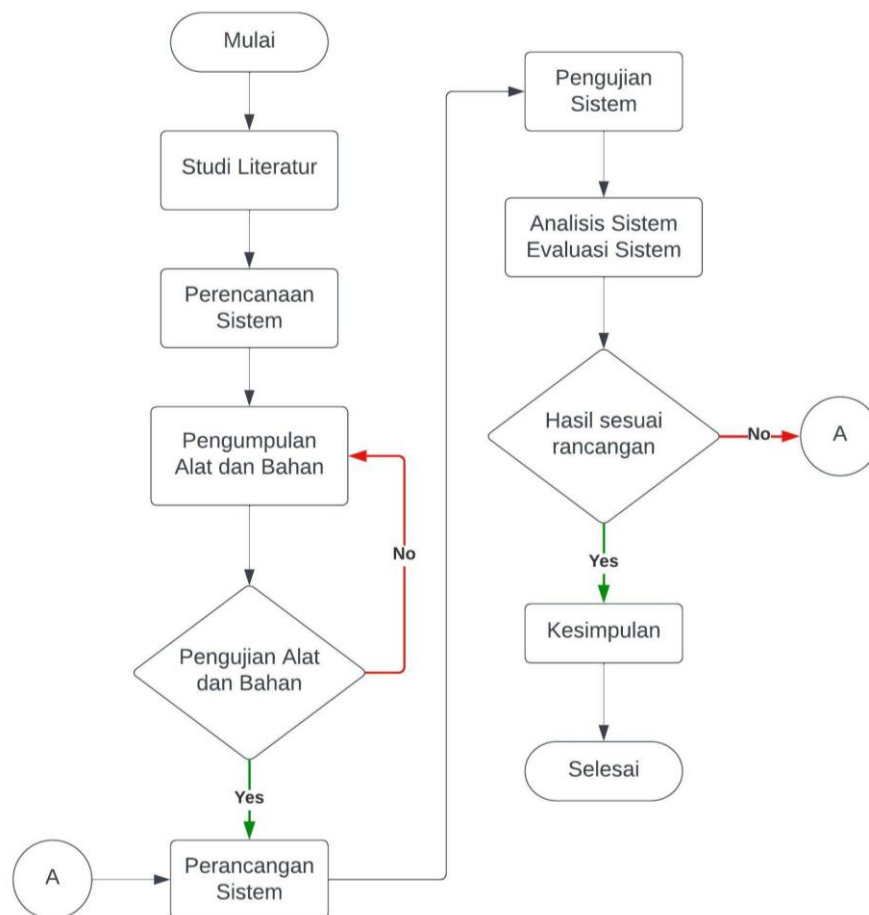


BAB III
METODE PENELITIAN

3.1. Flowchart Penelitian

Flowchart pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan penelitian kerja, dimana tahapan yang harus dilakukan secara berurut sesuai dengan tujuan yang diharapkan peneliti. Tahapan penelitian kerja dapat dilihat pada Gambar 3.1.

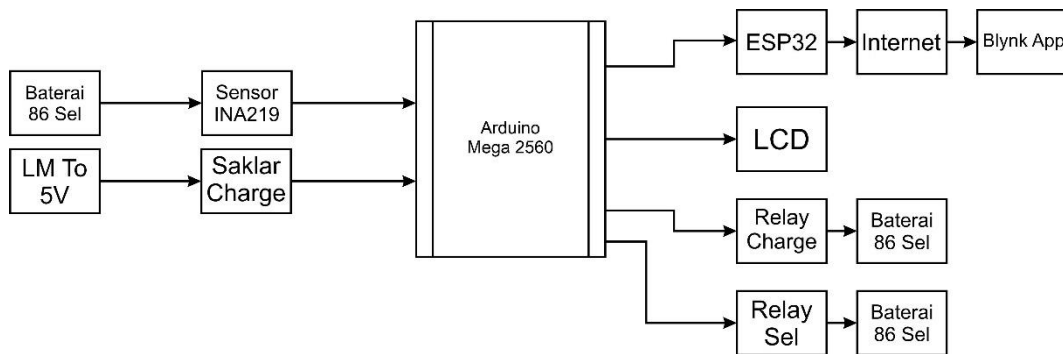


Gambar 3.1. *Flowchart* Penelitian

Gambar 3.1. menunjukkan alur penelitian yang digunakan, dan menjelaskan setiap tahap – tahap yang akan dilakukan dalam penelitian ini agar sesuai dengan tujuan penelitian yang diharapkan.

3.1.1. Perencanaan Sistem

Pada tahap perencanaan sistem ini yaitu merancang desain sistem monitoring ini yang terdiri dari beberapa komponen – komponen yang berkaitan agar mampu mencapai suatu tahap rencana kerja yang dimaksud.



Gambar 3.2. Arsitektur Perencanaan Sistem

Gambar 3.2. adalah arsitektur perencanaan sistem untuk di teliti bagaimana arsitektur sistem ini berjalan pada penelitian ini. Adapun penjelasan dari gambar 3.2., yaitu :

1. Baterai 86 Sel yang terhubung ke sensor INA219 adalah sebagai inputan dalam pembacaan tegangan baterai persel serta Saklar *Charge* juga sebagai inputan untuk memberikan informasi ke penyeimbang sel seperti indikator *ON* dan *OFF*.
2. Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler utama untuk mengolah data dari inputan seperti hasil pembacaan tegangan yang dilakukan relay sel & sensor INA219 atas perintah dari Arduino Mega 2560, seperti data tegangan per sel, dan setelah data di dapatkan maka Arduino Mega akan memproses data dan mengirimkan hasil data ke LCD sebagai penampil data lokal dan dikirim ke IoT *Blynk* oleh ESP32 sebagai komunikasi antara mikrokontroler dan Internet ke server *Blynk* sebagai data *online*.

3. Bagian relai *charge* adalah keluaran untuk menentukan pengisian baterai sel berdasarkan perintah dari Arduino Mega 2560 untuk dilakukan pengisian baterai antar sel, jika saklar *charge* aktif maka relai *charge* akan aktif setelah Arduino Mega 2560 mengirim data sel tegangan yang harus di *charge*, jika saklar *charge* tidak aktif maka relai *charge* juga tidak akan aktif hal itu karena sesuai dengan kondisi yang diterima dari saklar *charge*.

Pada penelitian ini akan berfokus pada monitoring penyeimbang tegangan baterai persel dengan memantau tegangan *Sel* baterai dan kondisi baterai yang di monitoring secara langsung dari LCD dan IoT oleh Aplikasi *Blynk*, dan beberapa data yang di inputkan ke Mikrokontroler Arduino Mega 2560 seperti data tegangan yang di terima dari sensor dan kondisi pada baterai dan status penyeimbang juga akan ditampilkan ke LCD dan IoT.

3.1.2. Kebutuhan Alat dan Bahan

Pada penelitian ini akan dilakukan pengumpulan dan pemilihan dari setiap komponen yang akan digunakan sesuai dengan perencanaan sistem sebelumnya. Adapun pengumpulan dan pemilihan komponen-komponen yang dibutuhkan, seperti di bawah ini :

1. Arduino Mega 2560
2. ESP32
3. Baterai Ni-Cd 1,2V
4. Modul CC CV XL4015
5. Sensor INA219
6. LCD HMI
7. Modul Relai Sel

3.1.3. Pengujian Alat dan Bahan

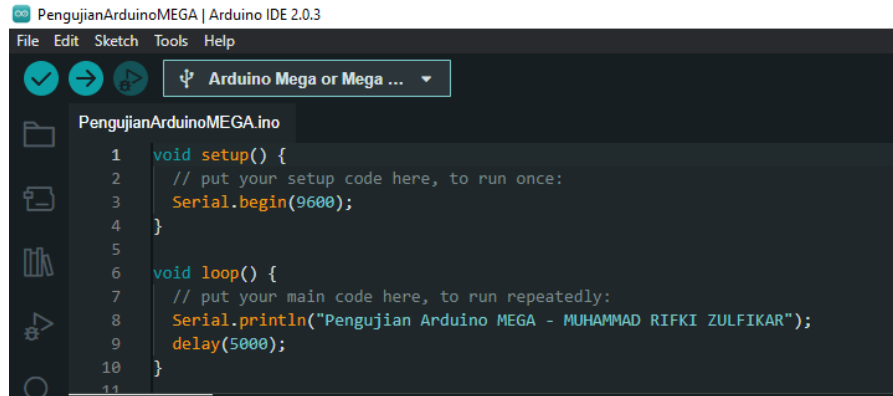
Pada tahap penelitian ini akan menguji setiap komponen yang telah disiapkan apakah berfungsi dengan baik atau tidak untuk digunakan nantinya pada saat penelitian.

3.1.3.1. Pengujian Arduino Mega 2560



Gambar 3.3. Pengujian Mikrokontroller Arduino Mega 2560

Gambar 3.3. adalah alur pengujian mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagaimana agar mikrokontroler tersebut diuji apakah berfungsi dengan baik atau tidak, dengan diawali dari koneksi Arduino Mega 2560 ke PC/Laptop kemudian menjalankan program sederhana menggunakan Arduino IDE, dan apakah Arduino Mega 2560 dapat berfungsi atau tidak, jika tidak maka kembali ke koneksi, agar memastikan mikrokontroler tersebut layak digunakan atau tidak.



```

PengujianArduinoMEGA | Arduino IDE 2.0.3
File Edit Sketch Tools Help
Arduino Mega or Mega ...
PengujianArduinoMEGA.ino
1 void setup() {
2   // put your setup code here, to run once:
3   Serial.begin(9600);
4 }
5
6 void loop() {
7   // put your main code here, to run repeatedly:
8   Serial.println("Pengujian Arduino MEGA - MUHAMMAD RIFKI ZULFIKAR");
9   delay(5000);
10 }
11

```

Gambar 3.4. Program Pengujian Arduino Mega 2560

Gambar 3.4. adalah program pengujian yang diupload ke Arduino Mega 2560 guna untuk mengetahui apakah komponen ini berfungsi atau tidak dan dapat menampilkan hasil program yang telah dibuat seperti pada Gambar 3.4. Arduino Mega 2560 ini adalah komponen utama dalam penelitian ini.

3.1.3.2. Pengujian ESP32



Gambar 3.5. Pengujian Mikrokontroler ESP32

Gambar 3.5. adalah alur pengujian mikrokontroler ESP32 sebagaimana agar mikrokontroler ESP32 tersebut apakah berfungsi dengan baik atau tidak, dengan diawali dari koneksi ESP32 ke PC/Laptop kemudian membuat program sederhana oleh Arduino IDE, dan apakah ESP32 dapat berfungsi atau tidak, jika tidak maka kembali ke koneksi ESP32, agar memastikan mikrokontroler tersebut layak untuk digunakan atau tidak.

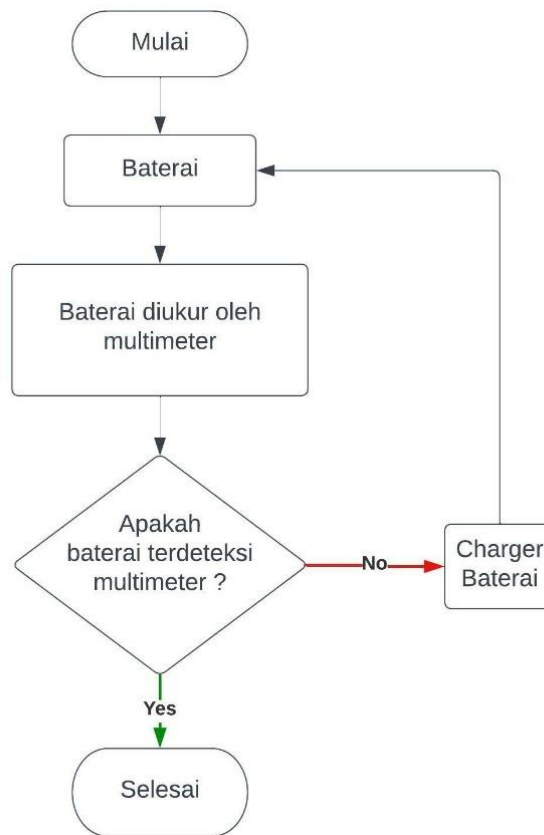


```
PengujianESP32 | Arduino IDE 2.0.3
File Edit Sketch Tools Help
DOIT ESP32 DEVKIT V1
PengujianESP32.ino
1 void setup() {
2   // put your setup code here, to run once:
3   Serial.begin(9600);
4 }
5
6 void loop() {
7   // put your main code here, to run repeatedly:
8   Serial.println("Pengujian ESP32 - MUHAMMAD RIFKI ZULFIKAR");
9   delay(5000);
10
11
```

Gambar 3.6. Program Pengujian ESP32

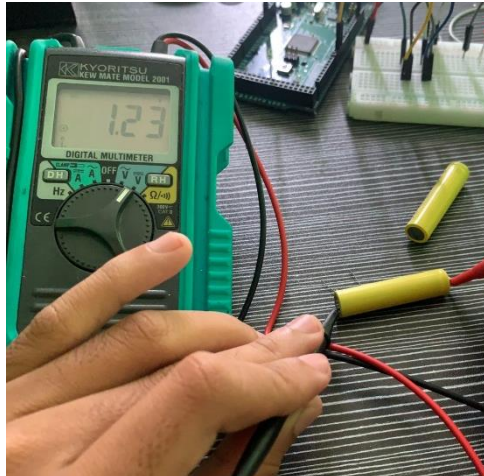
Gambar 3.6. adalah program pengujian yang diupload ke ESP32 sama seperti sebelumnya pada pengujian Arduino Mega 2560 untuk mengetahui komponen ini berfungsi atau tidak.

3.1.3.3. Pengujian Baterai Ni-Cd 1,2V



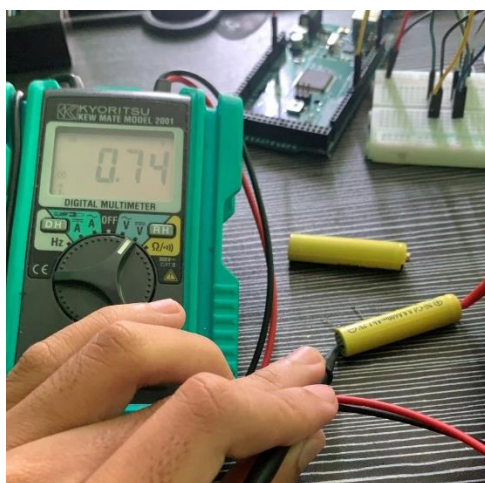
Gambar 3.7. Pengujian Baterai Ni-Cd 1,2V

Gambar 3.7. adalah alur pengujian baterai pada pengujian ini berfungsi untuk memastikan apakah baterai berfungsi atau tidak. Diawali dengan menyiapkan baterai lalu baterai diukur oleh multimeter dan apakah baterai terdeteksi tegangannya oleh multimeter jika tidak maka baterai akan di *charge* setelah selesai *charge* kembali ke baterai dan diukur kembali jika baterai terdeteksi tegangannya maka proses pengujian selesai dan baterai tersebut layak untuk digunakan.



Gambar 3.8. Pengukuran Maksimum Tegangan Baterai

Gambar 3.8. adalah pengukuran maksimum tegangan pada baterai untuk mengetahui nilai tegangan tertinggi pada baterai AAA Ni-Cd yang digunakan. Pada pengukuran baterai ini dapat dijadikan acuan nilai tegangan untuk mengetahui kondisi baterai masih baik atau kondisinya mengalami penurunan.



Gambar 3.9. Pengukuran Minimum Tegangan Baterai

Gambar 3.9. adalah pengukuran minimum tegangan pada Baterai untuk mengetahui nilai tegangan terendah pada baterai AAA Ni-Cd yang digunakan. Pada pengukuran ini akan dijadikan acuan nilai tegangan untuk proses *charging*.

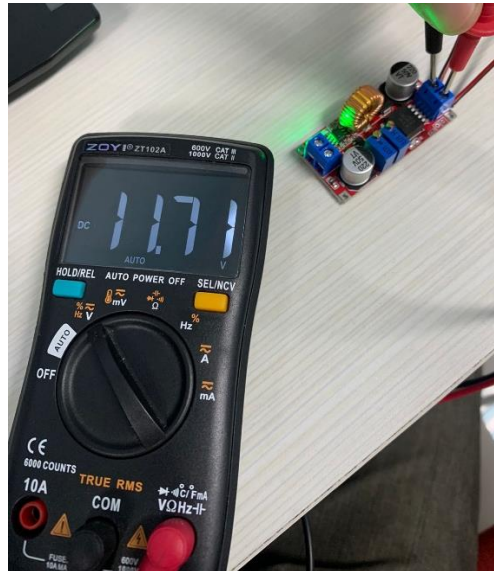
3.1.3.4. Pengujian Modul CC CV XL4015



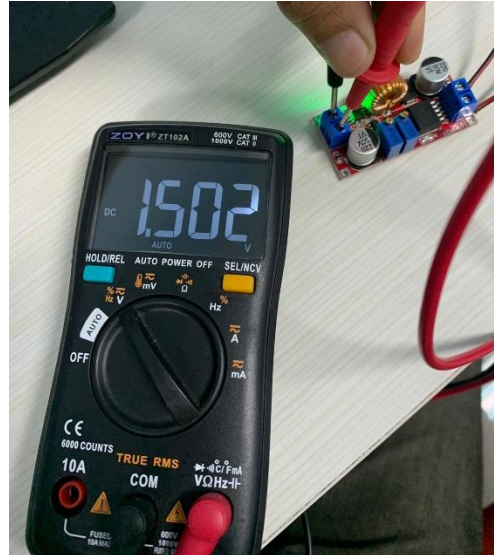
Gambar 3.10. Pengujian Modul CC CV XL4015

Gambar 3.10. adalah alur pengujian untuk modul *charger* baterai AAA. Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui apakah modul ini dapat mengisi baterai dari sumber DC 1,5 volt, tegangan tersebut didapat dari adaptor DC 12V yang terhubung pada sumber PLN. Untuk mengetahui besar tegangan dan arus saat pengisian dari adaptor DC 12V dengan tegangan yang diturunkan oleh modul XL4015 ke 1,5V dan dihubungkan pada baterai dengan indikator led biru menyala (menandakan dalam proses pengisian) sampai dengan tegangan maksimum atau led hijau menyala pada modul sehingga pengujian ini telah sesuai dengan yang di harapkan. Pada tegangan keluaran modul ini diukur menggunakan multimeter atau

sensor. Jika pada tegangan keluaran tidak terukur maka dilakukan pengecekan kembali untuk menyesuaikan hasil pengujian yang diharapkan dan pengujian selesai.



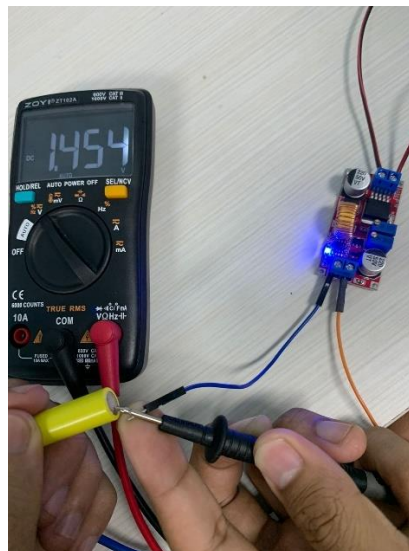
Gambar 3.11. Pengukuran Tegangan Masukan Modul *CC CV XL4015*



Gambar 3.12. Pengukuran Tegangan Keluaran Modul *CC CV XL4015*



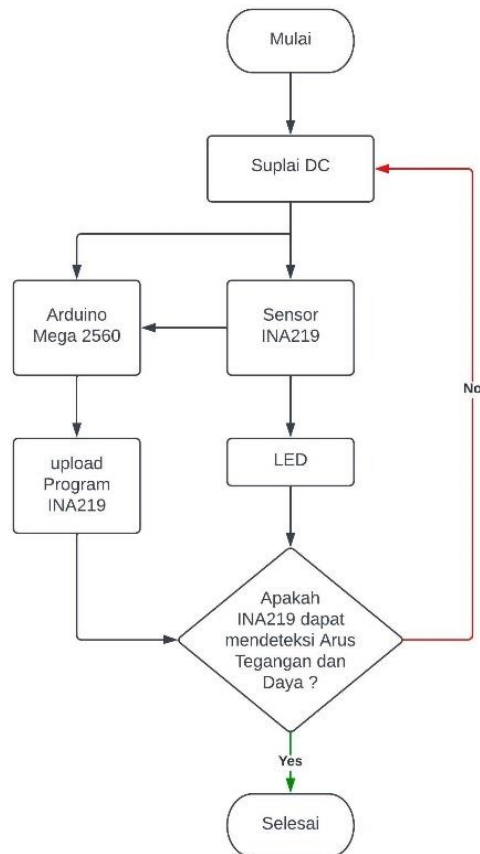
Gambar 3.13. Pengukuran Tegangan Baterai Untuk Pengujian Modul *CC CV XL4015*



Gambar 3.14. Pengukuran Tegangan Modul *CC CV XL4015* Terhubung Baterai

Gambar 3.11., Gambar 3.12., Gambar 3.13., dan Gambar 3.14., menunjukkan pengukuran tegangan yang terdapat pada pengujian Modul *CC CV XL4015* sebagai *Charger* Baterai Ni-Cd 1,2 Volt yang digunakan untuk penelitian ini. Pengukuran ini berfungsi untuk mengetahui pengaruh Modul *CC CV XL4015* terhadap tegangan baterai saat saling terhubung antara baterai sel dengan Modul tersebut.

3.1.3.5. Pengujian INA219



Gambar 3.15. Pengujian INA219

Gambar 3.15. adalah alur pengujian sensor INA219 ini diawali dengan suplai DC yang terhubung ke Arduino Mega dan Sensor INA219 pada sensor INA219 terhubung dengan beban berupa lampu LED dan pada Arduino Mega mengupload program INA219 untuk menjalankan atau mengaktifkan sensor INA219 apakah dapat mendeteksi Arus dan Tegangan atau tidak, jika dapat mendeteksi Arus dan Tegangan maka pengujian selesai, jika tidak maka dilakukan kembali proses pengujian ulang.

Pada pengukuran yang akan dilakukan oleh sensor INA219 ini memiliki nilai minimum dan nilai maksimum $\%error$ sebesar 5%. Persamaan yang akan

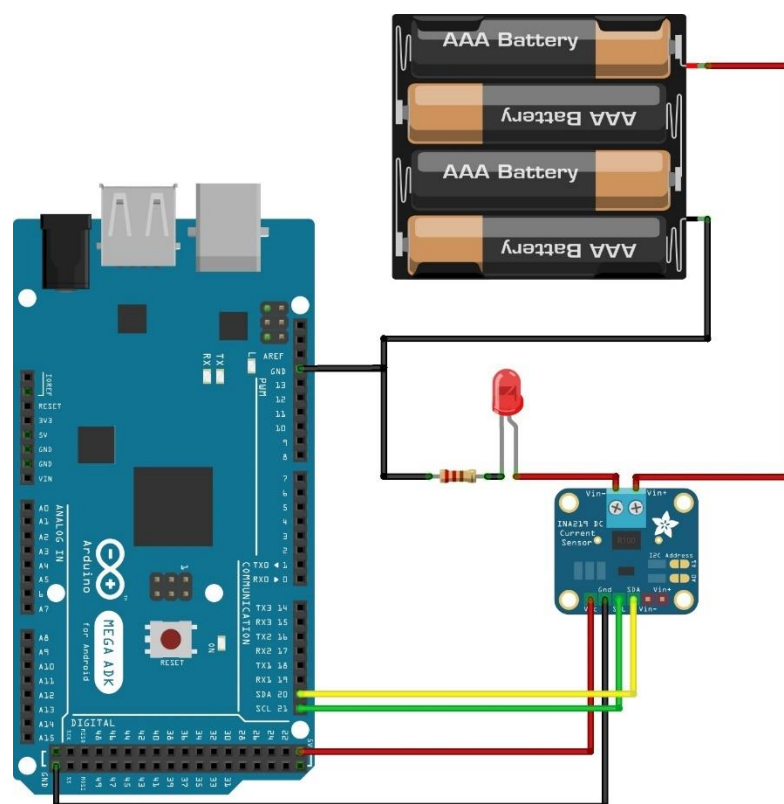
dihitung untuk mengetahui nilai *error* pada sensor INA219 seperti pada persamaan (3.1.) berikut.

$$\%Error = \left| \frac{(\text{Nilai Sebenarnya} - \text{Nilai Terbaca})}{\text{Nilai Sebenarnya}} \right| \times 100\% \quad (3.1.)$$

Pada persamaan (3.1.) merupakan presentase kesalahan pengukuran sensor atau nilai *error* pada sensor. Nilai sebenarnya adalah pengukuran yang didapatkan dari alat ukur yang sesuai standar seperti Multimeter. Pada nilai terbaca adalah hasil ukur sensor. Nilai sebenarnya merupakan nilai pembanding dari hasil nilai sebenarnya yang diukur multimeter dikurangi dengan nilai terbaca dari sensor. Pada hal ini multimeter menjadi pembanding sensor untuk pengukuran.

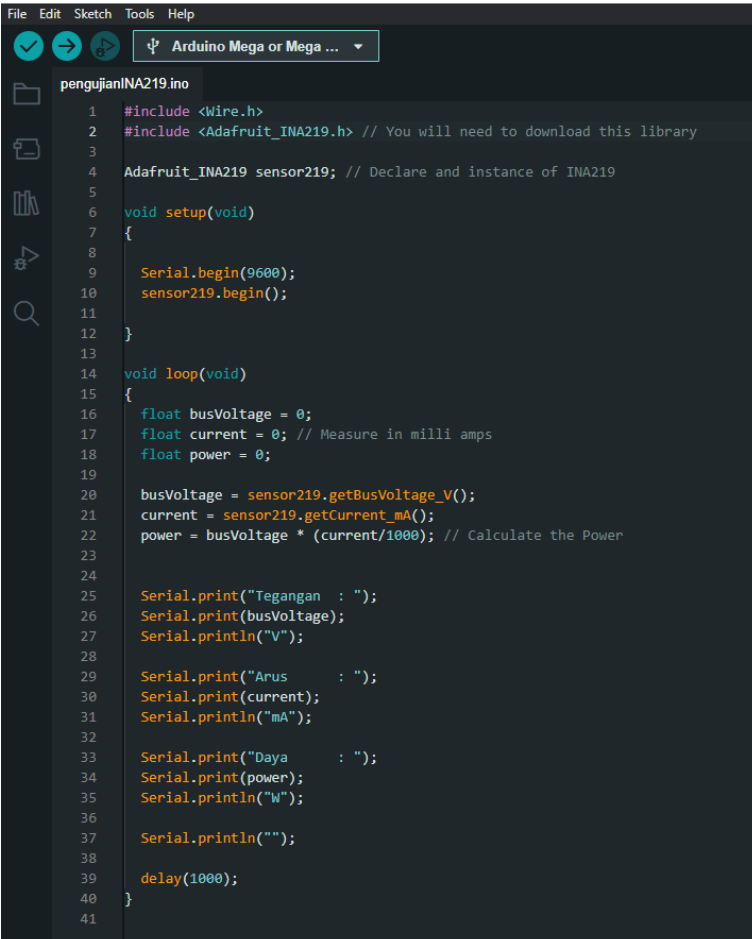
Jika sudah mengetahui nilai *%Error* dari komponen sensor, dapat diketahui akurasi sensor dari persamaan (3.2.) berikut.

$$\%Akurasi = 100\% - \%Error \quad (3.2.)$$



Gambar 3.16. Wiring INA219

Gambar 3.16. adalah wiring pengkabelan pada pengujian INA219, rangkaian ini berfungsi untuk menghubungkan komponen INA219 ke Arduino Mega 2560 apakah terdeteksi oleh sensor INA219 yang di program oleh Arduino Mega 2560 atau tidak dengan menghubungkan Sumber tegangan 5V dan GND dari Arduino Mega ke pin VCC dan GND INA219 serta pin 20 SDA Arduino Mega terhubung ke pin SDA INA219 dan pin 21 SCL Arduino Mega terhubung ke pin SCL INA219, pada pengujian rangkaian ini diawali dengan suplai DC baterai 4 buah secara seri dengan nilai total tegangan $\pm 4V$ terhubung dengan sensor INA219 dan beban serta sensor INA219 terhubung ke Arduino Mega.

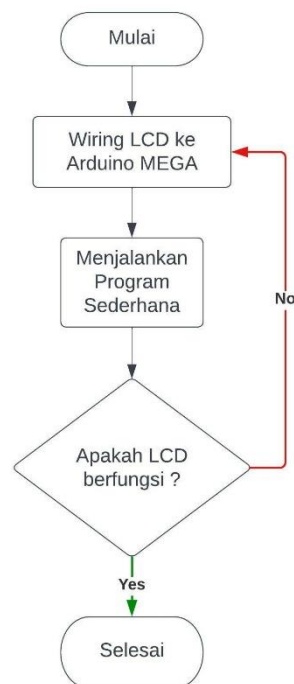


```
pengujianINA219 | Arduino IDE 2.0.4
File Edit Sketch Tools Help
Arduino Mega or Mega ...
pengujianINA219.ino
1 #include <Wire.h>
2 #include <Adafruit_INA219.h> // You will need to download this library
3
4 Adafruit_INA219 sensor219; // Declare and instance of INA219
5
6 void setup(void)
7 {
8
9   Serial.begin(9600);
10  sensor219.begin();
11
12 }
13
14 void loop(void)
15 {
16   float busVoltage = 0;
17   float current = 0; // Measure in milli amps
18   float power = 0;
19
20   busVoltage = sensor219.getBusVoltage_V();
21   current = sensor219.getCurrent_mA();
22   power = busVoltage * (current/1000); // Calculate the Power
23
24
25   Serial.print("Tegangan : ");
26   Serial.print(busVoltage);
27   Serial.println("V");
28
29   Serial.print("Arus : ");
30   Serial.print(current);
31   Serial.println("mA");
32
33   Serial.print("Daya : ");
34   Serial.print(power);
35   Serial.println("W");
36
37   Serial.println("");
38
39   delay(1000);
40 }
41
```

Gambar 3.17. Program Pengujian INA219

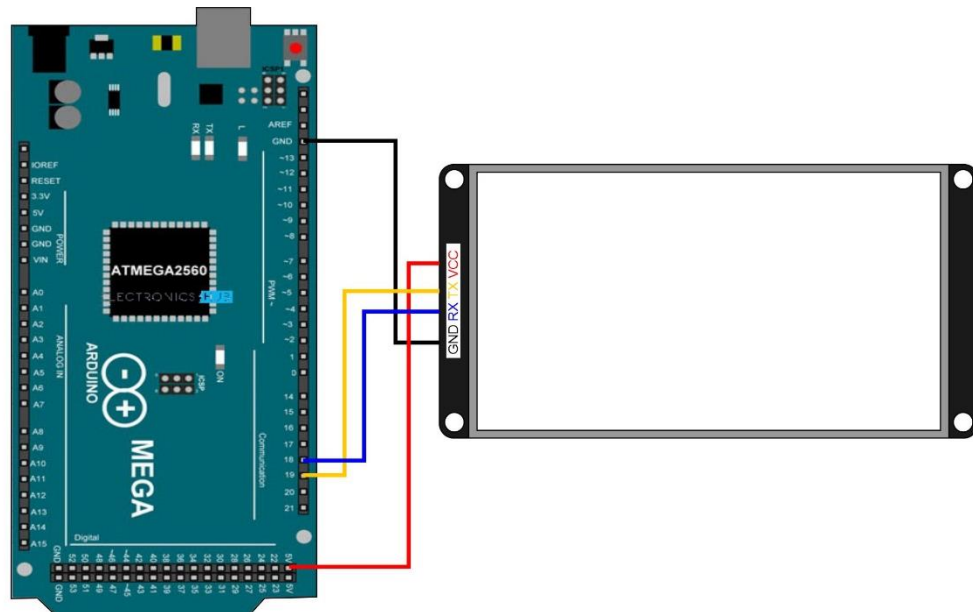
Gambar 3.17. adalah Program yang akan diupload ke Arduino Mega 2560 berguna untuk memberi inputan perintah dari Arduino Mega ke sensor INA219 yang nantinya akan menampilkan nilai arus, dan tegangan dari serial monitor Arduino IDE yang terbaca oleh Arduino Mega dari sensor INA219.

3.1.3.6. Pengujian LCD HMI



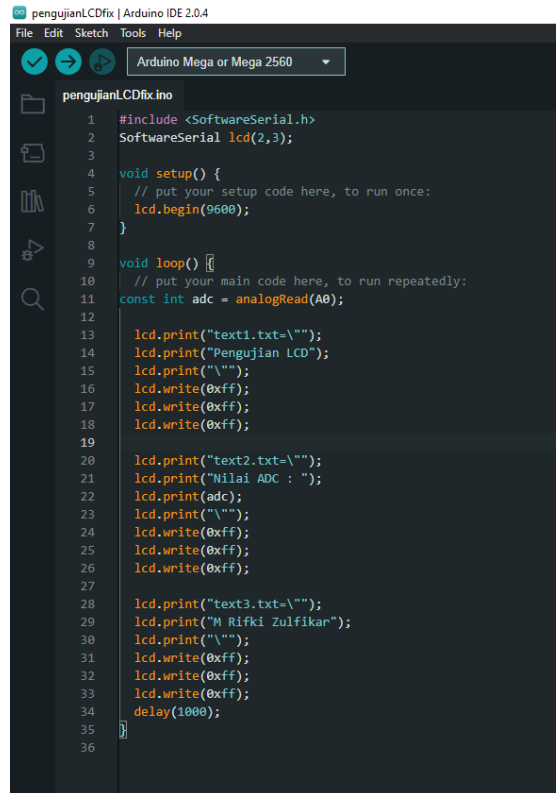
Gambar 3.18. Pengujian LCD

Gambar 3.18. menunjukkan alur pengujian LCD dengan menghubungkan LCD ke Laptop dan Arduino Mega dengan beberapa pin kemudian menjalankan program sederhana untuk menguji apakah LCD dapat menampilkan hasil program yang dikirim oleh Arduino Mega atau tidak, jika tidak kembali ke proses wiring untuk mengecek pengkabelan setelah itu menjalankan program sederhana kembali jika LCD berfungsi maka pengujian telah selesai dan komponen LCD layak untuk digunakan.



Gambar 3.19. Wiring LCD

Gambar 3.19. adalah pengkabelan atau rangkaian pada pengujian LCD, rangkaian ini bertujuan untuk menguji apakah LCD ini dapat berfungsi atau tidak yang dihubungkan pada Arduino Mega 2560. Komunikasi yang digunakan LCD pada Arduino adalah komunikasi serial yang dihubungkan secara silang pada pin TX LCD terhubung dengan pin 2 RX Arduino Mega dan pin RX LCD terhubung dengan pin 3 TX Arduino Mega, hal tersebut berfungsi untuk mengirimkan data dari Arduino Mega ke LCD untuk ditampilkan secara visual.

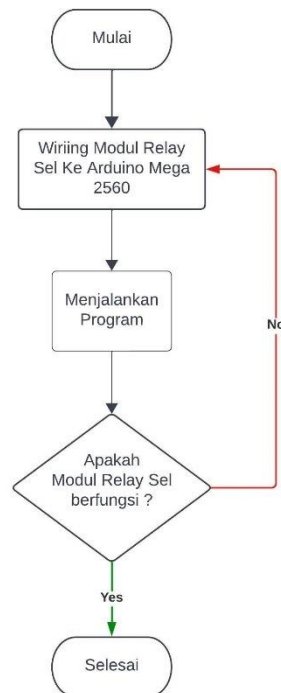


```
pengujianLCDfix | Arduino IDE 2.0.4
File Edit Sketch Tools Help
Arduino Mega or Mega 2560
pengujianLCDfix.ino
1 #include <SoftwareSerial.h>
2 SoftwareSerial lcd(2,3);
3
4 void setup() {
5 // put your setup code here, to run once:
6 lcd.begin(9600);
7 }
8
9 void loop() {
10 // put your main code here, to run repeatedly:
11 const int adc = analogRead(A0);
12
13 lcd.print("text1.txt-\n");
14 lcd.print("Pengujian LCD");
15 lcd.print("\n");
16 lcd.write(0xff);
17 lcd.write(0xff);
18 lcd.write(0xff);
19
20 lcd.print("text2.txt-\n");
21 lcd.print("Nilai ADC : ");
22 lcd.print(adc);
23 lcd.print("\n");
24 lcd.write(0xff);
25 lcd.write(0xff);
26 lcd.write(0xff);
27
28 lcd.print("text3.txt-\n");
29 lcd.print("M Rifki Zulfikar");
30 lcd.print("\n");
31 lcd.write(0xff);
32 lcd.write(0xff);
33 lcd.write(0xff);
34 delay(1000);
35
36 }
```

Gambar 3.20. Program pengujian LCD

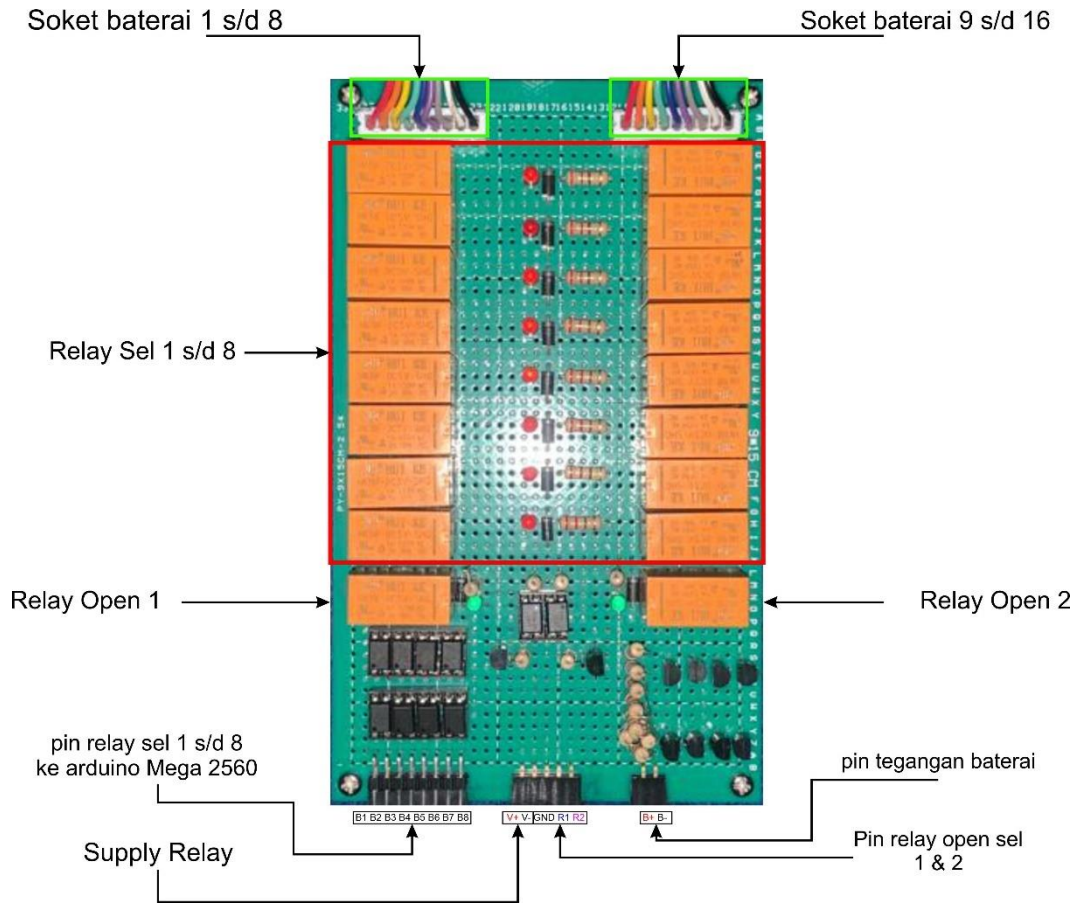
Gambar 3.20. adalah program sederhana pada pengujian LCD, pada pengujian ini berfungsi untuk menguji apakah LCD dapat menampilkan teks yang dikirim oleh Arduino Mega ke LCD. Komunikasi yang digunakan oleh LCD ini adalah komunikasi Serial ketika program telah diupload maka program tersebut akan tampil pada layar LCD.

3.1.3.7. Pengujian Modul Relai Sel



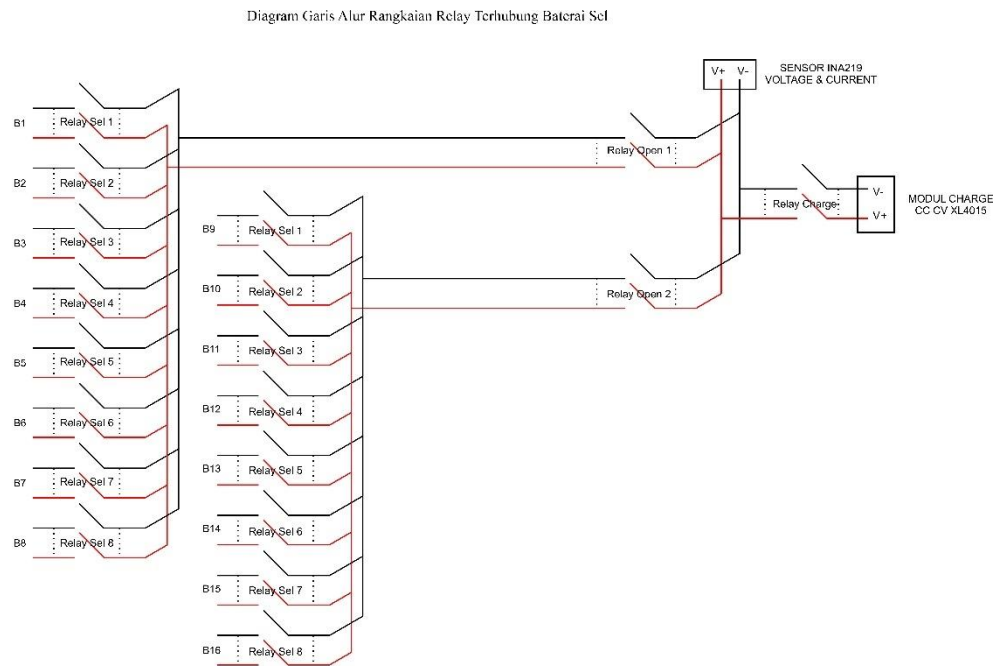
Gambar 3.21. Pengujian Modul Relai Sel

Gambar 3.21. adalah alur pengujian Modul Relai Sel dengan menghubungkan modul ke Arduino Mega 2560 dan menjalankan program. Relai ini berfungsi sebagai saklar penghubung dan pemutus suatu rangkaian ke baterai sel maka pada program ini akan mengaktifkan Relai Sel dan Relai *Open* pada Modul Relai Sel apakah Relai Sel dan Relai *Open* dapat menyala atau tidak dengan indikator lampu led dan juga menampilkan data berupa *HIGH/LOW* pada data serial monitor, jika tidak maka kembali ke proses wiring untuk mengecek pengkabelan setelah itu menjalankan program kembali, apakah Modul Relai Sel berfungsi jika ya, maka pengujian telah selesai dan Modul Relai Sel layak digunakan.



Gambar 3.22. Wiring Modul Relai Sel

Gambar 3.22. adalah wiring pengkabelan pada pengujian modul relai sel, rangkaian ini berfungsi untuk menguji kinerja relai apakah dapat berfungsi atau tidak dengan menyalakan *HIGH* dan *LOW*. Rangkaian dihubungkan oleh pengkabelan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.22. berawal dari pin relai sel 1 s/d 8 yang terhubung ke Arduino Mega 2560 untuk mengaktifkan relai sel dari 1 s/d 8 secara bergantian, pada modul relai sel ini juga di suplai dengan tegangan 5V, dan pada pin relai *open* 1 & 2 dihubungkan ke Arduino Mega 2560 untuk menyambungkan hubungan relai *open* dengan relai sel berdasarkan perintah Arduino Mega 2560, pada pin tegangan baterai adalah sebagai rangkaian keluaran dan masukan yang terhubung pada sensor dan *charge*.

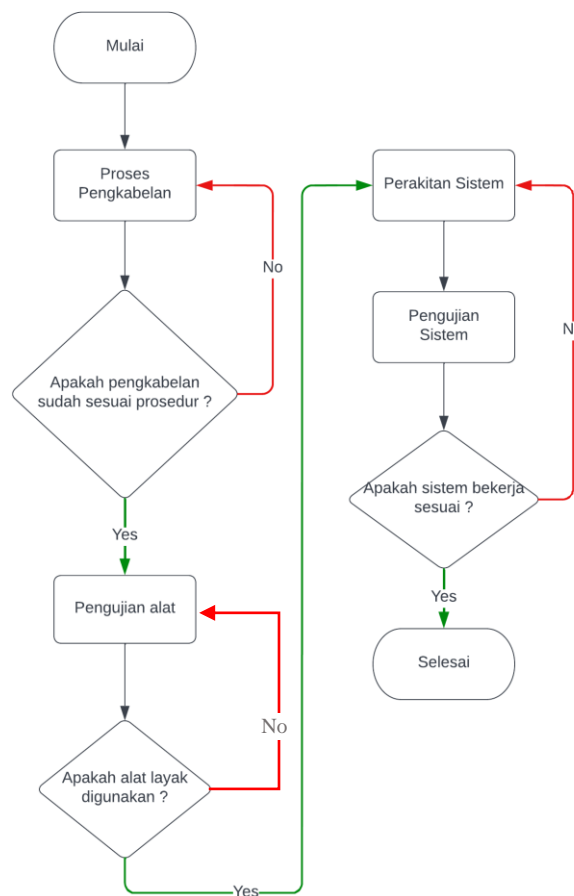


Gambar 3.23. Diagram Garis Modul Relai Terhubung Baterai Sel Secara Paralel

Gambar 3.23. adalah diagram garis relai yang terhubung pada baterai sel secara parallel dengan beberapa bagian, bagian pada relai sel adalah relai yang terhubung dengan baterai sel dari relai sel 1 s/d 8, pada relai *open* adalah relai yang terhubung pada relai sel dari relai *open* 1 dan 2, output pada relai *open* di sambungkan pada *output* relai *charge* (pin positif dan pin negatif) dan juga sensor sensor ina219 (pin V+ dan Ground) untuk menghubungkan ke pembacaan tegangan dan arus dari relai *charge* maupun baterai sel.

3.1.4. Perancangan Sistem

Pada tahap penelitian ini yaitu perancangan sistem seperti mengkombinasikan komponen – komponen yang telah dilakukan pengujian apakah berfungsi atau tidak untuk saling dihubungkan menjadi satu kesatuan maka dirancanglah sistem ini seperti pada Gambar 3.24. Arsitektur Sistem dengan alur *Flowchart* sebagai berikut.



Gambar 3.24. *Flowchart* Perancangan Sistem

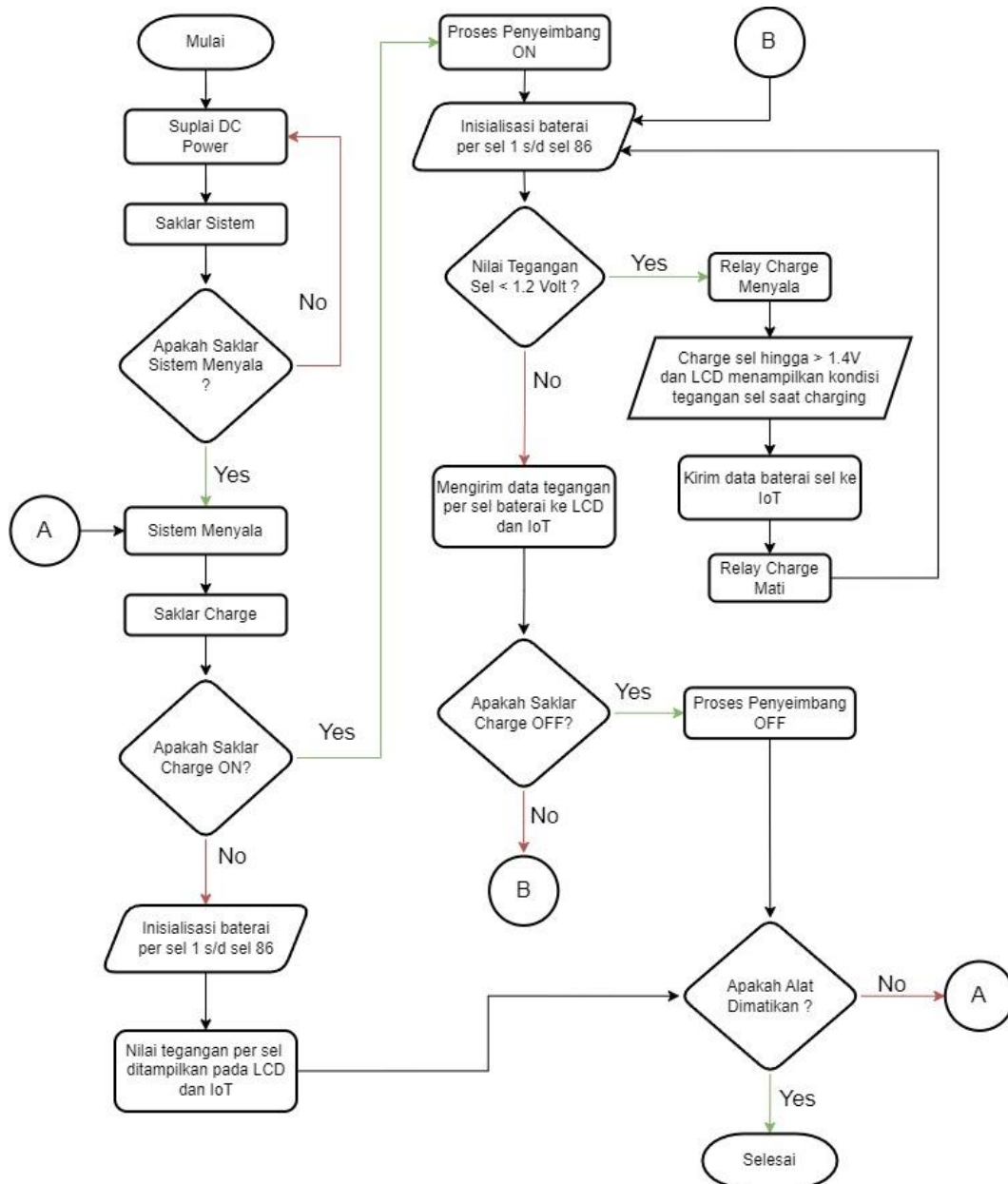
Gambar 3.24. menunjukkan perancangan sistem dengan alur *Flowchart* sebagai berikut :

1. Proses pengkabelan, pada bagian ini adalah tahap untuk melakukan pengawatan oleh kabel ke setiap komponen.

2. Jika porses pengkabelan sesuai dengan prosedur, selanjutnya adalah pengujian alat untuk mengetahui apakah pada setiap komponen yang saling terhubung tersebut baik dan layak.
3. Selanjutnya adalah proses perakitan alat pada masing – masing komponen menjadi satu kesatuan dan akan dirancang menjadi sebuah sistem seperti sebelumnya.
4. Untuk selanjutnya adalah pengujian sistem untuk mengetahui apakah sistem ini bekerja sesuai rancangan atau tidak.

3.1.5. Pengujian Sistem

Tahap pengujian sistem ini yaitu untuk melakukan pengujian dari sistem yang telah dibuat sebelumnya untuk memastikan bahwa sistem tersebut dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan perancangan sistem. *Flowchart* alur pengujian sistem ini dapat di lihat pada Gambar 3.25. berikut.



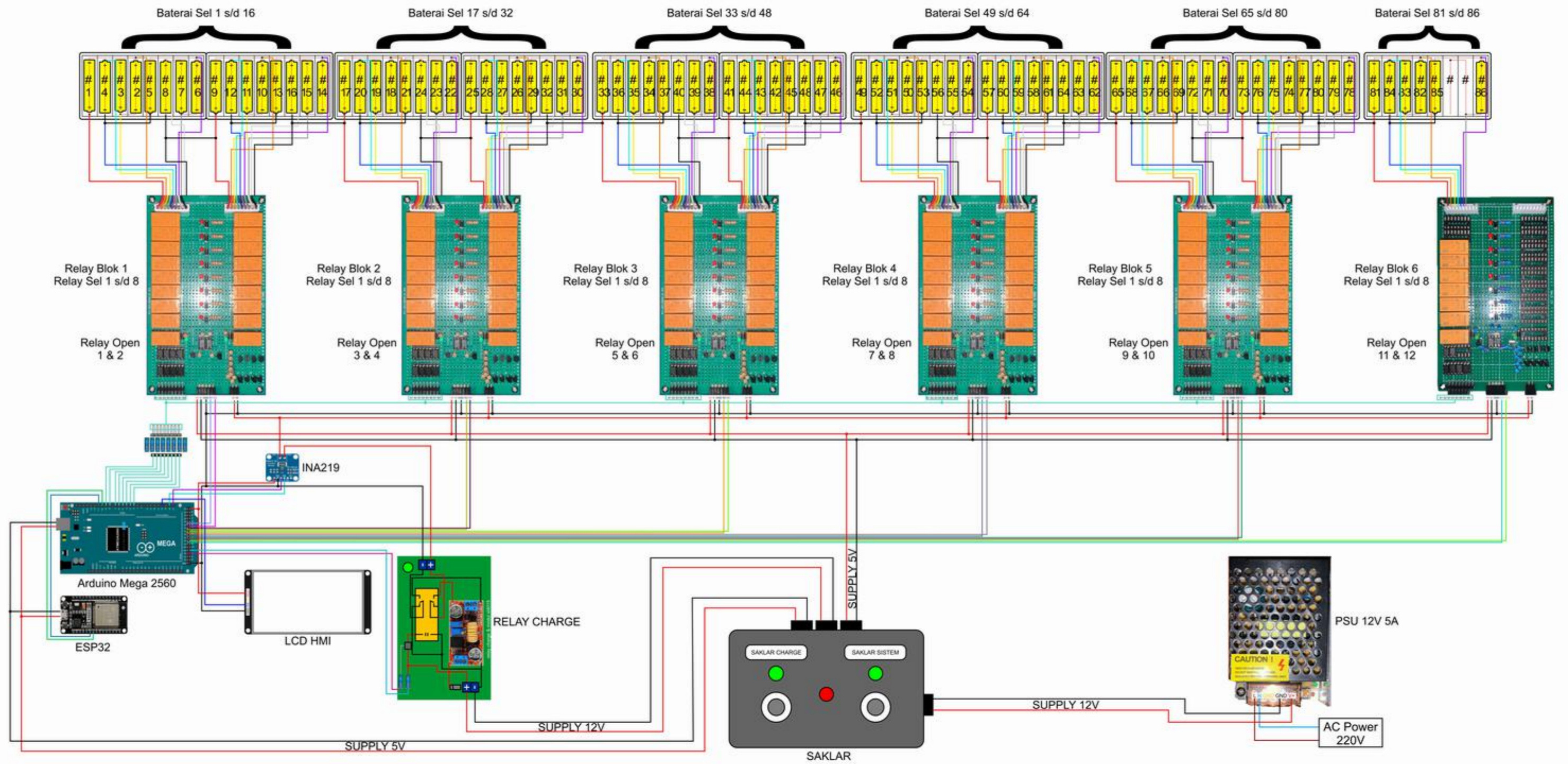
Gambar 3.25. *Flowchart* Pengujian Sistem

Gambar 3.25. menunjukkan *flowchart* pengujian sistem pada penelitian ini. Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian kerja sistem alat untuk penelitian ini. dengan meliputi beberapa proses berdasarkan Gambar 3.25. adalah sebagai berikut :

- Mulai
- Suplai DC terhubung ke saklar Power.

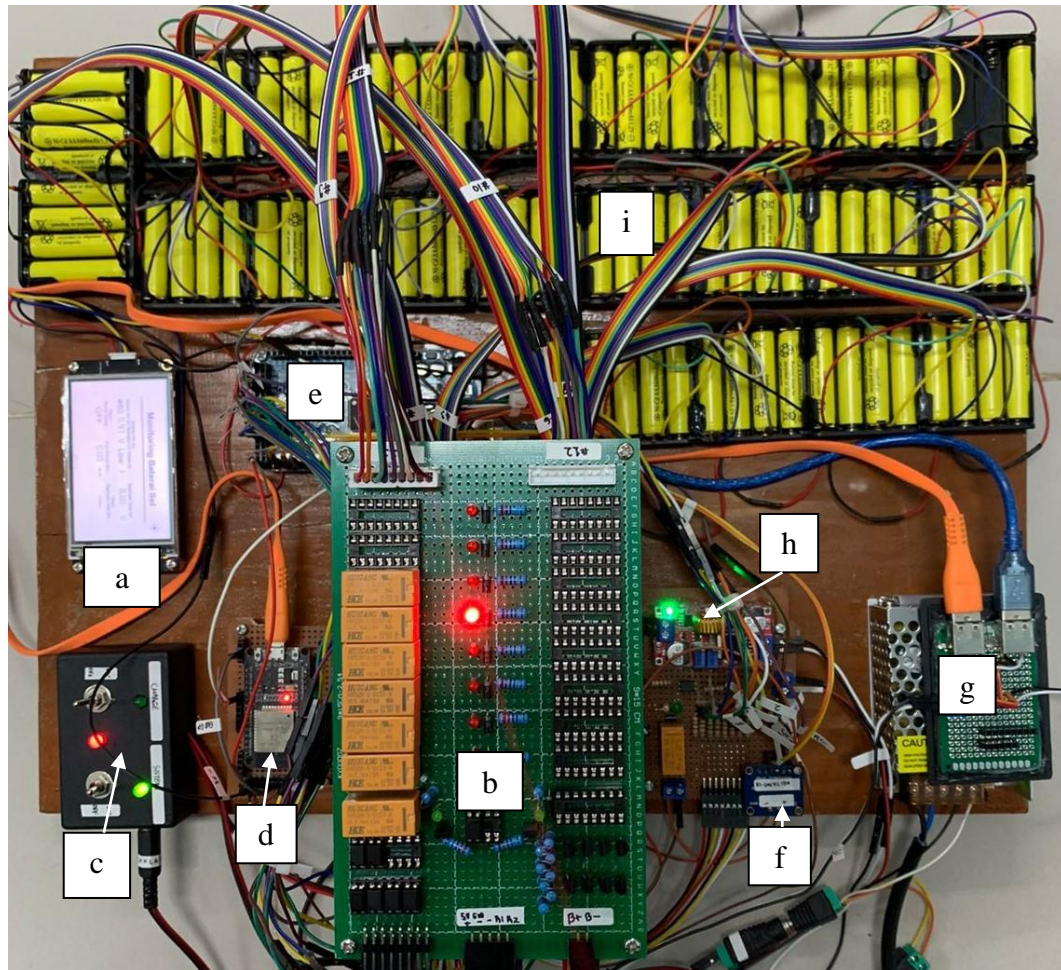
- Saklar sistem apakah menyala jika tidak maka cek kembali suplai DC Power, jika saklar sistem menyala maka sistem menyala.
- Saklar *charge* apakah ON jika tidak maka akan dilanjutkan ke inisialisasi baterai sel 1 s/d 86 sel dan ditampilkan pada LCD dan IoT, dan jika alat tidak dimatikan maka kembali ke proses sistem menyala dan kondisi saklar *charge*.
- Jika saklar *charge* ON maka akan masuk ke proses penyeimbang dan menginisialisasi baterai per sel 1 s/d 86 sel dan membaca nilai tegangan sel, jika salah satu sel nilai tegangannya dibawah 1,2 V maka akan masuk ke proses *charging* dengan mengaktifkan relai *charge* dan mengisi hingga tegangan lebih dari 1,4 V data akan ditampilkan ke LCD dan IoT selama pengisian sel tersebut. Jika tegangan telah memenuhi yaitu lebih dari 1,5 V maka relai *charge* mati dan mengulangi ke proses inisialisasi baterai sel selanjutnya. Jika nilai tegangan salah satu atau semua sel tidak berada di bawah 1,2 V maka akan di tampilkan ke LCD dan IoT.
- Jika saklar *charge* OFF maka proses penyeimbang OFF dan jika alat dimatikan maka sistem selesai jika alat tidak dimatikan maka akan kembali ke sistem menyala yang ditunjukan pada huruf A dan melanjutkan proses eksekusi saklar *charge* jika saklar *charge* masih ON maka kembali ke proses inisialisasi baterai yang ditunjukan pada huruf B.

Gambar 3.26. *Wiring* Pengujian Sistem



Gambar 3.26. Wiring Pengujian Sistem

Gambar 3.26. adalah *Wiring* pengujian sistem monitoring dan penyeimbang tegangan sel baterai dengan metode *switching* pada baterai ni-cd 110V dc. Pengujian sistem ini diawali dengan sumber daya DC *PSU* 12V 5A dari sumber daya AC PLN 220V untuk menyuplai komponen Arduino Mega 2560 sebagai komponen utama, terdapat dua saklar, pada bagian saklar sistem berfungsi untuk mengaktifkan keseluruhan sistem dan saklar *charge* berfungsi untuk mengaktifkan rangkaian Relai *Charge* (Sistem Penyeimbang Tegangan Sel), untuk rangkaian Relai Blok Sel 1 sampai dengan 6 blok berfungsi sebagai selektor *switch* pembacaan tegangan persel yang dideteksi oleh sensor INA219 pada tegangan sel, untuk rangkaian *Charger* berfungsi sebagai sistem penyeimbang sel dengan pembacaan dari sensor INA219 berdasarkan posisi saklar *charge*. Tegangan di suplai dari komponen *stepdown* sebesar 5V yang bersumber dari adaptor 12V pada saklar. Pengujian ini dilakukan sebelum dan sesudah penyeimbang aktif, hal tersebut akan di monitoring tegangan baterai sel secara langsung yang nantinya akan ditampilkan pada LCD dan juga ketika pada kondisi penyeimbang ON atau dalam kondisi sel *charging* berjalan, maka indikator LED pada rangkaian *charger* yang berwarna hijau akan menyala sebagai informasi bahwa baterai sel sedang dalam kondisi *charging* dan informasi tersebut juga akan diteruskan pada LCD dan IoT sebagai informasi secara *online* yang dilakukan oleh ESP32 untuk mengirimkan data ke server *Blynk*.



Gambar 3.27. Sitem Monitoring Penyeimbang Tegangan Sel Dengan Metode *Switching* Pada Baterai NiCd 110V DC

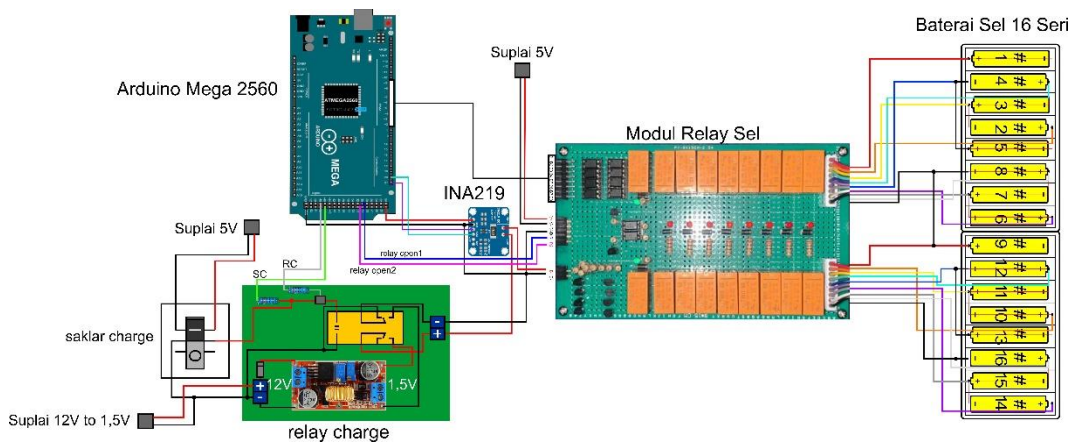
Gambar 3.27. adalah rangkaian implementasi rancangan sistem monitoring penyeimbang dengan metode *switching* pada baterai ni-cd 110V DC dan *wiring* Gambar 3.27. yang terdiri dari :

- a. LCD HMI, sebagai penampil data secara langsung dari hasil pengukuran sensor INA219 oleh Arduino Mega 2560.
- b. Relai Sel, sebagai selektor pembaca baterai sel dan juga pengisian baterai sel secara individu dengan sumber *charge* dari Relai *Charge*.
- c. Saklar Sistem & Saklar *Charge*, sebagai panel untuk menyalakan sistem dan menyalakan *charge* sebagai penyeimbang sel oleh Relai *Charge*.

- d. ESP32, sebagai pengirim data ke IoT dari Arduino Mega 2560 ke *Server Blynk* oleh komunikasi ESP32.
- e. Arduino Mega 2560, adalah mikrokontroler yang mengolah data nilai tegangan dan arus dari sensor INA219.
- f. INA219, sebagai sensor pembaca arus dan tegangan.
- g. Suplai DC 12 Volt, sebagai catu daya sistem.
- h. Relai *Charge*, sebagai sistem *charging* (Penyeimbang Sel).
- i. Baterai Sel, objek yang dimonitoring.

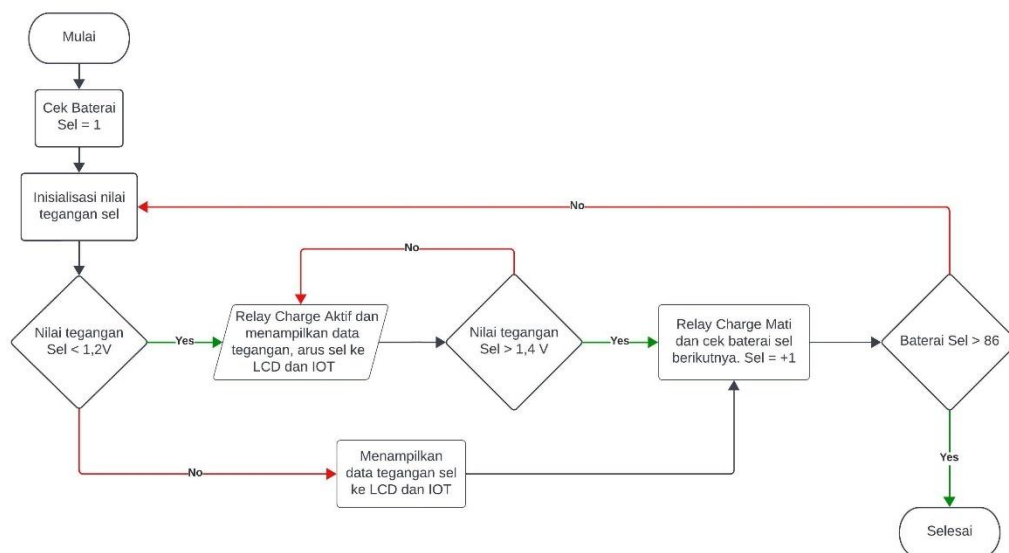
3.1.6. Pengujian Sistem Penyeimbang

Pada pengujian sistem penyeimbang ini bertujuan untuk mengetahui proses pembacaan tegangan persel saat sebelum penyeimbang aktif dan sesudah penyeimbang aktif dengan indikator LED Saklar, Relai Sel dan Relai *Charge*, pada pengujian ini dilakukan juga proses pembacaan sel untuk menguji ketika pembacaan tegangan persel dapat diketahui nilai tegangannya saat sebelum dan sesudah penyeimbang aktif. Adapun pengambilan data seperti pengujian pembacaan tegangan per sel sebelum dan sesudah penyeimbang aktif.



Gambar 3.28. *Wiring* Sistem Penyeimbang

Gambar 3.28. menunjukkan rangkaian sistem penyeimbang pada tegangan sel dengan sumber pengisian yang diatur berdasarkan relai *charge* ketika proses pengisian berlangsung yang di seleksi oleh relai sel ketika salah satu sel menunjukkan nilai tegangan dibawah 1,2 volt maka akan diteruskan ke relai *charge* untuk melakukan proses pengisian pada baterai sel. Adapun proses sistem penyeimbang sebelum dan sesudah aktif untuk memantau perbedaan tegangan saat sebelum sel di *charge* dan sesudah sel di *charge*.



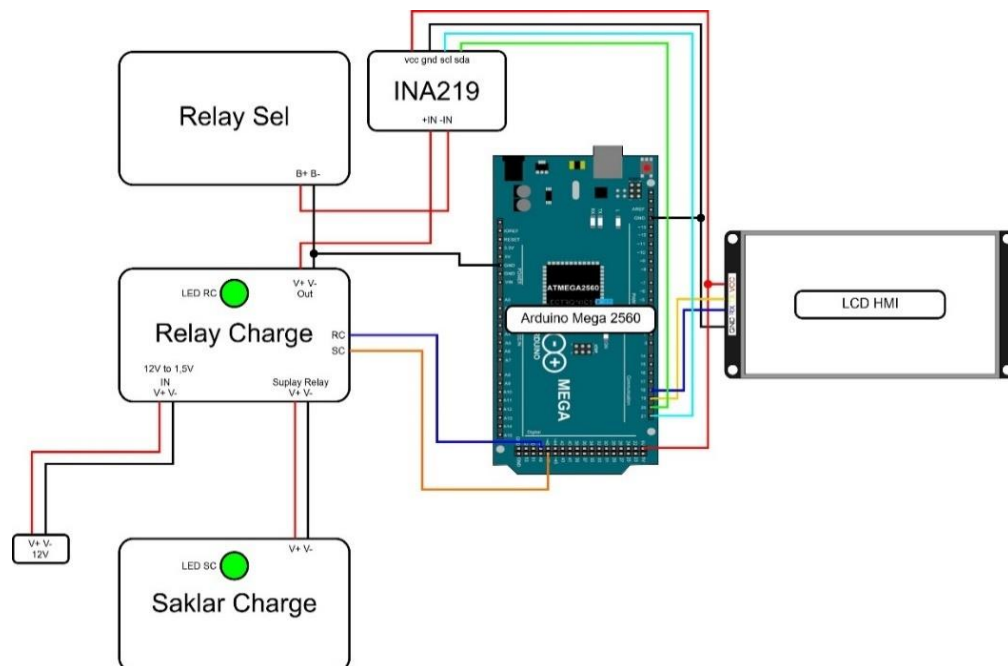
Gambar 3.29. Flowchart Sistem Penyeimbang

Gambar 3.29. menunjukkan alur sistem penyeimbang pada proses *charging* baterai persel, diawali dengan cek baterai sel pertama atau nomor sel ke 1 lalu mengisialisasi nilai tegangan sel, jika tegangan sel kurang dari 1,2V maka *relay charge* aktif dan menampilkan data tegangan, arus sel ke LCD dan IOT, selama nilai tegangan sel belum lebih dari 1,4V maka proses *charge* terus berulang dengan tetap mengaktifkan *relay charge*, jika nilai tegangan sudah lebih dari 1,4V maka *relay charge* mati dan cek baterai sel selanjutnya jika baterai sel belum mencapai sel ke 86 maka masuk ke proses inisialisasi nilai tegangan sel dan

melakukan proses seperti sebelumnya jika tegangan sel kurang dari 1,2V, jika sebaliknya tegangan sel tidak kurang dari 1,2V maka akan menampilkan data nilai tegangan sel ke LCD dan IOT lalu melanjutkan cek baterai sel berikutnya jika pengecekan baterai sudah mencapai baterai 86 sel maka proses selesai.

3.1.7. Pengujian Sistem Monitoring

Pada pengujian sistem monitoring adalah untuk menguji monitoring pada tiap sel baterai seperti nilai tegangan per sel baterai dan kondisi penyeimbang (*ON* dan *OFF*), serta kondisi pada tiap sel yang dimonitoring. Adapun indikator lampu led sebagai informasi ketika saklar *charge* aktif atau tidak aktif sebagai penentu menyalnya sistem penyeimbang tegangan sel.



Gambar 3.30. *Wiring* Pengujian Sistem Monitoring

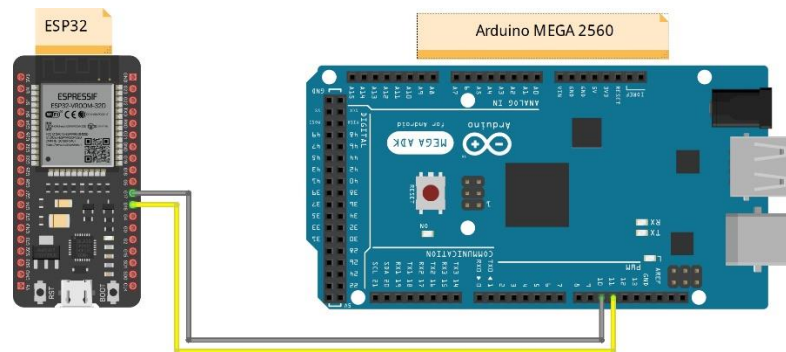
Gambar 3.30. menunjukkan *wiring* mikrokontroller yang berperan sebagai sistem monitoring untuk menampilkan hasil dari pembacaan tegangan sel pada sistem penyeimbang, dengan alur pengujian sebagai berikut :

- a. LCD HMI akan menampilkan nilai hasil pengukuran sensor INA219 tegangan per sel saat proses sebelum penyeimbang aktif dan sesudah penyeimbang aktif dengan Langkah – Langkah sebagai berikut :
 - Sensor INA219 dan Relai Sel sebagai pembaca tegangan per sel yang dikendalikan oleh Arduino Mega 2560.
 - Data hasil dari sensor INA219 dan Relai Sel akan diterima oleh Arduino Mega 2560 untuk di tampilkan pada LCD HMI dengan data berupa : Nomor Sel, Tegangan Sel, Arus Sel ketika *Charge*, Status sel, Penyeimbang dan tegangan total sel.
- b. Relai *Charge* berfungsi sebagai pengisian baterai sel berdasarkan informasi sel yang diterima dari Arduino Mega 2560 ketika salah satu sel dalam proses pengisian maka indikator LED RC akan menyala hal itu terjadi atas kondisi dari Saklar *Charge* dengan indikator LED SC menyala.
- c. Relai Sel berfungsi untuk Pembacaan data tegangan maupun pengisian tegangan baterai secara individu antar sel.
- d. Saklar *Charge* berfungsi untuk mengaktifkan sistem penyeimbang dengan menampilkan status penyeimbang pada LCD HMI.

3.1.8. Pengujian Sistem *Internet Of Things*

Pengujian sistem ini dilakukan agar mempermudah pengguna dalam memonitoring kondisi keseluruhan nilai tegangan baterai sel dan data tegangan per sel secara online, pengujian ini berfungsi untuk mengetahui kesesuaian data pada ESP32 dalam komunikasinya dengan mengambil data nomor sel, tegangan sel, arus sel, status sel, kondisi penyeimbang dan tegangan total sel, dari Arduino Mega 2560 dan mengirimnya ke internet oleh ESP32 pada *platform Blynk IoT*.

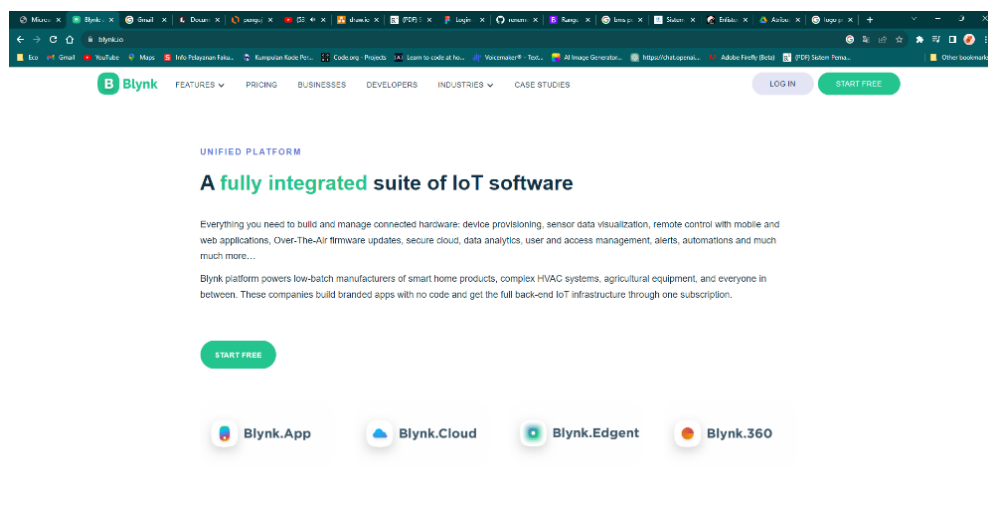
3.1.8.1. Pengujian Serial Komunikasi Arduino Mega 2560 Dengan ESP32



Gambar 3.31. *Wiring* Pengujian Sistem *Internet Of Things*

Gambar 3.31. menunjukkan *wiring* pengujian sistem IoT dari bagian keseluruhan sistem sebagai penghubung mikrokontroler Arduino Mega 2560 ke IoT dengan ESP32 sebagai penunjang untuk komunikasi dengan IoT setelah data dikirim dari Arduino Mega 2560 ke ESP32, pin yang terhubung dari Arduino Mega 2560 ke ESP32 adalah RX TX sebagai jalur komunikasi kirim data dan diterima ESP32 lalu diteruskan ke *Server Blynk IoT*.

3.1.8.2. Pengujian Kirim Data Pada *Blynk*



Gambar 3.32. Tampilan Awal *Platform Blynk*

Gambar 3.32. menunjukkan tampilan awal dari *platform Blynk IoT*. Pada *platform Blynk* ini pengguna diharuskan daftar terlebih dahulu untuk

menggunakannya. Pada penelitian ini pengguna dapat mendaftarkan atau mendaftar secara gratis (*Start Free*) pada *platform Blynk IoT*.



```

KODE_KOMUNIKASI_SERIAL | Arduino 1.8.15
File Edit Sketch Tools Help
KODE_KOMUNIKASI_SERIAL
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial toesp(10,11);

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  toesp.begin(9600);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  String nomorsel = "#1";
  float tegangansel = 1.23;
  float arussel = 0.00;
  String statussel = "Baik";
  String statuspenyeimbang = "OFF";
  float totalsel = 1.23;

  String kirimdata = String(nomorsel)+(",")+String(tegangansel)+(",")+String(arusse
  toesp.println(kirimdata);
  Serial.println(kirimdata);
  delay(1000);
}

```

Gambar 3.33. Kode Pengiriman Data Oleh Arduino Mega 2560

Pada penelitian ini Arduino Mega 2560 berperan sebagai mikrokontroler utama. ESP32 sebagai penyambung Arduino Mega dengan Internet. Sehingga data yang ditampilkan pada *platform Blynk* adalah data hasil dari ESP32 yang telah di filter dengan data awal berasal dari Arduino Mega 2560. Gambar 3.33. menunjukkan data *dummy* yang di *upload* ke Arduino Mega 2560 untuk mengetahui apakah data dapat diterima dari pengiriman data oleh Arduino Mega.

3.1.9. Analisa Hasil Pengujian Sistem

Pada pembuatan Analisa Hasil Pengujian, akan didapatkan perbandingan antara kajian teori dan hasil pengujian atau percobaan yang telah dilakukan pada alat monitoring ini. Jika ada perbedaan antara keduanya, maka akan dilakukan

analisis penyebab terdapatnya perbedaan tersebut. Dari hasil analisis perbedaan tersebut akan menjadi pembelajaran dan perbaikan untuk mengatasi permasalahan yang ada seperti data yang tidak sesuai. Jika analisis sistem ini sesuai dengan prosedur dan data sesuai dengan yang diharapkan maka pengujian ini telah berhasil sesuai dengan harapan.

3.2. Subjek Dan Objek Penelitian

Subjek pada penelitian ini adalah sensor tegangan dan arus (INA219) sebagai pembaca nilai tegangan dan arus dari sistem monitoring ini. Untuk objek penelitian yaitu adalah baterai AAA Ni-Cd 86 Sel dengan tegangan masing – masing tegangan sel 1,2 Volt 600 mAh sebagai media penyimpanan listrik dan merepresentasikan baterai per sel dengan tegangan keseluruhan 110V DC. Fokus penelitian ini adalah pada suatu sistem monitoring penyeimbangan tegangan sel dengan pemantauan sel-sel sebagai perbandingan dari sistem dan objek yang diteliti untuk penelitian yang akan dilakukan.

3.3. Implementasi Rancangan Alat

Implementasi rancangan alat adalah tahap penting dalam proses pengembangan alat yang dapat mempengaruhi kinerja dan kualitas alat. Pada implementasi ini merupakan realisasi dari rancangan dan kajian secara teoritis dan secara fungsional hal ini bertujuan untuk mengetahui keterkaitan antara hasil kerja alat yang diteliti dari teori yang berlaku.

3.4. Analisa Data

Pada Analisa data ini dilakukan untuk menyesuaikan hasil penelitian dari kajian dan teori yang berlaku. Sehingga mendapatkan hasil implementasi yang sesuai dengan rancangan secara ilmiah. Selain itu juga pada Analisa data ini dapat

diketahui kelebihan dan kekurangan kerja alat. Pada hasil implementasi alat ini ada beberapa Data yang akan dianalisa terdiri dari pengujian Sistem Penyeimbang, Sistem Monitoring, dan Sistem IoT.