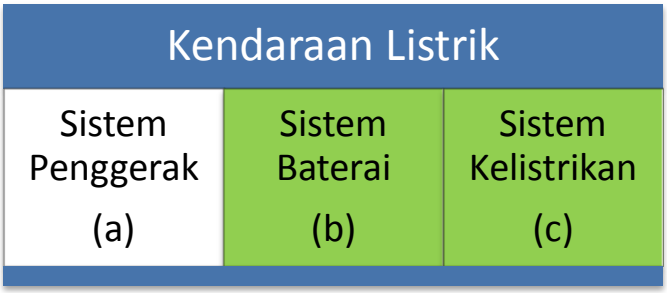
BAB III
PERANCANGAN SISTEM

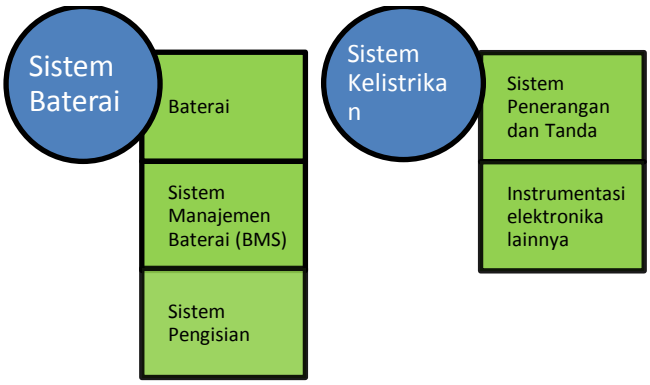
Bab ini membahas semua perancangan sistem dari yang dibuat guna memenuhi maksud dan tujuan penelitian tugas akhir yaitu "Rancang Bangun Sistem Kelistrikan dan Sistem Manajemen Baterai pada Kendaraan Listrik". Subsistem utama pada kendaraan listrik ditunjukkan pada gambar III.1 berikut [13]:



Gambar III.1. Sub sistem utama kendaraan listrik

Perancangan dalam tugas akhir ini yaitu subsistem (b) dan subsistem (c) seperti yang telah disebutkan pada subbab (2.1). Jelas bahwa terdapat banyak komponen yang perlu dirancang dan dibangun untuk membuat seluruh sistem bekerja. Oleh karena itu, selanjutnya akan dijabarkan lebih dalam mengenai hal-hal apa saja yang akan dirancang.

Kedua subsistem ini terbagi lagi menjadi beberapa sistem seperti gambar III.2. Dalam Subsistem Baterai terdiri beberapa bagian yaitu baterai, Sistem Manajemen Baterai dan sistem pengisian. Begitu juga dengan Sistem Kelistrikan ada sistem penerangan dan tanda serta instrumen elektronika lainnya.

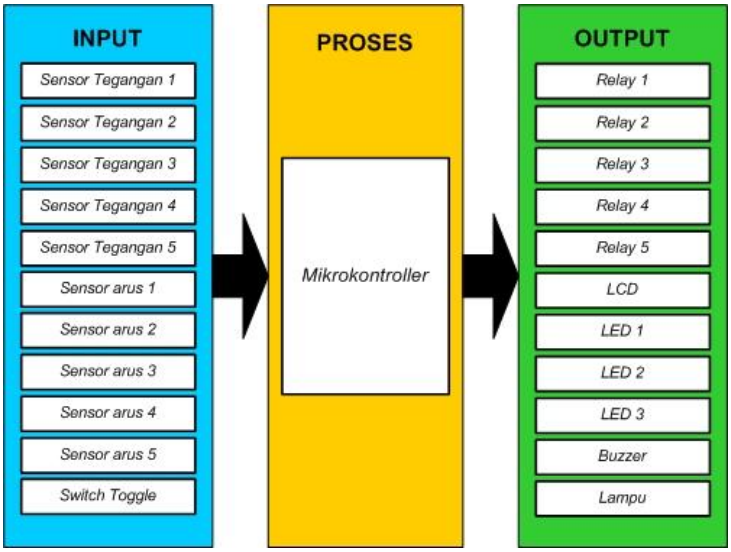


Gambar III.2. Sub sistem pada sistem baterai dan sistem kelistrikan

Berikutnya pada subbab ini akan membahas mengenai proses perancangan aktual dari perangkat keras dan perangkat lunak.

3.1 Perancangan Perangkat Keras

Diagram blok sistem kontrol secara keseluruhan ditunjukkan seperti gambar III.3 :



Gambar III.3. Perancangan sistem secara keseluruhan

Penjelasan singkat mengenai diagram blok di atas adalah sebagai berikut :

1. *Input*

Pada bagian input ada beberapa sensor dan *switch toggle*. Sensor tegangan dan sensor arus berguna untuk mendapatkan nilai tegangan dan arus pada masing-masing akumulator.

2. Proses

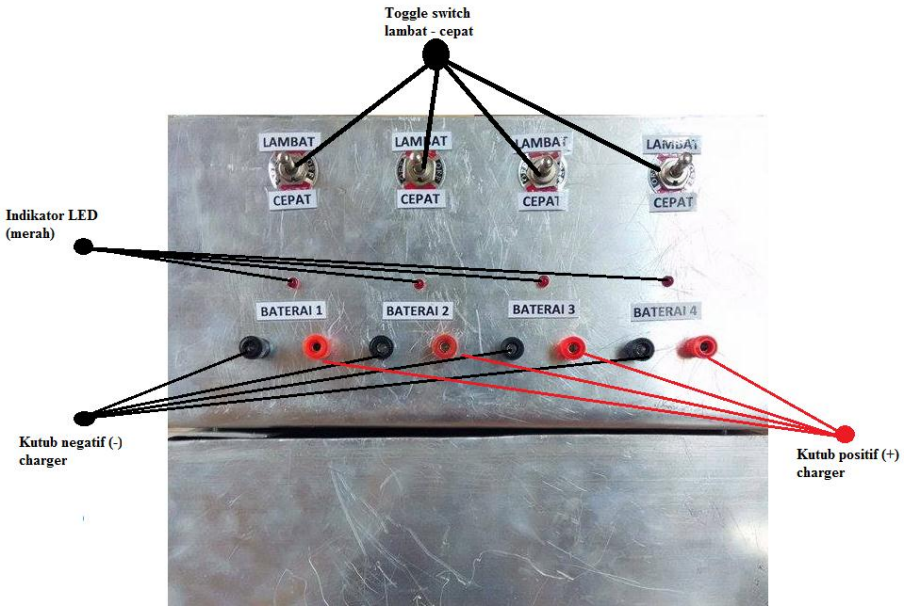
Mikrokontroller ini akan berperan dalam sistem baterai dan sistem kelistrikan. Data-data analog dari berbagai sensor akan dikonversikan menjadi data digital oleh mikrokontroller dan akan di proses lebih lanjut sesuai program yang dibuat.

3. *Output*

Relay 1-4 akan berfungsi sebagai pemutus pengisian baterai ketika kondisi baterai penuh dianggap terpenuhi, sedangkan *relay* 5 akan berfungsi sebagai pemutus baterai ketika kondisi baterai dianggap habis. Selain menampilkan kondisi baterai pada LCD, *buzzer* dan led juga digunakan sebagai indikator

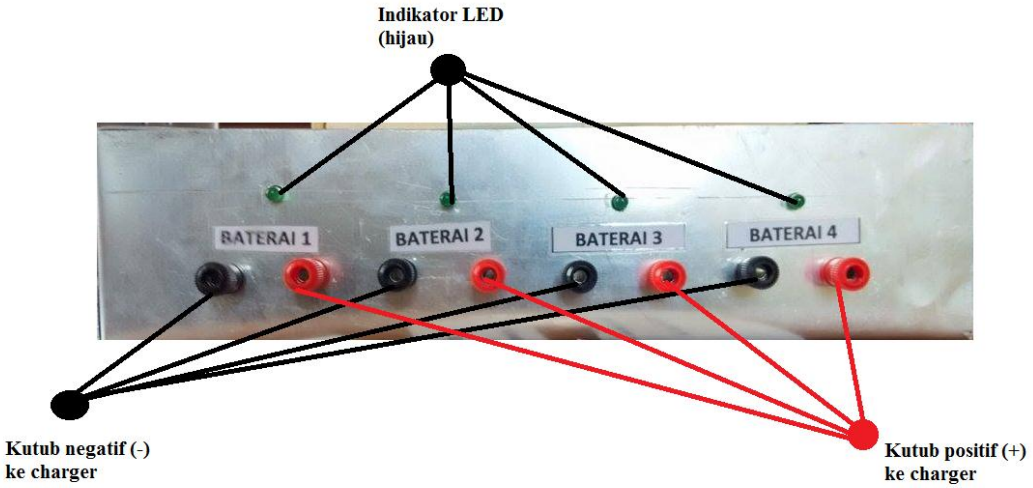
dan peringatan baterai. Sedangkan lampu dioperasikan berdasarkan kondisi pada *switch toggle*.

3.1.1 Desain Perangkat Keras Sistem Pengisian

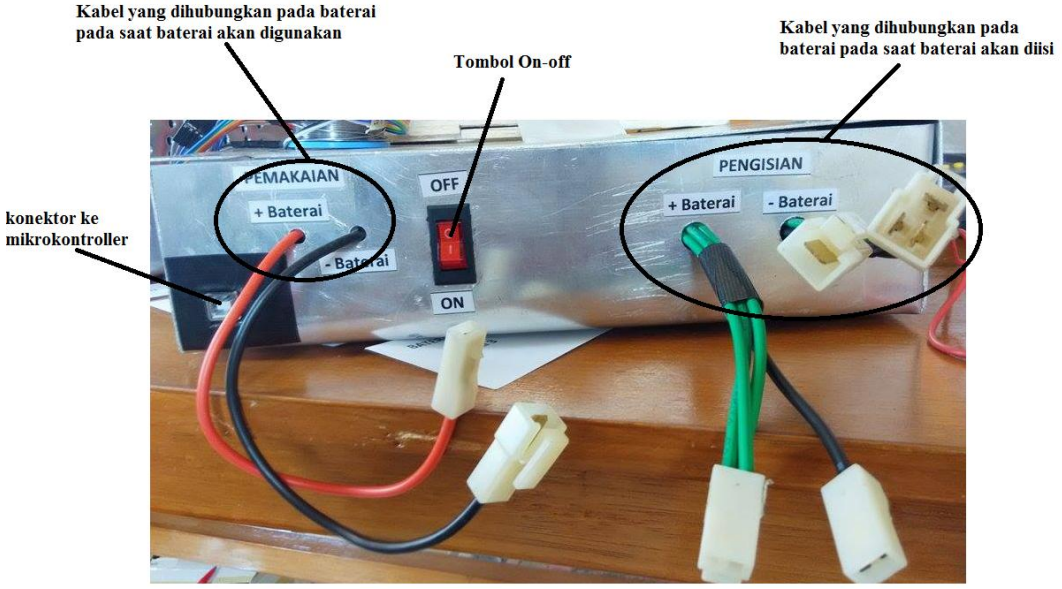


Gambar III.4. Desain sistem pengisian

3.1.2 Desain Perangkat Keras BMS



Gambar III.5. Gambar tampak depan BMS



Gambar III.6. Gambar tampak samping BMS



Gambar III.7. Gambar tampak belakang BMS

3.1.3 Cara Kerja Alat

Pada gambar III.4 merupakan bentuk sistem pengisian yang dibangun. Toggle switch berguna untuk memilih kecepatan pengisian yang diinginkan, cepat atau lambat. Indikator LED (merah) yang menyala menandakan bahwa sistem pengisian sudah dapat mengalirkan arus ke baterai, sedangkan jika LED padam menandakan bahwa sistem pengisian dalam keadaan mati. Masing-masing kutub negatif dan positif pada sistem pengisian harus dihubungkan menuju masing-masing kutub negatif dan positif pada BMS yang sesuai.

Indikator LED (hijau) pada BMS yang padam menandakan bahwa pengisian masih berlangsung, tetapi ketika LED (hijau) menyala maka menandakan pengisian berhenti karena baterai sudah penuh. Ketika baterai

dikonfigurasikan untuk diisi, maka kabel yang dihubungkan dari baterai ke BMS adalah kabel yang ada pada label “PENGISIAN”. Sedangkan ketika baterai dikonfigurasikan untuk digunakan, maka kabel yang dihubungkan dari baterai ke BMS adalah kabel yang ada pada label “PEMAKAIAN”, yang kemudian diikuti dengan menyalakan tombol ON pada label “ON-OFF”. Tombol “ON-OFF” ini berfungsi agar tidak ada percikan api yang terjadi sesaat konektor baterai dihubungkan ke BMS.

3.2 Spesifikasi Sistem

Ada beberapa spesifikasi sistem berbeda pada sistem-sistem yang dibangun pada tugas akhir ini. Berikut akan dijabarkan spesifikasi untuk masing-masing sistem.

3.2.1 Sistem Baterai

a. Baterai yang digunakan adalah akumulator sebanyak empat buah dengan tegangan 12V dan kapasitas 16AH yang disusun seri menjadi 48V 16AH. Akumulator yang digunakan merupakan jenis *deep cycle*.
b. Sistem pengisian yang digunakan adalah konfigurasi paralel empat buah baterai.
c. Terdapat dua kecepatan pengisian (normal dan cepat). Pengisian normal merupakan pengisian dengan batasan arus sebesar ±1.6Ampere sedangkan pengisian cepat memiliki batasan arus sebesar ±3Ampere.
d. Tegangan penuh pengisian untuk setiap akumulator ditetapkan sebesar 14,5V, yaitu akumulator sebagai sumber utama.
e. Jika LED merah menyala maka menandakan pengisian sedang berlangsung. Jika LED hijau menyala maka menandakan pengisian baterai sudah penuh.
f. Pengisian otomatis berhenti ketika tegangan baterai sudah mencapai 14,5V.
g. Sumber arus pengisian menggunakan listrik jala-jalan PLN (listrik rumah).
h. BMS dapat mengukur tegangan pada masing-masing baterai. Selain itu juga dapat mengukur arus yang mengalir pada baterai.
i. Tegangan tiap baterai ditampilkan pada LCD.

j. *Relay* 1,2,3 dan 4 bertugas sebagai pemutus arus pada sistem pengisian menuju baterai untuk menghindari kelebihan pengisian atau *overcharged*. Kondisi ini ditetapkan pada saat masing-masing baterai memiliki tegangan >14,5V.

k. *Relay* 5 bertugas sebagai pemutus arus yang menuju sistem kelistrikan dan sistem penggerak untuk menghindari kelebihan pemakaian atau *overdischarged*. Kondisi ini ditetapkan pada saat baterai memiliki tegangan < 44V.

l. Kapasitas baterai penuh (100%) ketika tegangan baterai ≥58V dan baterai kosong (0%) ketika tegangan akumulator ≤ 44V.

m. Ada beberapa tahap peringatan ketika baterai akan habis. Led akan menyala ketika kapasitas berada pada < 20% dan *buzzer* akan berbunyi ketika kapasitas berada pada <10%.

3.2.2 Sistem Kelistrikan

a. Tegangan baterai akan ditampilkan pada LCD.

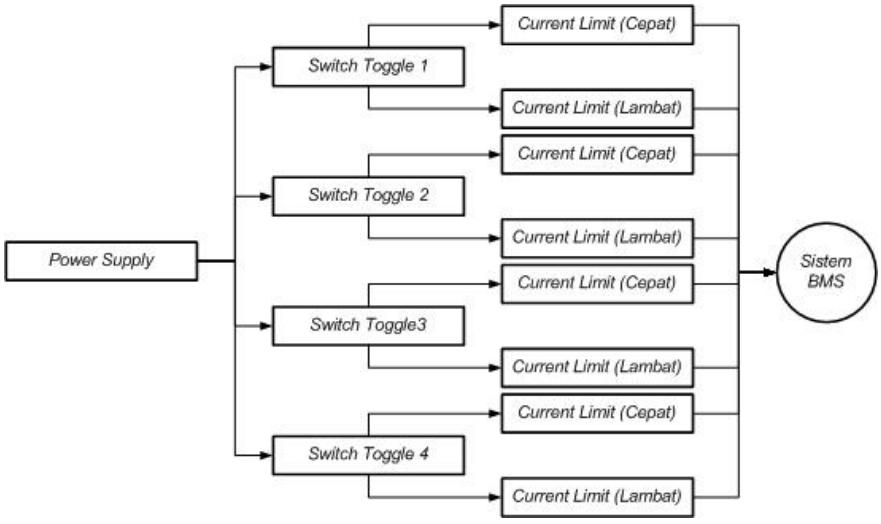
b. Lampu yang digunakan adalah lampu depan dan lampu sein.

c. Kondisi penggunaan lampu akan ditampilkan pada LCD.

3.3 Sistem Baterai

3.3.1 Sistem Pengisian

Gambar III.8 adalah bentuk diagram pada sistem pengisian :



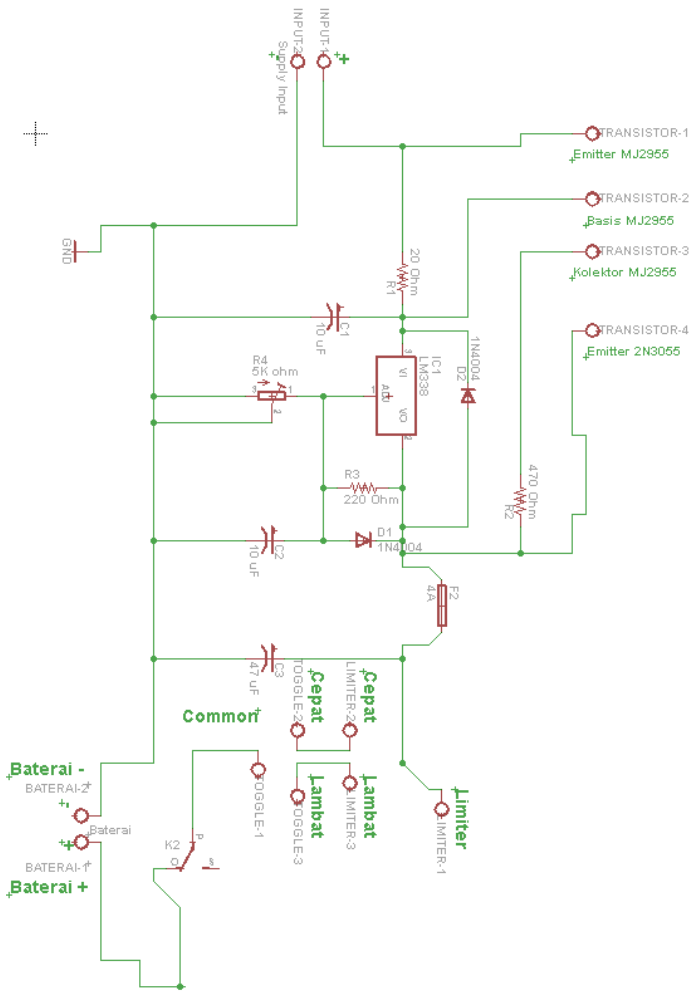
Gambar III.8. Diagram sistem pengisian

Power Supply

Power supply yang digunakan pada bagian ini adalah *power supply* yang harus mampu menghasilkan tegangan lebih besar atau sama dengan tegangan penuh pada akumulator. Selain itu, *power supply* tersebut harus memiliki arus >12Ampere. Perkiraan ini berdasarkan perhitungan maksimal arus yang akan dibutuhkan jika menggunakan pengisian cepat (±3Ampere/Akumulator).

Current Limiter

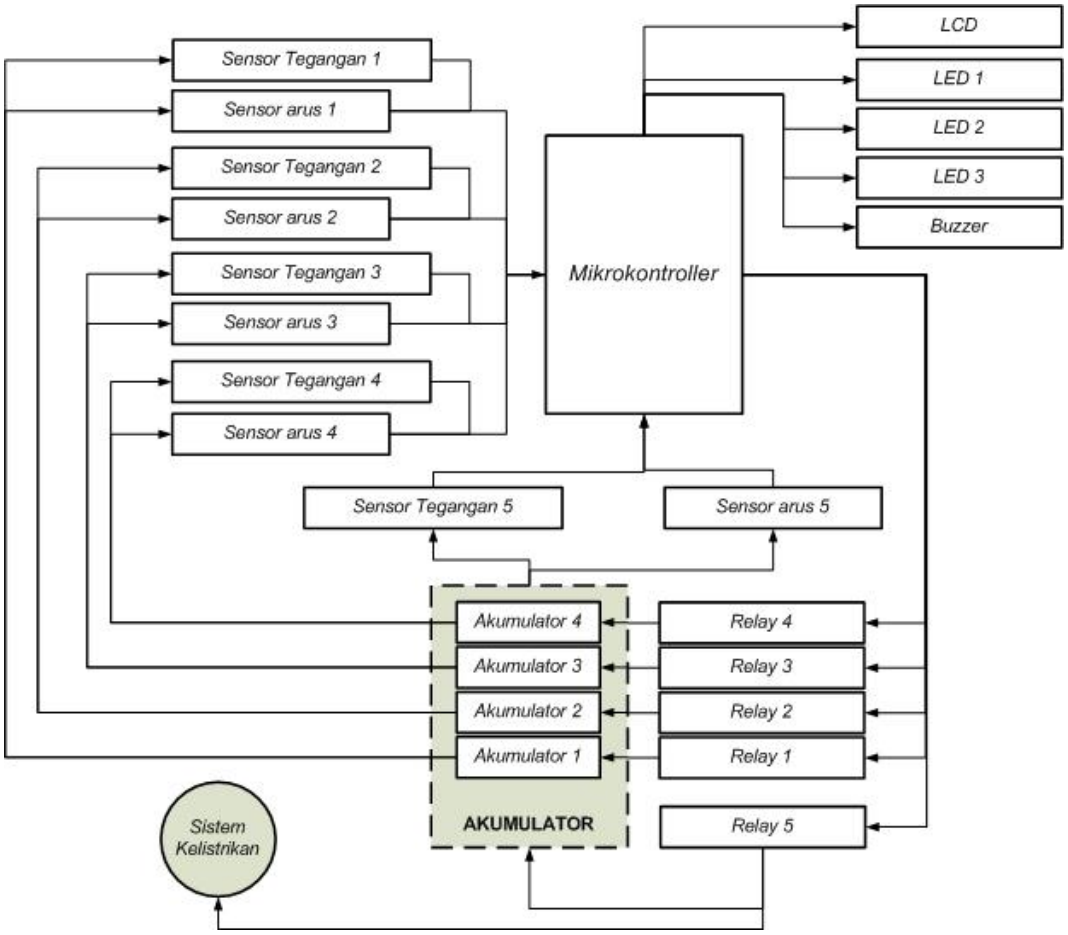
Current limiter atau pembatas arus merupakan rangkaian yang berguna untuk membatasi arus maksimal yang dihantarkan ke beban. Dalam kasus ini, *current limiter* berperan dalam membatasi arus maksimal yang keluar pada pengaplikasian pengisian normal dan pengisian cepat. Jenis pengisian dipilih menggunakan *switch toggle*.



Gambar III.9. Rangkaian sistem pengisian

3.3.2 Sistem Manajemen Baterai

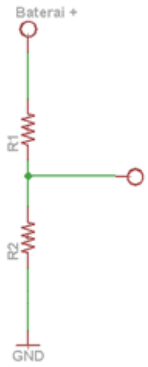
Diagram pada Sistem Manajemen Baterai ditunjukkan seperti pada gambar III.10 :



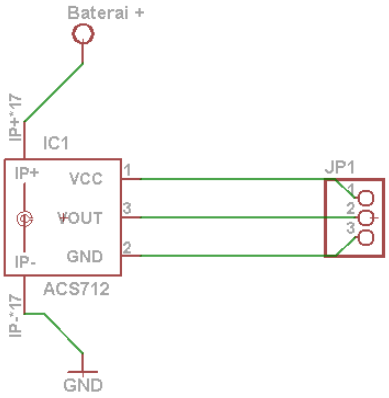
Gambar III.10. Diagram Sistem Manajemen Baterai

Sensor Arus dan Sensor Tegangan

Sensor arus dan sensor tegangan digunakan untuk mengetahui arus yang dikeluarkan dari akumulator dan mendapatkan nilai tegangan pada masing-masing akumulator. Tegangan akumulator dimonitor untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya *overcharged* dan *overdischarged* yang dapat berdampak buruk pada masa pakai akumulator. Bentuk rangkaian ini ditunjukkan seperti pada gambar III.11 dan III.12.



Gambar III.11. Rangkaian sensor tegangan



Gambar III.12. Rangkaian sensor arus

Relay

Relay digunakan sebagai penghubung dan pemutus jalur arus listrik dari akumulator ke sistem penggerak dan sistem kelistrikan (*relay* 5) serta dari sistem pengisian ke akumulator (*relay* 1,2,3,4). *Relay* 1,2,3,4 akan *cut off* apabila kondisi baterai dianggap akan *overcharged* sedangkan *relay* 5 akan *cut off* apabila kondisi baterai dianggap akan *overdischarged*.

***Buzzer* dan LED**

Ada beberapa tahap sistem peringatan sebagai indikator kapasitas baterai, yaitu *buzzer* dan LED. Pada tahap pertama, indikator yang akan aktif adalah LED sebagai penanda bahwa kapasitas baterai berada >=100% (LED 1,2 dan 3) , <50% (LED 1 dan 2), < 20%(LED 1), kemudian pada tahap kedua indikator yang aktif adalah *buzzer* yang menandakan kapasitas akumulator berada <10%. Jika

kapasitas akumulator habis (0%) maka *relay* 5 akan *cut off* dan kendaraan akan mati total.

LCD

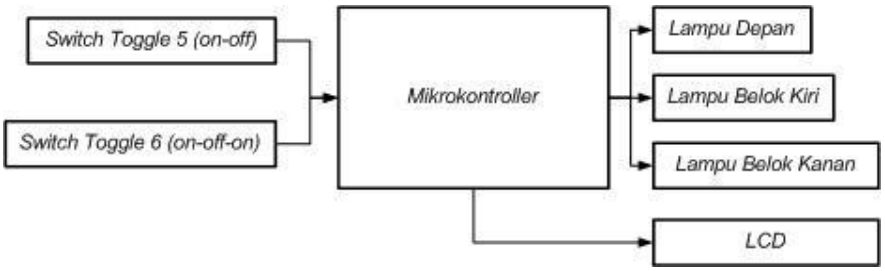
Informasi yang ditampilkan pada LCD adalah tegangan masing-masing akumulator. Diharapkan dengan selalu dimonitoring tegangan setiap baterai maka dapat diketahui apabila ada salah satu baterai yang rusak. Serta untuk memastikan bahwa BMS bekerja sesuai dengan semestinya tanpa harus diperiksa menggunakan multimeter. Selain itu juga LCD akan menampilkan informasi baterai dan status lampu..

Mikrokontroller

Mikrokontroller akan berperan sebagai pemroses sensor tegangan dan sensor arus. Selain itu juga sebagai pemicu *relay-relay* dan indikator dalam sistem BMS. Nilai tegangan dan sensor akan diproses melalui ADC (*Analog to Digital Converter*) kemudian hasilnya akan ditampilkan pada LCD. Hasil perhitungan ini juga akan digunakan sebagai penentu tindakan-tindakan yang akan dilakukan pada kondisi tertentu seperti *overcharged* dan *overdischarged*.

3.4 Sistem Kelistrikan

Diagram pada sistem kelistrikan ditunjukkan seperti pada gambar III.13 berikut :



Gambar III.13. Diagram Sistem Kelistrikan

Switch Toggle

Switch toggle digunakan untuk memicu lampu kendaraan. Lampu yang dapat dikendalikan adalah lampu depan dan lampu sein. Informasi lampu yang aktif akan ditampilkan pada LCD.

Lampu

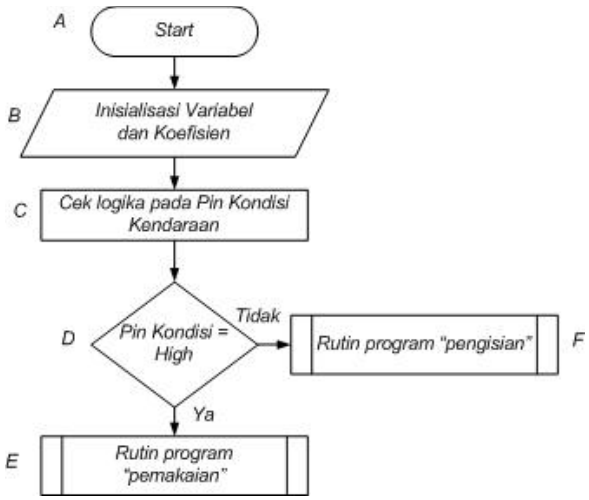
Lampu yang digunakan hanya lampu depan dan lampu sein. Lampu depan terdiri dari lampu led 12V warna putih sedangkan lampu sein terdiri dua buah led senja 12V warna jingga. Lampu sein akan berkedap-kedip ketika aktif sedangkan lampu depan akan terus menyala selama diaktifkan.

Mikrokontroller

Pada bagian ini mikrokontroller berperan sebagai pemberi informasi lampu yang sedang aktif pada kendaraan dan menampilkan hasilnya di LCD.

3.5 Perancangan Perangkat Lunak

Pada Tugas Akhir ini, terdapat beberapa diagram alir yang akan menerangkan perancangan perangkat lunak. Diagram alir program utama secara keseluruhan ditunjukkan sepereti pada gambar III.14 :

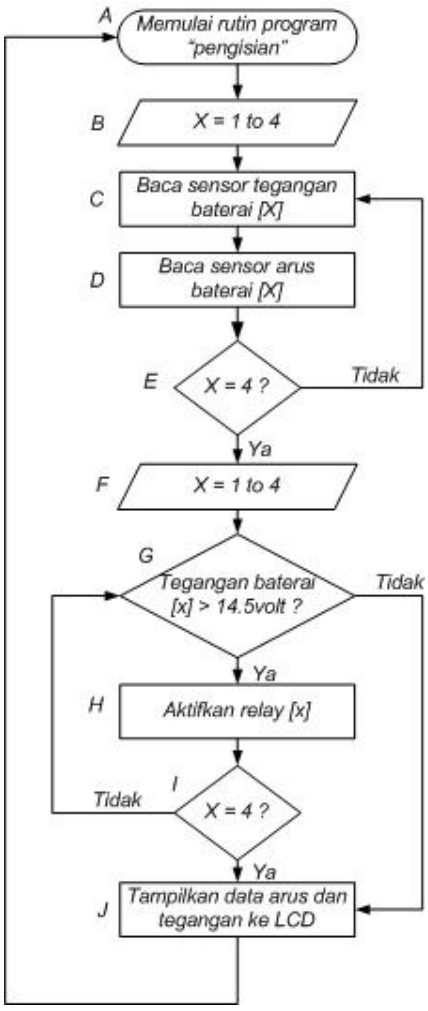


Gambar III.14. Diagram alir program secara umum

Pada gambar III.14 menjabarkan tentang alur program ketika akan memilih program mana yang akan dieksekusi berdasarkan kondisi kendaraan. Jika baterai dikonfigurasikan untuk pengisian, maka program yang akan di jalankan adalah prosedur “pengisian”, sedangkan jika baterai dikonfigurasikan untuk dipakai, maka program yang akan dijalankan adalah prosedur “pemakaian”. Kondisi ini diketahui melalui pengecekan pada pin mikrokontroller. Pengecekan hanya dilakukan satu kali dan akan langsung dilanjutkan dengan menjalankan program yang sudah diputuskan dari pengecekan.

3.5.1 Diagram Alir Prosedur Pengisian

Pada program ini, mikrokontroller akan membaca data-data sensor terlebih dahulu pada masing-masing baterai. Selanjutkan baterai akan mengecek baterai mana yang kondisinya sudah penuh untuk segera memutuskan pengisian dengan mengaktifkan *relay*. Setelah itu informasi data tegangan dan arus akan ditampilkan pada LCD. Alur program ini ditunjukkan pada gambar III.15.

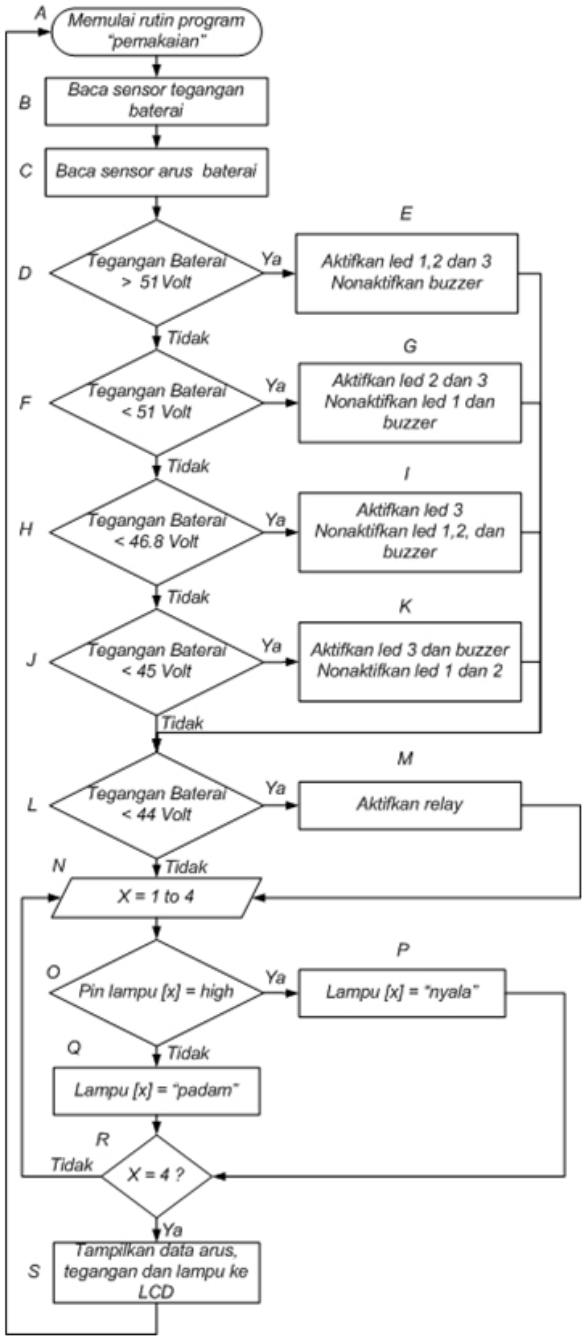


Gambar III.15. Diagram alir program prosedur pengisian

3.5.2 Diagram Alir Prosedur Pemakaian

Sedikit berbeda dengan program pada prosedur pengisian, pada program prosedur pemakaian yang ditunjukkan pada gambar III.16, selain mengambil data pada sensor tegangan dan arus tetapi juga mengecek kondisi lampu mana yang aktif. Selain itu juga ada beberapa tindakan yang dilakukan sesuai dengan kondisi baterai. Selama baterai masih dianggap batas wajar pemakaian, maka hanya

indikator led saja yang menyala. Jika menyala hingga warna hijau, menandakan baterai setengah penuh. Jika warna hijau padam dan kuning menyala, menandakan kapasitas baterai sudah di bawah 50% (51 Volt).Selanjutnya jika yang menyala hanya warna merah maka kapasitas baterai sudah berada pada 20% (46,8 Volt). Ketika baterai sudah mendekati habis (45 Volt) maka *buzzer* akan berbunyi dan *relay* akan aktif ketika baterai dianggap sudah habis (44 Volt).



Gambar III.16. Diagram alir progam prosedur pemakaian