Rancang Bangun Sistem Kelistrikan dan Sistem Manajemen Baterai Pada Kendaraan Listrik

Henri Wijaksana[1], Ayub Subandi[2]
[1,2]Sistem Komputer UNIKOM, Bandung
[1]henri.nst19@gmail.com, [2]kangayub@gmail.com

Abstrak

Kendaraan listrik merupakan kendaraan tanpa bahan bakar yang digerakkan oleh motor listrik dan baterai. Baterai menjadi hal yang sangat penting karena merupakan sumber utama kendaraan listrik, sehingga diharapkan baterai pada kendaraan listrik dapat awet dan dapat dipakai untuk jangka waktu yang panjang. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem manajemen baterai pada kendaraan listrik sehingga baterai terhindar dari penyebab kerusakan yang sering terjadi yaitu pengisian atau penggunaan baterai yang tidak terkontrol. Hal dasar pada suatu Sistem Manajemen Baterai (*Battery Management System*, BMS) adalah menghindari pengisian dan pemakaian yang berlebih pada baterai. BMS yang dibangun dapat memantau masing-masing baterai saat diisi secara paralel dan memantau baterai ketika dikoneksi serial saat digunakan. *Relay* digunakan sebagai pemutus arus dari sumber arus, nilai tegangan baterai didapat melalui sensor pembagi tegangan, sedangkan nilai arus didapat menggunakan sensor ACS 712. Pada sistem ini dilengkapi juga dengan sistem kelistrikan sederhana seperti lampu depan, lampu sein dan panel LCD (*Liquid Crystal Display*). Berdasarkan beberapa pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa BMS berfungsi dengan baik karena pengisian otomatis terhenti ketika baterai penuh yaitu pada saat tegangan setiap baterai mencapai 14,5 Volt. Begitupun ketika baterai digunakan hingga habis (44 Volt), *relay* akan aktif dan memutus arus dari baterai. Indikator kapasitas baterai berupa LED dan sistem peringatan *buzzer* yang menandakan baterai akan habis juga berfungsi dengan baik sesuai dengan nilai tegangan yang ditetapkan. Selain itu, kondisi lampu depan dan lampu sein dapat ditampilkan pada panel LCD ketika digunakan. Dengan demikian maka tujuan pembangunan BMS dan sistem kelistrikan pada kendaraan listrik dapat tercapai.

Kata Kunci : Kendaraan Listrik, Manajemen Baterai, Kelistrikan.

I. Pendahuluan

Kendaraan listrik merupakan kendaraan tanpa bahan bakar yang digerakkan oleh motor listrik dan baterai. Tidak ada pembakaran yang diperlukan untuk menggerakkan kendaraan ini, melainkan hanya sejumlah arus listrik yang dikeluarkan oleh baterai. Oleh karena itu, bisa dikatakan kendaraan ini bebas emisi dibandingkan kendaraan bahan bakar minyak. Tetapi lamanya masa pakai dari baterai merupakan masalah yang sering terjadi dikarenakan kurang terkontrolnya pengisian ataupun penggunaan baterai. Oleh karena itu diperlukan sebuah sistem untuk mengontrol lalu lintas arus pada baterai sehingga diharapkan baterai dapat lebih awet. Untuk itu di harapkan dengan dibuatnya sistem ini dapat menjadi salah satu alternatif sebagai manajemen baterai pada kendaraan listrik. Tentunya agar kendaraan listrik dapat beroperasi lebih optimal, maka di rancang juga sistem kelistrikan sebagai pelengkapnya. Sistem kelistrikan pada kendaraan listrik umumnya sama dengan sistem kelistrikan pada kendaraan lainnya, seperti lampu utama, lampu rem, panel *display* dan lainnya. Panel pada kendaraan listrik akan menunjukkan kondisi tegangan baterai, lampu yang aktif dan sebagainya.

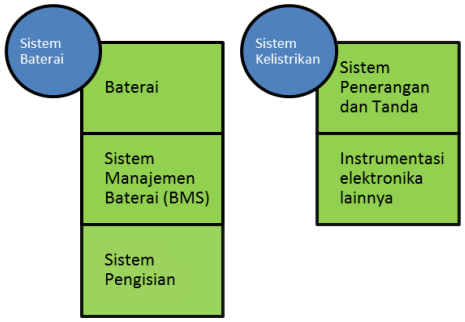
II. Landasan Teori

Sistem Utama Kendaraan listrik

Kendaraan listrik terdiri dari tiga sub-sistem utama :

a) Sistem Penggerak Motor Listrik - pengendali mobil, konverter elektronika daya, motor listrik dan transmisi
b) Sistem Baterai – baterai, Sistem Manajemen Baterai dan sistem pengisian;
c) Sistem Kelistrikan –pemanas/ pendingin, pompa elektronika dan pembantu elektronika lainnya.

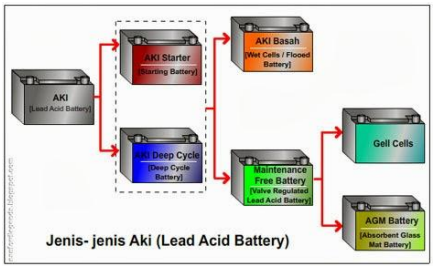
Dalam penelitian tugas akhir ini sistem yang akan di rancang merupakan sub-sistem Sistem Baterai (b) dan Sistem Kelistrikan (c).



Gambar 1 Subsistem pada sistem baterai dan sistem kelistrikan

Sistem Baterai

Sistem baterai terdiri dari baterai, sistem pengisian dan Sistem Manajemen Baterai. Baterai yang digunakan dalam penelitian ini adalah akumulator karena merupakan salah satu tipe baterai dengan sel sekunder yang mampu mengembalikan fungsi baterai dengan cara pengisian kembali muatan listrik.

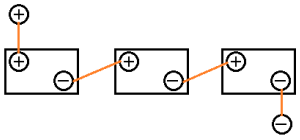


Gambar 2 Jenis-jenis baterai akumulator

Secara umum ada dua jenis akumulator, yaitu *Starting Battery* dan *Deep Cycle Battery***.** Akumulator yang di gunakan dalam penelitian ini adalah jenis *Deep Cycle Battery* yang dirancang untuk menghasilkan energi (arus listrik) yang stabil untuk waktu yang lama.

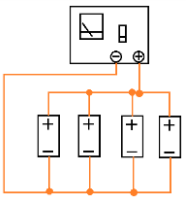
Koneksi Baterai

Koneksi yang digunakan untuk kendaraan listrik adalah koneksi serial. Sehingga 48Volt dapat dicapat dengan mengkoneksikan empat buat baterai 12V.



Gambar 3 Koneksi baterai serial

Berbeda dengan koneksi diatas, pada saat pengisian dilakukan baterai akan dikoneksikan secara paralel**.** Dengan cara ini proses pengisian bisa dilakukan dengan tegangan *output* yang mempunyai tegangan yang sama pada setiap baterai. Namun demikian, pengisian arusnya adalah gabungan dari masing-masing arus ke baterai.



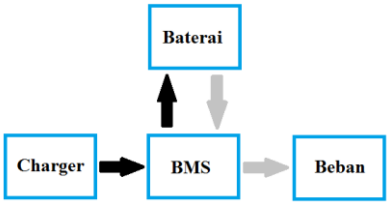
Gambar 4 Pengisian secara paralel

Tegangan pengisian akan ditentukan sedikit lebih besar dibandingkan tegangan penuh baterai (±14.5V)

Sistem Manajemen Baterai (*BMS*)

Sistem Manajemen Baterai (*Battery Management System* atau biasa disingkat "*BMS*") adalah perangkat elektronik yang mengelola pengisian ulang baterai, serta memantau keadaan baterai, menghitung data sekunder, melaporkan data baterai, melindungi baterai, mengatur kondisi sekitar baterai dan / atau menjaga

keseimbangan baterai. Berikut adalah perbedaan sistem yang menggunakan BMS dan tidak.



Gambar 5 Diagram suatu sistem dengan menerapkan BMS

BMS akan berlaku sebagai pusat kontrol lalu lintas arus yang keluar atau masuk dari baterai.



Gambar 6 Diagram suatu sistem tanpa menerapkan BMS

Sistem Kelistrikan

Sistem kelistrikan adalah instalasi dari berbagai rangkaian penerangan dan komponen elektronika lainnya pada kendaraan.

Lampu utama dan belok merupakan bagian dari sistem kelistrikan. Lampu depan biasanya diletakkan di depan kendaraan dan berfungsi untuk menerangi jalan. Lampu tanda belok biasanya diletakkan di sudut kendaraan. Lampu ini berguna sebagai isyarat pengendara jika hendak berbelok.

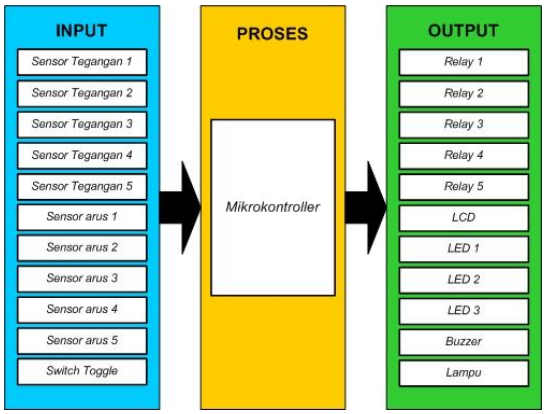
Overcharged dan Overdischarged

Overcharged atau kelebihan pengisian merupakan kondisi dimana pengisian baterai sudah melewati waktu yang diperlukan untuk mengisi penuh baterai, atau pengisian baterai pada kapasitas yang berlebihan. *Overdischarged* atau kelebihan pemakaian merupakan kondisi dimana baterai terus menerus dipakai hingga melewati batas yang disarankan atau sampai habis. Kedua kondisi diatas merupakan kondisi yang sering terjadi dan sama-sama berakibat pada rusaknya baterai atau berkurangnya masa pakai baterai dari yang seharusnya.

III. Perancangan

Perancangan Perangkat Keras

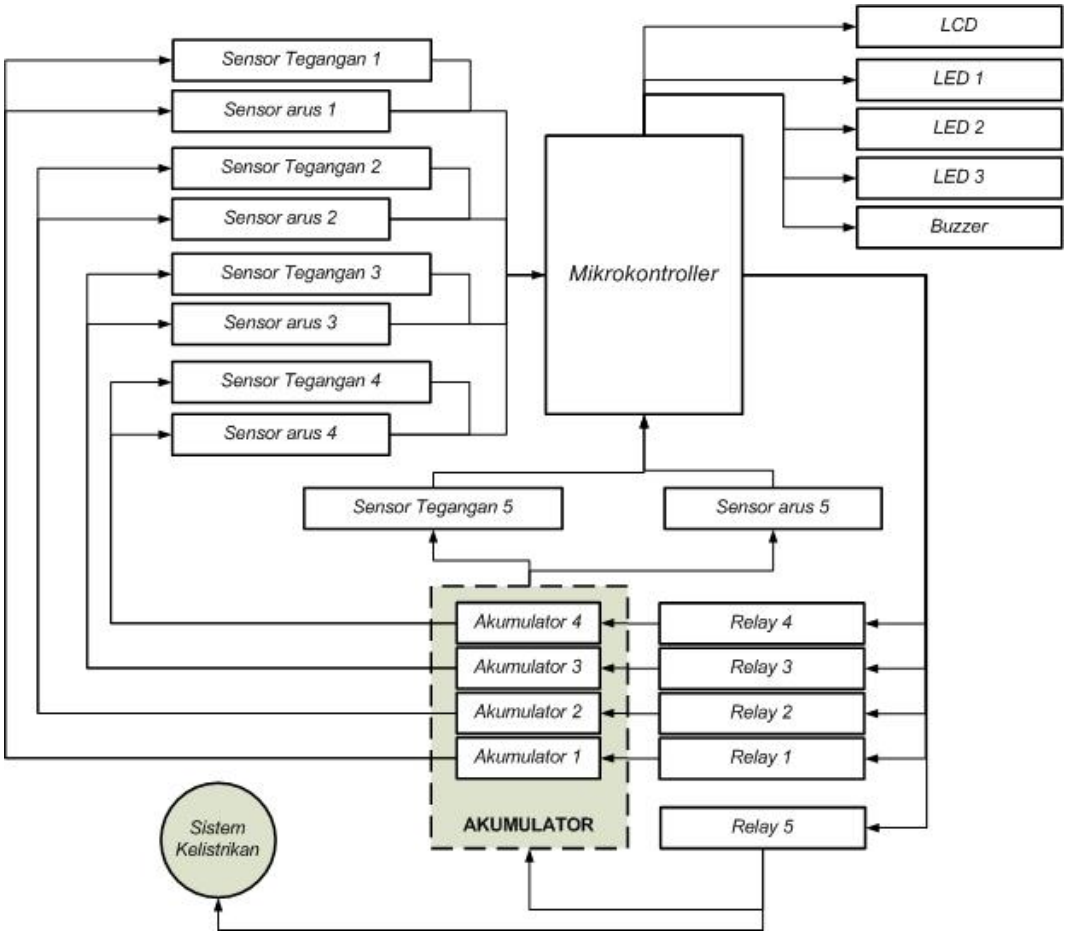
Berikut ini diagram blok sistem perangkat keras yang akan dibangun :



Gambar 7 Diagram umum sistem

Penjelasan diagram pada gambar 7 :

- 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.
- 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.
- 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.



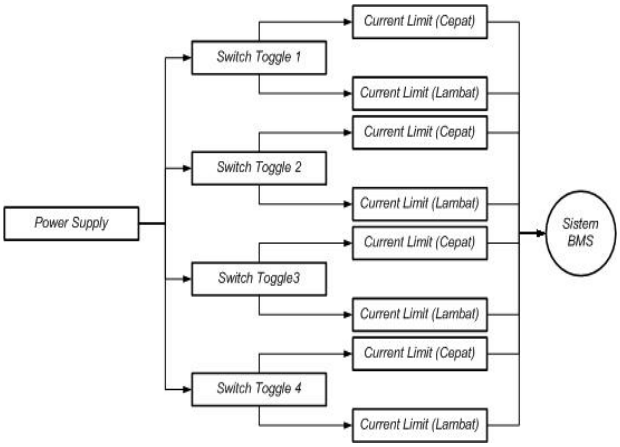
Gambar 8 Diagram Sistem Manajemen Baterai

Gambar 8 merupakan diagram dari Sistem Manajemen Baterai. Sensor arus dan sensor tegangan digunakan untuk mengetahui arus yang dikeluarkan dari akumulator dan mendapatkan nilai tegangan pada masing-masing akumulator. Tegangan akumulator di monitor untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya *overcharged* dan *overdischarged* yang dapat berdampak buruk pada masa pakai akumulator.

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*.

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.

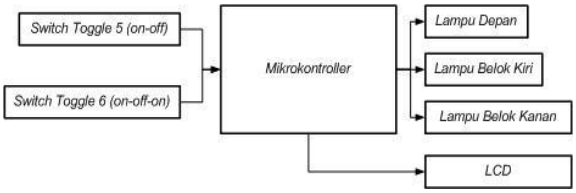
Informasi yang di tampilkan pada LCD adalah tegangan masing-masing akumulator. Diharapkan dengan selalu di monitoring tegangan setiap baterai maka dapat diketahui apabila ada salah satu baterai yang rusak. Serta untuk memastikan bahwa BMS bekerja sesuai dengan semestinya tanpa harus mengecek menggunakan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



Gambar 9 Diagram sistem pengisian

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 atau pembatas arus merupakan rangkaian yang berguna untuk membatasi arus maksimal yang dihantarkan ke baterai. 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.



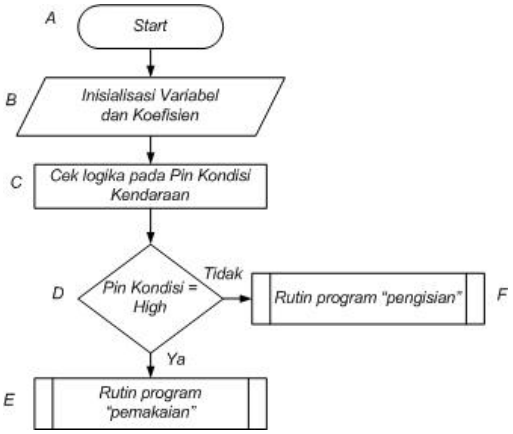
Gambar 10 Diagram sistem kelistrikan

Perancangan Perangkat Lunak

Dibagian ini merupakan algoritma atau program yang disimpan dalam mikrokontroller.

Diagram Alir Program Utama

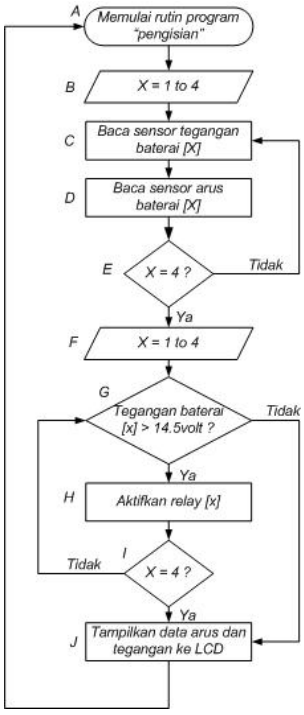
Pada diagram alir program utama ini berisikan tentang garis besar hal yang dikerjakan sistem. Ada 2 prosedur yang ditentukan berdasarkan kondisinya.



Gambar 11 Diagram Alir Program Utama

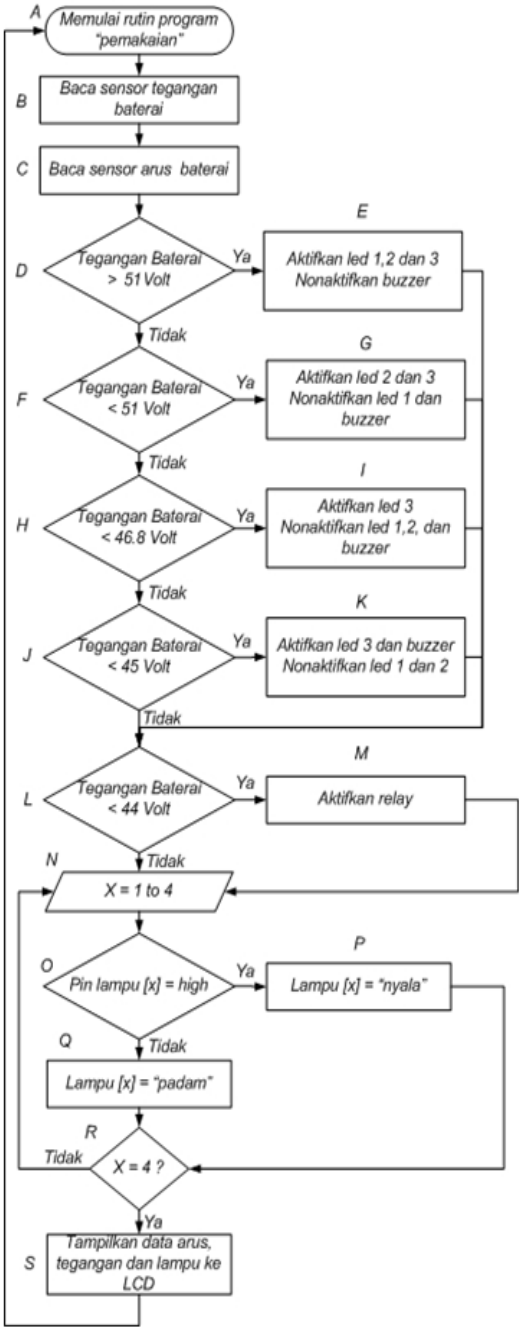
Diagram Alir Prosedur Pengisian

Pada diagram alir prosedur pengisian berisikan tentang memonitor tegangan dan arus yang masuk ke masing - masing baterai pada saat pengisian berlangsung. Jika tegangan suatu baterai sudah melebihi batas yang ditetapkan, maka pengisian akan terputus dengan mengaktifkan relay yang terhubung.



Gambar 12 Diagram Alir Prosedur Pengisian

Diagram Alir Prosedur Pemakaian



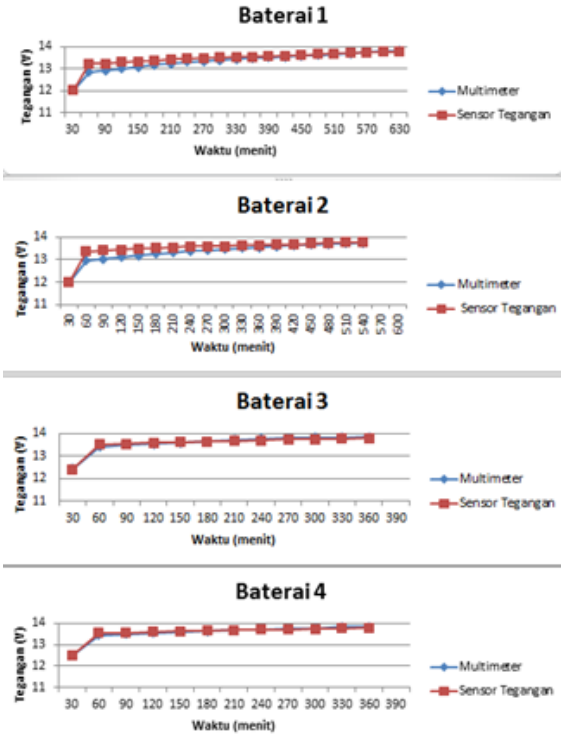
Gambar 13 Diagram Alir Prosedur Pemakaian

Pada diagram alir ini selain memonitor tegangan dan arus baterai, ditambahkan juga penghitung kecepatan kendaraan. Selain itu juga ada pengecekan lampu, sehingga akan diketahui lampu mana yang sedang digunakan.

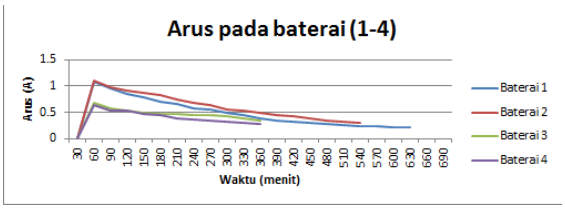
IV. Pengujian

Pengujian Pengisian

Berikut adalah bentuk grafik dari data tabel pengisian baterai dalam rentang tiap 30 menit :



Gambar 14 Grafik pengisian baterai 1-4



Gambar 15 Grafik pengisian arus pada baterai 1-4

Dari hasil grafik diatas menunjukkan bahwa pada awal-awal pengisian terjadi kenaikan tegangan yang paling signifikan kemudian mulai stabil hingga akhir pengisian. Pada awal pengisian juga nilai tegangan yang terbaca oleh sensor tegangan terlihat berbeda, tetapi perlahan-lahan pada akhir pengisisan nilai yang terbaca

pada sensor tegangan mendekati dengan nilai pada multimeter. Dari keempat baterai diatas ada tiga baterai yang cut off ketika baterai sudah berada pada tegangan penuh (14.5Volt), sedangkan satu baterai lagi sudah cut off ketika tegangan baterai sangat mendekati penuh.

Grafik arus yang masuk ke setiap baterai di tampilkan pada gambar IV-2 , terlihat pada awal-awal pengisian arus yang masuk melonjak tinggi, namun lama-kelamaan menurun secara perlahan. Bila dibandingkan dengan grafik IV-1 maka diketahui bahwa semakin turun arus yang masuk ke baterai, semakin naik tegangan pada baterai. Perlu diketahui juga ketika baterai sudah penuh dan pengisian terhenti, arus pengisian tidak mencapai nol (0) ampere. Hal ini dikarenakan tegangan input yang di-set pada rangkaian memiliki nilai lebih tinggi daripada 14.5V. Karena masih adanya perbedaan potensial inilah arus dari rangkaian tetap terus mengalir ke baterai.

Pengujian Lampu

Pada pengujian ini diharuskan dapat menyalakan lampu depan, belok kiri dan belok kanan. Selain itu itu informasi lampu mana yang diaktifkan harus ditampilkan pada LCD.

Lampu Depan



Gambar 14 Pengujian lampu depan on (kiri) dan off (kanan)

Terlihat pada gambar 14 ketika lampu depan menyala maka tampilan pada LCD "lampu : on" , sedangkan ketika lampu depan dipadamkan tampilan pada LCD "lampu : off".

Lampu Belok



Gambar 15 Pengujian lampu belok kanan



Gambar 16 Pengujian lampu belok kiri

Pada gambar Gambar 15 dan Gambar 16 menunjukkan bahwa lampu kanan dan kiri dapat menyala dan memberikan informasi yang tepat ke layar LCD. Ketika lampu ini diaktifkan maka pada LCD akan menampilkan kata "kanan" (gambar 15), dan kata "kiri" (gambar 16), sedangkan jika tidak ada yang aktif maka LCD tidak akan menampilkan informasi apapun. Lampu belok ini ketika aktif akan menyala dan padam secara bergantian tetapi tidak merubah informasi pada LCD menjadi off.

Pengujian Indikator Led

Indikator led berfungsi sebagai informasi mengenai kapasitas baterai. Ada tiga lampu led yaitu hijau, kuning, dan merah.



Gambar 17 Indikator baterai penuh



Gambar 18 Indikator baterai setengah penuh



Gambar 19 Indikator baterai hampir habis

Dari gambar 17 diketahui bahwa ketika baterai penuh maka ada tiga lampu LED yang menyala yaitu 58,2V. Lalu pada gambar 18 lampu LED merah dan kuning saja yang menyala menandakan baterai setengah penuh yaitu 49,5V, kemudian pada gambar 19 hanya lampu merah saja yang menyala menandakan baterai sudah habis yaitu 46,7V.

V. Penutup

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibangun memberikan hasil yang cukup baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Tetapi meski begitu, masih terdapat beberapa kekurangan-kekurangan seperti :

- BMS yang dibangun berhasil menghindari pengisian berlebih (*overcharged*), hal ini diketahui dengan otomatis berhentinya pengisian ketika tegangan baterai ±14.5V , dimana baterai dianggap sudah penuh.
- Sistem kelistrikan lampu dan display berfungsi dengan baik karena dapat menampilkan kondisi baterai dan lampu pada panel LCD.
- Masih kurang presisinya sensor tegangan ketika pengisian dilakukan, yaitu error ± 0.4V dari pengukuran menggunakan multimeter.
- Rata-rata nilai arus yang masih mengalir ketika pengisian dihentikan adalah ±250mA.

Saran

Untuk memperbaiki kekurangan ini dan mengembangkannya lebih lanjut, penulis memberikan beberapa saran, yaitu :

1. Gunakan rangkaian sensor tegangan yang lebih baik, seperti ditambahkannya filter atau rangkaian sensor tegangan lainnya.
2. Memastikan sensor ACS712 mendapat tegangan referensi tepat 5V atau menggunakan sensor lainnya yang lebih handal.
3. Menggunakan rangkaian pengisian dengan regulator switching, karena memiliki efisiensi yang lebih baik daripada regulator linier.
4. Menggunakan rangkaian *current limiter* atau pembatas arus yang lebih baik lagi.
5. Menggunakan metode pengisian berupa tegangan konstan/arus konstan.
6. Mengembangkan lagi sistem pada BMS, seperti mengganti relay sebagai saklar dan menambahkan sensor lainnya agar lebih detail lagi dalam memantau kondisi baterai.
7. Menambahkan kelengkapan pada sistem kelistrikan seperti lampu hazard, jendela, *Air Conditioning*, kunci, sistem wiper dan sistem lainnya.

Daftar Pustaka

[1] *Mobil listrik baterai*. (2012, Juli 30). Dipetik Maret 29, 2015, dari http://elkimkor.com/2012/07/30/mobil-listrik-baterai/.

[2] *Lead-Acid Battery: Mengenal Jenis-Jenis Aki*. (2013, September). Dipetik April 6, 2015, dari http: //sanfordlegenda.blogspot.com/2013/09/Lead-Acid-Battery-Mengenal-jenis-jenis-aki.html.

[3] *Sistem Kelistrikan Body Pada Mobil*. (2014, Juni 21). Dipetik Maret 29, 2015, dari http://www.depoindonesia.com/en/ sistem-kelistrikan-body-pada-mobil/.

[4] *Charging Valve Regulated Lead Acid Batteries.* (2012, November 28). Dipetik 03 29, 2015, dari C&D Technologies:

[5] https://www.cdtechno.com/pdf/ref/41_2128 _0212.pdf.

[6] Kadir, Abdul. (2013).*Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya menggunakan Arduino.*Yogyakarta:Penerbit Andi.