

PERANCANGAN ALAT PENGISI BATERAI LEAD ACID BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 8535

Bukry Chamma Siburian¹, Ir. T. Ahri Bahriun, M.Sc²

Konsentrasi Teknik Komputer, Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA
e-mail: bukry@students.usu.ac.id, bukry_cs@yahoo.com.

ABSTRAK

Baterai merupakan salah satu bentuk teknologi penyimpan energi yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi kimia dan energi kimia menjadi energi listrik kembali. Penggunaan baterai juga sangat banyak ditemui dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya adalah baterai lead acid. Untuk menjaga agar kondisi baterai selalu dalam kondisi yang baik maka diperlukan perawatan, termasuk memilih alat pengisi baterai yang berkualitas. Tulisan ini membahas tentang perancangan sebuah alat pengisi baterai lead acid. Rangkaian alat pengisi baterai ini terdiri dari beberapa bagian utama, antara lain : mikrokontroler ATMEGA 8535 sebagai pengendali utama, trafo CT sebagai catu daya, IC regulator untuk menjaga tegangan tetap konstan, dan LCD sebagai penampil nilai tegangan. Alat ini bekerja dengan cara memantau keadaan tegangan baterai pada saat kosong dan saat penuh. Ketika tegangan baterai berada pada tegangan minimum maka akan dilakukan proses pengisian dan ketika tegangan baterai berada pada tegangan maksimum maka akan menghentikan proses pengisian. Tegangan maksimum yang diinginkan adalah sebesar 13,8 Volt dan tegangan minimum sebesar 12,1 Volt. Setiap tegangan baterai yang terbaca ditampilkan pada LCD.

Kata Kunci : Alat Pengisi Baterai, Baterai, Mikrokontroler ATMEGA 8535, LCD

1. Pendahuluan

Baterai pada saat ini sudah menjadi bagian yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan baterai juga sangat mudah ditemui, mulai dari kebutuhan rumah tangga hingga kebutuhan industri. Baterai berdasarkan sifatnya terdiri dari dua jenis yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer merupakan baterai yang habis dalam sekali pemakaian dan baterai sekunder merupakan baterai yang dapat diisi ulang karena reaksi kimia yang dimilikinya dapat dibalik.

Salah satu jenis baterai sekunder adalah Baterai Lead Acid. Baterai ini sangat mudah dijumpai karena baterai ini memiliki performa yang baik dan banyak digunakan pada kendaraan, selain itu material untuk membuat baterai lead acid ini cukup murah.

Baterai lead acid ini memerlukan suatu alat pengisi baterai untuk mengisi ulang apabila baterai sudah lemah. Proses pengisiannya dilakukan dengan cara mengaliri baterai dengan arus listrik secara terus menerus. Pengisian akan berhenti ketika tegangan baterai telah mencapai tegangan maksimum. Apabila pada saat tegangan baterai penuh tetap dilakukan pengisian maka akan menyebabkan pemanasan yang berlebihan pada baterai dan akan memperpendek umur baterai dan juga pemborosan listrik.

Oleh karena itu penulis mencoba untuk membuat suatu alat pengisi baterai lead acid secara otomatis, dimana cara kerja dari alat ini adalah apabila baterai sudah penuh maka proses pengisian akan berhenti dan akan mengisi kembali apabila tegangan baterai sudah hampir habis.

2. Studi Pustaka

2.1 Alat Pengisi Baterai

Alat pengisi baterai atau charger adalah suatu rangkaian peralatan listrik yang digunakan untuk mengisi baterai agar kapasitasnya tetap terjaga penuh. Alat pengisi baterai terdiri dari beberapa komponen antara lain adalah :

- Trafo utama
- Penyearah (dioda)
- Regulator tegangan

2.2 Baterai

Baterai atau akumulator adalah sebuah sel listrik di mana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversibel, adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan energi kimia menjadi energi listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari energi listrik menjadi

energi kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel. Jenis sel baterai ini disebut juga Storage Battery, adalah suatu baterai yang dapat digunakan berulang kali pada keadaan sumber listrik arus bolak – balik (AC).

2.3 Baterai Lead Acid

Baterai asam bahan elektrolitnya adalah larutan asam belerang (Sulfuric Acid = H_2SO_4). Di dalam baterai asam, elektroda-elektrodanya terdiri dari pelat-pelat timah peroksida PbO_2 (Lead Peroxide) sebagai anoda (kutub positif) dan timah murni Pb (Lead Sponge) sebagai katoda (kutub negatif). Ciri-ciri umum (tergantung pabrik pembuat) sebagai berikut :

- Tegangan nominal per sel 2 volt.
- Ukuran baterai per sel lebih besar bila dibandingkan dengan baterai alkali.
- Nilai berat jenis elektrolit sebanding dengan kapasitas baterai.
- Suhu elektrolit sangat mempengaruhi terhadap nilai berat jenis elektrolit, semakin tinggi suhu elektrolit semakin rendah berat jenisnya dan sebaliknya.
- Nilai standar berat jenis elektrolit tergantung dari pabrik pembuatnya.
- Umur baterai tergantung pada operasi dan pemeliharaan, biasanya dapat mencapai 10–15 tahun, dengan syarat suhu baterai tidak lebih dari 20^0 C.

2.4 Codevision AVR

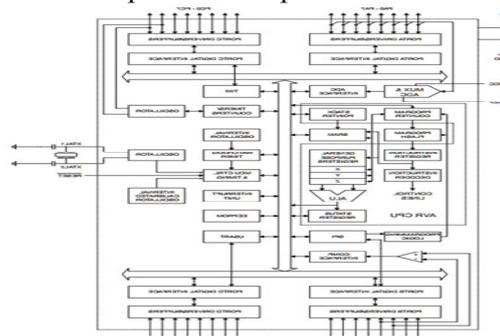
Codevision AVR merupakan salah satu software compiler yang khusus digunakan untuk mikrokontroler keluarga AVR. Codevision AVR merupakan yang terbaik bila dibandingkan dengan compiler yang lain karena beberapa kelebihan yang dimiliki oleh Codevision AVR antara lain:

- Menggunakan IDE (Integrated Development Environment).
- Fasilitas yang disediakan lengkap (mengedit program, meng-*compile* program, mendownload program) serta tampilannya terlihat menarik dan mudah dimengerti. Kita dapat mengatur settingan editor sedemikian rupa sehingga memudahkan kita dalam penulisan program.

- Mampu membangkitkan kode program secara otomatis dengan menggunakan fasilitas Codevision AVR.
- Memiliki fasilitas untuk mendownload program langsung dari Codevision AVR dengan menggunakan hardware khusus seperti Atmel STK500, Kanda System STK200/300 dan beberapa hardware lain yang telah didefinisikan oleh Codevision AVR.
- Memiliki fasilitas debugger sehingga dapat menggunakan software compiler lain untuk mengecek kode assemblynya, contohnya AVRStudio.
- Memiliki terminal komunikasi serial yang terintegrasi dalam CodevisionAVR sehingga dapat digunakan untuk membantu pengecekan program yang telah dibuat khususnya yang menggunakan fasilitas komunikasi serial USART.[1]

2.5 Mikrokontroler ATmega 8535

Mikrokontroler ATmega 8535 memiliki arsitektur seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Fungsional ATmega8535

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa ATmega 8535 memiliki bagian sebagai berikut:

- Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A,B,C dan Port D.
- ADC 10 bit sebanyak 8 saluran.
- Tiga buah Timer/Counter dengan kemampuan perbandingan.
- CPU yang terdiri atas 32 register.
- Watchdog Timer dengan osilator internal.
- SRAM sebesar 512 byte.
- Memori flash sebesar 8 KB dengan kemampuan Read While Write.
- Unit interupsi internal dan eksternal.
- Port antarmuka SPI.
- EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
- Antarmuka komparator analog.
- Port USART untuk komunikasi serial. [2]

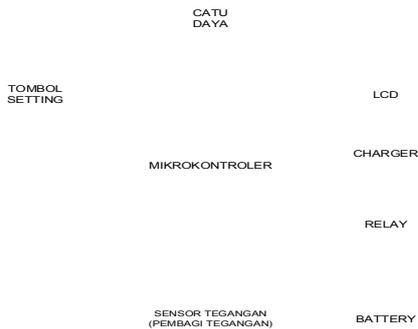
3. Metode Penelitian

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam tahapan penelitian ini adalah tahap perancangan Sistem, dan pengujian.

3.1 Perancangan Sistem

Spesifikasi dalam perancangan Sistem alat pengisi baterai lead acid ini adalah :

- a. Sumber tegangan 220 VAC/50Hz
- b. Tegangan output adalah 13,8 V
- c. Arus pengisian adalah 0,4 A
- d. Sebagai pengendali otomatis digunakan Mikrokontroler ATmega 8535.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

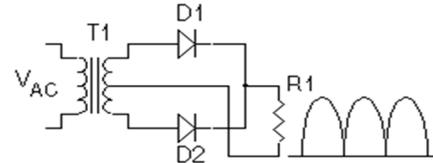
Berdasarkan pada Gambar 2, fungsi dari masing-masing blok dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Catu Daya berfungsi untuk mensupply tegangan dan arus ke seluruh rangkaian.
- b. Charger berfungsi untuk mengisi baterai.
- c. Relay berfungsi untuk memutus dan mengalirkan arus listrik ke baterai.
- d. Sensor tegangan berfungsi untuk membaca tegangan baterai.
- e. LCD berfungsi untuk menampilkan nilai tegangan.
- f. Tombol setting berfungsi untuk mengatur tegangan yang kita inginkan pada saat pengisian.
- g. Mikrokontroler berfungsi sebagai pengendali seluruh rangkaian.

3.2 Rangkaian Alat Pengisi Baterai Lead Acid

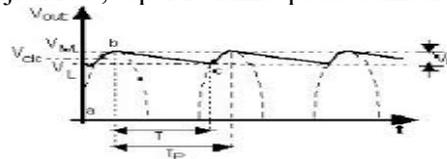
Pada perancangan ini tegangan baterai yang diinginkan pada saat penuh adalah 13,8 Volt dan pada saat tegangan rendah adalah sebesar 12,1 Volt, dengan arus pengisian normal sebesar 400mA atau 0,4 A. Sebagai sumber tegangan pada perancangan ini diperlukan catu daya. Catu daya merupakan rangkaian elektronik yang mengubah arus listrik bolak-balik menjadi arus searah. Secara prinsip

rangkaian catu daya ini berfungsi untuk menurunkan tegangan AC, menyearahkan tegangan AC sehingga menjadi DC, dan menstabilkan tegangan DC. Pada catu daya ini digunakan transformator step down CT yang berfungsi untuk menurunkan tegangan, yang kemudian akan disearahkan dengan dioda penyearah. Rangkaian penyearah yang digunakan disini adalah rangkaian penyearah gelombang penuh. Pada rangkaian ini tegangan positif fasa yang pertama diteruskan oleh D1 sedangkan fasa yang berikutnya dilewatkan melalui D2 ke beban dengan CT transformator sebagai *common ground*.



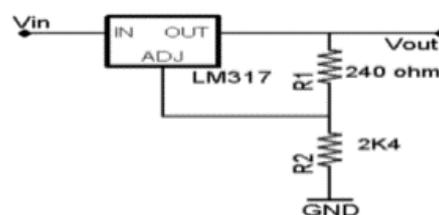
Gambar 3. Rangkaian penyearah gelombang penuh

Pada Gambar 3 tegangan *ripple* (riak) masih sangat besar karena itu perlu digunakan sebuah kapasitor yang berfungsi untuk menyaring tegangan *ripple* agar tegangan keluaran menjadi rata. Semakin besar nilai kapasitor yang dipakai maka tegangan *ripple* akan semakin kecil. Dengan adanya kapasitor ini bentuk gelombang tegangan keluarannya menjadi rata, seperti terlihat pada Gambar 4. [3]



Gambar 4. Bentuk Gelombang dengan Filter Kapasitor

Tegangan DC yang sudah disearahkan masih perlu untuk distabilkan dan pada rangkaian catu daya ini diperlukan suatu regulator tegangan (IC3). Regulator tegangan yang digunakan pada rancangan ini adalah IC LM317 terlihat pada Gambar 5, dimana IC ini dapat memberikan tegangan output dari 1,25 V sampai dengan 37V dengan arus maksimal yang mampu dialirkan 1,5 A.



Gambar 5. Rangkaian regulator tegangan LM317

Untuk menghasilkan tegangan output sebesar 13,8V dari IC LM317 digunakan *fixed* resistor, dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_{out} = 1,25 V \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + (I_{Adj} * R_2) \quad (1)$$

Nilai dari R2 dan R1 dipilih sesuai dengan datasheet, R2 sebesar 2400 ohm dan untuk R1 sebesar 240 ohm, sehingga tegangan output dari LM317 dapat dihitung dengan menggunakan rumus sesuai dengan datasheet LM317, yaitu :

$$V_{out} = 1,25 V \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + (I_{Adj} * R_2)$$

$$V_{out} = 1,25 V \left(1 + \frac{2400 \Omega}{240 \Omega} \right) + (100 \mu A * 2400 \Omega)$$

$$V_{out} = 1,25 V (11) + 0.24$$

$$V_{out} = 13,87 \text{ Volt}$$

Dari hasil pada persamaan (1) maka tegangan keluaran yang diinginkan akan tetap sebesar 13,8Volt.

Pada alat pengisi baterai ini pengisian dilakukan dengan arus pengisian sebesar 0,4 A. Untuk mengatur arus pengisian maka pada rancangan ini digunakan IC LM317 (IC2), sebagai pembatas arus yang dapat menghasilkan arus pengisian sebesar 0,4 A.

$$I = \frac{V_{ref}}{R} \quad (2)$$

Dari rumus pada persamaan (2) untuk mengatur arus pengisian sebesar 400mA atau 0,4 A maka kita harus menentukan nilai hambatan (R),dimana nilai I = 0,4A, V_{ref} = 1,2 V maka dapat dicari nilai R1 dengan rumus :

$$R = \frac{V_{ref}}{I} \quad (3)$$

$$R = \frac{1,2V}{0,4}$$

$$= 3 \text{ Ohm.}$$

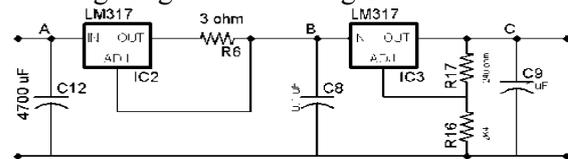
sehingga besar arus pengisian akan dibatasi sebesar 0,4 A.

Pada rancangan ini pemilihan nilai tegangan trafo ditentukan dengan mengetahui tegangan puncak dan arus yang dikonsumsi pada komponen yang dicatu. ada beberapa komponen yang harus dicatu antara lain rangkaian charger, mikrokontroler ATmega8535, sensor, dan LCD. Konsumsi arus yang dibutuhkan komponen tersebut sesuai dengan datasheet dapat dilihat seperti yang tertera pada Tabel 1. [4]

Tabel 1. Konsumsi arus dari komponen yang dicatu.

No	Komponen yang dicatu	Konsumsi Arus
1	Rangkaian Charger	400mA
2	Rangkaian Driver	30mA
3	Rangkaian Sistem minimum	50mA
4	Rangkaian Sensor	13mA
5	Rangkaian LCD	3mA
Total		496mA

Dari Tabel 1 diperoleh arus total yang dikonsumsi untuk rangkaian seluruhnya adalah sebesar 496mA, maka dapat ditentukan tegangan trafo dengan terlebih dahulu menghitung tegangan V_{DC}, tegangan ripple V_{rip}, dan tegangan puncak V_P. Untuk menentukan tegangan DC jumlah seluruh tegangan yang diperlukan oleh setiap komponen dijumlahkan, yaitu dengan menjumlahkan nilai tegangan yang ada di titik A,B, dan C. Seperti terlihat pada Gambar 6 Jumlah setiap tegangan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :



Gambar 6. Jumlah tegangan yang diperlukan pada setiap komponen.

$$V_C = V_{out} = 13,8 \text{ V}$$

$$V_B = V_C + V_{jatuh IC1} = 16,8 \text{ V} + 1,2 \text{ V} = 18 \text{ Volt}$$

$$V_A = V_B + V_{IC1} = 18 \text{ V} + 3 \text{ V} = 21 \text{ Volt}$$

maka nilai V_{DC} pada saat diberi beban adalah sebesar 21 Volt. Untuk menentukan tegangan ripple digunakan rumus sebagai berikut dimana nilai kapasitor yang digunakan adalah 4700µF:

$$V_{ripple} = \frac{I_{dc}}{f \cdot C} \quad (4)$$

$$= \frac{496 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 47 \cdot 0010^{-6}}$$

$$= 1 \text{ V}$$

Dari hasil pada persamaan (4) maka dapat ditentukan nilai tegangan puncak dengan menggunakan rumus seperti berikut :

$$V_{DC} = V_P - \frac{V_{rip}}{2} \quad (5)$$

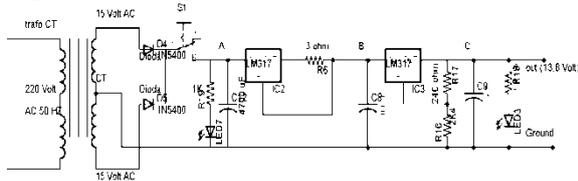
$$V_P = V_{DC} + \frac{V_{rip}}{2}$$

$$\begin{aligned}
 &= 21 + \frac{1}{2} \\
 &= 21 + 0,5 \\
 &= 21,5 \text{ Volt.}
 \end{aligned}$$

Maka untuk menentukan nilai tegangan trafo digunakan rumus sebagai berikut:

$$V_{\text{trafo}} = V_p / \sqrt{2} = 21,5 / 1,4 = 15 \text{ Volt} \quad (6)$$

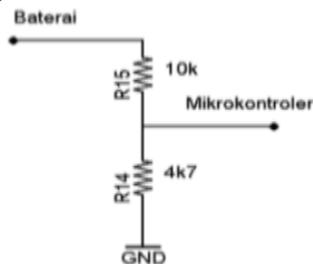
Dari hasil pada persamaan (6) maka trafo yang akan digunakan adalah trafo step down CT dengan tegangan sekunder 15 V. Setelah nilai trafo, kapasitor dan regulator tegangan diperoleh, sesuai dengan perhitungan diatas maka dapat dirangkai suatu alat pengisi baterai seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian alat pengisi baterai lead acid

3.3 Rangkaian Pembagi Tegangan

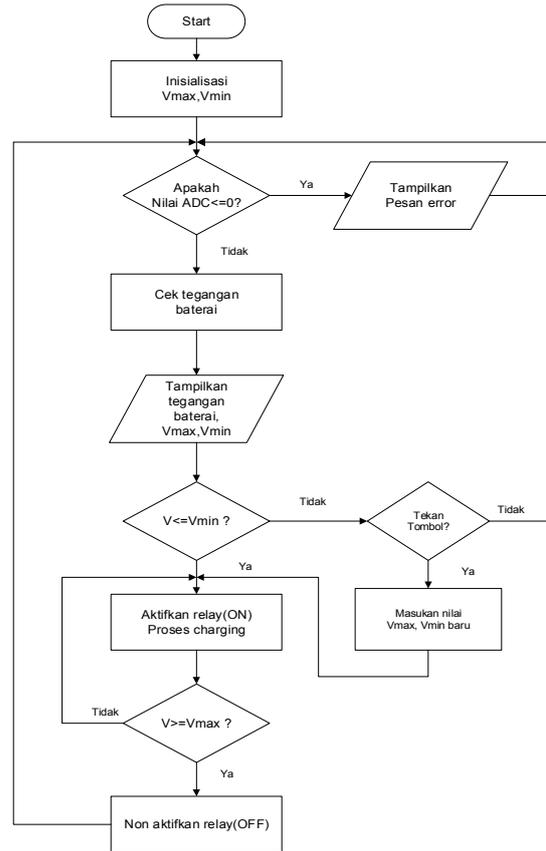
Rangkaian pembagi tegangan berfungsi untuk membaca tegangan, dimana tegangan keluarannya nanti akan dikirimkan ke ADC yang kemudian mengolah data analog menjadi data digital. Komponen yang digunakan sebagai sensor tegangan adalah dua buah resistor yaitu R14=4K7 dan R15=10K, Gambar rangkaian pembagi tegangan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Rangkaian pembagi tegangan

3.4 Diagram Alir Program

Prinsip kerja dari alat pengisi baterai lead acid ini dapat dilihat dari diagram alir pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram alir secara keseluruhan

4. Hasil dan Pembahasan

Setelah melakukan perancangan maka tahap selanjutnya adalah tahap pengujian. Pengujian dilakukan kepada rangkaian yang telah dibuat untuk mengetahui sejauh mana kinerja alat yang telah dibuat dan untuk mengetahui kekurangan dari alat yang dirancang.

4.1 Pengujian rangkaian catu daya

Pengujian pada rangkaian catu daya bertujuan untuk mengukur besarnya tegangan yang dibutuhkan oleh setiap blok rangkaian. Pengujian ini dilakukan dengan mengukur tegangan pada titik A, B, dan C. Data pengujian seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data pengujian rangkaian catu daya

No.	Tegangan (Volt)	Hasil Pengukuran
1	Pada Titik A	21 V
2	Pada Titik B	18 V
3	Pada Titik C	13,8 V

4.2 Pengujian rangkaian relay

Pengujian rangkaian relay dapat dilakukan dengan memberikan tegangan 5 volt pada basis transistor Q1 melalui resistor R13. Tegangan

atau sinyal pemicu dari transistor berasal dari mikrokontroler Port PB7. Pada saat logika pada port PB7 adalah tinggi, maka transistor mendapat tegangan bias dari kaki basis, dengan adanya tegangan bias ini maka transistor akan aktif (saturasi), sehingga adanya arus yang mengalir ke kumparan relay. Hal ini akan menyebabkan saklar pada relay menjadi tertutup, sehingga rangkaian pengisi baterai akan terhubung ke baterai (terjadi proses pengisian). Begitu juga sebaliknya pada saat logika pada port PB7 adalah rendah maka relay tidak dialiri arus, hal ini akan menyebabkan saklar pada relay terbuka, sehingga hubungan antara rangkaian pengisi baterai dengan baterai akan terputus (tidak terjadi proses pengisian). Dari hasil pengujian diperoleh bahwa relay berfungsi dengan baik.

4.3 Pengujian rangkaian mikrokontroler Atmega 8535, LCD dan Tombol

Pengujian rangkaian mikrokontroler, LCD dan Tombol ini dilakukan untuk mengecek apakah data yang dimasukkan (*input*) dan dikeluarkan (*output*) mikrokontroler berfungsi sesuai dengan deskripsi kerja sistem. Pengujian ini dilakukan dengan mengisikan program kedalam mikrokontroler kemudian hasilnya akan ditampilkan pada LCD, dan pengujian tombol dilakukan dengan menekan tombol satu per satu secara bergantian, dimana tombol ini berfungsi untuk mengatur nilai V_{max} dan V_{min} dan hasil pengujian tombol akan ditampilkan pada LCD.

Berikut ini merupakan potongan *listing* program pengujian mikrokontroler, LCD dan Tombol :

```
#include <mega8535.h>
// LCD module initialization
lcd_init(16);
lcd_gotoxy(4,0); lcd_putsf("My Projek");
lcd_gotoxy(5,1); lcd_putsf("Bukry");
delay_ms(2000);
if(max_naik==0){V_max=V_max+0.1;}
if(max_turun==0){V_max=V_max-0.1;}
if(min_naik==0){V_min=V_min+0.1;}
if(min_turun==0){V_min=V_min-0.1;}
  lcd_gotoxy(12,0); lcd_putsf("Vbat");
  lcd_gotoxy(12,1); lcd_putsf("Error");
```

Dari hasil pengujian program mikrokontroler, LCD dan tombol diperoleh tampilan seperti terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan pengujian mikrokontroler, LCD dan Tombol

4.4 Pengujian Pembagi Tegangan

Rangkaian pembagi tegangan ini digunakan untuk membaca kondisi tegangan baterai. Rangkaian ini dipasang karena tegangan yang dapat di baca oleh mikrokontroler adalah 5V. Jadi dengan pembandi ini ketika diperoleh tegangan baterai maksimal maka pada mikrokontroler akan terbaca 5V. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian Pembagi Tegangan

No.	Tegangan Baterai (V)	Tegangan Keluaran Pembagi Tegangan (V)
1	13,8	4,4
2	13,5	4,1
3	13,0	4,0
4	12,5	3,8
5	12,0	3,7
6	11,5	3,5
7	11,0	3,4

4.5 Pengujian Secara Keseluruhan

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan setelah semua rangkaian dan perangkat lunak diintegrasikan menjadi satu sistem. Pengujian ini bertujuan untuk menunjukkan bahwa perancangan sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengisi baterai 12V 4Ah dengan kondisi tegangan awal yang berbeda-beda sebanyak 5 kali. Pengujian saat pengisian baterai dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Pengujian saat pengisian baterai

Tabel 4 Hasil Pengujian Keseluruhan

No.	Besar Tegangan (V)		Lama Waktu Pengisian
	Vmin	Vmax	
1	11,0	13,8	10 Jam 0 menit
2	11,5	13,8	8 Jam 0 menit
3	12,0	13,8	5 Jam 59 menit
4	12,5	13,8	3 Jam 30 menit
5	13,0	13,8	1 Jam 55 menit

Dari hasil pengujian secara keseluruhan pada Tabel 4 diperoleh bahwa :

- a. Sistem dapat mengisi baterai pada saat tegangan baterai terbaca rendah dan pengisian akan berhenti ketika tegangan baterai terbaca tinggi.
- b. Sistem dapat mengisi baterai sesuai dengan tegangan yang diatur dengan menggunakan tombol setting.

2. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal antara lain :

1. Alat yang dirancang berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.
2. Ketika baterai mencapai tegangan maksimum, maka proses pengisian akan berhenti, dan ketika tegangan baterai terbaca minimum maka proses pengisian berjalan.
3. Pengaturan tegangan minimum dan maksimum untuk memulai pengisian dan mengakhiri pengisian dapat digunakan dengan tombol setting.

3. Daftar Pustaka

- [1] Bejo, A. (2008). C&AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler ATmega8535. Yogyakarta: GRAHA ILMU.
- [2] Wardhana, L. (2006). Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega 8535 Simulasi, Hardware dan Aplikasi. Yogyakarta: ANDI OFFSET.
- [3] Albert Paul Malvino, P.E.(2003). Prinsip-Prinsip Elektronika. Jakarta: Salemba Teknika.
- [4] www.alldatasheets.com, Juli 2014.
- [5] <http://en.wikipedia.or/wiki/baterai>, Mei 2014