

PERANCANGAN ALAT PENGISI BATERAI *SMARTPHONE* BERBAYAR DENGAN TENAGA SURYA

Leonardo Hamonangan Girsang¹, 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: leo_girsang@students.usu.ac.id, leo_girs@yahoo.com.

ABSTRAK

Sel surya fotovoltaik merupakan suatu alat yang dapat mengubah energi sinar matahari secara langsung menjadi energi listrik. Teknologi panel surya dapat diaplikasikan sebagai sumber energi untuk mengisi baterai ponsel. Tulisan ini membahas perancangan alat pengisi baterai *smartphone* berbayar dengan tenaga surya. Rangkaian alat pengisi baterai *smartphone* terdiri dari mikrokontroler sebagai pengendali utama, IC LM317 sebagai regulator tegangan, *optocoupler* sebagai sensor koin, dan LCD sebagai penampil. Pengujian yang dilakukan pada perangkat yang dirancang mampu mencapai tingkat keberhasilan tanpa ada masalah.

Kata kunci: Panel surya, Pengisi baterai, Sensor koin

1. Pendahuluan

Salah satu sumber energi alternatif memiliki potensi sumber energi yang sangat besar namun sering kali terabaikan adalah tenaga surya. Pada saat ini banyak *smartphone* dilengkapi dengan berbagai aplikasi dan fitur yang menarik yang membuat ponsel sukar lepas dari genggaman penggunanya. Sumber energi *smartphone* tentunya berasal dari baterai, jika digunakan secara terus-menerus daya baterai akan semakin berkurang. Apabila kondisi baterai *smartphone* sudah habis tentunya dibutuhkan sumber energi.

Oleh karena itu, diperlukan suatu alat yang praktis dan mudah dalam pengisian baterai yang menggunakan sumber energi alternatif, yaitu menggunakan panel surya. Tulisan ini membahas tentang perancangan alat pengisi baterai *smartphone* berbayar dengan tenaga surya.

2. Studi Pustaka

2.1. Energi Matahari

Sumber energi surya atau tenaga matahari bukan hanya terdiri atas pancaran sinar matahari langsung ke bumi, melainkan juga meliputi efek-efek matahari tidak langsung, seperti tenaga angin, panas laut dan bahkan termasuk biomassa yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi.

Menurut salah satu perkiraan, inti matahari merupakan suatu tungku termonuklir bersuhu

100 juta derajat Celcius tiap detik mengkonversi 5 ton materi menjadi energi yang dipancarkan ke angkasa luas sebanyak $6,41 \times 10^7 \text{ W/m}^2$. Matahari mempunyai radius sebesar $6,96 \times 10^5 \text{ km}$ dan terletak rata-rata sejauh $1,496 \times 10^8 \text{ km}$ dari bumi [1].

2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) pada dasarnya adalah pecatu daya (alat yang menyediakan daya), dan dapat dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik yang kecil sampai dengan besar. Susunan komponen yang terdapat pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya terdiri dari sel surya fotovoltaik, pengisi baterai (*charger* baterai) dan baterai.

2.3. Baterai Ponsel

Baterai yang digunakan untuk ponsel adalah jenis baterai *rechargeable* (dapat di isi kembali). Baterai yang umumnya digunakan pada peralatan *portable* adalah Nickel Cadmium (NiCd), Nickel Metal Hydride (NiMH), Lithium Ion (Li-Ion), dan Lithium Polymer (Li-Polymer) [2].

2.4 Relay

Relay adalah alat yang dioperasikan dengan listrik dan secara mekanis mengontrol penghubungan rangkaian listrik, relay dioperasikan sebagai saklar (*switch*) listrik yang bermanfaat untuk kontrol jarak jauh. Pada

relay terdapat dua bagian utama, yaitu koil dan kontak[3].

2.5. *Optocoupler*

Optocoupler merupakan komponen elektronik opto isolator yang terdiri dari pemancar cahaya atau emiter yang dikopel secara optik terhadap photo detector melalui media yang terisolasi. Pemancar cahaya dapat berupa lampu atau LED. Media isolasi berupa udara, plastik, gelas atau fiber. Sedangkan photo detector dapat berupa photo konduktor, photo dioda, photo transistor, photo SCR atau rangkaian photo dioda/amplifier[4].

2.6 CodeVision AVR

CodeVision AVR merupakan salah satu *software compiler* yang khusus digunakan untuk mikrokontroler keluarga AVR. Codevision AVR sering digunakan sebagai *compiler*. Salah satu kelebihan dari CodeVision AVR adalah tersedianya fasilitas untuk *download* program ke mikrokontroler yang telah terintegrasi, sehingga CodeVision AVR ini selain dapat berfungsi sebagai *software compiler*, juga dapat berfungsi sebagai *software programmer/downloader*[5].

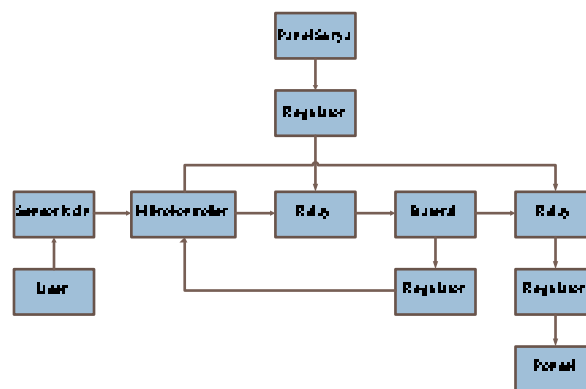
3. Metode Penelitian

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 *smartphone* berbayar dengan tenaga surya adalah :

1. Sumber daya pengisian baterai berasal dari tenaga matahari dengan menggunakan panel surya.
2. Tegangan *output* panel surya 13,8V dengan arus pengisian 0,45A.
3. Tegangan *output charger smartphone* 5V.
4. Sebagai pusat kendali otomatis digunakan mikrokontroler AT Mega 8535.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Fungsi-fungsi blok diagram pada Gambar 1 adalah :

1. Panel surya berfungsi menyerap energi matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik.
2. Relay berfungsi untuk memutus dan mengalirkan arus listrik dari panel surya ke baterai.
3. Regulator berfungsi untuk meregulasi tegangan dari panel surya.
4. Baterai berfungsi untuk menyimpan energi yang dihasilkan oleh panel surya.
5. Sensor berfungsi untuk mendeteksi koin.
6. Mikrokontroler berfungsi sebagai pengendali seluruh rangkaian.

3.2. Panel Surya

Pada umumnya sebuah sel surya menghasilkan tegangan antara 0,5V dan 1V, tergantung intensitas cahaya dan zat semikonduktor yang dipakai. Dalam penggunaannya, sel-sel surya dihubungkan satu sama lain, sejajar atau seri, tergantung dari apa yang diperlukan untuk menghasilkan daya dengan kombinasi tegangan dan arus yang dikehendaki. Arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya akan disimpan ke baterai *lead acid*. Dalam perancangan ini jenis panel surya yang digunakan adalah tipe *monocrystalline*. Spesifikasi panel surya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Panel Surya

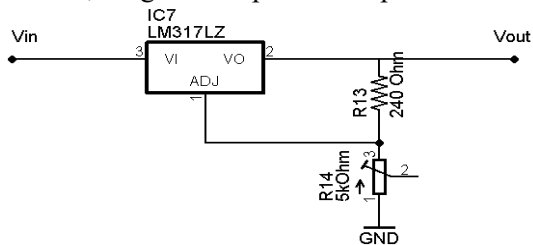
Daya maksimal (Pmax)	20 W
Voc	22,4V
Current at Pmax (Imp)	1,15 A

Voltage at Pmax (Vmp)	17,4V
Standart Test condition	AM 1,5 1000 w/m ² 25 ⁰ C

Pada Tabel 1 terdapat *Standart Test Conditions (STC)* untuk panel surya dimana AM (*Air Mass*) merupakan massa udara di bumi, yaitu sekitar 1,5 spektrum, radiasinya adalah 1000 Watt per meter persegi atau disebut satu matahari puncak (*one peak sun hour*) dan 25°C suhu panel surya, bukan suhu udara. Pada kondisi tersebut panel surya mampu menghasilkan arus maksimum dan tegangan maksimum. Hasil perkalian I_{mp} dan V_{mp} merupakan jumlah Watt maksimum pada STC, yaitu $1,15A \times 17,4V = 20$ Watt.

3.3. Rangkaian *Charger* Baterai *Lead Acid*

Pada perancangan ini, tegangan baterai untuk kondisi penuh adalah 13,8V dan pada saat kondisi lemah tegangan baterai 12,6V, dengan arus pengisian normal sebesar 450 mA (0,45A). Sumber tegangan pengisian baterai berasal dari panel surya. Tegangan maksimum yang dihasilkan panel surya adalah 22,4V. Tegangan ini terlalu besar untuk mengisi baterai 12V, sehingga dibutuhkan regulator tegangan. Regulator yang digunakan adalah IC LM317, rangkaian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Regulator Tegangan LM317

Tegangan *output* sebesar 13,8V dari IC7 dapat dihasilkan dengan menggunakan satu *fixed* resistor dan satu variabel resistor, dengan rumus sesuai *datasheet* LM317, yaitu:

$$V_{out} = 1.25V \left(1 + \frac{R14}{R13}\right) + (I_{Adj} * R2) \quad (1)$$

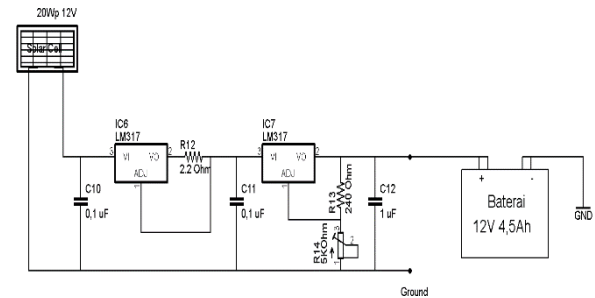
Nilai dari R14 dan R13 dipilih sesuai dengan *datasheet*, R14 sebesar 5000Ω dan untuk R13 sebesar 240Ω, sehingga tegangan *output* dari LM317 dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan (1). Dari hasil persamaan (1) diperoleh tegangan *output* maksimal sebesar 27,785V, sementara tegangan yang diinginkan adalah 13,8V. Cara untuk mendapatkan tegangan tersebut adalah dengan memutar variabel resistor hingga mendapatkan tegangan

sebesar 13,8V dengan bantuan alat ukur multimeter.

Untuk mendapatkan arus pengisian sebesar 0,45 mA digunakan IC6 sebagai pembatas arus, yang dapat dihitung sesuai dengan rumus *datasheet*, yaitu :

$$I_{limit} = V_{ref}/R4 \quad (2)$$

Nilai hambatan yang diperoleh dari persamaan (2) adalah 2,6Ω. Jadi, nilai resistor yang digunakan untuk membatasi arus yang masuk adalah 2,6 Ω, sedangkan yang tersedia di pasaran adalah 2,2Ω, dengan menggunakan R4 sebesar 2,2Ω, maka arus pengisiannya dapat dihitung dengan persamaan (2), hasilnya adalah 0,5A (500mA). Setelah nilai komponen untuk regulator tegangan dan pembatas arus diperoleh, maka dapat dirangkai suatu alat pengisi baterai *lead acid*, dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Pengisi Baterai *Lead Acid*

3.4 Rangkaian *Charger* Smartphone

Pada perancangan ini, tegangan *charger* yang diinginkan adalah sebesar 5V, dengan arus pengisian sebesar 1000mA atau 1A. Sumber tegangan berasal dari baterai *lead acid* 12V, sehingga dibutuhkan regulator untuk meregulasi tegangan dan membatasi arus.

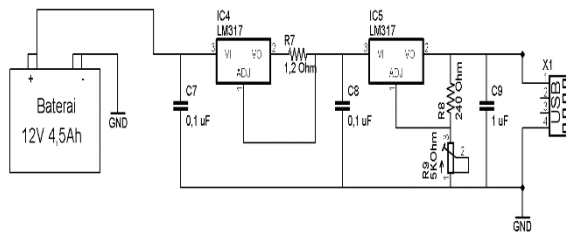
Tegangan *output* sebesar 5V dari IC LM317 dapat dihasilkan dengan menggunakan satu *fixed* resistor dan satu variabel resistor. Nilai R9 dan R8 dipilih sesuai dengan *datasheet*, R9 sebesar 5000Ω dan untuk R8 sebesar 240Ω, sehingga tegangan *output* dari LM317 dihitung dengan rumus sesuai *datasheet*, yaitu:

$$V_{out} = 1.25V \left(1 + \frac{R9}{R8}\right) + (I_{Adj} * R2) \quad (3)$$

Dari hasil persamaan (3), diperoleh tegangan *output* sebesar 27,785V, sementara tegangan yang diinginkan adalah 5V. Cara untuk mendapatkan tegangan tersebut, yaitu dengan memutar variabel resistor hingga mendapatkan tegangan 5V dengan bantuan alat

ukur multimeter. Untuk mendapatkan arus pengisian sebesar 1000mA digunakan IC LM317 sebagai pembatas arus. Jumlah arus yang dibatasi adalah sebesar 1000 mA dengan $V_{ref} = 1,2V$. Nilai hambatan yang digunakan untuk membatasi arus dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan (2).

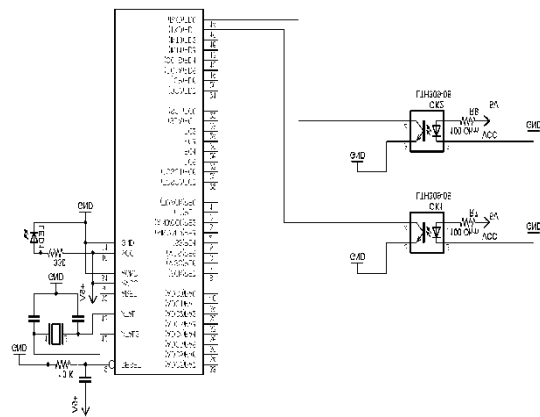
Jadi, nilai resistor yang digunakan untuk membatasi arus yang masuk adalah $1,2\Omega$. Setelah nilai komponen untuk regulator tegangan dan pembatas arus diperoleh, maka dapat dirangkai suatu alat pengisi baterai *smartphone*, dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian *Charger Smartphone*

3.5 Rangkaian Sensor Koin

Rangkaian ini menggunakan *optocoupler* terdiri dari kombinasi LED dan phototransistor. Rangkaian sensor koin yang menggunakan *optocoupler* ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Sensor Koin

Pada rangkaian Gambar 5 digunakan sebuah LED yang diseriikan dengan sebuah resistor. Resistor berfungsi untuk membatasi arus yang masuk ke LED infra merah agar tidak rusak. Resistor yang digunakan adalah 100Ω , sehingga arus yang mengalir pada IR LED dihitung dengan rumus :

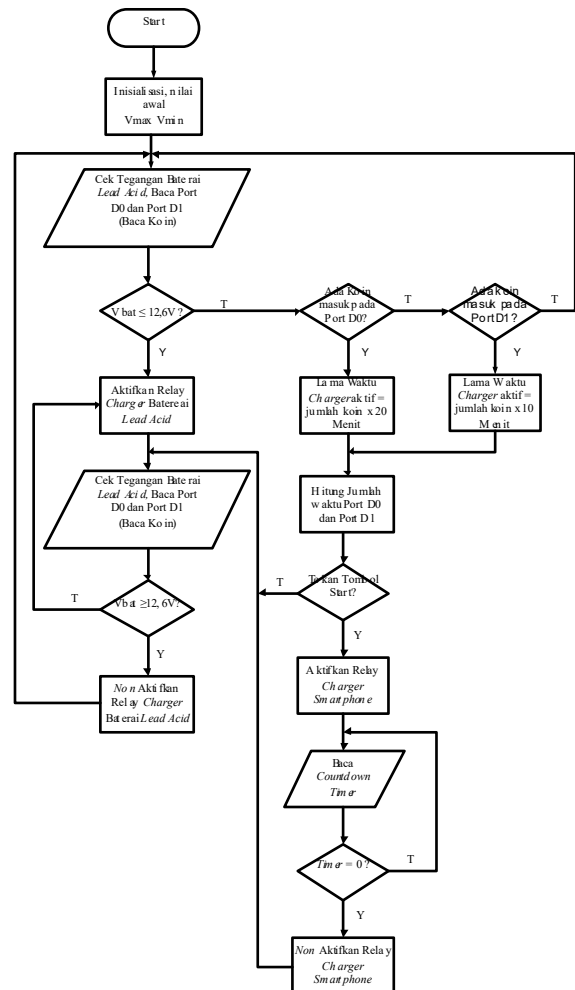
$$I = \frac{V_{cc} - V_{Led}}{R} \quad (4)$$

Pancaran dari sinar infra merah akan diterima oleh phototransistor, kemudian akan diolah oleh rangkaian penerima agar

menghasilkan data biner. Pada saat phototransistor menerima sinar IR LED nilai tahanannya akan semakin kecil, sehingga arus yang mengalir semakin besar yang mengakibatkan transistor jenuh, dan tegangan $output (V_{out}) = 0$. Apabila phototransistor tidak terkena sinar infra merah nilai tahanannya akan semakin besar sehingga tidak ada arus yang mengalir yang mengakibatkan phototransistor *cut off*, dimana $V_{out} = V_{cc}$. Phototransistor *cutoff* akan dibaca oleh mikrokontroler sebagai logika *high* ketika koin menghalangi sinar inframerah.

3.6 Diagram Alir Program

Diagram alir untuk proses kerja program diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir Program *Charger Baterai Lead Acid dan Smartphone*

Pada Gambar 6 program dimulai dengan membaca tegangan baterai *lead acid* dan membaca koin. Pada saat tegangan baterai $\leq 12,6V$ relay *charger* baterai akan diaktifkan,

ketika tegangan baterai $\geq 13,8V$ relay *charger* baterai akan diputuskan. Pada saat pembacaan tegangan dilakukan program juga membaca koin yang masuk, apabila koin masuk pada port D0 atau D1 maka sensor akan mendeteksi koin tersebut dan LCD akan menampilkan lama waktu penggunaan *charger smartphone* yang akan aktif, setelah itu menekan tombol *start* untuk memulai pengisian baterai *smartphone* dan *timer* akan menghitung mundur waktu pengisian baterai, setelah waktu pengisian habis maka pengisian baterai *smartphone* akan terputus.

4. Hasil dan Pembahasan

Setelah selesai melakukan tahap perancangan perangkat keras dan lunak, tahap selanjutnya adalah pengujian alat. Pengujian bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kinerja sistem yang telah dirancang dan untuk mengetahui letak kekurangan dari alat yang dirancang.

4.1. Pengujian Rangkaian Catu Daya

Pengujian rangkaian catu daya bertujuan untuk memeriksa apakah suplai tegangan yang diberikan ke rangkaian sesuai dengan kemampuan rangkaian yang diberi catu daya.

Dari hasil pengukuran, tegangan yang dihasilkan oleh panel surya sudah sesuai dengan spesifikasi yang tercantum pada alat. Pengujian dilakukan tanpa dialiri beban, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

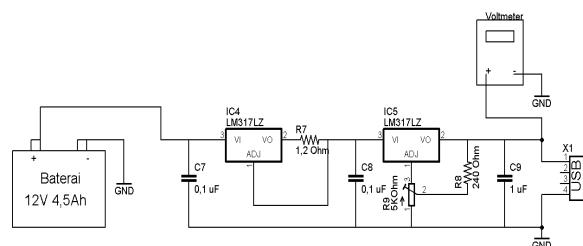
Tabel 2. Pengujian Panel Surya

No.	Jadwal (WIB)	Tegangan (V)
1	Pukul 10.00-11.00	18,5
2	Pukul 11.00-12.00	19,5
3	Pukul 12.00-13.00	20
4	Pukul 13.00-14.00	20
5	Pukul 14.00-15.00	20
6	Pukul 15.00-16.00	19
7	Pukul 16.00-17.00	18

4.2. Pengujian *Charger Smartphone*

Pengujian rangkaian ini bertujuan untuk memeriksa tegangan *output* dari *charger* ponsel. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran dari regulator IC5, dari hasil pengukuran diperoleh tegangan sebesar 4,98V. Dengan demikian, *charger ini* aman digunakan, karena tegangan yang diberikan oleh *charger*

tidak melebihi batas, tampilan pengujian diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengujian *Charger Smartphone*

4.3. Pengujian Rangkaian Relay

Pengujian rangkaian relay dilakukan dengan memberikan tegangan 5V pada basis transistor Q2. Tegangan basis transistor Q2 berasal dari mikrokontroler Port PB0. Pada saat tegangan pada port PB0 adalah tinggi (*high*), maka transistor akan aktif (*saturasi*) karena tegangan pada basis sudah mencapai 0,7V. Transistor akan mengalirkan arus ke kumparan relay melalui kolektor sehingga mengaktifkan relay. Hal ini akan menyebabkan kontak dari relay menjadi tertutup, sehingga rangkaian *charger* akan terhubung ke baterai. Begitu juga sebaliknya pada saat tegangan pada port PB0 adalah rendah (*low*), maka transistor tidak aktif (*cut off*) yang mengakibatkan relay tidak aktif, sehingga pengisian baterai akan terputus. Dari hasil pengujian relay berfungsi dengan baik.

4.4. Pengujian Mikrokontroler dan LCD

Pengujian mikrokontroler dan LCD dilakukan untuk memeriksa data yang di *input* dan di *output* mikrokontroler berfungsi sesuai dengan deskripsi kerja sistem. Pengujian dilakukan dengan mengisi program ke mikrokontroler, kemudian hasilnya akan ditampilkan pada LCD. Pada pengujian program mikrokontroler dan LCD diperoleh tampilan seperti pada Gambar 8.



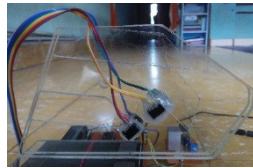
Gambar 8. Tampilan Pengujian Mikrokontroler dan LCD

4.5. Pengujian Sensor Koin

Pengujian dilakukan dengan memasukkan koin sebanyak 200 kali melewati sensor. Tujuannya adalah untuk mengetahui sejauh

mana keakuratan kinerja sensor dan program yang dirancang. Dari hasil pengujian, tingkat keakuratan koin melewati sensor adalah 100% koin berhasil dideteksi oleh sensor tanpa adanya *error* pada program.

Koin yang digunakan ada dua jenis, yaitu koin Rp 1000 dan Rp 500. Pada saat koin Rp 1000 dimasukkan, maka pada LCD akan tampil waktu pengisian baterai *smartphone* selama 20 menit dan koin Rp 500 selama 10 menit, seperti ditunjukkan pada Gambar 9 dan Tabel 3.



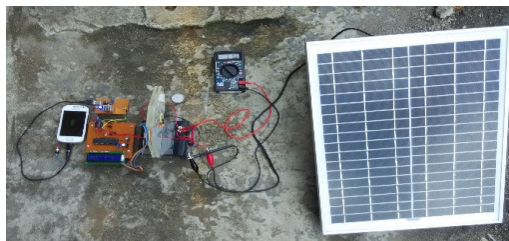
Gambar 9. Sensor Koin

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Koin

Jumlah Koin	Rp 500 (menit)	Rp 1000 (menit)
1	10 menit	20 menit
2	20 menit	40 menit
3	30 menit	60 menit
4	40 menit	80 menit
5	50 menit	100 menit

4.6. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan setelah perangkat keras dan perangkat lunak diintegrasikan menjadi satu sistem. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana alat pengisi baterai *smartphone* berbayar dengan tenaga surya dapat bekerja dengan baik sesuai dengan target yang diinginkan dari awal perancangan. Pengujian dilakukan dengan cara mengisi baterai *lead acid* 12V 4,5Ah dan *smartphone* Samsung Galaxy Fame yang memiliki kapasitas baterai 1300 mAh, pengujian sistem dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Pengujian Sistem

Dari hasil pengujian yang diperoleh, alat ini berhasil mengisi baterai *smartphone* yang ditandai dengan indikator baterai *smartphone*

yang dicatu mulai bergerak dan secara keseluruhan diperoleh bahwa :

1. Sistem dapat mengontrol pengisian baterai. Disaat baterai lemah pengisian akan diaktifkan dan disaat baterai dalam kondisi penuh pengisian baterai akan diputuskan.
2. Pada saat *charger smartphone* aktif, pengisian baterai *lead acid* akan membutuhkan waktu yang lebih lama, hal ini dikarenakan baterai digunakan sebagai sumber energi *charger smartphone*.

5. Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan dan pengujian sistem, dapat disimpulkan beberapa hal, antara lain :

1. Alat yang dirancang berfungsi sesuai dengan yang diharapkan, yaitu dapat melakukan pengisian baterai *lead acid* dengan memanfaatkan tenaga surya dan mengisi baterai *smartphone* dengan pembayaran koin.
2. Pada saat tegangan baterai maksimum pengisian dari panel surya akan dihentikan dan saat tegangan baterai minimum pengisian akan diaktifkan kembali.
3. Tegangan *output* yang disediakan untuk *charger smartphone* adalah 5V, karena jenis *smartphone* pada saat ini memiliki tegangan pengisian baterai sebesar 5V.

6. Daftar Pustaka

- [1] Kadir, A. 1995. Energi Sumber Daya Inovasi Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi. Jakarta: Universitas Indonesia.
- [2] Yoannita. 2011. Pengantar Inovasi Aplikasi Bergerak (Baterai). Jakarta: Jurnal MDP.
- [3] Malvino, A. 2003. Prinsip-Prinsip Elektronika. Jakarta: Salemba Teknik.
- [4] Daryanto. 2008. Pengetahuan Teknik Elektronika. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- [5] Bejo, A. 2008. C&AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler AT Mega8535. Yogyakarta: GRAHA ILMU.