

# **Monitoring Kondisi Baterai dan Solar Cell Pada Lampu Penerangan Jalan Umum Menggunakan Perangkat Android**

**Suwito, ST, MT (Peneliti Utama–Dosen)**  
**Suhanto, S.Kom, MM (Peneliti–Dosen)**  
**Drs. Hartono, ST, M.Pd, MM (Peneliti–Dosen)**  
**Rifdian IS,ST,MM (Peneliti–Dosen)**

## **Abstrak**

*Solar cell merupakan salah satu komponen elektronik yang mampu mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Untuk dapat digunakan pada saat malam hari, energi dari solar cel disimpan dalam sebuah Baterei. Peralatan di Indonesia sekarang yang paling banyak menggunakan perangkat solar cell dan baterei adalah lampu penerangan jalan umum. Beberapa permasalahan terkait cara merawat dan memonitoring kondisi solar cell dan baterei muncul akibat penempatan panel kontrol dan baterei didekat lampu, sehingga jika pengukurannya dilakukan secara manual maka operator harus menaiki tiang lampu satu persatu. Hal ini menjadi sangat tidak efektif dan efisien. Pada penelitian ini telah dibuat sebuah prototipe sistem monitoring kondisi baterai dan solar cell pada lampu penerangan jalan umum menggunakan perangkat Android. Sistem ini terdiri atas mikrokontroler, perangkat pengukur kondisi solar cell dan baterei serta perangkat komunikasi berbasis bluetooth yang dipasang dipanel. Operator dengan menggunakan perangkat android dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler dipanel menggunakan media wireless (bluetooth) untuk mengetahui kondisi solar cell dan baterei, sehingga dengan sistem ini tidak perlu memanjat tiang PJU. Hasil pengujian menunjukkan ketelitian sistem dalam mengukur arus charge dan discharge baterei sebesar 0.01% dan ketelitian pengukuran tegangan baterei dan solar cell adalah 0.001 %. Komunikasi antara mikrokontroler dengan perangkat android membutuhkan waktu sebesar  $\pm 2$  s, jeda tersebut sudah termasuk waktu untuk pairing device dengan android.*

**Kata kunci :** Solar Cell, Bateri, Mikrokontroler, Android, Bluetooth.

## PENDAHULUAN

Kebutuhan listrik yang terus meningkat dan menipisnya cadangan minyak bumi, memaksa manusia untuk mencari sumber tenaga alternatif yang dapat dijadikan sebagai sumber energi. Dalam pencarian bahan bakar alternatif pun sebaiknya yang mempunyai keuntungan yang lebih besar seperti, mempunyai sumber energi yang besar, ekonomis, tidak merusak lingkungan dan mudah digunakan. Oleh karena itu pencarian bahan bakar alternatif diarahkan pada pemanfaatan energi sinar matahari dengan menggunakan panel sel surya yang dapat merubah energi matahari menjadi energi listrik (solarcell). Solar Cell yang berfungsi untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Teknologi Solar Cell merupakan sebuah hamparan semikonduktor yang dapat menyerap photon dari sinar matahari dan mengkonversi menjadi listrik. Beberapa keuntungan apabila menggunakan Solar Cell adalah potensi pemanfaatan energi surya tersebar secara merata sehingga dapat digunakan untuk daerah yang terpencil. Dan listrik surya merupakan solusi yang cepat, karena proses instalasi yang relatif cepat untuk menghasilkan listrik penerangan dan lain-lain.

Solar Cell ditempatkan pada bagian atap agar terkena langsung cahaya matahari. Energi matahari yang diserap oleh Solar Cell akan disimpan pada baterai. Setelah baterai terisi energi listrik, energi tersebut digunakan menyalakan atau menghidupkan barang elektronik. Salah satu contoh barang elektronik yang langsung menggunakan energi listrik dari Solar Cell adalah lampu penerangan yang biasanya berada di jalan

raya. Lampu tersebut menyala menggunakan sumber energi listrik dari baterai yang telah diisi dari hasil pengkonversian energi matahari menjadi energi listrik pada Solar Cell.

Solar Cell juga membutuhkan perawatan agar pengisian energi matahari dapat disimpan secara maksimum. Selain itu juga perlu diperhatikan tentang kondisi baterai yang dapat bekerja dengan maksimal atau tidak. Kami memberikan cara yang mudah untuk mengetahui kondisi Solar Cell sekaligus kondisi baterai. Jadi kita tidak perlu naik ke atas untuk melihat kondisi Solar Cell, kita hanya perlu memasang alat komunikasi pada badan Solar Cell dan akan disambungkan pada Android.

## TEORI

### 2.3. Solar Cell [4]

*Solar cell* adalah salah satu jenis sensor cahaya photovoltaic, yaitu sensor yang dapat mengubah intensitas cahaya menjadi perubahan tegangan pada outputnya. Apabila "*Solar cell*" menerima pancaran cahaya maka pada kedua terminal outputnya akan keluar tegangan DC sebesar 0,5 volt hingga 0,5 volt. Dalam aplikasinya *Solar cell* lebih sering digunakan sebagai pembangkit listrik DC tenaga surya (matahari). Dalam skala kecil *Solar cell* sering kita jumpai sebagai sumber tegangan DC pada peralatan elektronika seperti kalkulator atau jam. Prinsip Kerja *Solar cell* adalah *Solar cell* Efek sel photovoltaik terjadi akibat lepasnya elektron yang disebabkan adanya cahaya yang mengenai logam. Logam-logam yang tergolong golongan 1 pada sistem periodik unsur-unsur seperti Lithium, Natrium, Kalium, dan

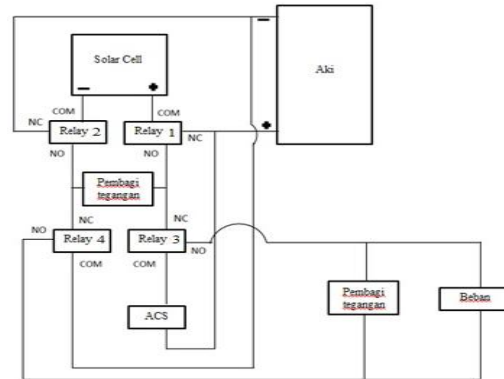
Cesium sangat mudah melepaskan elektron valensinya. Selain karena reaksi redoks, elektron valensilogamlogam tersebut juga mudah lepas olehadanya cahaya yang mengenai permukaan logam tersebut. Diantara logam-logam diatas Cesium adalah logam yang paling mudah melepaskan elektronnya, sehingga lazim digunakan sebagai foto detektor.

Tegangan yang dihasilkan oleh sensor foto voltaik adalah sebanding dengan frekuensi gelombang cahaya (sesuai konstanta Plank  $E = h \cdot f$ ). Semakin kearah warna cahaya biru, makin tinggi tegangan yang dihasilkan. Tingginya intensitas listrik akan berpengaruh terhadap arus listrik. Bila foto voltaik diberi beban maka arus listrik dapat dihasilkan adalah tergantung dari intensitas cahaya yang mengenai permukaan semikonduktor. Berikut karakteristik dari foto voltaik berdasarkan hubungan antara intensitas cahaya dengan arus dan tegangan yang dihasilkan.

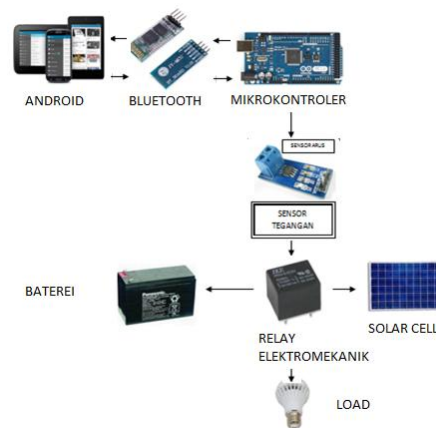
## PERANCANGAN SISTEM

### 3.4 Diagram Blok Sistem

Diagra fungsional sistem monitoring solar cell dan baterai PJU seperti pada gambar 3.1 berikut.



(a)



(b)

Gambar 3.1. a) Diagram fungsional, b) Ilustrasi sistem monitoring solar cell dan baterai PJU.

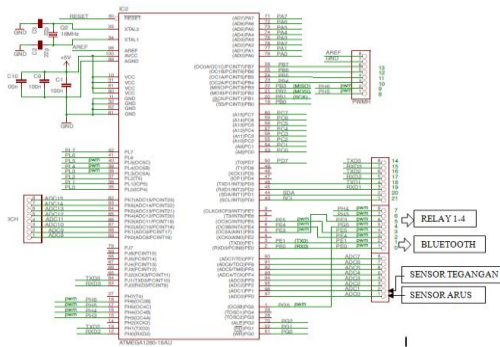
Sistem ini terdiri atas 7 bagian utama yaitu mikrokontroler sebagai pengendali utama, sensor arus dan tegangan, rangkaian pengkondisi sinyal, relai elektromekanik, perangkat komunikasi wireless dan perangkat android. Prinsip dasar sistem ini adalah saat perangkat android meminta data kondisi solar cell dan baterai PJU melalui media wireless, mikrokontroler akan mengkonfigurasi keempat relay untuk memutuskan hubungan ke baterai dan menghubungkan solar cell ke beban resistif.

Dengan mengukur besarnya arus dan tegangan beban tersebut dan dibandingkan dengan karakteristik solar cell maka dapat diketahui apakah solar cell masih baik atau sudah rusak. Setelah dilakukan pengukuran solar cell, mikrokontroler kembali mengkonfigurasi keempat relay mengukur kondisi baterai dengan menghubungkan baterai ke sebuah beban resistif. Hasil pengukuran besarnya arus dan tegangan baterai dibandingkan dengan standar kondisi baterai yang normal, sehingga bisa diketahui kondisi baterai tersebut.

### 3.5 Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

#### 3.5.1. Sistem Mikrokontroler

Sistem mikrokontroler pada penelitian ini menggunakan tipe ATMEGA 2560. Sistem ini terhubung dengan beberapa perangkat pendukung.



Gambar 3.2. Rangkaian Sistem Mikrokontroler

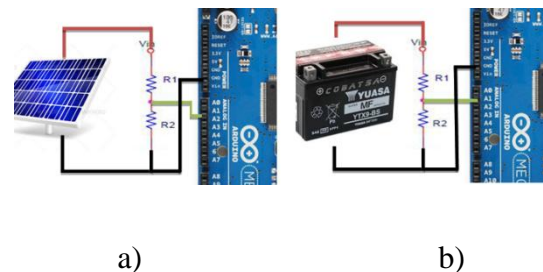
Komponen lain yang terhubung adalah sensor arus dan tegangan, Relay dan Bluetooth.

1. Pin A0 untuk membaca sensor arus.
2. Pin A1 untuk membaca sensor tegangan
3. Pin 7 untuk mengaktifkan relay 1

4. Pin 6 untuk mengaktifkan relay 2
5. Pin 5 untuk mengaktifkan relay 3
6. Pin 4 untuk mengaktifkan relay 4
7. Pin 0 (RX0) untuk menerima data serial ke Android melalui Bluetooth (HC-05)
8. Pin 1 (TX0) untuk mengirim data serial ke Android melalui Bluetooth (HC-05)

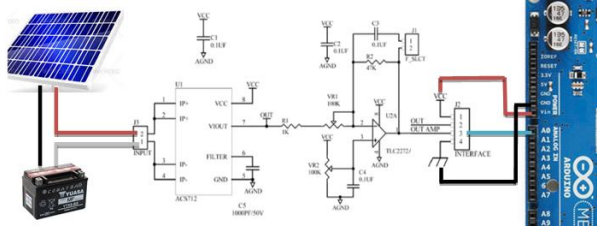
#### 3.5.2. Sensor Tegangan, Sensor Arus dan Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Pengukuran tegangan pada solar cell dan baterai cukup menggunakan rangkaian pembagi tegangan karena berupa tegangan DC dengan referensi ground menjadi satu dengan ADC pada mikrokontroler. Rangkaian interface antara pembagi tegangan dengan mikrokontroler seperti pada gambar 3.3.

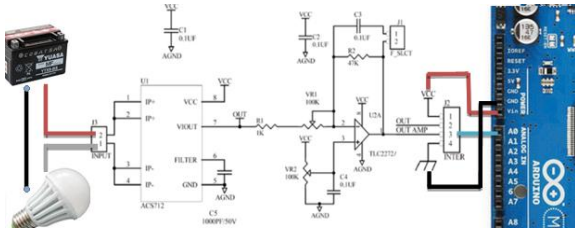


Gambar 3.3 a) Sensor tegangan pada Solar cell, b) Sensor tegangan pada baterai.

Pengukuran arus antara solar cell dengan beban dan antara baterai dengan beban menggunakan IC ACS 71205. IC ini merupakan sensor arus yang menggunakan prinsip Hall Effect. Luaran sensor arus akan dikondisikan agar memiliki output 0-5 Volt menggunakan rangkaian pengkondisi sinyal. Skematik sensor arus dan rangkaian pengkondisi sinyal seperti pada gambar 3.4.



a)

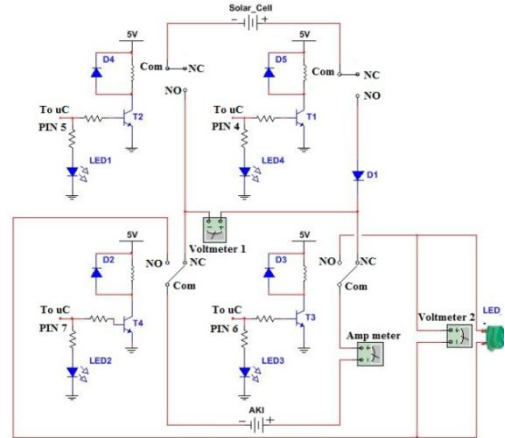


b)

Gambar 3.4. a) Sensor arus dan RPS pada pengukuran solar cell, b) Sensor arus dan RPS pada pengukuran baterai.

### 3.5.3. Relay Elektromekanis

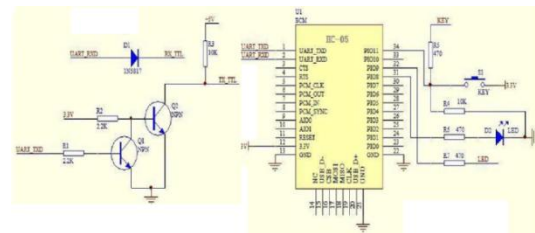
Rangkaian driver relay digunakan untuk merubah jalur aliran arus listrik dari Solar Cell ke baterai menjadi Solar Cell ke beban yang digunakan untuk mengukur arus dan tegangan pada Solar Cell dan baterai. Skematik rangkaian dapat dilihat di Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Rangkaian relay elektromekanis.

### 3.5.4. Komunikasi Bluetooth

Komunikasi bluetooth antara mikrokontroler yang ada di panel kontrol dengan perangkat arduino menggunakan modul HC-05. Modul HC 05 merupakan sebuah modul IC yang dapat mengkonversi dari standar komunikasi serial menjadi komunikasi wireless jenis bluetooth. Modul ini diintegrasikan ke mikrokontroler dengan rangkain seperti pada gambar 3.6.

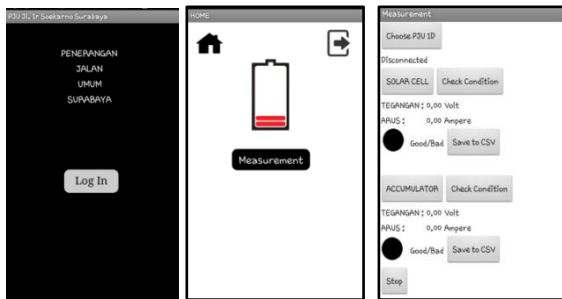


Gambar 3.6. Rangkaian modul bluetooth HC-05.

Rangkaian modul HC05 menggunakan level logic 3,3V sedangkan level logic mikrokontroler adalah 5V, oleh karenanya antara mikrokontroler dengan modul HC05 dilengkapi rangkaian level shifter menggunakan transistor.

### 3.5.5. Perangkat Android

Perangkat android yang digunakan pada penelitian ini adalah sebuah handphone android. Aplikasi dibuat menggunakan program MIT-App Inventor dengan 3 menu utama yaitu Login, Menu tampilan grafis dan menu tampilan detail pengukuran. Adapun tampilan menu tersebut seperti pada gambar 3.7.

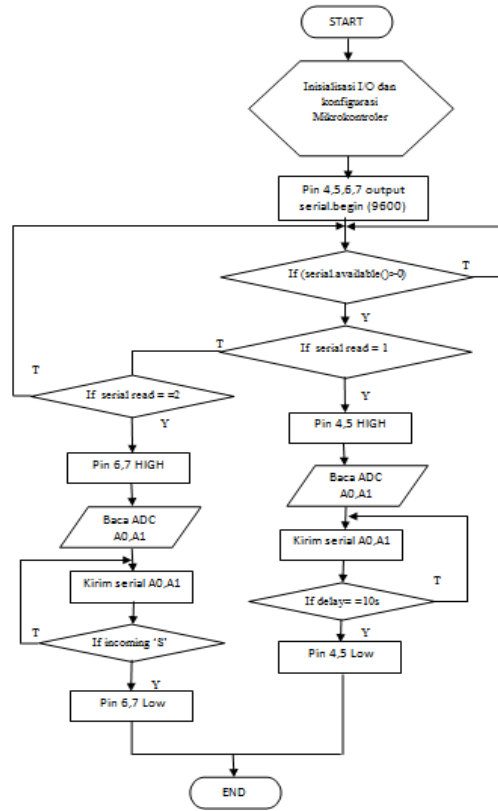


a) b) c)

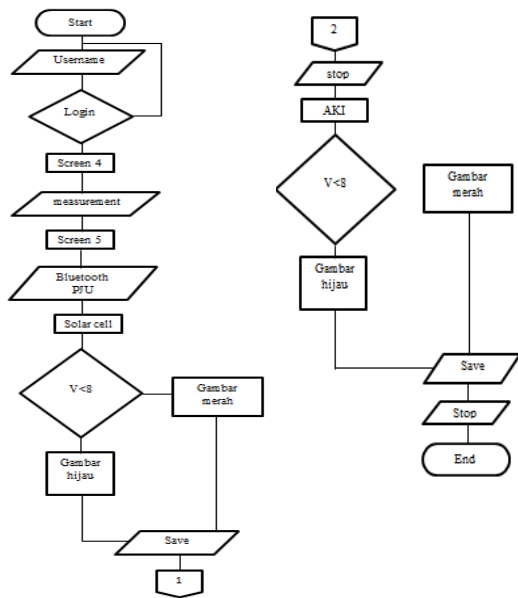
Gambar 3.7. Tampilan HMI pada perangkat android, a) Menu login, b) Menu grafik, c) Menu Detail Pengukuran

### 3.6 Perancangan Perangkat Lunak (software)

Pada perancangan Perangkat Lunak dibuat dua program untuk menjalankan alat. Program pertama untuk memrogram Arduino dan program yang lain untuk memprogram interface pada Android menggunakan MIT App Inventor (offline).



(a)



(b)

Gambar 3.8. a). Flow chart program di Mikrokontroler, b) Flow chart program aplikasi di android.

## PENGUJIAN DAN ANALISA

Pengujian sistem bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan kemampuan sistem dalam melakukan fungsinya.

### 4.5. Pengujian sensor arus dan tegangan

Pengujian sensor arus dilakukan dengan membandingkan nilai pengukuran hasil pembacaan mikrokontroler dengan nilai pengukuran menggunakan Ampere meter. Hasil pengujian terlihat seperti tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Tabel pengukuran Ampere meter dengan pengukuran mikrokontroler

No	Arus Charging AVO meter (Ampere)	Arus Charging ACS712 (Ampere)	Kesalahan (%)
1	1.00	1.01	0.009901
2	1.01	1.02	0.009804
3	1.01	1.01	0
4	1.01	1.01	0
5	1.00	1.02	0.019608
6	0.99	0.99	0
7	1.02	1.03	0.009709
8	1.02	1.03	0.009709
9	1.04	1.04	0
10	1.03	1.04	0.009615
11	1.03	1.04	0.009615
12	1.03	1.03	0

No	Arus Charging AVO meter (Ampere)	Arus Charging ACS712 (Ampere)	Kesalahan (%)
13	1.02	1.02	0
14	1.02	1.03	0.009709
15	1.01	1.02	0.009804
16	0.97	0.98	0.010204
17	0.97	0.98	0.010204
18	0.97	0.97	0
19	0.96	0.97	0.010309
20	0.93	0.95	0.021053
21	0.91	0.92	0.01087
Kesalahan			0.77

Dari tabel diatas terlihat nilai kesalahan pembacaan arus pada mikrokontroler dibanding Ampere meter yaitu sebesar 0.01 ampere dengan prosentase kesalahan sebesar 0.77%.

Pengujian sensor tegangan dilakukan untuk mengetahui linearitas hasil pengukuran mikrokontroler dibanding alat ukur yang telah terkalibrasi, dalam hal ini Volt meter. Pada pengukuran ini sekaligus mengukur besarnya charging dari solar cell ke baterai. Hasil pengujian sensor tegangan terlihat seperti pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Hasil Pengukuran sensor tegangan Tegangan pada *Charging Aki*

No	TeganganCharging AVO meter (Volt)	TeganganCharging Sensor (Volt)	Prosentase Error (%)
1	19.23	19.16	0.00364
2	19.3	19.26	0.002073
3	19.3	19.25	0.002591
4	19.34	19.31	0.001551
5	19.24	19.22	0.00104
6	19.14	19.13	0.000522
7	19.4	19.39	0.000515
8	19.44	19.39	0.002572
9	19.85	19.83	0.001008
10	19.75	19.73	0.001013
11	19.62	19.55	0.003568
12	19.6	19.56	0.002041
13	19.56	19.53	0.00153

			4
14	19.46	19.44	0.001028
15	19.25	19.24	0.000519
16	18.46	18.33	0.007042
17	18.33	18.29	0.002182
18	18.21	18.18	0.001647
19	18.02	18.00	0.00111
20	17.5	17.49	0.000571
21	17.2	17.18	0.001163
Rerata Kesalahan			0,19

Dari tabel diatas terlihat nilai kesalahan pembacaan tegangan oleh mikrokoroler dibanding Voltmeter meter yaitu sebesar 0,19 %.

#### 4.6. Pengujian Relay Elektromekanis

Pengujian driver relay dilakukan dengan memprogrammikontroler untuk menyalakan dan mematikan relay dari posisi NO berubah menjadi NC dengan indikator led biru. Terdapat 4 driver relay yang diuji dan dari pengujian sebanyak 50 kali diperoleh tingkat keberhasilan 100%. Hal ini



menunjukkan bahwa relay bekerja dengan baik.

#### 4.7. Pengujian Sistem Menyeluruh

Pengujian keseluruhan sistem ini dilakukan dengan melakukan pengiriman data serial melalui bluetooth dari mikrokontroler ke android dan sebaliknya. Saat android mengirimkan data ke mikrokontroler, mikrokontroler akan mengolah data serial yang diterima dan menjalankan perintah untuk mengaktifkan relay, membaca sensor arus dan tegangan pada solar cell dan baterai. Data hasil pembacaan selanjutnya dikirim ke perangkat android untuk ditampilkan ke HMI. Dari pengujian yang telah dilakukan terlihat sistem bekerja dengan baik dengan tingkat keberhasilan 100%. Dari pengukuran arus dan tegangan tersebut dapat diketahui kondisi baterai dan solar cell, untuk solar cell saat pencahayaan maksimal bila daya luaran mendekati nilai sesuai spesifikasinya dapat dikatakan solar cell dalam kondisi baik. Pada baterai saat diberikan beban tahanan resistif jika tegangan masih diatas 10,5 V maka kondisi baterai masih baik.

#### KESIMPULAN

Dari pengujian terhadap sistem yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan::

1. Ketelitian sistem dalam mengukur arus charge dan discharge baterai sebesar 0.77%
2. Ketelitian sistem dalam mengukur tegangan baterai dan solar cell adalah 0.19 %.
3. Komunikasi antara mikrokontroler dengan perangkat android membutuhkan waktu sebesar  $\pm 2$  s, jeda tersebut sudah termasuk waktu untuk pairing device dengan android.

4. Kondisi Solar cell dan baterai dapat diketahui dari besarnya arus dan tegangan saat diberikan beban resistif.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wiwien Widyastuti dkk, Alat Pengukur Tegangan Pengisian dan Pengosongan untuk Baterai Isi Ulang, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, 2011
- [2] ..., BAB II Dasar Teori Bluetooth, Universitas Sumatera Utara, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/21370/4/Chapter%2011.pdf>
- [3] ....., Bluetooth, Wikipedia, URL : <http://id.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>, 13 Mei 2015
- [4] McEVOY Augustin, Markvart Tom, Castaner Luis, Solar Cell Material, Structure, and Operation, USA, 2013 (second edition).