

PERANCANGAN SISTEM MONITORING BATTERY SOLAR CELL PADA LAMPU PJU BERBASIS WEB

Rizki Priya Pratama¹

Abstrak

Solar cell merupakan piranti elektronika yang dapat mengubah energi matahari menjadi listrik. Energi terbarukan yang berasal dari energi matahari ini sekarang ini banyak diteliti. Sistem yang menggunakan *solar cell*, tentu membutuhkan *battery* untuk menampung energinya. Kendala dalam menggunakan *battery* adalah masa pakai *battery* yang terbatas. Penyebabnya adalah pemakaian *battery* yang tidak terkontrol, suhu dan kelembapan yang tidak sesuai. Oleh karena itu, perlu adanya sistem monitoring dan management penggunaan *battery solar cell*. Penggunaan daya pada *battery* dan arus pada *solar cell* dapat diamati dengan web. Penyalaan lampu juga dapat diatur tingkat kecerahannya, waktu penyalaan berdasarkan parameter daya *battery* serta penyalaan lampu berdasarkan keberadaan objek yang bergerak seperti orang atau kendaraan. Pengamatan daya *battery*, *solar cell* serta pengaturan penyalaan lampu ini akan didapatkan hasil *battery* yang tidak cepat rusak serta kapasitas pengisian yang tetap bertahan lama.

Kata-kata kunci: formalin, FMR, sensor warna TCS3200, mikrokontroler.

Abstract

A solar cell is an electronic device that can convert solar energy into electricity. Renewable energy which is derived from solar energy is now widely studied. The system that uses solar cell requires battery to accommodate energy. The problem in using battery is its energy is limited. The cause is the uncontrolled use of the battery, inappropriate temperature and humidity. Therefore, it needs a monitoring and management systems process. Usage on battery power and current in the solar cell can be observed through web. The lamp can also be set according to the brightness level, time of lighting based on battery power and the moving objects such as people or vehicle. Observations

¹ Rizki Priya Pratama. Dosen Program Studi Teknik Mekatronika, Politeknik Kota Malang

of battery power , solar cell, time of lighting setting will cause battery that is not easily damaged and charging capacity lasts longer.

Keywords: *solar cell, battery, web, monitoring, lamp.*

1. PENDAHULUAN

Salah satu energi terbarukan yang saat ini terus diteliti adalah energi berbasis solar cell. Solar cell sangat efektif digunakan di daerah yang banyak terdapat sumber cahaya matahari terutama di daerah sekitar katulistiwa. Tetapi ada beberapa kekurangan dari penggunaan solar cell antara lain adalah masa pakai battery yang terbatas. Beberapa sebab yang menjadi permasalahan masa pakai battery pada solar cell antara lain pemakaian battery terus menerus sehingga battery kosong tanpa diketahui, dan penggunaan battery dengan arus continuous yang terlalu besar.

Untuk mengatasi masalah tersebut maka perlu sistem manajemen arus dan tegangan penggunaan battery solar cell. Untuk menjalankan sistem manajemen battery tersebut terlebih dahulu dilakukan monitoring, dari hasil monitoring tersebut maka dapat dianalisis arus yang mengalir pada battery tersebut sehingga dapat dilakukan manajemen daya battery agar masa pakai battery dapat berlangsung lebih lama. Untuk manajemen daya battery dapat juga dilakukan dengan mengatur penggunaan arus keluaran battery sesuai dengan kebutuhan dan waktu penggunaan daya.

Adapun tujuan dilaksanakan penelitian ini adalah untuk mengetahui cara mengukur penggunaan arus battery, mengatur daya penggunaan battery sesuai dengan kebutuhan, memonitor daya dan menampilkan hasil monitoring daya battery menggunakan web dengan menggunakan Raspberry Pi.

Sedangkan yang menjadi batasan masalah dalam pelaksanaan penelitian ini adalah Lampu jalan yang digunakan menggunakan komponen lampu jalan LED.

2. KAJIAN PUSTAKA

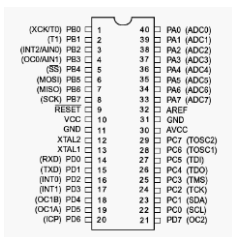
Bagian ini berisi teori atau pustaka yang mendukung penelitian yang dapat terdiri dari beberapa sub-bab.

2.1 Mikrokontroler Atmega32

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah

inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan input output. Mikrokontroler ini mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data.

AVR atau sebuah kependekan dari *Alf and Vegard's Risc Processor* merupakan chip mikrokontroler yang diproduksi oleh Atmel. Atmega32 dapat beroperasi pada kecepatan maksimal 16MHz.



Gambar 1. IC dan Pin-Pin Atmega32

2.2 Solar cell

Solar cell adalah salah satu jenis sensor cahaya *photovoltaic*, yaitu sensor yang dapat mengubah intensitas cahaya menjadi perubahan tegangan pada outputnya. Satu sel surya dapat menghasilkan beda potensial sebesar 0.5V DC (dalam keadaan cahaya penuh). Beberapa sel dapat dideretkan guna memperoleh tegangan 6, 9, 12, 24V, dan seterusnya. Sel surya dapat pula diijarkan guna memperoleh arus keluaran lebih besar.

Dalam aplikasinya *solar cell* lebih sering digunakan sebagai pembangkit listrik DC tenaga surya (matahari). Pada perancangan sistem ini solar cell yang digunakan 100WP / 12 volt, yang artinya solar cell ini dapat memberikan daya maksimal 100 watt (keadaan cahaya penuh) dengan tegangan DC 12 Volt.

2.3 Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah *single-board* komputer berukuran sebesar kartu kredit yang dikembangkan di Inggris oleh *Raspberry Pi Foundation* dengan tujuan mempromosikan pengajaran ilmu komputer di sekolah-sekolah dasar.

Raspberry Pi memiliki sistem BCM2835 Broadcom pada sebuah chip (SoC), yang terdiri dari ARM1176JZF-S 700 MHz processor, VideoCore IV GPU, dan dilengkapi dengan RAM 512MB. Perangkat ini tidak dilengkapi dengan hard disk atau solid-state drive, tetapi menggunakan kartu SD untuk media *booting* dan penyimpanan data.



Gambar 2. Raspberry Pi type B

2.4 PIR (Passive Infra Red)

PIR (Passive Infrared Receiver) merupakan sebuah sensor berbasis inframerah. Akan tetapi, tidak seperti sensor inframerah kebanyakan yang terdiri dari IR LED dan fototransistor. PIR tidak memancarkan apapun seperti IR LED. Sesuai dengan namanya 'Passive', sensor ini hanya merespon energi dari pancaran sinar inframerah pasif yang dimiliki oleh setiap benda yang terdeteksi olehnya. Benda yang bisa dideteksi oleh sensor ini biasanya adalah tubuh manusia.

Sensor gerak dengan modul pir sangat simpel dan mudah diaplikasikan karena Modul PIR membutuhkan tegangan input DC 5V cukup efektif untuk mendeteksi gerakan hingga jarak 5 meter. Ketika tidak mendeteksi gerakan, keluaran modul adalah LOW. Dan ketika mendeteksi adanya gerakan, maka keluaran akan berubah menjadi HIGH. Adapun lebar pulsa HIGH adalah $\pm 0,5$ detik. Namun dapat diatur sesuai dengan kebutuhan.

2.5 Sensor Suhu dan Kelembapan DHT11

DHT11 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembapan udara di sekitarnya. Sensor ini memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP *program memory*. DHT11 termasuk sensor yang memiliki kualitas terbaik, dinilai dari respon, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan *anti-interference*. Ukurannya yang kecil, dan dengan transmisi sinyal

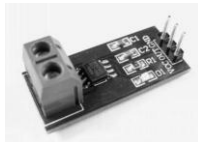
hingga 20 meter, membuat produk ini cocok digunakan untuk banyak aplikasi-aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban. DHT11 ini dioperasikan pada tegangan +5 V, range suhu pengukuran adalah 0-50 °C dengan kesalahan ± 2 °C, sedangkan range kelembaban adalah 20-90% RH dengan kesalahan $\pm 5\%$ RH.



Gambar 3. Sensor DHT 11

2.6 Sensor Arus ACS712-5

Jenis sensor arus yang digunakan adalah sensor arus type ACS712-5.0. Sensor ini bisa digunakan untuk mengukur arus hingga 5 amper. Gambar sensor arus ACS712-5 dapat dilihat pada Gambar 4.



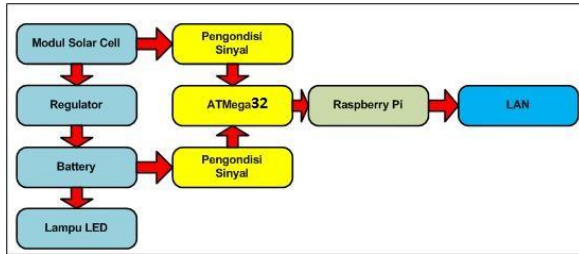
Gambar 4. Sensor Arus ACS712-5

Sensor ini dapat memberikan pengukuran arus yang presisi baik untuk sinyal AC maupun DC. Pada sistem ini, arus yang diukur adalah arus DC yang dikonsumsi dari sistem. Pin output sensor ini terdiri dari GND, VCC dan VOUT. Terminal arus dihubungkan pada 2 pin sisi yang lainnya.

3. METODE

Prinsip kerjanya adalah *solar cell* menerima energi dari matahari dan diubah menjadi energi listrik. Energi listrik tersebut disimpan di *battery*, dilakukan oleh *charge controller*. Energi yang tersimpan pada *battery* dimanfaatkan untuk menerangi jalan pada saat malam. Raspberry pi sebagai pengendali, pembaca arus dan tegangan *battery* pada saat lampu menyala. Ada mekanisme

tertentu yang dijalankan pada saat pengisian dan saat lampu menyala, sehingga diharapkan *battery* pada sistem ini bertahan lama dan tidak mudah rusak.



Gambar 1. Desain Rancangan Smart House

3.1 Antarmuka Sensor-sensor dengan mikrokontroller AVR

Pada penelitian ini, digunakan beberapa sensor yang diperuntukan sebagai komponen penunjang dari sistem ini. Perancangan ini, menggunakan 4 buah sensor antara lain : sensor arus, sensor tegangan, sensor dekteksi orang(gerak) dan sensor suhu-kelembapan.

Sensor yang pertama adalah sensor arus ACS712. Sensor arus ini dihubungkan ke mikrokontroller melalui pin PA2 yang merupakan fasilitas ADC dari mikrokontroller. Keluaran dari sensor ini adalah tegangan dengan resolusi 100mA / 100mV. ADC 10 bit, resolusi 10mV sudah cukup untuk membaca sensor ini tanpa bantuan buffer atau penguat lainnya.

Sensor yang kedua adalah sensor suhu-kelembapan. Keluaran DHT ini terdiri dari 3 buah pin yaitu GND, +5V dan satu jalur data. Jalur data ini digunakan untuk data keluar dan masuk, hanya melalui satu jalur ini . Pin data pada DHT11 harus di pul-up resistor sebesar 4.7k – 10k dan langsung dihubungkan ke pin I/O mikrokontroller.

Sensor yang ketiga adalah 2 buah sensor PIR. Sensor PIR yang dipasang pada sistem ini, bertujuan untuk menghemat daya *battery* pada lampu PJU. Saat tidak ada orang yang lewat

atau melintas maka kondisi lampu dalam keadaan idle / redup. Kedua sensor PIR ini dihubungkan pada PortC.6 dan PortC.7

Sensor yang keempat adalah sensor tegangan. Sensor ini digunakan untuk membaca nilai tegangan *battery* dan solar cell. Pada ADC mikrokontroller, tegangan yang bisa dibaca oleh mikrokontroller sebesar 5 volt, sedangkan tegangan *battery* dan *solar cell* sebesar 11 – 16 volt. Untuk itu, digunakanlah 2 buah resistor pembagi tegangan.

Pada perancangan ini, tegangan V_{in} maksimum yang digunakan adalah 20 volt, sehingga perhitungannya menjadi:

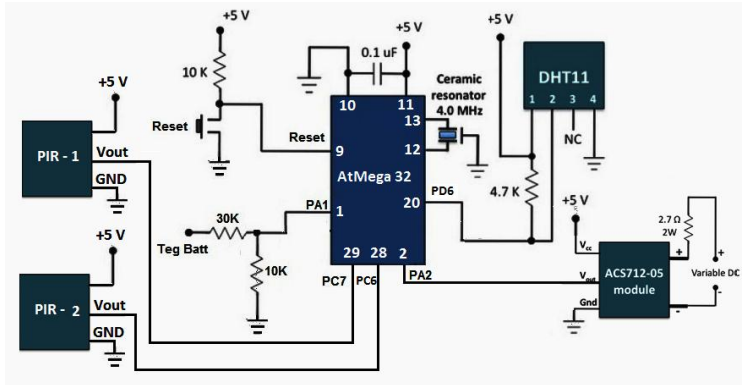
$$V_{out} = \frac{R2}{R1 + R2} V_{in}$$
$$20\text{volt} = \frac{R2}{R1 + R2} 5\text{Volt}$$

sehingga :

$$\frac{1}{4} = \frac{R2}{R1 + R2}$$

Jika menggunakan $R2 = 10k$ maka dapat diketahui bahwa $R1 = 30$. Jadi rangkaian tersebut dapat digunakan untuk mengukur tegangan 0 – 20 volt.

Sensor-sensor tersebut dihubungkan semuanya ke mikrokontroller AVR. Mikrokontroller AVR yang digunakan adalah ATMEGA32. Mikrokontroller ini digunakan hanya untuk membaca sensor-sensor dan mengirimkan data-data ke raspberry pi dengan komunikasi USART. Gambar keseluruhan sensor dengan antarmuka mikrokontroller dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 2. Gambar Antarmuka Keseluruhan dengan Sensor

3.2 Pembuatan webserver monitoring.

Pada pembuatan webserver monitoring ini, peneliti menggunakan bahasa PHP, *javascript* dan HTML. Pembuatan tabel dilakukan dengan menggunakan bahasa HTML sebagai langkah awal untuk membuat *web page* monitoring. Tabel ini dapat dilihat pada Gambar 7.

Sssuhu	Kelembapan	Tegangan Solar Cell	Arus
Tegangan Batery	Daya Batery	Lampu	Sensor PIR
Temperature Sensors			

Gambar 3. Tabel-tabel pada Pemrograman Dasar

Pada gambar ini terlihat berbentuk tabel-tabel yang nanti diisi oleh animasi nilai sensor. Kemudian untuk membentuk tampilan yang menarik, ditambahkan beberapa *script* HTML sehingga tampilannya akan menjadi seperti pada Gambar 8.



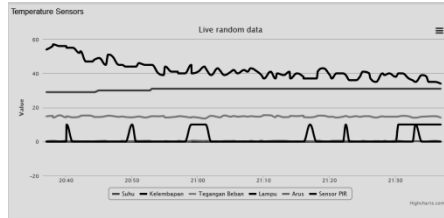
Gambar 4. Gambar Ambient Monitoring.

Agar data suhu, kelembapan, tegangan dan arus dapat berubah-ubah sesuai dengan pengukuran sensor-sensor tersebut maka beberapa *script* PHP harus ditambahkan. *Script* ini antara lain digunakan untuk mengakses database, mengubah nilai masing-masing sensor.

Database yang digunakan pada penelitian ini adalah SQLite3. Database ini diakses dengan perintah PHP. Data ini terdiri dari waktu, suhu, kelembapan, arus_solar, arus_beban, tegangan_bat, yang nantinya akan ditampilkan pada web page.

Pada web monitoring juga terdapat sebuah grafik untuk menampilkan data-data tersebut dari beberapa hari yang lalu ke waktu sekarang. Grafik ini digunakan untuk menampilkan waktu sepanjang axis X dan data suhu, kelembapan, arus, tegangan sepanjang Y. Data yang akan ditampilkan tersebut disimpan di *database* solar.db. *Database* tersebut dibaca dan dibentuk sebuah format.

Untuk menampilkan grafik ini di web, peneliti hanya menyusun beberapa aturan penulisan nilai pada data series, kemudian datetime yang digunakan harus diubah format menjadi Unix timestamp *dengan* perintah *strtotime*. Tampilan grafik dari *highchart* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 5. Tampilan grafik

3.3 Pembuatan program mikrokontroller untuk membaca sensor

Sensor-sensor yang dihubungkan ke mikrokontroller dapat dibaca maka, ADC ini harus diaktifkan melalui pengaturan beberapa register yaitu ADCSRA dan ADMUX. Sensor yang terhubung pada ADC adalah sensor arus ACS712, dan sensor tegangan yaitu *voltage divider*. Sensor arus dibaca dengan instruksi `chanel_adc(1)`, sedangkan sensor Tegangan dibaca dengan instruksi `chanel_adc(2)`. Sensor-sensor yang terhubung pada ADC adalah sensor arus ACS712, dan sensor tegangan yaitu *voltage divider*. Sensor arus dibaca dengan instruksi `chanel_adc(1)`, sedangkan sensor tegangan dibaca dengan instruksi `chanel_adc(2)`.

Sensor yang kedua adalah sensor suhu-kelembapan. Sensor ini dihubungkan ke pin PC6. Untuk membaca sensor ini dibutuhkan pin digital yang bisa difungsikan sebagai input dan output. Data dari mikrokontroller digunakan untuk memulai / *men-start* sinyal - data dari DHT11. Pemberian sinyal start dilakukan dengan potongan program dibawah ini.

```
void start_dht11()
{
    PORT_DHT &= ~(1 << PIN_DATA_DHT);
    DDR_DHT |= (1 << PIN_DATA_DHT);
    _delay_ms(18);
    DDR_DHT &= ~(1 << PIN_DATA_DHT);
}
```

Gambar 10. Program Start untuk Sensor DHT11.

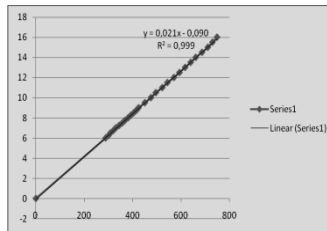
Data-data tersebut dibaca oleh mikrokontroller dengan perbandingan logika '1' sepanjang 70us dan logika '0' sepanjang 26us-28us.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rangkaian sensor tegangan dan arus.

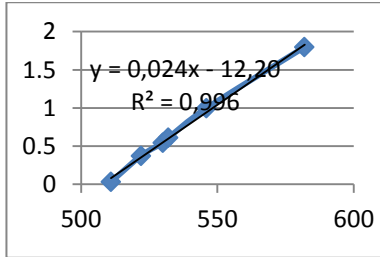
Rangkaian sensor tegangan ini merupakan pembagi tegangan yang digunakan untuk menurunkan tegangan saat masuk ADC. Untuk itu, data ADC ini harus dilakukan kuantisasi sehingga nilai yang diukur sama dengan nilai sebenarnya. Proses ini didapatkan suatu persamaan $y = 0,021x - 0,080$.

Persamaan tersebut dimasukkan pada program *python* monitor.py agar data tersebut disimpan dalam bentuk tegangan pengukuran.



Gambar 11. Grafik Fungsi Nilai ADC terhadap Tegangan Battery

Keluaran sensor arus ACS712-05 adalah tegangan, untuk itu dibutuhkan sebuah ADC untuk membacanya. Persamaan yang didapatkan dari pembacaan ADC adalah $y = 0,024x - 12,20$, sehingga program monitor.py dapat ditambahkan persamaan tersebut. Nantinya hasil yang disimpan di *database* akan sesuai dengan arus yang diukur.

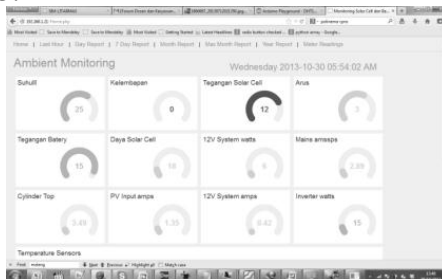


Gambar 12. Grafik Fungsi Nilai ADC terhadap Arus

Pembacaan tegangan *solar cell* tidak dapat dilakukan dikarenakan tegangan antara *solar cell* pada saat kondisi sudah terhubung dengan controller pengisian *battery* adalah 12 Volt, sehingga tidak perlu untuk memasang sensor tegangan di keluaran *solar cell*.

4.2 Webservice dapat menampilkan kondisi sensor dan lampu

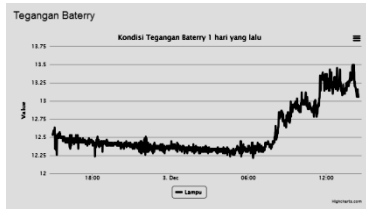
Webservice yang digunakan dapat diakses dengan memasukkan alamat di web browser seperti opera, mozilla dan lain-lain. Alamat IP yang digunakan adalah 192.168.1.21/home.php. Dari halaman ini dapat dilihat beberapa item-item monitoring yang berasal dari pembacaan sensor di mikrokontroler. Halaman web ini juga terdapat grafik yang menunjukkan pembacaan sensor dari waktu kemarin-kemarin hingga sekarang. Hasil web server yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Tampilan Webservice

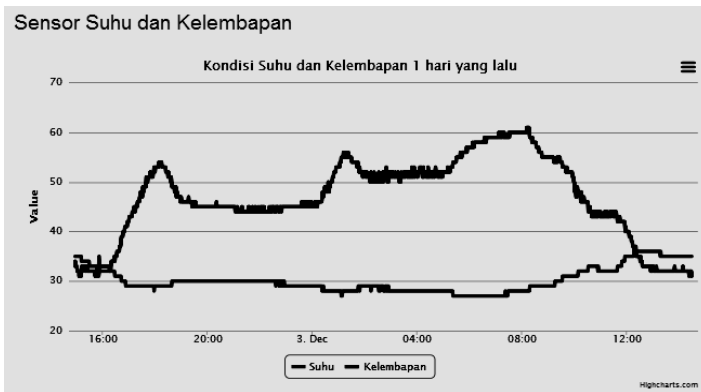
4.3 Sistem Monitoring Lampu dan *Battery*

Kondisi tegangan *battery* pada saat terkena cahaya matahari mengalami kenaikan sebesar 1 volt. Kondisi ini terjadi pada jam 12.00, saat matahari tepat di atas penampang *solar cell*. Saat tidak ada matahari / malam, jam 16.00 – 06.00 tegangan *battery* akan mengalami penurunan dari 12.5 menjadi 12.25. Artinya saat itu, daya *battery* terserap oleh lampu yang sedang menyala dan tidak ada arus yang mengisi *battery*, sehingga tegangan *battery* menurun. Kondisi seperti ini dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Kondisi Tegangan *Battery*

Kondisi suhu dan kelembapan pada *box controller* dapat dilihat pada Gambar 15. Terlihat bahwa suhu akan mengalami kenaikan pada jam 12 siang dan turun pada saat malam hari. Sedangkan kelembapan turun drastis pada saat hujan yaitu setiap sore hari. Pada saat pagi, kelembapan mencapai nilai yang tertinggi.



Gambar 15. Kondisi Suhu dan Kelembapan

5. PENUTUP

Dari hasil dan perancangan sistem monitoring *battery* solar cell dapat disimpulkan :

1. Daya *battery* diukur dengan mengalikan antara arus dan tegangan. Arus diukur dengan menggunakan sensor arus ACS712-5, sedangkan tegangan diukur dengan pembagi tegangan. Sensor-sensor ini dibaca oleh ADC *mikrokontroller* AVR.
2. Komunikasi antara raspberry pi dan mikrokontroller dilakukan dengan menggunakan komunikasi usart dengan *baudrate* 9600. Komunikasi ini membutuhkan sebuah rangkaian untuk mengkonversi tegangan dari 3.3 volt menjadi 5 volt.

Sistem untuk memonitor tegangan, arus, suhu dan kelembapan menggunakan sensor-sensor khusus. Sensor ini dibaca dulu oleh ADC mikrokontroller dan kemudian dikirimkan ke *raspberry pi*. Raspberry pi mengolah dan disimpan dalam *database*. *Database* ini ditampilkan dengan grafik dan penunjukkan waktu terakhir dengan web. Web ini dibuat dengan bahasa php, python dan html.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Pratama, Rizki Priya, Sistem Management Daya Battery Solar cell pada Lampu Jalan, Laporan Penelitian, Program Studi Teknik Mekatronika, Politeknik Kota Malang, 2013.
- Anonymous, Atmega32(L) Preliminary Complete, Atmel Corporation. www.atmel.com/datasheet/ATMega32, 2007
- Anonymous, DHT11 Data Sheet, Aosong Electronics Co, LTD, www.aosong.com, 2012.
- Anonymous, ACS712-5 Data Sheet, AllegroMicro System, 2012.
- Malvino, A. P. P.hd, Elektronika Komputer Digital, edisi kedua, Erlangga, Jakarta, 1988.