

RANCANG BANGUN LAMPU PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) MENGUNAKAN SOLAR PANEL BERBASIS ANDROID

Sugik Rizky Hikmawan¹ & Eko Agus Suprayitno²

^{1,2}Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

E-mail: sugikrizky@gmail.com

ABSTRACT

Data from the Directorate General of Electricity and Energy Development in 1997, the installed capacity of solar electricity in Indonesia reaches 0.88 MW from the available potential of 1.2 x 109 MW. Therefore, this research is made of solar street based lighting design (PJU) as alternative energy that cheap and economical. The work system on the street lighting lighting (PJU) is controlled by an Arduino microcontroller. And use solar panel as source of voltage and light sensor. The light sensor will work and read the intensity of sunlight. During the day the sensor provides input to the arduino so that the lights automatically turn off and at night the sensor gives input to the arduino so that the automatic light is on. And can be controlled using Android Gadget through bluetooth HC-05 Module. The result The lights automatically turn on and off according to the reading of the Light Sensor and the Arduino Microcontroller Communications with Android Smartphone leverages the Bluetooth HC-05 module to work properly. Arduino Microcontroller can take orders from Android Smartphone either with obstacle or without obstruction with a maximum distance of 15 meters.

Keywords: *Android, Bluetooth, Solar Panel, Li ion battery, Arduino*

ABSTRAK

Data Ditjen Listrik dan Pengembangan energi pada tahun 1997, kapasitas terpasang listrik tenaga surya di Indonesia mencapai 0,88 MW dari potensi yang tersedia 1,2 x 109 MW. Oleh sebab itu penelitian ini dibuat rancang bangun Penerangan Jalan Umum (PJU) berbasis sel surya sebagai energi alternatif yang murah dan hemat. Sistem kerja pada lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) ini dikontrol oleh sebuah mikrokontroler yaitu Arduino. Serta menggunakan solar panel sebagai sumber tegangan dan sensor cahaya. Sensor cahaya akan bekerja dan membaca intensitas cahaya matahari. Saat siang hari sensor memberikan masukan pada arduino sehingga lampu otomatis padam dan saat malam hari sensor memberikan masukan pada arduino sehingga lampu otomatis menyala. Serta dapat dikontrol menggunakan Gadget Android melalui Modul bluetooth HC-05. Hasilnya Lampu otomatis menyala dan padam sesuai dengan pembacaan Sensor Cahaya dan Komunikasi Mikrokontroler Arduino dengan Smartphone Android menggugurkan bantuan Modul Bluetooth HC-05 berfungsi dengan baik. Mikrokontroler Arduino dapat menerima perintah dari Smartphone Android baik dengan halangan maupun tanpa halangan dengan jarak maksimal 15 meter.

Keywords: *Android, Bluetooth, Solar Panel, Li ion battery, Arduino*

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi di era globalisasi ini membutuhkan suatu energi alternatif terbarukan termasuk di dalamnya kebutuhan akan sumber energi listrik. Pada umumnya energi listrik sangat tergantung

pada ketersediaan sumber daya alam untuk dijadikan sarana pembangkit listrik seperti bahan bakar fosil (bahan bakar minyak), panas bumi, air terjun, air laut, angin, matahari dan lain sebagainya. Di Indonesia banyak terdapat sumber energi alternatif yang dapat dijadikan sebagai pembangkit

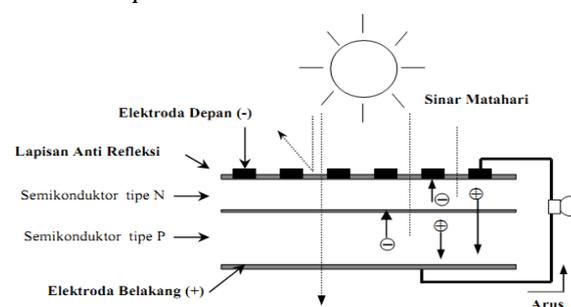
listrik namun selama ini Indonesia masih terpaku dan bergantung pada bahan bakar fosil (bahan bakar minyak) untuk dijadikan sumber daya pembangkit listrik. Data Ditjen Listrik dan Pengembangan Energi pada tahun 1997, kapasitas terpasang listrik tenaga surya di Indonesia mencapai 0,88 MW dari potensi yang tersedia $1,2 \times 10^9$ MW⁽¹⁾. Bayangkan jika seluruh lampu penerangan jalan umum di seluruh Indonesia menggunakan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Maka banyak anggaran yang mampu disimpan oleh Negara.

Terkait dengan alat ini beberapa penelitian telah dilakukan sebelumnya. Penelitian tedahulu dijadikan referensi yang digunakan untuk menentukan batasan-batasan masalah yang kemudian akan dilakukan pada penelitian ini. Tinjauan mutakhir yang utama berjudul perencanaan sistem penerangan jalan umum dan taman di areal kampus USU dengan menggunakan teknologi tenaga surya (aplikasi di areal pendopo dan lapangan parkir) yang dibuat oleh Sihombing & Kasim⁽²⁾. penelitian ini menghasilkan lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) menggunakan solar panel dengan sensor sunswitch dimana ketika siang hari lampu otomatis mati dan di malam hari lampu otomatis hidup. Lampu ini juga memanfaatkan sumber tegangan PLN untuk cadangan pengisian ulang pada baterai saat mendung menggunakan AC-DC converter. Masalah yang terjadi pada lampu penerangan jalan umum adalah masih bergantungnya pada sumber energi PLN. Dimana saat listrik padam maka lampu akan mati. Oleh karena itu dibutuhkan solusi agar bagaimana lampu penerangan jalan umum tetap menyala meskipun listrik PLN padam dan tidak mengganggu pengendara yang melintas di jalan raya.

Sistem kerja pada Lampu Penerangan Jalan Raya (PJU) Menggunakan *Solar Panel* Berbasis *Android* ini dikontrol oleh sebuah *Mikrokontroller* yaitu *Arduino*. Serta

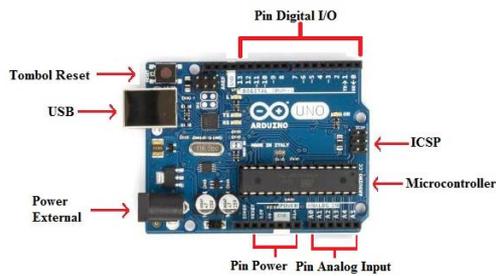
menggunakan *Solar Panel* sebagai sumber tegangan dan sensor *sunswitch*. sensor *sunswitch* akan bekerja dan membaca intensitas cahaya matahari yang diproses oleh *Mikrokontroller Arduino*. Saat siang hari sensor memberikan masukan pada *Mikrokontroller Arduino* sehingga lampu otomatis padam dan saat malam hari sensor memberikan masukan pada arduino sehingga lampu otomatis menyala. Serta lampu dapat dikontrol menggunakan *Smartphone Android* melalui *Modul Bluetooth HC-05*.

Solar panel atau photovoltaic adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah radiasi sinar matahari menjadi energi listrik secara langsung. Berdasarkan jenis bahan dalam pembuatan solar panel dibagi menjadi empat jenis yaitu monokristal, polikristal, amorphous dan compound atau gallium arsenid. Solar panel terbuat dari potongan silikon yang sangat kecil dengan dilapisi bahan kimia khusus untuk membentuk dasar dari *solar panel*.



Gambar. 1 *Solar Panel*⁽³⁾

Arduino Uno adalah suatu papan rangkaian elektronik open source yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu, sebuah chip mikrokontroller ATmega 328 yang dirancang khusus agar semua pengguna bisa menggunakan dengan mudah oleh desainer.



Gambar. 2 *Arduino Uno* ⁽⁴⁾

Bluetooth adalah protokol komunikasi *wireless* yang bekerja pada frekuensi radio 2.4 GHz untuk pertukaran data pada perangkat bergerak seperti PDA, laptop, HP, dan lain-lain. Salah satu hasil contoh modul *Bluetooth* yang paling banyak digunakan adalah tipe HC-05.



Gambar. 3 *Bluetooth* ⁽⁵⁾

Baterai *lithium ion* adalah salah satu dari beberapa jenis baterai yang ada. Baterai jenis ini dapat diisi ulang dan merupakan baterai yang ramah lingkungan karena tidak mengandung bahan – bahan berbahaya seperti baterai Ni-Cd dan Ni-MH.



Gambar. 4 Baterai *lithium ion* ⁽⁶⁾

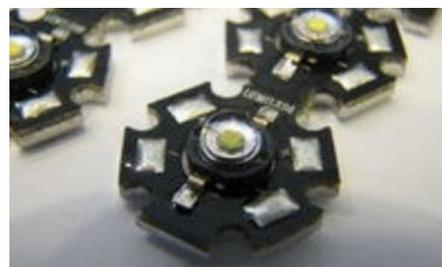
Relay adalah suatu komponen elektronik yang bersifat sederhana yang terdiri dari saklar, lilitan dan poros besi. Pengaplikasian relay ini dalam perangkat elektronik

sangatlah banyak. Terutama pada perangkat yang bersifat otomatis maupun elektrolis. Contoh lampu otomatis, televisi dan lain-lain.



Gambar. 5 Relay ⁽⁷⁾

Light Emitting Diode adalah suatu dioda yang dapat memancarkan cahaya atau merupakan suatu komponen semikonduktor yang terdiri dari dua bagian yaitu P dan N. Lalu kedua bagian ini disatukan membentuk hubungan P-N *junction* atau sering disebut dioda. Dioda sendiri terdiri dari anoda dan katoda yang memang hubungan P-N akan membentuk bagian yang lebih positif (anoda) dan bagian yang lebih negatif (katoda).

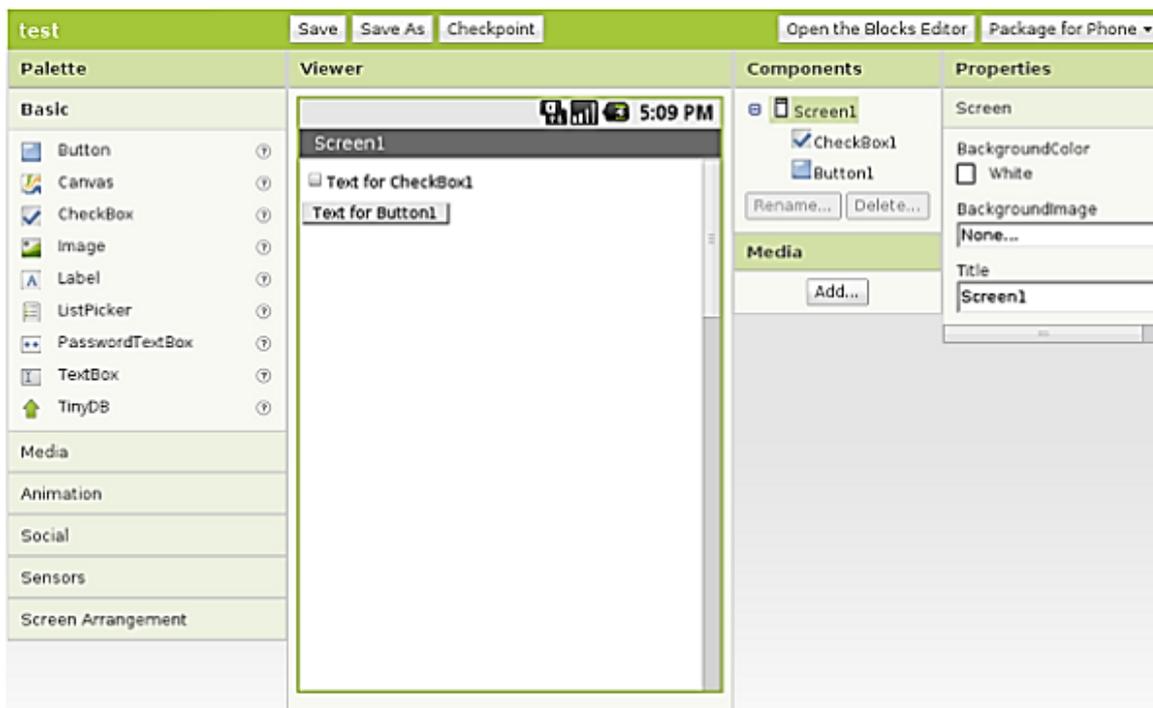


Gambar. 6 LED ⁽⁸⁾

MIT App inventor untuk *Android* adalah aplikasi yang disediakan oleh google yang sekarang dikelola oleh *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*. App inventor memungkinkan orang-orang yang tidak mempunyai basic programming untuk membuat aplikasi android sendiri. App inventor menggunakan antarmuka grafis yang memungkinkan pengguna untuk *drag and drop* suatu objek visual untuk menciptakan aplikasi yang dapat berjalan pada sistem Android. Dalam penggunaannya App inventor harus diakses secara online

menggunakan *web browse*. Berikut 2 komponen utama App inventor: (1) *Designer* adalah aplikasi dimana pengguna mendesain tampilan aplikasi yang akan

dibangun; dan (2) *Blocks editor* adalah aplikasi dimana pengguna merakit puzzle-puzzle yang berisi perintah program.



Gambar. 7 Block Editor ⁽⁹⁾

METODE

Data suara paru-paru diambil di Jl. Raya Gelam No.250 Laboratorium Teknik Elektro Universitas Sidoarjo. Dalam penelitian ini, menerapkan beberapa langkah kerja atau metode penelitian meliputi: (1) Pengambilan data suara paru-paru yang dilakukan secara langsung pada pasien; dan (2) Melakukan analisa terhadap permasalahan guna menentukan batasan-batasan dalam penyelesaian masalah agar lebih efektif. Saat ini lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) masih bergantung pada sumber tegangan PLN. Padahal Negara Indonesia merupakan Negara yang dilewati garis khatulistiwa sehingga memiliki waktu siang yang lebih lama dari pada Negara lain. Bayangkan jika seluruh lampu penerangan jalan umum di seluruh Indonesia menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga

Surya (PLTS). Maka banyak anggaran yang mampu disimpan oleh Negara. Pada rancang bangun lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) ini menggunakan *Solar Panel* berbasis *Android* di atur oleh sebuah *Mikrokontroler* yaitu *Arduino*. Serta solar panel sebagai sensor sensor cahaya untuk otomatisasi menyala dan padam pada lampu. Saat siang hari lampu otomatis padam dan *Solar Panel* mengisi daya baterai. Saat malam hari lampu akan otomatis menyala. Sensor cahaya memberi masukan pada *Mikrokontroler Arduino* untuk diproses jika malam hari maka akan mengaktifkan *Relay* dan menyalakan lampu namun sebaliknya jika siang hari akan memadamkan lampu secara otomatis dan *Solar Panel* mengisi ulang daya baterai. Selain itu lampu juga dapat dikontrol nyala padam dengan *Smartphone Android* serta *Monitoring* tegangan *Solar Panel* secara *Realtime*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian dan analisa dilakukan untuk mengetahui apakah alat yang telah dibuat dapat berfungsi sesuai yang diharapkan. Pengujian *Solar Panel* dilakukan untuk mengetahui tegangan yang dihasilkan dari pagi sampai sore hari guna mengetahui waktu optimal saat proses *charging*.



Gambar. 8 Hasil Pengujian *Solar Panel*

Tabel 1. Pengujian *Solar Panel*

No.	Jam	Pengujian ke-			Rata-rata	Std. Dev.
		1	2	3		
1.	06.00	18 V	19 V	18 V	18,3 V	0,05
2.	09.00	19 V	19 V	19 V	19 V	0
3.	12.00	19 V	19 V	19 V	19 V	0
4.	15.00	18 V	18 V	18 V	18 V	0
5.	18.00	0 V	0 V	0 V	0 V	0

Dimana :
$$\mu = \frac{x_1+x_2+x_3...+x_n}{n} \quad (1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n}} \quad (2)$$

Keterangan : μ = Nilai Rata-rata
 σ = Standard Deviasi
 n = Banyaknya data
 x_1 = Data ke-1
 x_n = Data ke-n
 x_i = Data ke-i

Berdasarkan pada Tabel 1 pengujian pengukuran tegangan *Solar Panel* yang

berbeda selama 3 kali pengujian didapatkan pada salah satu pengujian yaitu pada pukul 06.00 menunjukkan hasil tegangan *Solar Panel* yang berbeda hal ini dipengaruhi oleh faktor alam dan cuaca seperti mendung dll. Pada pengujian selanjutnya didapatkan nilai rata-rata yang sama dan standard deviasinya nol (0) hal ini menunjukkan bahwa datanya seragam dan stabil sehingga *Solar Panel* yang digunakan pada sistem ini berfungsi dengan baik dan didapat waktu yang paling optimal untuk proses *Charging* yaitu antara jam 09.00 – jam 15.00.

Pengujian Sensor Cahaya terhadap otomatisasi lampu dilakukan untuk mengetahui apakah Sensor Cahaya dan *Arduino Uno* bekerja sesuai dengan apa yang diinginkan untuk otomatisasi lampu.



Gambar. 9 Hasil Pengujian Sensor Cahaya terhadap otomatisasi lampu

Tabel 2. Pengujian Sensor Cahaya Terhadap Otomatisasi Lampu

No.	Jam	Kondisi Lampu	Pengujian hari ke-			Rata-rata	Std. Dev.
			1	2	3		
1.	05.00	Nyala	1	1	1	1	0
2.	10.00	Padam	1	1	1	1	0
3.	12.00	Padam	1	1	1	1	0
4.	15.00	Padam	1	1	1	1	0
5.	20.00	Nyala	1	1	1	1	0

Keterangan : Sensor Cahaya
 0 = Tidak Sesuai dengan instruksi kondisi lampu.
 1 = Sesuai dengan instruksi kondisi lampu.

Dimana :
$$\mu = \frac{x_1+x_2+x_3...+x_n}{n} \quad (3)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n}} \quad (4)$$

Keterangan : μ = Nilai Rata-rata
 σ = Standard Deviasi
 n = Banyaknya data

x_1 = Data ke-1
 x_n = Data ke-n
 x_i = Data ke-i

Berdasarkan pada tabel 2 dari 5 pengujian Sensor Cahaya pada jam yang berbeda selama 3 kali pengujian didapatkan nilai rata-rata yang sama dan standard deviasinya nol (0) hal ini menunjukkan bahwa datanya seragam dan stabil sehingga Sensor Cahaya yang digunakan pada sistem ini berfungsi dengan baik dan tingkat akurasi juga tergolong bagus.

Pengujian *Modul Bluetooth HC-05* dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh *Modul Bluetooth HC-05* dapat menangkap perintah saat dikontrol dengan *Smartphone Android*. Pada pengujian *Modul Bluetooth HC-05* dilakukan dua kali dengan cara yang berbeda di antaranya :



Gambar. 10 Hasil Pengujian *Modul Bluetooth HC-05 Tanpa halangan langsung*

Tabel 3. Pengujian *Modul Bluetooth HC-05 Tanpa Halangan Langsung*

No.	Jarak	Pengujian ke-			Rata-rata	Std. Dev.
		1	2	3		
1.	1 meter	1	1	1	1	1
2.	5 meter	1	1	1	1	1
3.	10 meter	1	1	1	1	1
4.	15 meter	1	1	1	1	1
5.	20 meter	0	0	0	0	0

Keterangan : *Modul Bluetooth HC-05*:

0 = Tidak bisa dikontrol

1 = Bisa dikontrol

Dimana :
$$\mu = \frac{x_1+x_2+x_3...+x_n}{n} \quad (5)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n}} \quad (6)$$

Keterangan : μ = Nilai Rata-rata
 σ = Standard Deviasi
 n = Banyaknya data

x_1 = Data ke-1
 x_n = Data ke-n
 x_i = Data ke-i

Berdasarkan pada tabel 3 dari 5 pengujian *Modul Bluetooth HC-05* pada jarak yang berbeda selama 3 kali pengujian didapatkan pada jarak 20 meter tanpa halangan langsung koneksi *Modul Bluetooth HC-05* terhadap *Smartphone Android* terputus karena faktor jarak yang diluar jangkauan sehingga tidak dapat mengontrol alat. Dilihat dari nilai rata-rata yang sama dan standard deviasinya nol (0) hal ini menunjukkan bahwa datanya seragam dan stabil sehingga *Modul Bluetooth HC-05* yang digunakan pada sistem ini berfungsi dengan baik dan tingkat akurasi juga tergolong bagus karena sesuai dengan pembacaan *Modul Bluetooth HC-05*.



Gambar. 11 Hasil Pengujian Modul Bluetooth HC-05 dengan halangan langsung

Tabel 4. Pengujian Modul Bluetooth Hc-05 dengan halangan langsung

No.	Jarak	Pengujian ke-			Rata-rata	Std. Dev.
		1	2	3		
1.	1 meter	1	1	1	1	1
2.	5 meter	1	1	1	1	1
3.	10 meter	1	1	1	1	1
4.	15 meter	1	1	1	1	1
5.	20 meter	0	0	0	0	0

Keterangan :Modul Bluetooth HC-05:

0 = Tidak bisa dikontrol

1 = Bisa dikontrol

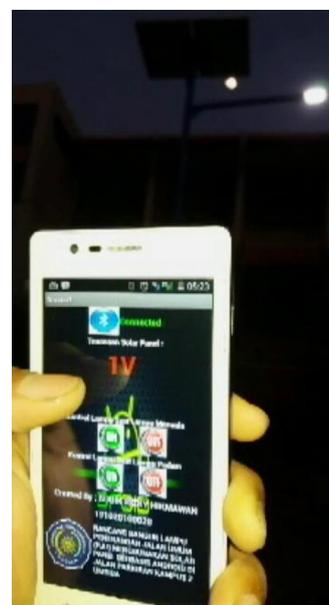
Dimana :
$$\mu = \frac{x_1+x_2+x_3...+x_n}{n} \quad (7)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n}} \quad (8)$$

Keterangan :
 μ = Nilai Rata-rata
 σ = Standard Deviasi
 n = Banyaknya data
 x_1 = Data ke-1
 x_n = Data ke-n
 x_i = Data ke-i

Berdasarkan pada tabel 4 dari 5 pengujian Modul Bluetooth HC-05 pada jarak yang berbeda selama 3 kali pengujian didapatkan pada jarak 20 meter dengan halangan langsung koneksi Modul Bluetooth HC-05 terhadap Smartphone Android terputus karena faktor jarak yang diluar jangkauan sehingga tidak dapat mengontrol alat. Dilihat dari nilai rata-rata yang sama dan standard deviasinya nol (0) hal ini menunjukkan bahwa datanya seragam dan stabil sehingga Modul Bluetooth HC-05 yang digunakan pada sistem ini berfungsi dengan baik dan tingkat akurasi juga tergolong bagus karena sesuai dengan pembacaan Modul Bluetooth HC-05.

Pengujian rangkaian keseluruhan sistem dilakukan untuk mengetahui apakah rancang bangun Lampu Penerangan Jalan Raya (PJU) menggunakan Solar Panel berbasis Android di jalan parkir kampus 2 bekerja sesuai dengan apa yang diinginkan dan untuk mengetahui apakah sistem masih bisa berjalan dengan durasi waktu yang lama.



Gambar. 11 Hasil Pengujian Rangkaian keseluruhan

Tabel 5. Pengujian Rangkaian Keseluruhan

No.	Jam	Kontrol Android (Bisa atau Tidak)	Kondisi Lampu (Menyala atau Padam)	Tegangan Solar Panel
1.	05.00	Bisa	Menyala	0 V
2.	07.00	Bisa	Padam	16 V
3.	09.00	Bisa	Padam	19 V
4.	11.00	Bisa	Padam	19 V
5.	13.00	Bisa	Padam	19 V
6.	15.00	Bisa	Padam	18 V
7.	17.00	Bisa	Padam	15 V
8.	19.00	Bisa	Menyala	0 V
9.	21.00	Bisa	Menyala	0 V
10.	23.00	Bisa	Menyala	0 V

Berdasarkan pada tabel 5 dari 10 pengujian pada jam yang berbeda menunjukkan bahwa semua sistem yang digunakan berfungsi dengan baik dan tingkat akurasi juga tergolong bagus. Hal ini ditunjukkan oleh data pengujian pada jam yang berbeda. Apabila malam hari *Solar panel* yang berfungsi sebagai Sensor Cahaya akan membaca dan lampu otomatis menyala. Apabila siang hari *Solar panel* yang berfungsi sebagai Sensor Cahaya akan membaca dan lampu otomatis padam. Serta pengontrolan menggunakan *Smartphone Android* bisa dilakukan baik itu saat siang maupun malam.

SIMPULAN

Setelah dilakukan proses pengujian dan pengambilan data selama beberapa kali, maka pada sistem Rancang Bangun Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) Menggunakan Solar Panel Berbasis Android Di Jalan Parkiran Kampus 2 Umsida dapat disimpulkan sebagai berikut: (1) Sistem telah mampu bekerja dan menjalankan fungsinya dengan baik dengan tingkat akurasi serta sensitifitas Sensor Cahaya yang tergolong bagus ditunjukkan dari data hasil pengujian yang telah didapatkan dengan

nilai rata-rata yang sama dan standard deviasinya nol (0) hal ini menunjukkan bahwa datanya seragam dan stabil; (2) Lampu otomatis menyala dan padam sesuai dengan pembacaan Sensor Cahaya ditunjukkan dari data hasil pengujian didapatkan nilai rata-rata yang sama dan standard deviasinya nol (0) ini menunjukkan bahwa datanya seragam dan stabil; dan (3) *Modul Bluetooth HC-05* berfungsi dengan baik dapat menerima perintah dari *Smartphone Android* baik dengan halangan maupun tanpa halangan dengan jarak maksimal 15 meter. Ditunjukkan dari data hasil pengujian didapatkan nilai rata-rata yang sama dan standard deviasinya nol (0) ini menunjukkan bahwa datanya seragam dan stabil.

REFERENSI

- [1] Layuck, Jean Rizal. Database artikel-artikel populer: Wilson Wenas Gelisah akan Tragedi Sel Surya. *energi*. [Online] 2003. <http://www.energi.lipi.go.id/utama.cgi?artikel&1080048809&10>.
- [2] Sihombing, Donny T.B. & Kasim, Surya Tarmizi. *Perencanaan Sistem Penerangan Jalan Umum Dan Taman Di Areal Kampus Usu Dengan Menggunakan Teknologi Tenaga Surya (Aplikasi Pendopo Dan Lapangan Parkir)*. s.l.: Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara, 2013. pp. 118-123. Vol. 3.
- [3] Yuwono, Budi. *Optimalisasi Panel Sel Surya dengan menggunakan sistem pelacak berbasis mikrokontroler AT89C51*. 2005.
- [4] Heri, Susanto, Rozeff, Pramana & Muhammad, Mujahidin. *Perancangan Sistem Telemetry Wireless Untuk Mengukur Suhu Dan Kelembaban Berbasis Arduino Uno R3 Atmega328P*

- Dan Xbee Pro*. Jurusan Teknik Elektro Fakultas. Teknik Universitas Maritim Raja Ali Haji : s.n., 2013.
- [5] Pratama, O.W., Safitri, H.K. & Sungkono. *Sistem Kendali Gerak Robot Menggunakan PC Berbasis Bluetooth*. 1, 2014, Jurnal Elektronika Otomasi Industri, Vol. 1, pp. 51-57.
- [6] Raban, Raksa, Kurniawan, Ekki & Sunarsa, Unang. *Desain dan Implementasi Charger Baterai Portable Menggunakan Modul Ic Xl6009e1 Sebagai Boost Converter Dengan Memanfaatkan Tenaga Surya*. s.l. : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom, 2015.
- [7] Dhayani, Ardyan & Noni, Juliasari. *Aplikasi Monitoring Suhu dan Kelembaban Ruang Server PT Hero Supermarket Tbk*. 1, 2013, Jurnal Telematika Mkom, Vol. 5.
- [8] Stevanus, Daniel Yosua. *Peluang Pemanfaatan Lampu Led Sebagai Lampu Penerangan Yang Hemat Energi*. s.l. : Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2012.
- [9] Mubarok, Fajar. *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Mobile Application Menggunakan App Inventor Pada Mata Pelajaran Mekanika Teknik Untuk Siswa Kelas X Studi Keahlian Tgb Smk Negeri 3 Yogyakarta*. s.l. : Program Studi Pendidikan Teknik Sipil Dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, 2015.