

# SISTEM PENGATURAN LAMPU TAMAN BERTENAGA SURYA

Nimas Tiyasrufi Nizarwati  
D3 Teknik Elektro, FTI, ITS.

Fahrudin Suhadak  
D3 Teknik Elektro, FTI, ITS.

**Abstrak** - Lampu taman yang ada di Indonesia masih menggunakan tegangan AC yang berasal dari PLN serta belum ada sebuah sistem untuk mengatur penyalan dan intensitas lampu secara otomatis. Dilain pihak energi matahari sangat berlimpah dan kurang dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik. Tugas Akhir yang berjudul “Sistem Pengaturan Lampu Taman Bertenaga Surya” adalah sebuah solusi lampu taman otomatis yang hemat energi. Penghematan energi listrik dilakukan dengan cara memanfaatkan *solar cell* sebagai sumber penerangan menggunakan lampu LED bertegangan DC. Prototipe ini terdiri dari panel surya, rangkaian *battery charger*, accu, mikrokontroler arduino, sensor arus dan tegangan, serta lampu LED bertegangan DC. Desain *battery charger* tersebut menggunakan konverter boost yang berfungsi menaikkan tegangan masukan menjadi sebuah tegangan keluaran yang konstan untuk pengecasan baterai. Intensitas pencahayaan dari lampu taman dikontrol menggunakan sensor LDR agar daya yang digunakan lebih efisien. Berdasarkan hasil pengujian pada alat menunjukkan hasil sesuai perencanaan. Lampu taman menyala selama 11 jam, sedangkan pengisian baterai selama 5-10 jam ketika baterai dalam keadaan kosong. Lampu taman juga sudah bekerja secara otomatis serta dapat menyesuaikan intensitas penerangan sesuai tingkat pencahayaan sekitar. Sistem kontrol lampu dapat menghemat konsumsi energi sebesar 10,4 Wh dalam sehari.

**Kata Kunci** : *Solar cell*, Lampu Taman, *Battery charger*, Mikrokontroler Arduino.

## I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat mengakibatkan kebutuhan energi pun terus bertambah. Hal ini bertolak belakang dengan ketersediaan energi fosil yang selama ini menjadi bahan bakar utama yang semakin menipis. Energi fosil ini sendiri adalah energi yang tidak dapat diperbaharui karena membutuhkan waktu yang sangat lama dalam pembentukannya. Selain itu energi fosil juga mempunyai dampak buruk terhadap lingkungan. Ketergantungan kita terhadap energi fosil jelas bukan sebuah jawaban bagi kebutuhan energi di masa mendatang tetapi justru akan meracuni tanah, air, udara kita dan memperburuk dampak perubahan iklim.

Untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat, pemerintah terus mengembangkan berbagai energi alternatif salah satunya adalah energi matahari. Letak geografis Indonesia yang strategis dengan sinar matahari yang memadai seharusnya mulai lebih memanfaatkan energi Sel Surya (PV). Kondisi cuaca wilayah Indonesia juga sangat mendukung pengembangan pemanfaatan energi matahari sebagai energi alternatif diberbagai sektor kehidupan.

Taman kota baru-baru ini mulai dipandang sebagai ikon dari suatu daerah. Beberapa kota di Indonesia yang tidak mempunyai daya tarik wisata alam mulai menjadikan taman sebagai sarana untuk memperindah arsitektur kota. Surabaya merupakan salah satu daerah yang menjadikan taman kota sebagai ikon daerahnya. Keindahan taman kota di Surabaya tidak hanya bisa dinikmati pada pagi hari saja namun juga pada malam hari karena didukung dengan penerangan lampu yang

menarik. Salah satu taman kota di Surabaya yakni Taman Bungkul juga pernah menjadi taman kota terbaik se-Asia Tenggara. Namun sumber energi penerangan lampu taman dibberapa taman sepenuhnya masih disuplai oleh PLN. Jika kita menilik pada UUD 1945 pasal 33 ayat 2, maka sudah saatnya pemerintah pusat maupun pemerintah daerah menganjurkan penggunaan panel surya sebagai solusi untuk menggantikan energi fosil yang selama ini digunakan sebagai energi utama dalam membangkitkan listrik.

Lampu penerangan taman, umumnya menggunakan lampu yang tergolong tidak hemat energi, maka diperlukan satu rancangan untuk lebih hemat energi listrik pada lampu, yaitu dengan pemanfaatan lampu LED (*Light Emiting Dioda*) dan panel surya sebagai sumber energi. Pada Tugas Akhir ini, potensi energi surya tersebut akan dimanfaatkan sebagai sistem pengaturan lampu taman. Selama ini penyalan lampu taman dilakukan secara manual dan sumber energi listriknya pun didapat dari PLN.

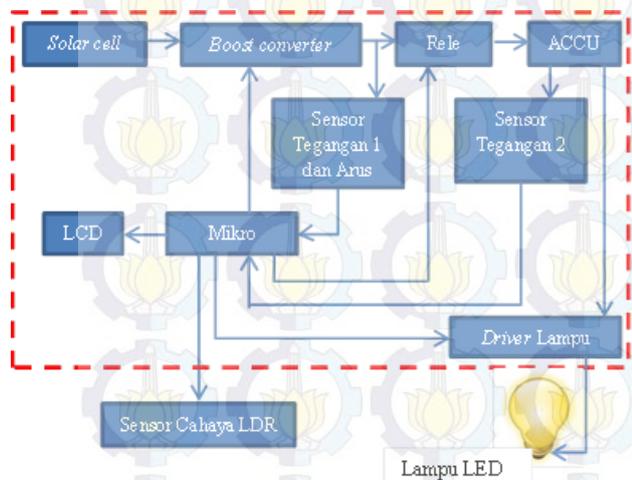
Dalam rangka penghematan energi sistem pengaturan lampu taman didesain menyala secara otomatis dimana intensitas penyalan lampu akan disesuaikan dengan cahaya disekitarnya, artinya dalam keadaan cahaya sekitar terang maka lampu akan menyala redup begitu pula sebaliknya. Dengan terciptanya prototipe ini, diharapkan dapat menjadi alternatif dalam menghasilkan sumber

listrik selain suplai dari PLN untuk penerangan lampu taman.

## II. METODE

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan metodologi, yaitu, studi literatur, perancangan sistem, perancangan alat, implementasi dan analisis data, dan yang terakhir adalah penyusunan laporan berupa buku Tugas Akhir.

Pada tahap studi literatur akan dipelajari mengenai *boost converter*, studi tentang arduino dan karakteristik baik secara *hardware* dan *software*, mempelajari sensor cahaya (LDR), mengidentifikasi karakteristik lampu LED bertegangan DC, studi tentang rangkaian driver lampu, mempelajari rangkaian driver MOSFET, Sebelum melakukan pembuatan sistem yang meliputi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*), diperlukan sebuah perencanaan sistem berupa blok diagram yang dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Blok Fungsional Sistem Pengaturan Lampu Taman Bertenaga Surya

Data percobaan yang telah diperoleh selanjutnya akan dianalisis. Dari hasil analisis, akan ditarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Tahap akhir penelitian adalah penyusunan laporan penelitian.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Tugas Akhir ini sumber energi listrik yang digunakan untuk men-*charging* baterai 12 Volt sebanyak 2 buah yang diseri ini berasal dari energi matahari. Energi matahari merupakan salah satu energi terbarukan yang ketersediaannya tidak akan habis. Dalam Tugas Akhir ini, dibuat suatu alat untuk mentransformasi tegangan yang dihasilkan panel surya menjadi tegangan yang dapat digunakan untuk men-*charging* baterai. Kemudian energi listrik ini akan disimpan di baterai dengan kapasitas 12 Volt 9 AH (2 buah baterai masing-masing 12 V). Karena

tegangan *output* dari panel surya yang digunakan berkisar 10-20 Volt maka diperlukan rangkaian yang dapat menaikkan tegangan. Sehingga diperlukan rangkaian *boost converter* agar tegangan yang dihasilkan dapat disimpan baterai 24 Volt. *Boost converter* akan dikontrol dengan sedemikian rupa agar tegangan *output* konstan sehingga dapat disimpan pada baterai 24 Volt. Pengisian baterai ini dapat dilihat di tampilan LCD. Dengan menampilkan kapasitas saat pengisian baterai, tegangan dan arus yang disimpan oleh baterai 24 Volt.

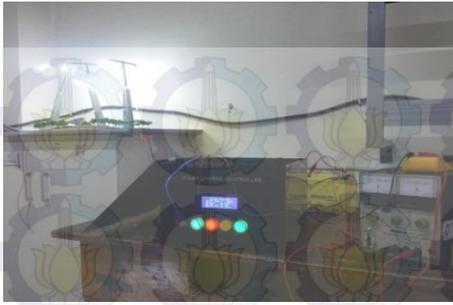
Pada sistem pengisian baterai 24 Volt ini menggunakan mikrokontroler sebagai pusat pengendali dari sistem *charging*. Sehingga ketika pengisian baterai telah penuh, sensor tegangan dan sensor arus akan membaca di sistem dan akan mengirimkan ke mikrokontroler. Lalu mikrokontroler mengirim perintah ke rele untuk memutuskan sistem *charging* agar baterai tidak *overcharge* dan tidak mudah rusak. Pengisian baterai akan aktif lagi ketika kapasitas baterai sekitar 40 % dengan *feedback* sensor tegangan. Dan sensor tegangan akan mengirimkan ke mikrokontroler untuk mengaktifkan kembali sistem *charging*.

Kemudian baterai 24 Volt akan menyuplai rangkaian driver lampu untuk menyalakan lampu DC. Intensitas cahaya lampu DC akan diatur oleh rangkaian sensor cahaya yang tersambung dengan mikrokontroler. LDR pada sensor cahaya berfungsi untuk menangkap besaran intensitas cahaya yang kemudian dikonversi menjadi satuan ADC. ADC tersebut yang nantinya akan mengatur intensitas cahaya lampu.

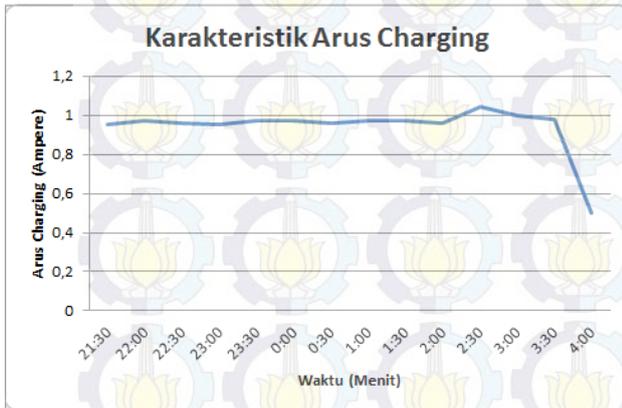
Pada pengujian keseluruhan terdapat tiga tahap, tahap pertama adalah pengujian keseluruhan sistem dengan menggunakan sumber *power supply*, tahap kedua pengujian keseluruhan sistem dengan menggunakan sumber *solar cell*, dan tahap ketiga adalah pengujian konsumsi daya lampu taman pada prototipe.

### A. Pengujian Keseluruhan Sistem Menggunakan Sumber Power Supply

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui respon arus, tegangan, *duty cycle* dan efisiensi dari sistem. Pengujian dilakukan dengan memberikan tegangan *input* ke *solar charge controller* melalui *power supply* 32 Volt 4 Ampere. *Solar charge controller* dihubungkan dengan dua buah baterai masing-masing 12 Volt 9Ah yang disusun seri, serta dirangkai dengan miniatur taman yang tersusun dari 6 buah lampu dan 3 buah LDR. Adapun beberapa peralatan yang digunakan pada pengujian ini antara lain, *power supply*, *multimeter*, dan laptop. Pengujian ini dilakukan pada 24 Mei 2016 pukul 21.30 WIB yang bertempat di Laboratorium Elektronika Terapan. Pada Gambar 3.1 merupakan gambar pengujian keseluruhan sistem menggunakan *power supply*.



**Gambar 3.1** Pengujian Keseluruhan Sistem Menggunakan Sumber *Power supply*



**Gambar 3.2** Grafik Karakteristik Arus Charging Sumber *Power supply*

Gambar 3.2 merupakan grafik arus *charging* dengan sumber *power supply*. Pengujian ini dilakukan dalam kondisi intensitas cahaya tetap dengan tegangan rata-rata *charging* sebesar 26,34 Volt. Namun dalam perencanaan awal, tegangan *charging* yang digunakan adalah 28,8 Volt. Hal ini dikarenakan tegangan *charging* menyesuaikan dengan arus *charging* baterai yang digunakan yaitu maksimal 1,8 Ampere. Efisiensi maksimal yang dihasilkan adalah 77,1% ketika *duty cycle* 17%, sedangkan pada saat *duty cycle* 45% menghasilkan efisiensi minimum sebesar 62,5%, sehingga rata-rata efisiensi yang didapat adalah sebesar 69,64%. Semakin besar *duty cycle* maka efisiensi yang dihasilkan semakin kecil. Lama waktu pengecasan baterai 6,5 jam dengan kondisi awal tegangan baterai sebesar 23,95 Volt dan kondisi akhir tegangan baterai sebesar 25,48 Volt.

Pada saat pengujian dilakukan kondisi intensitas cahaya sebesar 36 Lux sehingga lampu taman menyala dengan PWM 58%.

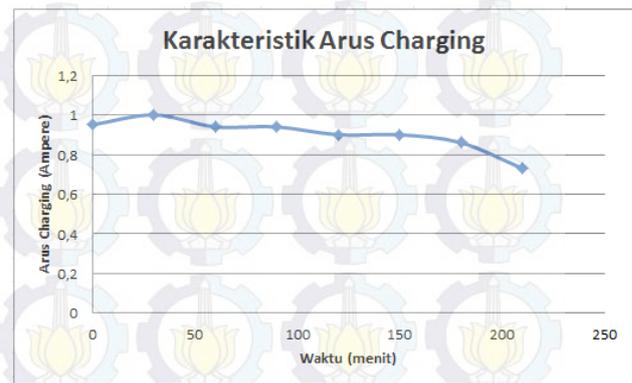
### B. Pengujian Keseluruhan Sistem Menggunakan *Solar cell*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan efisiensi antara *power supply* dengan *solar cell* serta karakteristik pengisian baterai. Pengujian dilakukan dengan menyambungkan *solar charge controller* dengan *solar cell* 80 WP, dua buah baterai masing-masing 12 Volt 9Ah disusun seri dan miniatur lampu taman. Adapun peralatan yang digunakan antara lain, *multimeter*, *solar cell* beserta tiang penyangga dan

laptop. Gambar 3.3 merupakan gambar pengujian keseluruhan sistem menggunakan *solar cell*. Pengambilan data dilakukan pada 26 Mei 2016.



**Gambar 3.3** Pengujian Keseluruhan Sistem Menggunakan *Solar cell*



**Gambar 3.4** Grafik Karakteristik Arus Charging Sumber *Solar cell*

Arus *charging* pada Gambar 4.20 masih dalam toleransi arus *charge* maksimal baterai karena masih dalam *range* 20% dari Ah baterai. Setelah diisi selama 3,5 jam, tegangan baterai meningkat mencapai 25,11 Volt. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa sistem *charging* dapat bekerja secara fungsional untuk pengisian baterai.

Pada saat pengujian dilakukan kondisi intensitas cahaya rata-rata sebesar 1650,125 Lux sehingga lampu taman menyala dengan PWM 0%. Hal tersebut menandakan bahwa sistem kontrol lampu sudah bekerja dengan baik.

### C. Pengujian Kontrol Lampu Taman

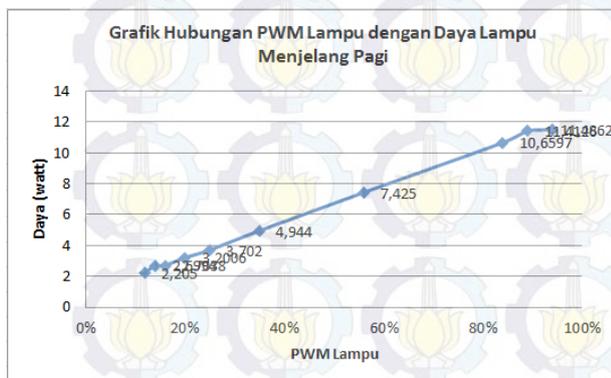
Pengujian kontrol lampu bertujuan untuk mengetahui perbandingan konsumsi daya antara sistem lampu taman yang dikontrol dengan sistem lampu taman yang tidak dikontrol. Pengujian dilakukan pada 29 Mei 2016 pada pukul 05.00 WIB dan pukul 17.00 WIB dengan mengambil dua kondisi yakni pada saat kondisi menjelang pagi hari dan kondisi menjelang malam hari. Kondisi tersebut dipilih dengan alasan adanya perubahan intensitas cahaya sekitar yang cukup signifikan selama waktu tertentu yang berpengaruh pada nyala-matnya lampu taman yang dikontrol.

Kondisi pertama, pengujian dilakukan menjelang pagi hari. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui konsumsi daya rata-rata lampu serta kapan lampu mulai mati. Pengujian sistem lampu yang dikontrol dilakukan pada pukul 5.00 WIB hingga pukul 06.30 WIB.

Data pada Tabel 3.1 diambil selama 1,5 jam. Pada pukul 05.00 WIB, didapatkan nilai intensitas cahaya sebesar 2 lux dan PWM lampu 94%. Tegangan yang dikonsumsi lampu sebesar 24,97 Volt dengan arus 0,46 Ampere. Setelah pukul 06.30, nilai intensitas cahaya dan PWM lampu yang terbaca di lcd adalah 343 lux dan 12%. Lampu mengonsumsi tegangan sebesar 24,50 Volt dengan arus 0,09 Ampere. Daya rata-rata yang dikonsumsi lampu selama 1,5 jam sebesar 6,04 Watt, sehingga energi yang terpakai adalah 9,06 Wh. Pada kondisi menjelang pagi hari dapat dilihat bahwa PWM lampu berangsur-angsur berkurang hingga bernilai 0% dikarenakan lux yang menandakan intensitas cahaya semakin meningkat. Gambar 3.5 merupakan grafik hubungan PWM lampu dengan daya lampu.

**Tabel 3.1** Pengujian Sistem Kontrol Lampu Menjelang Pagi Hari

Pukul	Lux	PWM Lampu	Vbaterai (V)	Arus (A)	Daya (Watt)
05:00	2	94%	24,97	0,46	11,49
05:10	5	89%	24,81	0,46	11,41
05:20	9	84%	24,79	0,43	10,66
05:30	38	56%	24,75	0,30	7,43
05:40	89	35%	24,72	0,20	4,94
05:50	149	25%	24,68	0,15	3,70
06:00	193	20%	24,62	0,13	3,20
06:10	245	16%	24,58	0,11	2,70
06:20	293	14%	24,54	0,11	2,70
06:30	343	12%	24,50	0,09	2,21



**Gambar 3.5** Grafik Hubungan PWM Lampu dengan Daya Lampu Menjelang Pagi Hari

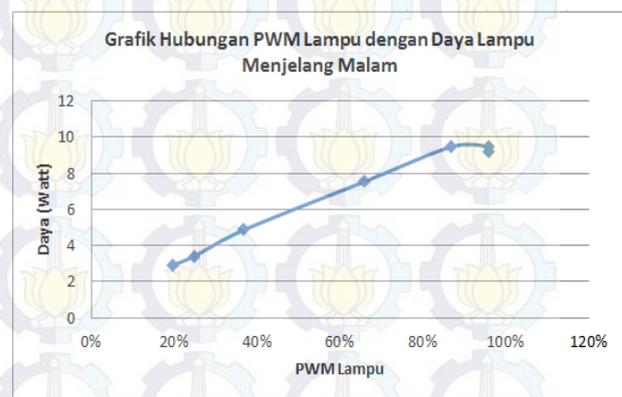
Dari grafik pada Gambar 3.5, dapat disimpulkan bahwa nilai (%)PWM lampu sebanding dengan daya konsumsi lampu. Semakin besar PWM lampu maka semakin besar pula daya yang dikonsumsi lampu. Konsumsi energi lampu dengan sistem kontrol sebesar 9,06 Wh kemudian dibandingkan dengan energi yang

dikonsumsi lampu tanpa dilengkapi sistem kontrol. Lampu tanpa kontrol diasumsikan mengonsumsi tegangan rata-rata selama 1,5 jam sebesar 24,696 Volt dengan arus rata-rata 0,45 Ampere, sehingga energi yang dihasilkan sebesar 16,67 Wh. Dengan demikian terjadi penghematan energi sebesar  $16,67 - 9,06 = 7,61$  Wh.

Kondisi kedua, pengujian dilakukan menjelang malam hari. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui konsumsi rata-rata daya lampu dan kapan lampu mulai menyala. Tabel 3.2 merupakan hasil pengujian sistem lampu yang dikontrol pada pukul 16.50 WIB hingga pukul 17.50 WIB.

**Tabel 3.2** Pengujian Sistem Kontrol Lampu Menjelang Malam Hari

Pukul	Lux	PWM Lampu	Vbaterai (V)	Arus (A)	Daya (Watt)
16:50	178	20%	24,46	0,12	2,93
17:00	141	25%	24,45	0,14	3,42
17:10	84	37%	24,40	0,20	4,88
17:20	25	66%	24,34	0,31	7,55
17:30	7	87%	24,28	0,39	9,47
17:40	2	96%	24,22	0,39	9,45
17:50	2	96%	24,18	0,38	9,19



**Gambar 3.6** Grafik Hubungan PWM Lampu dengan Daya Lampu Menjelang Malam Hari

Data pada Tabel 3.2 diambil selama 1 jam. Pada pukul 16.50 WIB, didapatkan nilai intensitas cahaya sebesar 178 lux dan PWM lampu 20%. Tegangan yang dikonsumsi lampu sebesar 24,46 Volt dengan arus 0,12 Ampere. Setelah pukul 17.50, nilai intensitas cahaya dan PWM lampu yang terbaca di lcd adalah 2 lux dan 96%. Lampu mengonsumsi tegangan sebesar 24,18 Volt dengan arus 0,38 Ampere. Daya rata-rata yang dikonsumsi lampu selama 1 jam sebesar 6,69 Watt, sehingga energi yang terpakai adalah 6,69 Wh. Pada kondisi menjelang malam hari dapat dilihat bahwa PWM lampu berangsur-angsur bertambah hingga bernilai 96% dikarenakan lux yang menandakan intensitas cahaya semakin berkurang. Gambar 3.6 merupakan grafik hubungan PWM lampu dengan daya lampu.

Dari grafik pada Gambar 3.6, seperti halnya grafik pada Gambar 3.5 dapat disimpulkan bahwa nilai (%) PWM lampu sebanding dengan daya konsumsi lampu.

Semakin besar PWM lampu makan semakin besar pula daya yang dikonsumsi lampu. Konsumsi energi lampu dengan sistem kontrol sebesar 6,69 Wh kemudian dibandingkan dengan energi yang dikonsumsi lampu tanpa dilengkapi sistem kontrol. Lampu tanpa kontrol diasumsikan mengonsumsi tegangan rata-rata selama 1 jam sebesar 24,33 Volt dengan arus rata-rata 0,39 Ampere, sehingga energi yang dihasilkan sebesar 9,48 Wh. Dengan demikian terjadi penghematan energi sebesar  $9,48 - 6,69 = 2,79$  Wh.

Dari semua pengujian dan analisa pada bab 4, *solar charge controller* dapat men-*charging* baterai selama kurang lebih 3,5 – 4 jam dengan tegangan *charging* rata-rata sebesar 26,24 Volt dan arus *charging* rata-rata sebesar 0,9 Ampere. Pada kedua kondisi pengujian sistem kontrol lampu, didapatkan penghematan daya sebesar  $7,61 + 2,79 = 10,4$  Wh selama sehari (24 jam). Jadi dapat disimpulkan bahwa kinerja sistem sudah bekerja sebagaimana mestinya.

#### IV. PENUTUP

##### Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari Tugas Akhir dengan judul Sistem Pengaturan Lampu Taman Bertenaga Surya adalah :

1. Panel Surya 80 WP menghasilkan tegangan rata-rata sebesar 19,15 Volt dan arus rata-rata sebesar 1,186 Ampere ketika dibebani resistor 15,75 $\Omega$ .
2. *Boost converter* yang telah dibuat telah mampu menaikkan tegangan dari panel surya yang bernilai 10-20 Volt. Efisiensi *boost converter* mencapai 70,1 % ketika diberi sumber panel surya, sedangkan menggunakan sumber *power supply* efisiensi dapat mencapai 77,1%. Kerja *duty cycle* terbesar hanya mencapai 60%
3. *Solar Charge Controller* dapat digunakan untuk mengisi dua buah baterai berkapasitas 9Ah dengan tegangan *charging* maksimum sebesar 27 Volt dengan arus keluaran maksimum 1 Ampere. Arus pengisian baterai turun hingga 0,73 Ampere selama 3,5 jam pengisian dengan pengambilan data setiap 30 menit.
4. Sistem kontrol lampu dapat menghemat konsumsi energi sebesar 10,4 Wh ketika terjadi perubahan intensitas cahaya sekitar sehingga PWM lampu dapat menyesuaikan. Sedangkan lampu yang tidak dilengkapi dengan sistem kontrol akan menyalakan lampu dengan PWM 100%.

##### Saran

Saran untuk proses desain alat Sistem Pengaturan Lampu Taman Bertenaga Surya adalah :

1. Desain dan pembuatan induktor yang lebih baik. Karena desain yang kurang baik akan mengakibatkan *losses* pada *Battery charger*.
2. Penambahan sensor cahaya LDR disetiap titik akan memberikan tingkat intensitas cahaya sekitar yang lebih presisi.
3. Pengambilan data yang lebih banyak akan membantu perbaikan sistem.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mukund R. Patel. 1999. "Wind and Solar Power System". New York: US Merchant Marine Academy Kings Point. hal. 132-144.
- [2] I. Tuck, Clive D. S. 1991. "Modern Battery Technology". Great Britain. Ellis Horwood Limited.
- [3] Bergveld Jan Henk, Danilov Dmitry, Notten H.L Paul, Regtien P.L Paul, Pop Veler. 2008. "Battery Management System Accurate State-of-Charge Indication for Battery-Powered Application". Netherland: Springer.
- [4] Datasheet REC 17-12 Yuasa, 2007 "NP SERIES - NP17-12", Yuasa Battery Corp, diakses pada 20 April 2016. Alamat [www.aetes.com](http://www.aetes.com).
- [5] Syahwil, Muhammad. 2013. "Panduan Mudah Simulasi & Praktek Mikrokontroler Arduino". Yogyakarta: ANDI.
- [6] Zainal Salam. 2003. "Power Electronics and Drives" : UTM, TB.
- [7] Ned Mohan, Tore M. Undeland, William P. Robbins. 1989. "Power Electronics: Converters, Applications, and Design". Canada : John Wiley & Sons, Inc. hal 16-19 dan hal 75-81
- [8] Wu, Keng C. 1996. "Pulse Width Modulated DC-DC Converter". United States of America: Chapman & Hall. hal 7-8
- [9] Datasheet ACS712, 2009. "Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor with 2.1 kVRMS Voltage Isolation and a Low-Resistance Current Conductor", Allegro MicroSystem, diakses pada tanggal 28 Maret 2016. Alamat [www.alldatasheet.com](http://www.alldatasheet.com).
- [10] Ir. M. Zaenal Efendi, MT. 2014. "Power Electronics 2". EEPIS.
- [11] Pitvande Yanuar Hidayat, "Rancang Bangun Suatu Sistem Pemanfaatan Sumber Energi Tenaga Surya Sebagai Pendukung Sumber PLN untuk Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler (*Hardware*)". Proyek Akhir PENS-ITS 2011. Hal 7
- [12] Rochmawati, "Rancang Bangun Suatu Sistem Pemanfaatan Sumber Energi Tenaga Surya Sebagai Pendukung Sumber PLN untuk Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler (*Software*)". Proyek Akhir PENS-ITS 2011. Hal 9