

LUMOS (Lighting Usage Management and Optimization System): Sistem Cerdas Sebagai Solusi Manajemen Penggunaan Listrik pada Pencahayaan Bangunan di Indonesia

Iftitah Imawati, Tri Wahyu Utomo, Wisnu Kurniawan

Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada,

Jalan Grafika No. 2, 55281, Yogyakarta, Indonesia

iftitahimawati97@gmail.com, tri.wahyu.u@mail.ugm.ac.id, wisnu.kurniawan@mail.ugm.ac.id

Abstrak—Sektor bangunan menyerap sebesar 40% sumber energi dunia. Dari beberapa penggunaan energi listrik pada bangunan, pencahayaan buatan (*artificial lighting*) rata-rata dapat mengkonsumsi kebutuhan energi listrik sebesar 37% kebutuhan energi listrik total dari bangunan. Penggunaan pencahayaan ruangan yang tidak perlu atau berlebihan ketika adanya sumber cahaya alami dalam ruangan yang mengonsumsi kebutuhan total energi bangunan yang cukup besar. Diperlukan strategi, salah satunya adalah menggunakan metode *daylight harvesting* pada suatu ruangan. "LUMOS (*Lighting Usage Management and Optimization System*)" ini mampu mengatasi permasalahan inefisiensi pencahayaan buatan di ruangan pada siang hari dengan menggunakan sistem cerdas yang terintegrasi dengan aplikasi telepon pintar sebagai antar muka dan pendukung untuk melakukan pengaturan manual dan monitoring terhadap pencahayaan buatan dalam suatu ruangan. LUMOS dapat mengurangi biaya listrik tambahan yang dikeluarkan untuk sebuah bangunan khususnya rumah dan gedung perkantoran dalam pencahayaan ruangan.

Kata Kunci : LUMOS, Sensor, Smartphone, Driver, lampu

Abstract — the building Sector absorbs 40% of world energy sources, from some of the electrical energy use in buildings, artificial lighting consume electric energy about 37% of the total electrical energy needs from the building. The unnecessary or excessive use of room lighting in the existence of a source of natural light in the room that needs to consume large enough of total energy buildings. The strategy is needed, one is using the method *daylight harvesting* in a room. "LUMOS (*Lighting Usage Management and Optimization System*)" is capable of overcoming the problems of the inefisiensi of artificial lighting in the room during the day by using the smart system integrated with smart phone apps as interfaces and advocates for doing a manual setting and monitoring against the artificial lighting in a room. LUMOS can reduce the extra electricity costs incurred for a building especially of homes and office buildings in the lighting aspect.

Keywords : LUMOS, Sensor, Smartphone, Driver, lamp

I. PENDAHULUAN

Energi merupakan bagian penting dalam kehidupan masyarakat karena hampir semua aktivitas manusia selalu membutuhkan energi. Salah satu contoh energi yang banyak dimanfaatkan dalam kebutuhan hidup manusia masa kini, adalah energi listrik. Energi listrik ini umumnya tidak diperoleh secara gratis, di gedung perkantoran, pemerintahan dan rumah tangga yang membutuhkan energi ini harus membayar sesuai dengan pemakaian. Ketersediaan energi – energi yang sering digunakan sebagai pembangkit listrik semakin menipis. Sehingga diperlukan adanya penghematan energi listrik disisi konsumen.

Sektor bangunan menyerap sebesar 40% sumber energi dunia, bahkan di Indonesia, sektor ini bertanggung jawab terhadap 50% dari total pengeluaran energi, dan lebih dari 70% konsumsi listrik secara keseluruhan (Curtis & Montgomery, 2012). Kebijakan pemerintah tentang *green building* dengan memanfaatkan *green technology* pada bangunan di Indonesia mulai diterapkan oleh pemerintah dan perusahaan. Kebijakan tersebut diterapkan untuk berbagai jenis energi, salah satunya adalah energi listrik. Dari beberapa penggunaan energi listrik pada bangunan, pencahayaan buatan (*artificial lighting*) rata-rata dapat mengkonsumsi kebutuhan energi listrik sebesar 37% kebutuhan energi listrik total (Roisin & Eugene, 2006). Sedangkan pada waktu pagi menjelang siang hingga sore hari terdapat cahaya alami bersumber dari sinar matahari yang dapat digunakan sebagai pencahayaan alami (*daylighting*). Namun intensitas cahaya yang tidak dapat dikendalikan oleh pengguna, pencahayaan kerap kali tidak konsisten. Sumber pencahayaan alami kadang dirasa kurang efektif dibanding dengan penggunaan pencahayaan buatan. Sehingga pengguna gedung lebih memilih memakai pencahayaan buatan pada siang hari. Hal ini kurang mendukung peraturan pemerintah mengenai penghematan energi.

Oleh karena itu diperlukan strategi, salah satunya adalah menggunakan metode *daylight harvesting* pada suatu ruangan. Model *daylight sensor* yang terdiri atas satu rangkaian solid mulai dikembangkan (Putra, 2015). Namun belum ada penggunaan *user interface* dengan baik. LUMOS dapat digunakan sebagai pemberi informasi efisiensi dan penghematan, sekaligus mampu memberi fasilitas pengaturan penghematan lampu secara manual sehingga pengguna dapat berperan aktif dalam proses penghematan energi.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Sistem Pencahayaan Ruangan

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan No.1405 tahun 2002 pencahayaan adalah jumlah penyinaran pada suatu bidang kerja yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan secara efektif. Untuk mendapatkan pencahayaan

yang sesuai dalam suatu ruang, maka diperlukan sistem pencahayaan yang tepat sesuai dengan kebutuhannya.

Tabel 1 Pencahayaan minimum sesuai fungsi ruangan SNI 03-6575-2001

Fungsi ruangan	Tingkat Pencahayaan (Lux)	Fungsi ruangan	Tingkat Pencahayaan (Lux)
Rumah Tinggal		Gedung Perkantoran	
Teras	60	Ruang Direktur	350
Ruang Tamu	120-250	Ruang Kerja	350
Ruang Kerja	120-250	Ruang Komputer	350
Ruang Makan	120-250	Ruang Rapat	300
Kamar Tidur	120-250	Ruang Gambar	750
Kamar Mandi	250	Gudang arsip	150
Dapur	250	Ruang Arsip aktif	300
Garasi	60	Loby, koridor	100

Berdasarkan data standar SNI 03-6575-2001 diatas, sistem akan memberikan respon secara otomatis untuk mengatur lampu ketika intensitas cahaya (lux) pada ruangan yang digunakan tidak sesuai dengan standard.

B. Daylight Harvesting

Daylight harvesting merupakan metode pengendalian berbasis *intelligent light dimmer* yang digunakan untuk mereduksi energi cahaya pada interior bangunan saat cahaya alami pada interior tersebut tersedia (Lutron, 2014). Untuk mewujudkan metode *daylight harvesting*, beberapa ahli merancang *daylight sensor* yang terdiri atas sensor cahaya dan sistem pengendali tingkat iluminasi lampu yang terletak pada satu rangkaian fisik untuk mendeteksi tingkat pencahayaan alami pada suatu interior ruangan.

Berdasarkan SNI 03-6197-2000 Pencahayaan alami siang hari harus memenuhi ketentuan sebagai berikut

1. cahaya alami siang hari harus dimanfaatkan sebaik-baiknya;
2. dalam pemanfaatan cahaya alami, masuknya radiasi matahari langsung ke dalam bangunan harus dibuat seminimal mungkin. Cahaya langit harus diutamakan dari pada cahaya matahari langsung;
3. pencahayaan alami siang hari dalam bangunan gedung harus memenuhi ketentuan SNI 03-2396-1991 tentang "Tata cara perancangan pencahayaan alami siang hari untuk rumah dan gedung"

Ringkasan SNI 03-2396-1991 ialah penerangan alami siang hari yang baik adalah sekitar jam 8.00 sampai 16.00, dimana banyak cahaya yang masuk dalam" ruang

dan tingkat penerangannya ditentukan oleh: hubungan geometris antara titik ukur dan lubang cahaya, Penggolongan kualitas penerangan antara lain:

- Kualitas A : kerja halus sekali, pekerjaan cermat intensif
- Kualitas B : kerja halus , cermat tidak intensif.
- Kualitas C : kerja sedang, pekerjaan tanpa konsentrasi yang besar.
- Kualitas D : kerja kasar, pekerjaan hanya detail-detail.

III. METODE

A. Komponen Penyusun LUMOS

LUMOS sebagai piranti cerdas terdiri dari tiga bagian utama yaitu perangkat keras, *cloud*, dan perangkat lunak LUMOS.

1) Perangkat keras.

a) Sensor

Sensor merupakan piranti yang digunakan untuk mendeteksi dan memberikan tanggapan terhadap sinyal listrik atau optik dengan cara melakukan konversi parameter fisik yang didapatkan menjadi sinyal dengan parameter listrik. Pada sistem ini digunakan sensor arus dan juga sensor. Sensor arus digunakan untuk mendeteksi arus listrik (AC atau DC) yang mengalir pada kabel, dan menghasilkan sinyal yang sebanding.

b) Mikrokontroler

Mikrokontroler atau mikroprocessor merupakan sebuah komponen elektronik yang berfungsi sebagai otak dari suatu sistem. Mikrokontroler ini merupakan bagian yang dapat diatur oleh penggunaannya melalui sebuah program atau *source code* pada *software* tertentu. Pada sistem LUMOS ini, mikrokontroler yang digunakan berfungsi sebagai pengatur intensitas cahaya lampu dengan cara mengirimkan sinyal kepada driver lampu untuk menghasilkan tegangan sesuai keinginan. Mikrokontroler akan menyesuaikan seberapa besar cahaya harus dipancarkan agar memberikan tingkat penerangan yang cukup

c) Driver Lampu

Driver lampu merupakan sebuah rangkaian elektronis yang digunakan untuk mengatur tingkat intensitas cahaya lampu. Intensitas cahaya yang dihasilkan lampu dapat diatur dengan cara mengatur besar arus yang mengalir dalam lampu. Namun, sebuah rangkaian pengatur arus merupakan rangkaian yang cukup kompleks dan mahal. Cara lain untuk mengatur intensitas cahaya adalah dengan mengatur besar tegangan catu daya lampu. Sebuah rangkaian pengatur tegangan jauh lebih sederhana jika dibandingkan rangkaian pengatur arus. Metode paling efisien saat ini untuk melakukan *dimming* adalah dengan metode switching, karena daya yang tidak digunakan sistem (ketika tegangan diturunkan) tidak dibuang dalam bentuk panas melainkan diputus dari

sistem dengan sebuah saklar power (*power switch*). Secara umum terdapat dua jenis metode switching pada tegangan AC, yaitu metode *On-and-off Control* dan metode *Phase Angle Control* (Trzynadlowski, 2010).

Pada metode *On-and-off Control*, saklar power digunakan untuk menghidupkan dan mematikan sumber tegangan AC selama beberapa siklus gelombang secara bersesuaian, sehingga dapat mengubah total tegangan *root-mean square* (RMS) pada *output* nya. Metode ini juga sering disebut dengan metode PWM AC *voltage controller*, karena cara kerjanya yang mirip dengan metode PWM pada tegangan DC biasa. Pada metode *Phase Angle Control* cara kerjanya mirip seperti metode *on-and-off control*, namun *switching* dilakukan dalam tiap siklus gelombang. Dengan mengatur seberapa lama saklar *power* hidup dibandingkan dengan keseluruhan periode gelombang atau biasa disebut *duty cycle*, total tegangan RMS pada *output* dapat diubah-ubah.

2) Cloud

Cloud merupakan gabungan pemanfaatan teknologi komputer (komputasi) dan pengembangan berbasis internet (*cloud*). *Cloud* adalah metafora dari internet, sebagaimana awan yang sering digambarkan di diagram jaringan komputer. Sementara *cloud storage* adalah media penyimpanan yang dalam pengaksesannya memerlukan jaringan internet. *Cloud* digunakan untuk tempat penyimpanan database komunikasi Raspi dengan aplikasi LUMOS.

3) Aplikasi Smartphone

Pada tahap awal pengembangan aplikasi *smartphone* yang dirancang dikhususkan untuk sistem operasi android. Pada aplikasi android, bahasa pemrograman yang digunakan secara umum dan luas adalah Java.

Aplikasi ini merupakan salah satu bagian dari sistem LUMOS, dimana aplikasi ini nantinya akan berfungsi sebagai penghubung user dengan sistem untuk berinteraksi dengan sistem LUMOS secara langsung dan dalam jarak yang dekat. Contohnya yaitu menghidupkan dan mematikan lampu, hingga mengatur tingkat cahaya lampu. Aplikasi akan dihubungkan dengan mikrokontroler pada sistem LUMOS menggunakan modul bluetooth untuk mengirimkan data berupa perintah-perintah yang harus dikerjakan untuk kemudian diolah oleh mikrokontroler.

B. Letak Pemasangan LUMOS

LUMOS adalah sistem yang dapat digunakan oleh lampu-lampu komersial pada gedung dan bangunan yang dapat sebagai *telemetering* dan *telecontrolling* penggunaan lampu cerdas hemat energi.

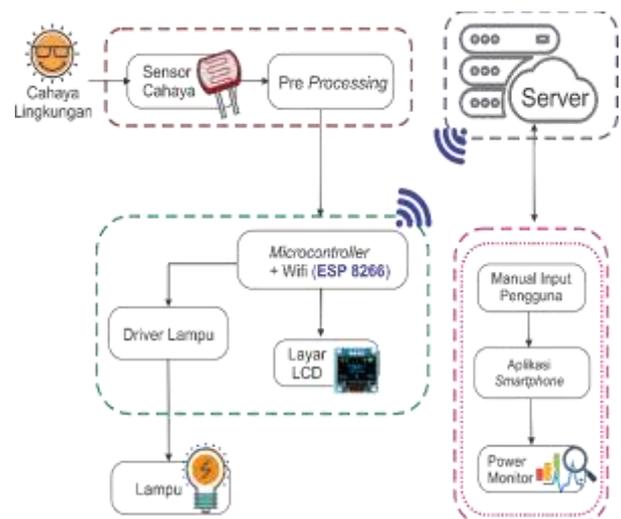
IV. PEMBAHASAN

A. Cara Kerja Sistem LUMOS

Cara kerja sistem ini adalah sebuah sensor cahaya digunakan oleh mikrokontroler untuk

mengetahui kondisi tingkat intensitas cahaya alami pada ruangan, lalu mengatur intensitas cahaya lampu berdasarkan kondisi tersebut. Mikrokontroler ini akan mengatur tegangan AC yang digunakan oleh lampu melalui rangkaian driver lampu secara terpisah. Selain itu, mikrokontroler juga akan mengirimkan laporan penggunaan daya pada ruangan dengan membaca arus dan tegangan yang digunakan pada ruangan tersebut kepada aplikasi *smartphone*. Aplikasi *smartphone* tersebut nantinya dapat menampilkan trend penggunaan daya pada ruangan, sekaligus dapat digunakan untuk mengatur intensitas lampu secara manual oleh pengguna.

Perancangan sistem LUMOS secara keseluruhan. Perancangan sistem ini meliputi pembuatan desain sistem elektronik yang diperlukan, desain casing untuk masing-masing sub-sistem, desain arsitektur program dan interaksinya dengan antar sub-sistem, dan desain sistem aplikasi android yang nantinya dihubungkan dengan sistem.



Gambar 1 Diagram Alir Sistem LUMOS

B. Rangkaian Elektronik

Rangkaian elektronik LUMOS tersusun atas beberapa komponen sebagai berikut.

1. rangkaian sensor cahaya dengan komponen utamanya adalah LDR (*light dependent resistor*)
2. *driver* lampu yang digunakan sebagai pengendali arus dan tegangan yang akan masuk ke lampu, dengan itu intensitas lampu dapat diatur. Berisi modul sensor arus dan tegangan CJMCU-INA219 yang berfungsi membaca besar energi yang digunakan oleh lampu
3. *shield* mikrokontroler (ESP 8266) modul berisi program *hardware* yang terkoneksi akan berinteraksi langsung dengan server menggunakan wifi

4. layar LCD guna memonitor output dari mikrokontroler.

Rangkaian-rangkaian elektronis ini akan terintegrasi dengan lampu dan aplikasi android.

C. Aplikasi LUMOS

Pada halaman depan terdapat dua menu utama yakni *remote* dan statistik pemakaian. Menu *remote* digunakan untuk mengontrol lampu yang sudah terintegrasi dengan sistem. Kontrol nya akan dibagi menjadi tiga mode yaitu mode otomatis – sensor, mode cerdas, dan mode manual. Pada mode otomatis – sensor, lampu sepenuhnya dikendalikan oleh sensor, yaitu berdasarkan tingkat cahaya alami yang masuk ke ruangan. Sensor akan melakukan penyesuaian melalui driver lampu yang sudah terpasang. Pada mode kedua, yaitu mode cerdas, kendali lampu dilakukan oleh sistem berdasarkan data kebiasaan pengguna yang telah diambil dan disimpan pada sistem. Data diambil dari data sensor maupun data pengguna saat dalam mode manual. Pada mode manual, pengguna dapat mengendalikan lampu sesuai dengan keinginan. Sedangkan untuk statistik pemakaian menunjukkan daya yang dikeluarkan dalam harian, mingguan atau bulanan.



Gambar 2 Layout Aplikasi

Dari penjelasan diatas LUMOS adalah sistem yang terdiri dari rangkaian skematik elektronis driver lampu, *shield* mikrokontroler, dan sensornya, *casing* untuk sensor dan *driver* lampu; konsep dan arsitektur program *hardware*; dan diagram sistem aplikasi android dengan bentuk interaksinya terhadap hardware termasuk juga desain *user interface* yang mempermudah pengguna menggunakan sistem ini. Secara garis besar, LUMOS adalah desain suatu alat pengendali tingkat pencahayaan sebuah lampu atau susunan lampu yang dilengkapi beberapa fitur agar lampu tersebut dapat beradaptasi dari parameter lux cahaya atau dapat diatur sesuai keinginan *user* yang terintegrasi pada *smartphone*.

Pada saat ini LUMOS pada tahap pembuatan *design* dengan perkiraan penghematan yang dihasilkan

sekitar 80% dibandingkan ketika tanpa menggunakan LUMOS. Luaran dari sistem ini adalah:

- 1) Terciptanya sistem yang mampu meminimalisir penggunaan pencahayaan buatan diruangan pada siang hari.
- 2) Terciptanya aplikasi telepon pintar sebagai antar muka dan pendukung untuk melakukan pengaturan manual dan *monitoring* terhadap pencahayaan buatan dalam suatu ruangan.

V. KESIMPULAN

Dengan cara *user* melakukan *telemetering* dan *telecontrolling* melalu *smarphone* yang dimiliki “LUMOS (*Lighting Usage Management and Optimization System*)” ini mampu mengatasi permasalahan inefisiensi pencahayaan buatan di ruangan pada siang hari sehingga dapat mengurangi biaya listrik tambahan yang dikeluarkan untuk sebuah bangunan khususnya rumah dan gedung perkantoran dalam pencahayaan ruangan. Perkiraan penghematan yang dihasilkan sekitar 80% dibandingkan ketika tanpa menggunakan LUMOS.

REFERENSI

- [1] Cooper, W. D. (1978). *Electronic Instrumentation and Measurement Techniques*. New Jersey: Prentice-Hall.
- [2] Curtis, M., & Montgomery, S. (2012). “Lifting” the Energy-Efficient Lighting Market. *ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings*, 52-63.
- [3] Fatchurrahman, R. 2016. Light Sensor Selection of Wi-MoLS (Wireless Modern Light Sensor) Based on Analytic Hierarchy Process (AHP). *International Conference of Industrial, Mechanical, Electrical, Chemical Engineering 2016*.
- [4] Kevin, G., & Chris, H. (2014). *Beginning Android Programming*. USA: Peachpit Press.
- [5] Lutron. (2014). *Daylight Sensor: Design and Application Guide*. Lutron Electronics.
- [6] Putra, H. 2015. MAIL (*Modern Adaptable Intelligent Lamp*) Berbasis *Light Lux Parametric* Sebagai Solusi *Lighting Energy Management* pada Bangunan. *Conference of Information Technology and Electrical Engineering 2015*. ISSN: 2085-6350. Hal. 176-181.
- [7] Roisin, B., & Eugene, C. (2006). Optimization of Lighting Power Consumption in Office. *Modern Quality Solutions for an Efficient Lighting*. Sinaia, Romania: International Lighting Symposium .
- [8] Trzynadlowski, A. M. (2010). *Introduction to Modern Power Electronics*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- [9] SNI. (2001). SNI 03-6575- 2001 Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung. Badan Standarisasi Nasional.
- [10] PLN. 2015. *Konsumsi listrik di Indonesia*. <http://www.pln.co.id/?p=8357>, diakses pada 20 Oktober 2017