

# Studi Awal Aplikasi Sensor LDR untuk Pemantauan Kinerja Lampu dengan Menggunakan LabVIEW

Lia Yuliantini<sup>a)</sup>, Frans Willy<sup>b)</sup>, Tiffany<sup>c)</sup> dan Hendro<sup>3,d)</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Elektronika,  
Kelompok Keilmuan Fisika Teoretik Energi Tinggi dan Instrumentasi,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,  
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

<sup>2</sup>Laboratorium Fisika Material,  
Kelompok Keilmuan Material Elektronika,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,  
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

<sup>3</sup>Laboratorium Fisika Bumi,  
Kelompok Keilmuan Fisika Bumi dan Sistem Kompleks,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,  
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

<sup>a)</sup> yuliantini.lia@gmail.com

<sup>b)</sup> frans.willy@students.itb.ac.id

<sup>c)</sup> tifa.zhg@gmail.com

<sup>d)</sup> hendro@fi.itb.ac.id

## Abstrak

*Pada era ini, lampu otomatis diperlukan untuk menghemat daya dan biaya. Selain itu, sistem ini akan mengurangi kerja dan kesalahan yang diakibatkan oleh manusia. Penelitian ini berfokus pada pemantauan kinerja lampu LED dengan sensor LDR. Sistem lampu otomatis dibuat menggunakan sebuah sensor LDR untuk mendeteksi intensitas cahaya matahari dan tiga buah lampu LED. Sistem otomatisasi, pengecekan lampu, serta pengukuran tegangan dan intensitas cahaya matahari dilakukan dengan menggunakan mikrokontroler dalam Arduino Uno. Hasil pemantauan kerja lampu (menyala atau tidak) serta pengukuran tegangan dan intensitas cahaya matahari akan ditampilkan dalam bentuk grafik oleh software LabVIEW. Berdasarkan percobaan yang dilakukan, tegangan ambang (tegangan yang menunjukkan peralihan kondisi gelap-terang) ditetapkan bernilai 3 Volt untuk didalam ruangan dan 4 Volt untuk diluar ruangan. Sensor LDR bekerja dengan baik pada rentang intensitas 0 hingga 4000 Lux. Hubungan antara intensitas cahaya dengan tegangan keluaran rangkaian sistem adalah eksponensial. Selain itu, sistem yang digunakan dapat memantau kinerja lampu secara otomatis dengan hasil yang baik dan fleksibel karena tegangan ambang dapat diatur secara manual. Waktu yang dibutuhkan sistem untuk menanggapi rangsangan (cahaya) adalah 0,69 detik.*

*Kata-kata kunci: arduino, intensitas cahaya, LabVIEW, LDR, LED*

## PENDAHULUAN

Pada era ini, pengembangan teknologi berfokus pada sistem otomatisasi, konsumsi daya, dan biaya [1]. Sistem otomatisasi dilakukan agar kerja dan kesalahan yang dilakukan oleh manusia dapat dikurangi. Selain itu, sistem otomatisasi akan membuat peralatan elektronik berhenti bekerja ketika tak diperlukan. Akibatnya,

konsumsi daya dan biaya yang dikeluarkan akan semakin kecil [2]. Begitu pun halnya pada sistem penerangan. Manusia menginginkan sistem penerangan yang memenuhi ketiga fokus teknologi tersebut.

Pencahayaan memiliki peran penting pada kualitas kehidupan sehari-hari manusia. Di tempat kerja, produksi atau fasilitas logistik, pencahayaan yang bagus memberikan rasa kepuasan, kenyamanan, performa kerja, dan rasa aman bagi pekerja. Di pusat perbelanjaan, galeri dan tempat umum, pencahayaan menciptakan suasana dan membantu untuk menonjolkan arsitektur lingkungan tersebut. Sementara di rumah, tidak hanya menciptakan pencahayaan saja tetapi kenyamanan juga yang membuat rumah menjadi tempat yang menyenangkan untuk tinggal. Oleh karena itu perlu dilakukan pemantauan sistem penerangan, agar pencahayaan tetap terjaga dan tidak mengganggu aktivitas manusia. Hingga saat ini, penelitian pada sistem penerangan telah berhasil membuat lampu dapat dikontrol secara otomatis [1,2,3]. Hanya saja pemantauan sistem penerangan masih belum sempurna dan perlu dikembangkan.

Paper ini akan membahas mengenai studi awal pemantauan kinerja lampu LED dengan sensor LDR. Sistem otomatisasi, pengecekan lampu, serta pengukuran tegangan dan intensitas lampu dilakukan dengan menggunakan mikrokontroler dalam Arduino Uno. Hasil pemantauan kerja lampu (menyala atau tidak) serta pengukuran tegangan dan intensitas lampu akan ditampilkan dalam bentuk grafik oleh *software* LabVIEW. Dengan demikian, pemantauan lampu dan kerja dari sistem penerangan dapat dilakukan dengan mudah.

## DASAR TEORI DAN EKSPERIMEN

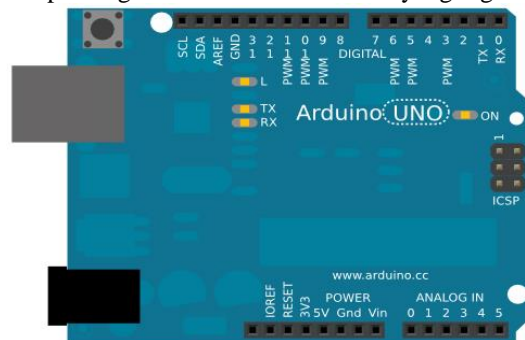
*Light Emitting Diode* (LED) merupakan diode semikonduktor sambungan p-n yang akan mengemisikan cahaya ketika diberikan forward bias [4]. Pemberian *forward bias* akan membuat elektron pada tipe n tertarik ke tipe p. Peristiwa ini akan menimbulkan aliran arus dari tipe p ke n [5].

Sensor cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) merupakan resistor yang peka terhadap cahaya. Nilai resistansi LDR akan berubah sesuai dengan intensitas cahaya yang diterima. Jika LDR tidak terkena cahaya maka resistansinya akan menjadi besar (sekitar 10M $\Omega$ ) dan jika terkena cahaya, nilai resistansinya akan menjadi kecil (sekitar 1k $\Omega$ ) [3]. Perubahan nilai resistansi ini akan mempengaruhi nilai tegangan yang terukur sesuai dengan persamaan [6]:

$$V \equiv I R. \quad (1)$$

Berdasarkan persamaan (1), nilai tegangan  $V$  akan bernilai sebanding dengan nilai resistansi  $R$  pada arus  $I$  tetap. Dengan demikian, keberadaan cahaya di dekat LDR dapat diketahui dengan melihat nilai tegangan pada LDR.

Mikrokontroler dalam Arduino Uno memiliki rangkaian catu daya yang dapat menghasilkan tegangan keluaran tetap 5 V. Catu daya ini kemudian dimanfaatkan untuk memberikan tegangan DC pada lampu LED dan sensor LDR. Berikut ini merupakan gambar dari Arduino Uno yang digunakan [7].

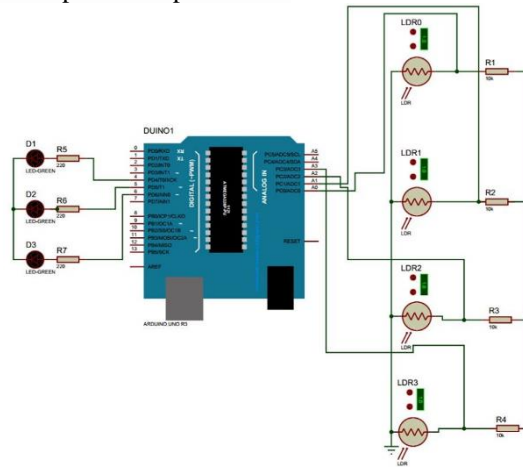


Gambar 1. Arduino Uno.

LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench*) merupakan sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk mendesain dan memrogram suatu sistem instrumentasi dengan bahasa pemrograman visual dari National Instruments. LabVIEW disebut juga *Virtual Instruments* (VIs). Setiap *Virtual Instruments* memiliki 3 komponen, yaitu *block diagram*, *front panel*, dan *connector panel*. *Block diagram* adalah panel yang digunakan untuk menyusun program. *Front panel* merupakan panel yang menampilkan hasil dari program yang telah ditulis pada *block diagram*, dan *connector panel* digunakan untuk merepresentasikan *virtual instruments* dalam *block diagram* [8].

Sistem penerangan otomatis terdiri dari sebuah sensor LDR (LDR0) untuk mendeteksi intensitas cahaya matahari dan tiga buah sensor LDR (LDR1, LDR2, LDR3) untuk mendeteksi kerja tiga lampu. Berikut ini merupakan deskripsi rangkaian sistem penerangan otomatis.

Ketika intensitas cahaya matahari berada di bawah tegangan ambang yang ditentukan, LDR0 akan membuat lampu menyala dan LDR1, LDR2, dan LDR3 akan mulai bekerja untuk memantau lampu. Jika lampu mengalami kerusakan maka LDR akan mendeteksinya. Sebaliknya, bila LDR0 mendeteksi intensitas di atas tegangan ambang, maka lampu akan dipadamkan.

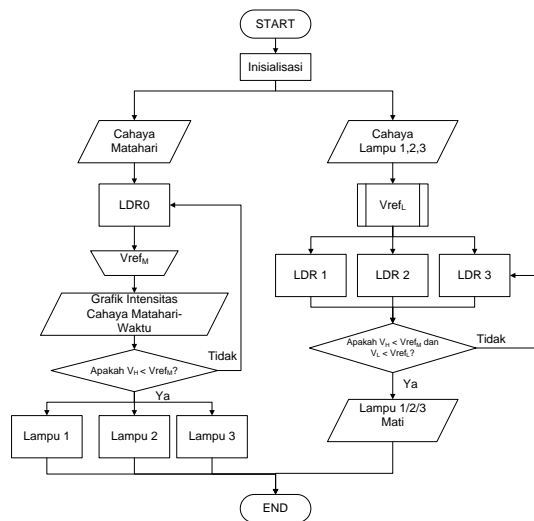


Gambar 2. Skema Sistem Lampu Otomatis.

Sistem otomatisasi, pengecekan lampu, serta pengukuran intensitas dan tegangan lampu diatur oleh mikrokontroler dalam Arduino Uno. Hasil pemantauan kerja lampu (menyala atau tidak) serta pengukuran tegangan dan intensitas lampu akan ditampilkan dalam bentuk grafik oleh *software* LabVIEW.

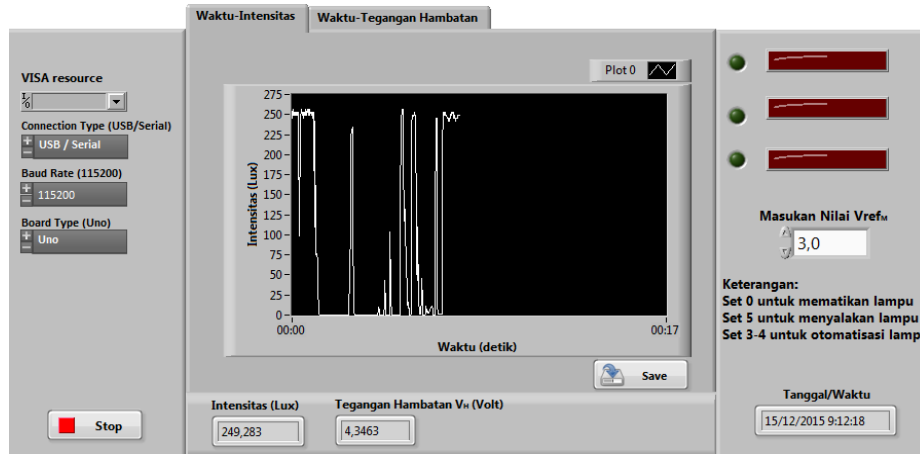
### HASIL DAN DISKUSI

Cara kerja dari sistem yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 3:



Gambar 3. Diagram alir cara kerja sistem

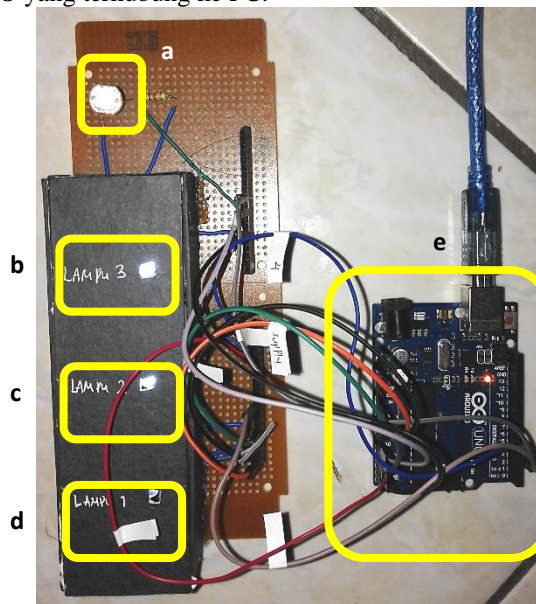
$V_{refM}$  adalah tegangan ambang batas LDR0 untuk mematikan/menyalakan lampu, sedangkan  $V_{refL}$  adalah tegangan ambang batas LDR1, LDR2, dan LDR3.  $V_H$  adalah tegangan keluaran rangkaian dan  $V_L$  adalah tegangan hambatan pada rangkaian LDR1, LDR2, dan LDR3.  $V_H$  dihubungkan dengan pin A0 pada arduino UNO yang kemudian diolah dan ditampilkan di PC. LDR1, LDR2, dan LDR3 masing-masing dihubungkan dengan pin A1, A2, dan A3.



Gambar 4. Front panel tampilan program LabVIEW

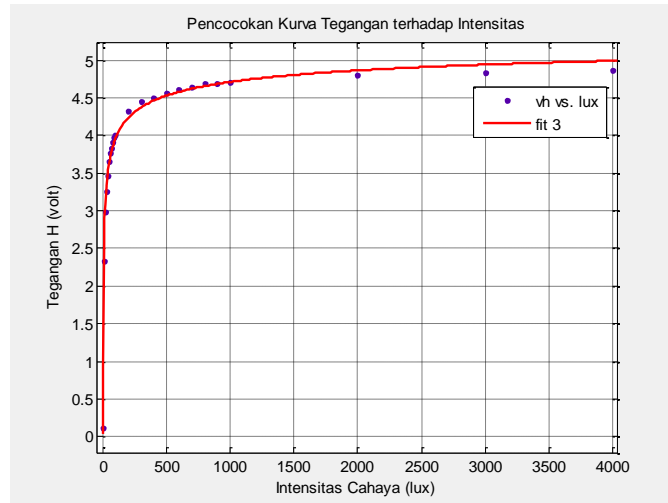
Pada *front panel* program LabVIEW, ditampilkan grafik intensitas cahaya matahari secara real time. Hal ini sangat bermanfaat untuk melakukan pemantauan intensitas cahaya matahari. Program ini dilengkapi dengan kotak isian nilai  $V_{refM}$ . Dengan adanya isian ini, user mendapatkan pilihan untuk menggunakan program yaitu mematikan/menyalakan lampu manual atau mengesetnya otomatis. Dari Gambar 4, user dapat mengeset 0 untuk menyalakan lampu, 5 untuk mematikan lampu dan 3-4 untuk otomatisasi lampu. Saat LDR0 mendeteksi intensitas cahaya matahari kurang dari  $V_{refM}$  maka ketiga lampu otomatis menyala. LDR1, LDR2, dan LDR3 terus memantau intensitas cahaya lampu. Jika sistem mendeteksi intensitas cahaya matahari dan lampu lebih kecil dari  $V_{refM}$  dan  $V_{refL}$  maka program akan mendeteksi bahwa “Lampu 1/2/3 Mati” dan ditampilkan pada indikator (berwarna merah) di PC lampu mana saja yang mati, sehingga lampu bisa segera diganti oleh teknisi dan pencahayaan diruangan tersebut tetap terjaga. Untuk menentukan  $V_{refL}$ , LDR1, LDR2, dan LDR3 disimpan didalam kotak (gelap) kemudian tegangan yang keluar diamati dan ditentukan  $V_{refL}$  adalah 0,8 Volt yang dimasukkan kedalam program sebagai konstanta. Prototipe sistem yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 5.

LED1, LED2, dan LED3 ditempatkan dalam kotak hitam yang diberi sekat menjadi 3 bagian (Gambar 5.b,c,d). Masing-masing LED dipasangkan dengan LDR (LDR1, LDR2, dan LDR3) yang ditempatkan di depan LED. Gambar 5.a adalah LDR0 yang mendeteksi cahaya matahari dan Gambar 5.e adalah mikrokontroler arduino UNO yang terhubung ke PC.



Gambar 5. Prototipe sistem pemantauan kinerja lampu

Dari data pengamatan diperoleh grafik fungsi transfer yaitu hubungan antara keluaran rangkaian ( $V_H$ ) dengan intensitas cahaya lampu led. Sumbu x adalah intensitas cahaya dan sumbu y adalah tegangan keluaran rangkaian ( $V_H$ ). Grafik fungsi transfer dapat dilihat pada Gambar 6.



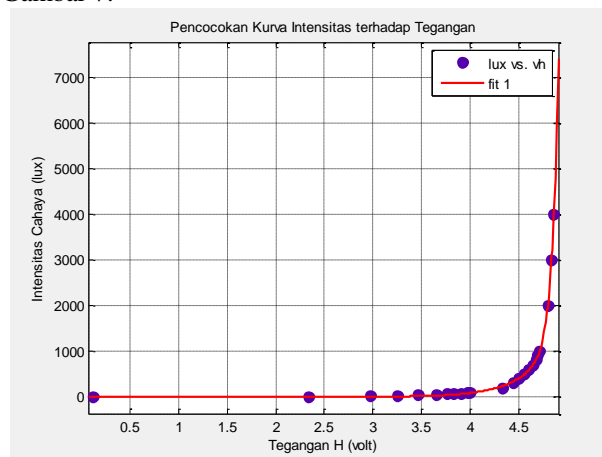
Gambar 6. Grafik Fungsi Transfer

Setelah diolah di Matlab dengan *curve fitting* model power, diperoleh persamaan:

$$V_H = (5,591 \times I^{-0,2612}) + 5,631 \tag{2}$$

dengan nilai korelasi yang cukup baik yaitu 0,9942 dimana  $I$  adalah intensitas cahaya.

Untuk mendapatkan grafik fungsi kalibrasi, cukup membalikkan grafik fungsi transfer yaitu sumbu  $x$  menjadi tegangan keluaran rangkaian ( $V_H$ ) dan sumbu  $y$  menjadi intensitas cahaya (Lux). Grafik fungsi kalibrasi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Fungsi Kalibrasi

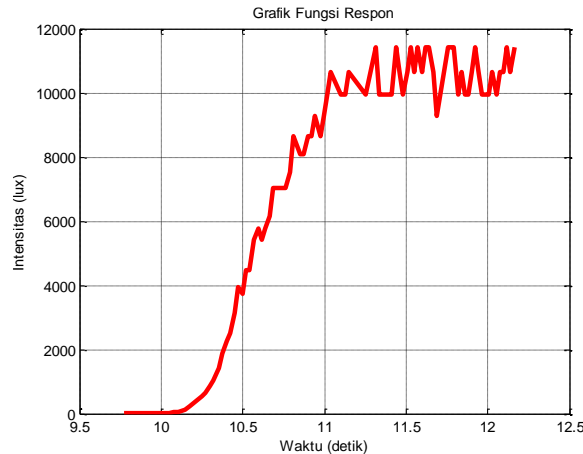
Dari grafik fungsi kalibrasi diperoleh persamaan kalibrasi yang diolah di Matlab. Fungsi kalibrasi ini menghubungkan antara intensitas cahaya dengan tegangan keluaran rangkaian. Persamaan kalibrasi diolah di Matlab menggunakan metode Gaussian dan didapatkan:

$$I = 4.892 \times 10^{22} \exp\left(-\left(\frac{V_H - 10,26}{0,8103}\right)\left(\frac{V_H - 10,26}{0,8103}\right)\right) + 2,718 \times 10^8 \exp\left(-\left(\frac{V_H - 13,34}{2,412}\right)\left(\frac{V_H - 13,34}{2,412}\right)\right) \tag{3}$$

dengan korelasi sebesar 0,9942 dan  $I$  adalah intensitas cahaya . Persamaan kalibrasi ini kemudian dimasukkan kedalam kotak formula di LabVIEW untuk dapat menampilkan nilai intensitas cahaya matahari secara real time.

Untuk mendapatkan  $V_{refM}$ , intensitas cahaya matahari diamati saat pagi dan sore hari didalam dan diluar ruangan. Saat mengamati didalam ruangan,  $V_{refM}$  adalah 3 Volt dan diluar ruangan adalah 4 Volt. Grafik waktu respon dapat dilihat pada Gambar 8. Waktu respon yang diperoleh adalah:

$$t_{90} = (11,02 - 10,25) \times 90\% = 0,69s \tag{4}$$



Gambar 8. Waktu respon sistem

## KESIMPULAN

Berdasarkan percobaan yang dilakukan, tegangan ambang matahari ( $V_{refM}$ ) atau tegangan yang menunjukkan peralihan kondisi gelap-terang bernilai 3 Volt untuk didalam ruangan dan 4 Volt untuk diluar ruangan dan untuk  $V_{refL}$  ditentukan nilainya sebesar 0,8 Volt. Selain itu, sensor LDR bekerja dengan baik pada rentang intensitas 0 hingga 4000 Lux. Hubungan antara intensitas cahaya dengan tegangan keluaran rangkaian ( $V_H$ ) adalah eksponensial. Sistem yang dibuat dapat memantau kinerja lampu secara otomatis dengan hasil yang baik dan fleksibel karena tegangan ambang dapat diatur secara manual, disesuaikan dengan kondisi saat pemasangan. Waktu yang dibutuhkan sistem untuk menanggapi rangsangan (cahaya) adalah 0,69 detik.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih pada program riset Desentralisasi (PUPT) 2015, Kemenristekdikti, Indonesia atas dukungan finansialnya.

## REFERENSI

1. M. Saad, A. Farij, A. Salah, dan A. Abdaljalil, "Automatic Street Light Control System Using Microcontroller", *Mathematical Methods and Optimization Techniques in Engineering*, 92-96 (2013).
2. S. Anand dan N. Jain, "Intelligent Street Light System using RF Transmission", *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering* 5(5), 1450-1454 (2015).
3. K. Novianti, C. Lubis, dan Tony, "Perancangan Prototipe Sistem Penerangan Otomatis Ruangan Berjendela Berdasarkan Intensitas Cahaya", *Seminar Nasional Teknologi Informasi*, 1-9 (2012).
4. W.D. Callister dan D.G. Rethwisch, "Materials Science and Engineering", 8th Edition, New York: John Wiley & Sons (2009).
5. S.M. Sze, "Semiconductor Devices: Physics and Technology", 2nd Edition, New York: Bell Telephone Laboratories Inc. (1985).
6. Griffiths dan J. David, "Introduction to Electrodynamics", 3rd Edition, New Jersey: Prentice-Hall (1999).
7. Anonim, "Datasheet ATmega 328P", URL <http://www.atmel.com/Images/doc8161.pdf> [diunduh 17 April 2013].
8. Kontributor Wikipedia, "LabVIEW", Wikipedia, Ensiklopedi Bebas, URL <http://en.wikipedia.org/wiki/LabVIEW> [diakses 4 Mei 2013].