

Percobaan Efek Foto listrik Berbasis Arduino Uno dengan LED 3 Warna sebagai Sumber Cahaya

^{1,2}Aris Doyan, ²Ayu Safitri Melita

¹Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Mataram, Jln. Majapahit 62 Mataram Nusa Tenggara Barat Indonesia.

²Program Studi Magister IPA, Pasca Sarjana Universitas Mataram, Jln. Majapahit 62 Mataram Nusa Tenggara Barat Indonesia.

Email Korespondensi: aris_doyan@unram.ac.id, Ayusafitrimelita10@yahoo.com

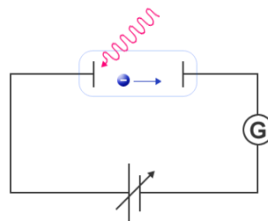
Article Info	Abstract
<p>Article History Received: 13 June 2022 Revised: 16 June 2022 Published: 30 June 2022</p> <p>Keywords Photoelectric effect; Arduino uno; 3 color LEDs; light source</p>	<p>Arduino Uno-Based Electric Photo Effect Experiment with 3-Color LED as Light Source. This study aims to create a tool that can explain the event of the photoelectric effect on a laboratory scale. So that the existence of a tool that can explain the photoelectric effect will make it easier for users to study the nature of light as a particle. This tool is designed according to its function which will find out that the photoelectric effect event is not influenced by light intensity but is influenced by the frequency of a light source and the wavelength that illuminates a metal so that electrons will move from a negative source towards a positive voltage source. In the manufacture of these tools, a photodiode is used as a light sensor where when the photodiode is illuminated by light it will cause electrons to move from the cathode to the anode and make an electric current flow. To determine the stopping voltage, a voltage is applied to the cathode where the electrons are ejected. This stopping voltage for each wavelength is different. From the ongoing data retrieval, a graphic relationship is obtained between the ADC value and the Sensor Output Voltage. Thus, it can be concluded that, First, the voltage applied to the photodiode (cathode) is different for each color spectrum. Second, the output voltage obtained for each different wavelength, the less light intensity received by the photodiode, the smaller the output voltage value. The amount of output voltage for each LED color is different because the wavelength of each color is also different so the value is not the same.</p>
Informasi Artikel	Abstrak
<p>Sejarah Artikel Diterima: 13 Juni 2022 Direvisi: 16 Juni 2022 Dipublikasi: 30 Juni 2022</p> <p>Kata kunci Efek foto listrik; Arduino uno; LED 3 warna; sumber cahaya</p>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat yang dapat menjelaskan peristiwa efek fotolistrik berskala laboratorium. Sehingga dengan adanya alat yang dapat menjelaskan efek fotolistrik akan memudahkan penggunaanya dalam mempelajari sifat cahaya sebagai partikel. Alat ini dirancang sesuai dengan fungsinya yang akan mengetahui bahwa peristiwa efek fotolistrik tidak dipengaruhi oleh intensitas cahaya tetapi dipengaruhi oleh frekuensi suatu sumber cahaya dan panjang gelombang yang menyinari suatu logam sehingga elektron akan berpindah dari sumber negatif menuju ke arah sumber positif tegangan. Dalam pembuatan alat tersebut digunakan fotodiode sebagai sensor cahaya dimana ketika fotodiode disinari oleh cahaya akan menyebabkan elektron berpindah dari katoda ke anoda dan membuat arus listrik mengalir. Untuk menentukan tegangan penghenti, maka diberikan tegangan pada kaki katoda tempat keluarnya elektron. Tegangan penghenti ini untuk masing-masing panjang gelombang berbeda-beda. Dari pengambilan data berlangsung diperoleh hubungan grafik antara nilai ADC dengan Tegangan Keluaran Sensor. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa, Pertama, tegangan yang diberikan pada kaki fotodiode (katoda) nilai nya berbeda untuk setiap spektrum warna. Kedua, Tegangan keluaran yang diperoleh untuk masing-masing panjang gelombang yang berbeda, semakin sedikit intensitas cahaya yang diterima oleh</p>

fotodioda maka nilai tegangan keluaran juga semakin kecil. Besarnya tegangan output untuk masing-masing warna LED berbeda-beda dikarenakan panjang gelombang yang dimiliki setiap warna juga berbeda sehingga nilainya pun tidak sama.

Sitasi: Doyan, A., & Melita, A.S. (2022), Percobaan Efek Foto listrik Berbasis Arduino Uno dengan LED 3 Warna sebagai Sumber Cahaya, Kappa Journal. 6(1), 31-37.

PENDAHULUAN

Efek fotolistrik merupakan gejala terlepasnya elektron karena frekuensi foton lebih dari frekuensi logam yang dikenai cahaya (Masrurroh. 2013). Efek fotolistrik menjadi penting di masa yang modern karena banyak alat yang menggunakan prinsip fotolistrik seperti pada LED (Light Emitting Dioda), tabung foto pengganda (Photomultiplier tube) yang digunakan dalam mengamati hampir semua spektrum radiasi elektromagnetik, detektor cahaya (photo detector) selain itu juga digunakan dalam alat elektronik yang dilengkapi dengan kamera CCD (Charge coupled device). Sehingga dengan adanya alat yang dapat menjelaskan efek fotolistrik akan memudahkan penggunaannya dalam mempelajari sifat cahaya sebagai partikel. Pada efek fotolistrik, pengaruh cahaya terhadap sifat kelistrikan bukan hanya disebabkan oleh sifat cahaya sebagai gelombang elektromagnetik tetapi juga sifat cahaya sebagai pembawa energi. Pada efek fotolistrik, permukaan sebuah logam disinari dengan seberkas cahaya dan sejumlah elektron terpancar dari permukaannya (Krane, 1992). Pengembangan alat percobaan efek fotolistrik berbasis Arduino ini, dimaksudkan untuk dapat digunakan pada laboratorium fisika, sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran baik praktikum maupun materi ajar.



Gambar 1. Pengamatan eksperimen efek fotolistrik (Krane, 1992)

Pada gambar 1 merupakan ilustrasi alat yang dipakai dalam eksperimen efek fotolistrik. Dimana cahaya yang menyinari permukaan logam (katoda) menyebabkan elektron terpelempar keluar. Ketika elektron bergerak menuju anoda, pada rangkaian luar terjadi arus elektrik yang diukur dengan amperemeter (Krane.1992). Ketika cahaya yang sesuai dikenakan kepada salah satu plat, arus listrik terdeteksi pada kawat. Ini terjadi akibat adanya elektron-elektron yang lepas dari satu plat dan menuju ke plat lain secara bersama-sama, dimana satu elektron menyerap satu kuantum energi. Satu kuantum energi yang diserap oleh elektron digunakan untuk terlepas dari logam dan untuk bergerak ke plat logam yang lain. Karena elektron yang memiliki energi tertinggi tidak dapat melewati potensial penghenti, maka pengukuran stopping potential atau (V_s) merupakan suatu cara untuk menentukan energi kinetik maksimum elektron ($K_{kinetik maks}$) (persamaan 1).

$$E_{kinetik maks} = e \cdot V_s \quad (1)$$

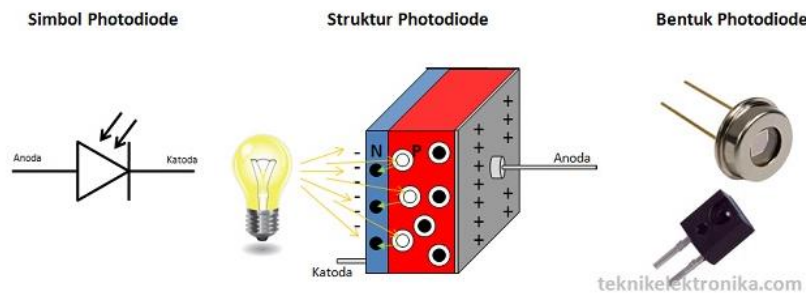
e adalah muatan elektron yang bernilai $1,6 \times 10^{-19}$ C sedangkan V_s adalah tegangan penghalang (stopping potential) dalam volt. Selanjutnya untuk menentukan nilai dari energi kinetik maksimum dan hubungannya dengan frekuensi adalah energi cahaya merupakan penjumlahan energi ambang dengan energi kinetik maksimum electron yang dapat terlihat dari persamaan (2-4).

$$E = W_0 + E_{km} \quad (2)$$

$$h.f = h.f_0 + E_{km} \quad (3)$$

$$E_{km} = h.f - h.f_0 \quad (4)$$

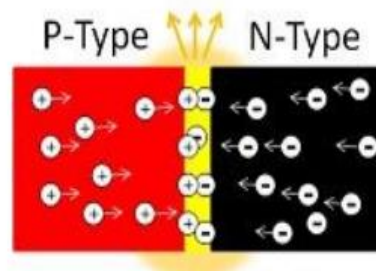
Persamaan-persamaan (2-4) disebut persamaan efek fotolistrik Einstein. Dimana W_0 adalah energi ambang logam atau fungsi kerja logam, f_0 adalah frekuensi ambang logam dan f adalah frekuensi cahaya yang digunakan kemudian E_{km} adalah energi kinetik maksimum elektron yang terlepas dari logam dan bergerak ke plat logam yang lain. Pemilihan sensor fotodiode dikarenakan fotodiode mampu untuk menjelaskan efek fotolistrik. Fotodiode merupakan bahan semikonduktor dimana terdapat sambungan p-n didalamnya. Elektron-elektron yang dekat ke bidang sambungan akan cenderung berdifusi menyeberang bidang sambungan (Halliday, 1986). Terdapat arus yang mengalir dari sisi tipe-p (anoda) menuju sisi tipe-n (katoda), akan tetapi tidak dapat mengalir sebaliknya. *Photodiode* atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Dioda Foto adalah komponen elektronika yang dapat mengubah cahaya menjadi arus listrik. Dioda Foto merupakan komponen aktif yang terbuat dari bahan semikonduktor dan tergolong dalam keluarga dioda. Seperti Dioda pada umumnya, *Photodiode* ini memiliki dua kaki terminal yaitu kaki terminal katoda dan kaki terminal anoda, namun Dioda Foto memiliki lensa dan filter optik yang terpasang dipermukaannya sebagai pendeteksi cahaya. Cahaya yang dapat dideteksi oleh Dioda Foto diantaranya seperti cahaya matahari, cahaya tampak, sinar inframerah, sinar ultra-violet hingga sinar X. Oleh karena itu, *Photodiode* yang dapat mendeteksi berbagai cahaya ini telah banyak diaplikasikan ke berbagai perangkat elektronika dan listrik seperti penghitung kendaraan, sensor cahaya kamera, alat-alat medis, scanner barcode dan peralatan keamanan.



Gambar 2. Bentuk dan simbol *Photodiode*

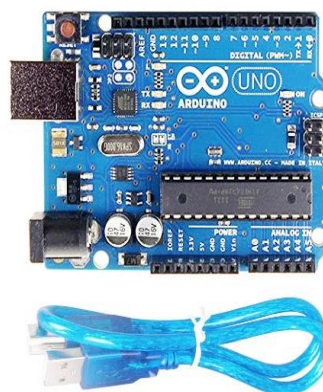
Photodiode terdiri dari satu lapisan tipis semikonduktor tipe-N yang memiliki kebanyakan elektron dan satu lapisan tebal semikonduktor tipe-P yang memiliki kebanyakan hole. Lapisan semikonduktor tipe-N adalah katoda sedangkan lapisan semikonduktor tipe-P adalah anoda. Saat *Photodiode* terkena cahaya, foton yang merupakan partikel terkecil cahaya akan menembus lapisan semikonduktor tipe-N dan memasuki lapisan semikonduktor tipe-P. Foton-foton tersebut kemudian akan bertabrakan dengan elektron-elektron yang terikat sehingga elektron tersebut terpisah dari intinya dan menyebabkan terjadinya hole. Elektron terpisah akibat tabrakan dan berada dekat persimpangan PN (*PN junction*) akan menyeberangi persimpangan tersebut ke wilayah semikonduktor tipe-N. Hasilnya, Elektron akan bertambah di sisi semikonduktor N sedangkan sisi semikonduktor P akan kelebihan Hole. Pemisahan muatan positif dan negatif ini menyebabkan perbedaan potensial pada persimpangan PN. Ketika kita hubungkan sebuah beban ataupun kabel ke katoda (sisi semikonduktor N) dan anoda (sisi semikonduktor P), Elektron akan mengalir melalui beban atau kabel tersebut dari katoda ke anoda atau biasanya kita sebut sebagai aliran arus listrik. LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju.

LED merupakan dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. Cara kerja LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (bias forward) dari anoda menuju ke katoda. LED terdiri dari sebuah chip semikonduktor yang di doping sehingga menciptakan junction P dan N. Yang dimaksud dengan proses doping dalam semikonduktor adalah proses untuk menambahkan ketidakmurnian (*impurity*) pada semikonduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan. Ketika LED dialiri tegangan maju atau bias forward yaitu dari Anoda (P) menuju ke Katoda (K), Kelebihan Elektron pada N-Type material akan berpindah ke wilayah yang kelebihan Hole (lubang) yaitu wilayah yang bermuatan positif (P-Type material). Saat Elektron berjumpa dengan Hole akan melepaskan photon dan memancarkan cahaya monokromatik (satu warna).



Gambar 3. Proses Kemunculan Warna pada LED

Masing-masing Warna LED (Light Emitting Diode) memerlukan tegangan maju (Forward Bias) untuk dapat menyalakannya. Tegangan maju untuk LED tersebut tergolong rendah sehingga memerlukan sebuah Resistor untuk membatasi arus dan tegangannya agar tidak merusak LED yang bersangkutan. Tegangan maju biasanya dilambangkan dengan tanda V_F . Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan computer. ATmega3282 ini menyediakan UART TTL (5v) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Input dan Output 3 Setiap 14 pin digital pada ArduinoUno dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi `pinMode`, `digitalWrite`, dan `digitalRead`. Input/output dioperasikan pada 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki internal pull-up resistor 20-50 Kohms.



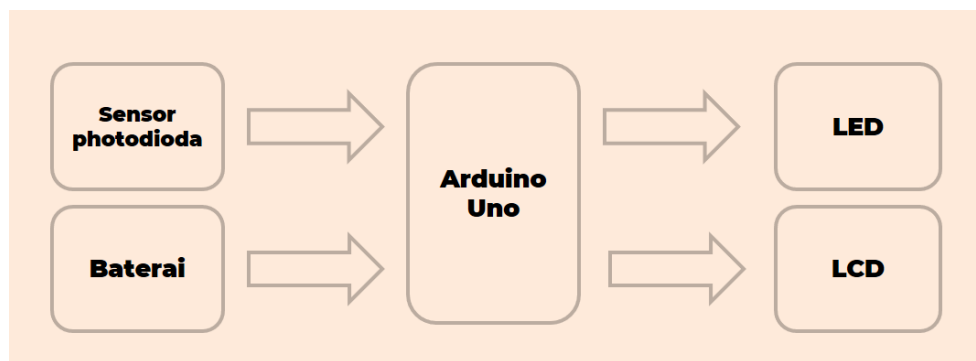
Gambar 4. Arduino Uno

Arduino Uno dapat beroperasi melalui koneksi USB atau power supply. Dalam penggunaan power supply dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan jack adaptor pada koneksi port inputsupply. Penggunaan ArduinoUno diharapkan dapat

menjelaskan konsep efek fotolistrik berskala laboratorium dan akan memudahkan penggunaannya dalam mempelajari sifat cahaya sebagai partikel.

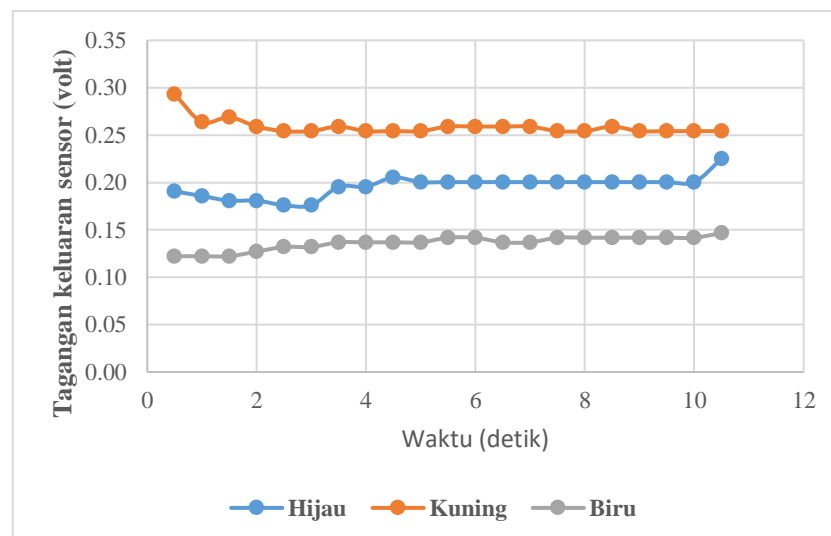
METODE

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh panjang gelombang pada setiap spektrum warna yang diberikan ke fotodiode terhadap tegangan keluaran serta nilai ADC. Perancangan alat menggunakan 3 LED masing-masing berwarna hijau, kuning, dan biru dengan ukuran 5 mm dan memiliki empat pin sebagai sumber cahaya. Sedangkan sensor cahaya yang digunakan dalam rancang alat ini yaitu sensor fotodiode yang berfungsi sebagai pengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik sehingga tegangan output yang merupakan keluaran dari sensor dapat terbaca pada voltmeter. Tegangan output dari fotodiode menjadi input dari rangkaian penguat dimana dalam rangkaian ini menggunakan Op-Amp jenis CA3140. Rangkaian penguat ini sendiri berfungsi sebagai penguat arus karena arus yang dikeluarkan oleh rangkaian sangat kecil. Rancangan Pembuatan alat efek foto listrik terlihat pada gambar 5.



Gambar 5. Rancangan Pembuatan Alat Efek Foto listrik

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 6. Nilai Tegangan Keluaran Sensor

Berdasarkan gambar 6 terlihat setiap spektrum warna memiliki nilai ADC yang berbeda-beda. Misalnya pada spektrum warna hijau, pada data awal nilai ADC nya adalah 39, sedangkan pada warna kuning nilai ADC nya yaitu 60, dan pada warna biru nilai ADC nya sebesar 25. Hal ini

diakibatkan karena panjang gelombang dari setiap spektrum warna itu berbeda-beda, sesuai dengan teori panjang gelombang dari setiap spektrum warna. Seperti yang terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Spektrum warna untuk beberapa frekuensi dan Panjang gelombang

Warna	Frekuensi (THz)	Panjang Gelombang (nm)
Nila-ungu	668-789	380-450
Biru	606-668	450-495
Hijau	526-606	495-570
Kuning	508-526	570-590

Berdasarkan tabel 1 nilai dari panjang gelombang dan nilai ADC yang diperoleh, dihasilkan bahwa semakin kecil nilai ADC dari spectrum warna uji, maka semakin kecil panjang gelombangnya, dan jika semakin besar nilai ADC nya maka spektrum warna tersebut memiliki panjang gelombang yang panjang seperti pada warna kuning. Hal tersebut juga berlaku pada saat pengujian untuk melihat tegangan keluaran sensor dari fotodioda. Tegangan keluaran yang diperoleh untuk masing-masing panjang gelombang yang berbeda, semakin sedikit intensitas cahaya yang diterima oleh fotodioda maka nilai tegangan keluaran juga semakin kecil. Besarnya tegangan output untuk masing-masing warna LED berbeda-beda dikarenakan panjang gelombang yang dimiliki setiap warna juga berbeda sehingga nilainya pun tidak sama.

Merujuk pada hal tersebut, berdasarkan pendapat Maria Umma, 2017 menyatakan jika panjang gelombang semakin kecil, energi yang dibutuhkan untuk menghentikan gerakan elektron akan semakin besar. Hal tersebut terlihat pada hasil tabel yang menyatakan semakin kecil nilai ADC dari spectrum warna uji, maka semakin kecil juga panjang gelombangnya.

Setelah melalui beberapa tahap pengujian dan pengambilan data yang dilakukan maka dapat dinyatakan bahwa alat yang digunakan layak untuk menjelaskan peristiwa efek fotolistrik.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisis yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan. Tegangan yang diberikan pada kaki fotodioda (katoda) nilainya berbeda untuk setiap spektrum warna. Tegangan keluaran yang diperoleh untuk masing-masing panjang gelombang yang berbeda, semakin sedikit intensitas cahaya yang diterima oleh fotodioda maka nilai tegangan keluaran juga semakin kecil. Besarnya tegangan output untuk masing-masing warna LED berbeda-beda dikarenakan panjang gelombang yang dimiliki setiap warna juga berbeda sehingga nilainya pun tidak sama.

SARAN

Berdasarkan penelitian yang dibuat dengan 3 spektrum warna yang berbeda untuk melihat pengaruh panjang gelombang setiap spectrum warna serta kemampuan sensor bekerja dengan baik sesuai tujuan capaian yang diharapkan. Disarankan untuk penelitian selanjutnya yaitu untuk memperbaiki dalam merangkai alat agar lebih teliti dan memperhatikan tiap susunan komponen yang ada, dikarenakan pada pembuatan alat di penelitian ini dilakukan berkali-kali dan membutuhkan waktu yang lebih lama akibat terjadinya kesalahan dalam perangkaian

maupun pada saat pengambilan data. Disarankan juga pada saat pengambilan data menggunakan ruang total tanpa cahaya dari sumber manapun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada pemberi dana penelitian atau donatur. Ucapan terima kasih dapat juga disampaikan kepada pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

A. El Hammoumi, S. Motahhir, M. Panoiu, C. L. Rat, and C. Panoiu, "Simple Harmonics Motion experiment based on LabVIEW interface for Arduino Simple Harmonics Motion experiment based on LabVIEW interfacefor Arduino," 2017.

Ardimansyah, Mochamad, Iqbal. 2013. Prototipe Alat Sortir Bola Berdasarkan Perbedaan Warna Menggunakan LED RGB dan LDR Berbasis Mikokontroller.

Aristov, V. V. (2009, April). The photoelectric effect in the semiclassical theory. *In Doklady Physics (Vol. 54, No. 4, pp. 171-173)*. MAIK Nauka/Interperiodica.

Bibi Maria., Umma., Imam Suchayo. Percobaan Efek Fotolistrik Berbasis Mikrokontroller Dengan Led Rgb Sebagai Sumber Cahaya. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI) Volume 06 Nomor 03 Tahun 2017, hal 90 -96*.

M. Jaskula, M. Lazoryszczak, and S. Peryt, "Fast MEMS application prototyping using Arduino / LabView pair," *vol. 61, no. 12, pp. 548–550, 2015*.

P. A. Tipler, *Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid 2*, Ketiga. Jakarta: Erlangga, 200

Risdiyanto. 2009. Perancangan Alat Percobaan Efek Fotolistrik dengan Sumber Cahaya LED. Tesis Magister. Institut Teknologi Bandung.

S. Fuada, "Pengujian Validitas Alat Peraga Pembangkit Sinyal (Oscillator) Untuk Pembelajaran Workshop Instrumentasi Industri," *Pros. Semin. Nas. Pendidik.*, no. November, pp. 854–861, 2015.

Sutono. 2015. Perancangan Aplikasi Otomatis Lampu Penerangan Menggunakan Sensor Gerak dan Sensor Cahaya Berbasis Arduino Uno (ATmga 321). *Vol. 12 No.2*

Wirya, Dinata, dkk. 2014. Aplikasi Sensor LDR (Light Dependent Resistant) sebagai Pendeteksi Warna Berbasis Mikrokontroller.