

APLIKASI SENSOR LDR (LIGHT DEPENDENT RESISTOR) UNTUK EFISIENSI ENERGI PADA LAMPU PENERANGAN JALAN UMUM

Desmira, Didik Aribowo, Gigih Priyogi, Saeful Islam

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang 42117, Indonesia

E-mail: desmira@untirta.ac.id, aribowo82@yahoo.co.id, gigihp1901@gmail.com,

Ifsaeful05101@gmail.com

Abstrak

Energy merupakan faktor utama dalam menjalani roda kehidupan. Berbagai upaya telah banyak dilakukan baik pemerintah maupun masyarakat untuk mengatasi kelangkaan energy yang terjadi baik didunia maupun diindonesia sendiri. Salah satu langkah yang telah dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan salah satu langka penghematan energy listrik dengan memanfaatkan sensor LDR (Light Dependent Resistor) pada lampu penerangan jalan raya. Penerangan jalan umum merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi masyarakat modern saat ini , terutama bagi aktivitas di malam hari , lampu penerangan dapat membantu masyarakat dalam hal keamanan dan kenyamanan terutama bagi pengendara kendaraan bermotor . Namun karena banyaknya lampu jalan yang terpasang sehingga tidak memungkinkan menggunakan saklar untuk menyalakan dan mematikan lampu tersebut secara manual sehingga pihak dinas perhubungan menggunakan sensor LDR sebagai otomasi saklar , keuntungan penggunaan sensor ini adalah efisiensi pemakaian energy dan tidak perlu menyalakan atau mematikan lampu secara manual , perawatan mudah , murah dan pemasangan yang mudah .Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian inilah Studi Pustaka, Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian, Simulasi Penelitian. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu memberi pengetahuan kepada pembaca mengenai pengertian dari sensor LDR, prinsip kerja sensor LDR, dan penerapan sensor LDR pada Lampu Penerangan Jalan Umum sebagai saklar otomatis untuk penghematan energy.

Kata kunci: Energy, sensor dan LDR

PENDAHULUAN

Lampu penerangan jalan umum (LPJU) merupakan sebuah layanan penerangan yang dikendalikan secara otomatis oleh sensor cahaya. Pada saat keadaan gelap lampu akan menyala dan saat keadaan terang lampu akan mati. Menurut Effendi dan Niko (2015), bahwa Penerangan Jalan Umum (PJU) merupakan salah satu upaya yang strategis dalam memberikan pelayanan sosial terhadap masyarakat banyak. Penerangan jalan yang baik memegang peranan penting terutama pada kondisi malam hari. Penerangan jalan ini berguna untuk menciptakan kondisi jalan yang terang sehingga memudahkan bagi pengguna jalan,

baik bagi pengendara kendaraan maupun pejalan kaki.

LDR atau light Dependent Resistor adalah salah satu jenis resistor yang nilai hambatannya dipengaruhi oleh cahaya yang diterima olehnya. Besarnya nilai hambatan pada LDR tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. Contoh penggunaannya adalah pada lampu taman dan lampu di jalan yang bisa menyala di malam hari dan padam di siang hari secara otomatis. Atau bisa juga kita gunakan di kamar kita sendiri.

Lampu penerangan jalan umum digunakan untuk penerangan jalan di malam hari sehingga mempermudah pejalan kaki, pesepeda dan

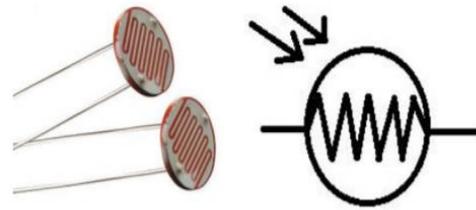
pengendara kendaraan dapat melihat dengan lebih jelas atau medan yang akan dilalui pada malam hari, sehingga dapat meningkatkan keselamatan lalu lintas, kenyamanan pengguna jalan dan memberikan keamanan dari aksi kriminalitas.

Lampu penerangan jalan yang baik adalah suatu unit lengkap yang terdiri dari sumber cahaya (lampu), elemen-elemen optik (peman-tul), penyebar, elemenelemen elektrik, struktur penopang yang terdiri dari lengan penopang vertikal dan pondasi tiang lampu. Dimana penerangan jalan umum biasa dipasang pada bagian kanan dan kiri jalan atau di tengah (median jalan) yang digunakan untuk menerangi jalan maupun lingkungan di sekitar jalan yang diperlukan (Goetama, 2017).

A. Light Dependent Resistor (LDR)

Light Dependent Resistor (LDR) ialah jenis resistor yang berubah hambatannya karena pengaruh cahaya. Besarnya nilai hambatan pada sensor cahaya LDR tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. Bila cahaya gelap nilai tahanannya semakin besar, sedangkan cahayanya terang nilainya menjadi semakin kecil. LDR adalah jenis resistor yang biasa digunakan sebagai detektor cahaya atau pengukur besaran konversi cahaya. LDR terdiri dari sebuah cakram semikonduktor yang mempunyai dua buah elektroda pada permukaannya.

Resistansi LDR berubah seiring dengan perubahan intensitas cahaya yang mengenainya. Dalam keadaan gelap resistansi LDR sekitar $10\text{ M}\Omega$ dan dalam keadaan terang sebesar $1\text{ K}\Omega$ atau kurang. LDR terbuat dari bahan semikonduktor seperti senyawa kimia cadmium sulfide. Dengan bahan ini energi dari cahaya yang jatuh menyebabkan lebih banyak muatan yang dilepas atau arus listrik meningkat, artinya resistansi bahan telah mengalami penurunan. Seperti halnya resistor konvensional, pemasangan LDR dalam suatu rangkaian sama persis seperti pemasangan resistor biasa.



Gambar 1. Bentuk Fisik dan Simbol LDR

B. LED (Light Emitting Diode)

LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga 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).

Sensor adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi dan mengetahui magnitudo tertentu. Sensor merupakan jenis transduser yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor memegang

peranan penting dalam mengendalikan proses pabrikasi modern. (Petruzella, 2001 : 157)

Sensor yang sering digunakan dalam berbagai rangkaian elektronik salah satunya adalah sensor cahaya (LDR). Sensor cahaya adalah alat yang digunakan dalam bidang elektronika yang berfungsi untuk mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik. Sensor cahaya LDR (Light Dependent Resistor) merupakan suatu jenis resistor yang peka terhadap cahaya. Nilai resistansi LDR akan berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahaya yang diterima. Jika LDR tidak terkena cahaya maka nilai tahanan akan menjadi besar (sekitar $10M\Omega$) dan jika terkena cahaya nilai tahanan akan menjadi kecil (sekitar $1k\Omega$). (Novianty, Lubis, & Tony, 2012 : 1).

METODE

A. Studi Pustaka

Langkah awal pada penelitian ini adalah dilakukannya studi pustaka dengan tujuan untuk mendapatkan gambaran mengenai teori-teori dan konsep-konsep yang akan digunakan dalam menyelesaikan permasalahan yang diteliti dan untuk mendapatkan dasar-dasar referensi yang kuat dalam menerapkan suatu metode yang digunakan. Studi literatur dilakukan dengan mengeksplorasi buku-buku, jurnal, penelitian-penelitian dan sumber-sumber lain yang terkait dengan eksperimen sensor LDR dan penerapannya pada lampu penerangan jalan umum

B. Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian

Rumusan yang terdapat pada adalah mengenai pengertian dari sensor LDR, prinsip kerja sensor LDR, dan penerapan sensor LDR pada Lampu

C. Simulasi Penelitian

Simulasi pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan software aplikasi proteus 8.12.

D. Analisa Penelitian

Langkah dari tahap ini adalah melakukan analisis dari data hasil simulasi menggunakan software proteus dan mencocokkannya dengan referensi yang digunakan dalam penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Prinsip Kerja Sensor LDR

Sensor Cahaya Light Dependent Resistor (LDR) adalah suatu bentuk komponen yang mempunyai perubahan resistansi yang besarnya tergantung pada cahaya. Cara kerja dari sensor ini adalah mengubah energi dari foton menjadi elektron, umumnya satu foton dapat membangkitkan satu elektron. Sensor ini mempunyai kegunaan yang sangat luas salah satu yaitu sebagai pendeteksi cahaya pada tirai otomatis. Beberapa komponen yang biasanya digunakan dalam rangkaian sensor cahaya adalah LDR (Light Dependent Resistor), Photodiode, dan Photo Transistor.

Pada saat gelap atau cahaya redup, bahan dari cakram tersebut menghasilkan elektron bebas dengan jumlah yang relatif kecil. Sehingga hanya ada sedikit elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya redup, LDR menjadi konduktor yang buruk atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi yang besar pada saat gelap atau cahaya redup. Pada saat cahaya terang, ada lebih banyak elektron yang lepas dari atom bahan semikonduktor tersebut. Sehingga akan lebih banyak elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya terang, LDR menjadi konduktor yang baik atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi kecil pada saat cahaya terang.

Bila sebuah Sensor Cahaya Light Dependent Resistor (LDR) dibawa dari suatu ruangan dengan level kekuatan cahaya tertentu ke dalam suatu ruangan yang gelap, maka bisa kita amati bahwa nilai resistansi dari LDR tidak akan segera berubah resistansinya pada keadaan ruangan gelap tersebut. Namun LDR tersebut hanya akan bisa mencapai harga di kegelapan setelah mengalami selang waktu tertentu. Laju recovery merupakan suatu ukuran praktis dan suatu kenaikan nilai re-

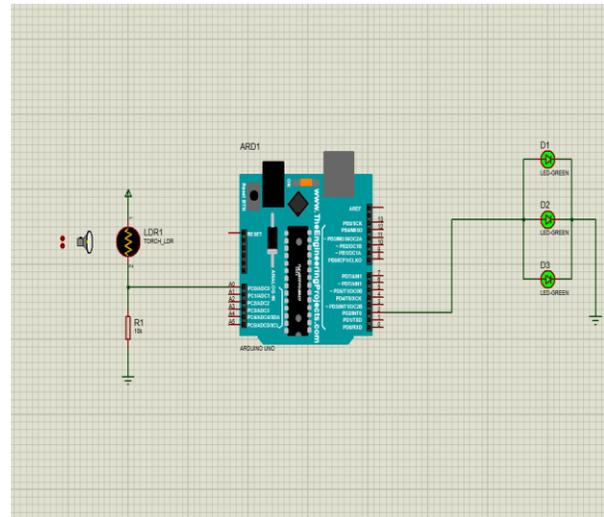
sistansi dalam waktu tertentu. Harga ini ditulis dalam K/detik. Untuk LDR tipe arus harganya lebih besar dari 200K/detik (selama 20 menit pertama mulai dari level cahaya 100 lux), kecepatan tersebut akan lebih tinggi pada arah sebaliknya, yaitu pindah dari tempat gelap ke tempat terang yang memerlukan waktu kurang dari 10 ms untuk mencapai resistansi yang sesuai dengan level cahaya 400 lux.

Sensor cahaya LDR tidak mempunyai sensitivitas yang sama untuk setiap panjang gelombang cahaya yang jatuh padanya (yaitu warna). Bahan yang biasa digunakan sebagai penghantar arus listrik yaitu tembaga, aluminium, baja, emas dan perak. Dari kelima bahan tersebut tembaga merupakan penghantar yang paling banyak, digunakan karena mempunyai daya hantar yang baik.

Pada setiap lampu Penerangan Jalan Umum akan dipasang dua buah sensor LDR, di mana satu LDR akan di letakkan di bawah sinar cahaya lampu yang terpasang lampu PJU dan Satu LDR terpasang diatas tiang PJU yang terkena sinar matahari. Rangkaian sensor LDR ini akan menangkap intensitas cahaya yang diterima dari nyala lampu PJU dan akan dibandingkan dengan batas minimum cahaya.

Pengujian sistem pengawasan lampu penerangan jalan umum ini dilakukan pada saat lampu penerangan jalan umum dalam kondisi menyala dan tidak menyala. Uji coba ini dilakukan dengan menggunakan proteus 8.12. Seperti Gambari berikut.

kut.



Gambar 2. Simulasi Rangkaian Sensor LDR

Pada Lampu Penerangan Jalan Umum Menggunakan Software Proteus

Pada simulasi ini, sensor LDR akan menghidupkan lampu ketika intensitas cahaya yang terdeteksi oleh sensor LDR kurang dari 500 lx cahaya, dan sensor LDR akan mematikan lampu ketika intensitas cahaya yang terdeteksi oleh sensor LDR lebih dari atau sama dengan 500 lx cahaya. Proses ini diprogram dengan menggunakan logika Arduino sebagai berikut.

```
const int pinLED = 2;

const int pinSensor = A0;

int data = 0;

void setup() {

pinMode(pinLED, OUTPUT);

pinMode (pinSensor, INPUT);

Serial.begin(9600);

}

void loop() {
```

```

data = analogRead(pinSensor);

Serial.println(data);

if (data > 500){

    digitalWrite(pinLED, LOW);

}

else if (data <= 500){

    digitalWrite(pinLED, HIGH);

}

}

```

Dengan menggunakan logika arduino seperti diatas, data yang di peroleh adalah sebagai berikut. Dengan menggunakan logika arduino seperti diatas, data yang di peroleh adalah sebagai berikut.

Penerangan jalan umum di Dinas Perhubungan Kabupaten Serang untuk wilayah Ciruas – Tirtayasa menggunakan lampu LED sebagai cahaya untuk menerangi dan penerapan sensor LDR sebagai pengganti saklar. Awalnya Penerangan jalan umum menggunakan timer yang dipasang pada rangkaian karna timer mudah berubah ketika terjadi pemadaman listrik sehingga timer harus direset ulang secara manual hal ini sangat menjadi beban bagi dinas perhubungan . oleh sebab itu dinas perhubungan mengganti timer ke sensor LDR

Sensor cahaya LDR (Light Dependent Resistor) adalah salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistansinya apa-bila mengalami perubahan penerimaan cahaya. Besarnya nilai hambatan pada Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor) tergantung pa-da besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. LDR sering disebut dengan alat atau sensor yang berupa resistor yang peka terhadap cahaya. Biasanya LDR terbuat dari cad-mium sulfida yaitu merupakan bahan semi konduktor yang resistansinya berubah-ubah menurut banyaknya cahaya (sinar) yang mengenainya. Resistansi LDR pada tempat

yang gelap biasanya mencapai sekitar 10 M Ω , dan ditempat terang LDR mempunyai resistansi yang turun menjadi sekitar 150 Ω . Seperti hal-nya resistor konvensional, pemasangan LDR dalam suatu rangkaian sama persis seperti pemasangan resistor biasa. Simbol LDR dapat dilihat seperti pada gambar berikut.

Fisik Sensor Cahaya LDR (Light De-pendent Resistor)



Gambar 3. Isi dalam komponen LDR



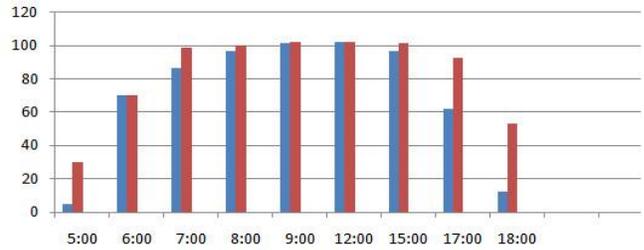
Gambar 4. Photo Diode

Pengujian kinerja sensor dilakukan dengan melakukan pemaparan sensor pada keadaan cahaya sebenarnya. Hal ini dil-akukan dengan memaparkan sensor secara langsung dengan matahari dari waktu ke waktu. Dari pengujian ini didapat nilai-nilai resistansi sensor cahaya dalam desimal.

Tabel 1 Nilai hasil pengujian LDR

| Waktu | LDR1 (Desimal) | LDR2 (Desimal) | Kondisi Cuaca | Kondisi Lampu |
|-------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| 05.00 | 5 | 30 | Gelap | Lampu Menyala |
| 06.00 | 22 | 70 | Gelap | Lampu Redup |
| 07.00 | 86 | 98 | Terang | Lampu Mati |
| 08.00 | 96 | 100 | Terang | Lampu Mati |
| 09.00 | 101 | 102 | Terang | Lampu Mati |
| 12.00 | 102 | 102 | Sangat cerah | Lampu Mati |
| 15.00 | 96 | 101 | Cerah | Lampu Mati |
| 17.00 | 62 | 92 | Senja | Lampu Redup |
| 18.00 | 12 | 53 | Gelap | Lampu menyala |

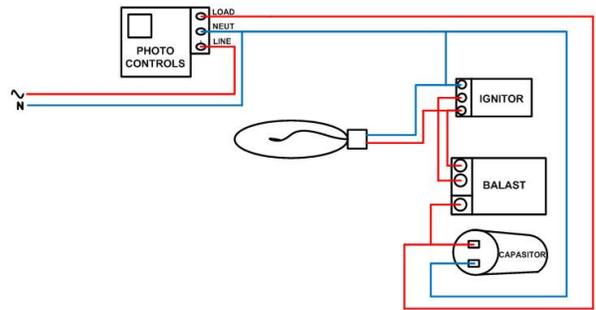
Tabel diatas menunjukkan nilai hasil pengukuran intensitas cahaya oleh LDR, se-makin besar nilai tersebut maka semakin be-sar pula intensitas cahaya. Dapat dilihat bahwa LDR cukup sensitif. dalam mem-baca kondisi pencahayaan. Perubahan nilai pada masing-masing sensor, dari pukul 06.00 sampai dengan pukul 12.00 nilai LDR semakin besar. Kemudian dari pukul 15.00 terjadi penurunan nilai dari pem-bacaan LDR secara perlahan sampai dengan pukul 18.00. Dari masing-masing sensor, terdapat perbedaan sensitifitas terhadap pengukuran intensitas cahaya, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor dian-taranya yaitu komponen LDR itu sendiri, pemasangan LDR pada rangkaian dan po-sisi penempatan LDR saat pengujian. Na-mun, perbedaan tersebut tidak ter-lalu ber-pengaruh pada penggunaan kondisi ril. Hal ini menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan baik, dengan mampu merespon pe-rubahan cahaya sekitar baik dalam kondisi terang maupun gelap.



Gambar 5. Grafik Nilai pengujian LDR

Flowchart diatas menunjukkan kenaikan re-sistansi dari hasil pengukuran terhadap inten-sitas cahaya , dari 2 jenis produk yang sama sama menggunakan sensor LDR didapat-kankan hasil yang berbeda , Hal ini di sebab-kan oleh jenis produk itu sendiri (kepekaan intensitas cahaya)

Penerapan sensor LDR pada rangkaian penerangan jalan umum yang digunakan di dinas perhubungan kabupaten serang adalah sebagai berikut :



Gambar 6 . Rangkaian PJU

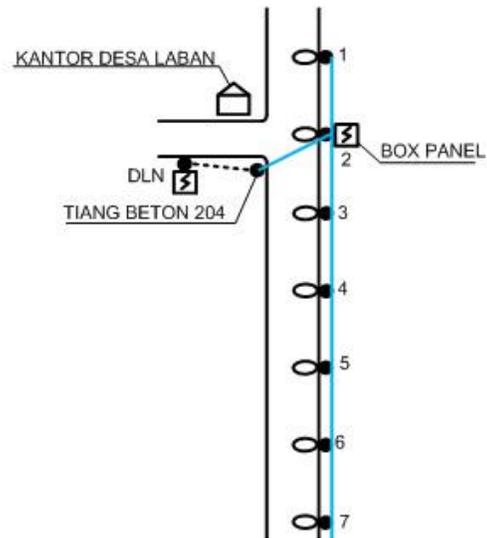
Photo controls merupakan box yang berisi sensor LDR , sensor ini mendapatkan sumber te-gangan dari jaringan listrik milik PLN yang telah melalui rangkaian KWH dan MCB , dalam rangkaian ini MCB yang digunakan adalah 6 am-per karna kwh membaca arus litrik secara paralel dari beberapa tiang . kemudia Photo control di-analogikan sebagai saklar otomatis yang terhubung ke kapasitor dan ignitor kemudian kelampu.



Gambar 7. Lampu LED dan Adaptor 12v

Lampu penerangan jalan umum kebanyakan menggunakan lampu jenis led dengan voltase 12v x 24 buah untuk itu diperlukan sebuah adapter yang merubah tegangan 220v ke tegangan 12v untuk catudaya lampu led . Disetiap lampu penerangan terpasangan sebuah sensor yang digunakan untuk mengontrol tiap tiap lampu . cara kerja sensor LDR adalah ketika intensitas cahaya ditempat tersebut berkurang makan photo dioda akan menurunkan resitansi sehingga hambatan pada arus akan semakin kecil dan lampu akan menyala secara otomatis . kemudian ketika intensitas cahaya semakin besar dan hambatan semakin besar maka arus akan terhenti lampu akan mati .

Pemasangan jalur penerangan jalan umum biasanya secara paralel dari satu tiang ke tiang lainnya . jarak antar tiang ke ketiang sekitar 100meter



Gambar 8. Pemasangan di desa laban

Lampu penerangan jalan merupakan bagian dari bangunan pelengkap jalan yang dapat diletakkan atau dipasang di kiri atau kanan jalan dan atau di tengah (di bagian median jalan) yang digunakan untuk menerangi jalan maupun lingkungan di sekitar jalan yang diperlukan termasuk persimpangan jalan, jalan layang, jembatan dan jalan di bawah tanah suatu unit lengkap yang terdiri dari sumber cahaya, elemen optik, elemen elektrik dan struktur penopang serta pondasi tiang lampu.

Struktur Lampu Penerangan Jalan Umum Berdasarkan jenis sumber cahaya, lampu penerangan jalan umum dapat pula dibedakan atas 2 (dua) macam yaitu lampu merkuri dan lampu sodium.



Gambar 9. Pemasangan lengan tunggal, lengan garuda dan tanpa lengan

menggunakan armatur untuk melindungi dari air hujan, debu, atau kotoran lainnya. Lampu yang dapat digunakan untuk penerangan jalan adalah semua lampu pelepasan gas penerangan sedangkan untuk gang dapat Posisi pemasangan lampu penerangan jalan menurut Aris Widodo (2016) yaitu :

- Pemasangan dengan menggantung pada tengah jalan.
- Pemasangan pada satu sisi jalan.
- Pemasangan pada dua sisi jalan .
- Pemasangan pada dua sisi jalan berhadapan berselang seling.
- Pemasangan pada dua sisi median jalan
- Pemasangan pada dua sisi median jalan berselang seling.



Gambar 8 . ELCB dan KWH

PENUTUP

Penggunaan sensor LDR pada penerangan jalan umum di dinas perhubungan adalah sebagai pengganti relay yang sudah pernah digunakan karena sensor Ldr memiliki banyak keunggulan dimana keunggulan tersebut adalah tidak perlunya direset ketika terjadi pemadaman , pemasangan rangkaian yang mudah dan efisien . sensor LDR juga digunakan sebagai pengganti saklar otomatis yang bekerja secara otomatis dengan memanfaatkan

1. LDR (Light Dependent Resistor) adalah jenis resistor yang berubah hambatannya karena pengaruh cahaya. Bila cahaya gelap nilai tahanannya semakin besar, sedangkan cahayanya terang nilainya menjadi semakin kecil

2. Pada saat cahaya terang, ada lebih banyak elektron yang lepas dari atom bahan semikonduktor tersebut. Sehingga akan lebih banyak elektron untuk mengangkut muatan listrik. Artinya pada saat cahaya terang, LDR menjadi konduktor yang baik. Pada saat gelap atau cahaya redup, bahan dari cakram tersebut menghasilkan elektron bebas dengan jumlah yang relative kecil. Sehingga hanya ada sedikit elektron untuk mengangkut muatan listrik. Artinya pada saat cahaya redup, LDR menjadi konduktor yang buruk.

3. Jika sebuah LDR dibawa dari suatu ruangan dengan level kekuatan cahaya tertentu ke dalam suatu ruangan yang gelap, maka bisa kita amati bahwa nilai resistansi dari LDR tidak akan segera berubah resistansinya pada keadaan ruangan gelap tersebut di sebut laju recovery, sedangkan jika LDR tidak mempunyai sensitivitas yang sama untuk setiap panjang gelombang cahaya yang jatuh padanya (yaitu warna) disebut respon spectral

DAFTAR PUSTAKA

- Hamidan, Abdul. 2017. “Prinsip dan Pengaplikasian Sensor LDR”.Yogyakarta : Institut Sains dan Teknologi AKPRIND
- Purba, Fernando. 2019. “Analisis Rangkaian Pengendali Lampu Berbasis Sensor Light Dependent Resistor (LDR)”. Medan : Universitas Sumatera Utara
- Setiawodayat, Sabar Dkk. 2018. “SistemPengendalian Lampu Penerangan JalanUmum (PJU) Melalui Jaringan Internet Berbasis Android”. Malang : Universitas Widyagama

- Somadoni, Dadan Dkk. 2018. "Prototipe Penerangan Jalan Umum (Pju) Pintar Berbasis Arduino Menggunakan Solar Panel, Sensor Hc-Sr04 Dan Sensor Ldr". Majalengka : Universitas Majalengka
- Supatmi, Sri. 2011. "Pengaruh Sensor Ldr Terhadap Pengontrolan Lampu". Bandung : Universitas Komputer Indonesia
- Suryana, Taryana. 2021. "Menghidupkan Lampu Dengan Menggunakan Sensor LDR pada NODEMCU ESP8266". Bandung : Universitas Komputer Indonesia
- Engga Kusumayogo 1 , Unggul Wibawa, Ir., M.Sc. 2 , Hadi Suyono, St., Mt., Ph.D 3 (2013) Analisis Teknis Dan Ekonomis Penerapan Penerangan Jalan Umum Solar Cell Untuk Kebutuhan Penerangan Di Jalan Tol Darmo Surabaya . 1 Mahasiswa Teknik Elektro, ^{2,3}Dosen Teknik Elektro, Universitas Brawijaya Jalan Mt. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
- Peraturan Daerah Kabupaten Serang Nomor 9 Tahun (2008) . Pembentukan Organisasi Dinas Daerah Kabupaten Serang . Bagian Organisasi Setda Kab. Serang Tahun 2008
- Eko Ihsanto, Muhamad Dawud (2016) Sistem Monitoring Lampu Penerangan Jalan Umum Menggunakan Mikrokontroler Arduino Dan Sensor Ldr Dengan Notifikasi Sms Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta
- Aris Widodo (2016) Kajian Manajemen Optimalisasi Penerangan Jalan Umum Kota Semarang . Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang (Unnes)
- Bambang, w.;& nugroho, A. (2007). PERENCANAAN PENATAAN LAMPU PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) SEBAGAI EFISIENSI TAGIHAN REKENING LISTRIK KECEMATANRUSUH KABUPATEN SEMARANG UPJ SALATIGA. Transmisi Teknik Elektro , 7.
- Efendi, A.;& M., A. (2012). Perencanaan Penerangan Jalan Umum Jalan Lingkar Utara Kota Solok. Jurnal Teknik Elektro ITP 1(2) , 23-32.
- Jaelani, I.;Sompie, S.;& Mamahit, D. (2016). Rancang Bangun Rumah Pintar Otomatis Berbasis Sensor Suhu, Sensor Cahaya, dan Sensor Hujan. E-Journal Teknik Elektro dan Komputer 5(1) , 1-10.
- Kurniawan, E.;Suhery, C.;& Triyanto, D. (2013). Sistem Penerangan Rumah Otomatis Dengan Sensor Cahaya Berbasis Mikrokontroler. Jurnal Coding Sistem Komputer Universitas Tanjungpura 1(2) , 1-10.
- Pamungkas, B. A.;Rochim, A. F.;& Widiyanto, E. D. (2013). Perancangan Jaringan Sensor Terdistribusi Untuk Pengaturan Suhu, Kelembaban, dan Intensitas Cahaya. Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer 1(2) , 42-47.
- Suoth, V. A.;Mosey, H. I.;& Telleng, R. C. (2018). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Intensitas Cahaya Berbasis Sensor Light Dependent Resistance (LDR). Jurnal MIPA UNSRAT 7(1) , 47-51.
- Supegina, F.;& Imam. (2014). Pengaturan Lampu Taman LED RGB Berbasis Arduino Yang Dilengkapi Solar Cell. SINERGI 18(1) , 9-14.