



# Rancang Bangun Alat Pengontrol Tingkat Pencahayaan Lampu Berbasis Mikrokontroler dengan Menggunakan Logika Fuzzy

Rirchard Christian Tellenga<sup>a</sup>, Verna Albert Suoth<sup>a\*</sup>, Hesky Stevy Kolibu<sup>a</sup>,

<sup>a</sup>Jurusan Fisika, FMIPA, Unsrat, Manado, Indonesia

## KATA KUNCI

Hemat Daya  
Kontrol Cahaya  
Logika Fuzzy  
Mikrokontroler

## ABSTRAK

Lampu adalah sumber cahaya buatan yang digunakan untuk membantu aktivitas manusia dan merupakan salah satu alat yang mengkonsumsi daya listrik terbanyak. Pencahayaan lampu pada saat ini hanya dikontrol secara manual dengan dua keadaan yang tentunya kurang efisien. Pengontrolan intensitas cahaya secara otomatis mampu meningkatkan efisiensi penggunaan lampu dari segi energi maupun pada pencahayaan agar mengikuti standar. Penelitian ini menggunakan sensor LDR sebagai pendeteksi cahaya, sensor ultrasonik (HC-SR04) sebagai pendeteksi jarak dan IC LM317 untuk mengatur tegangan. Logika fuzzy digunakan sebagai pengontrol intensitas cahaya yang diprogram ke modul Arduino Uno R3. Komponen ini disatukan dalam ruangan kecil yang berukuran 30 x 30 x 30 cm sebagai prototipe. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mengatur pencahayaan ruangan sesuai SNI 03-6575-2001 dan dapat mendeteksi keluar-masuknya orang di ruangan. Perbandingan konsumsi daya selama 4 jam antara lampu dengan sistem dan yang tidak adalah sebesar 0.008027 kWh atau sekitar 57.21% dari daya yang dikonsumsi secara keseluruhan

## KEYWORDS

Power Saving  
Light Control  
Fuzzy Logic  
Microcontroller

## ABSTRACT

Lamp is an light source that is used to assist humans and its one of the device that consumes a lot of electric power. Lighting lamps at this time only controlled manually with two conditions which is certainly less efficient. Controlling the intensity of the light automatically can increase the efficiency of used energy and lighting to follow the standards. This research uses the LDR sensor as a light detector, ultrasonic sensor (HC-SR04) as a proximity sensor and LM317 IC to regulate the voltage. Fuzzy logic is used to control the light intensity which programmed into the Arduino Uno R3 module. These components are put together in a small room with a length = 30, width = 30 and height = 30 cm as a prototype. The results show that the system is able to regulate room lighting according to SNI 03-6575-2001 and can detect if people moving in and out of the room. The comparison of power consumption for 4 hours between lights that are connected with the system and without connection is equal to 0.008027 kWh or about 57.21% of the total power consuming.

## TERSEDIA ONLINE

01 Februari 2021

## Pendahuluan

Energi merupakan salah satu kebutuhan yang penting dalam kehidupan manusia yang selalu meningkat (Brandon & Lewis, 1999; Liidakis, 2010). Energi listrik merupakan salah satu energi yang mengalami peningkatan kebutuhan dari tahun ke tahun. Permasalahan ini menjadi titik fokus para

peneliti untuk mencari solusi-solusi yang lebih baik untuk konservasi energi (Panjaitan & Hartoyo, 2011). Solusi yang ada saat ini untuk permasalahan tersebut adalah *power-saving* atau hemat daya (Sudhakar *et al.*, 2013)

Dari penelitian Palaloi (2014) dengan mengumpulkan data konsumsi listrik selama 1 minggu menggunakan alat *power quality* untuk 10 rumah

dengan kapasitas daya 450 VA di Provinsi Banten, Kota Tangerang Selatan, Kecamatan Setu. Didapat hasil penggunaan listrik untuk lampu penerangan rata-rata 25% dari total penggunaan listrik keseluruhan dengan konsumsi daya untuk lampu penerangan rata-rata 1.30 kWh/hari. Solusi untuk mengurangi konsumsi listrik dari bola lampu yaitu dibuatnya lampu LED hemat energi yang mampu menekan efisiensi dari bola lampu lainnya dengan *output* daya kurang lebih sebesar 15 Watt (Khan & Abas, 2011).

Lampu merupakan sumber cahaya buatan yang digunakan untuk membantu aktivitas manusia setiap hari. Saat ini pencahayaan lampu hanya dikontrol secara manual dengan dua keadaan yaitu ON dan OFF. Hal ini tentunya kurang efisien baik dari segi energi maupun pada aktivitas manusia itu sendiri (Rumagit, 2012). Solusi yang ada yaitu mengintegrasikan lampu dengan sistem kontrol agar lampu dapat bekerja secara otomatis (Sudhakar et al., 2013).

Kontrol otomatis pada lampu atau biasa disebut kontrol penerangan (*lighting control*) (Panjaitan & Hartoyo, 2011) bertujuan untuk menggantikan kontrol manual agar meningkatkan efisiensi dan tenaga manusia (Jaleeli et al., 1992). Logika fuzzy sering digunakan untuk mengontrol intensitas pencahayaan pada lampu (Panjaitan & Hartoyo, 2011). Menurut Badan Standarisasi Nasional SNI 03-6575-2001, tingkat pencahayaan untuk rumah tinggal terutama pada ruang kerja, ruang tamu, ruang makan dan kamar tidur berkisar antara 120 - 250 lux.

Pada penelitian dari Cziker et al., (2007) menyatakan bahwa pengontrolan intensitas cahaya dengan menggunakan logika fuzzy berpotensi tinggi untuk mengurangi pemakaian energi listrik. Penelitian dari Goerguelue dan Ekren, (2013) melaporkan bahwa sistem kontrol tingkat pencahayaan dengan sensor gerak dan logika fuzzy mampu menghemat 30% daya listrik.

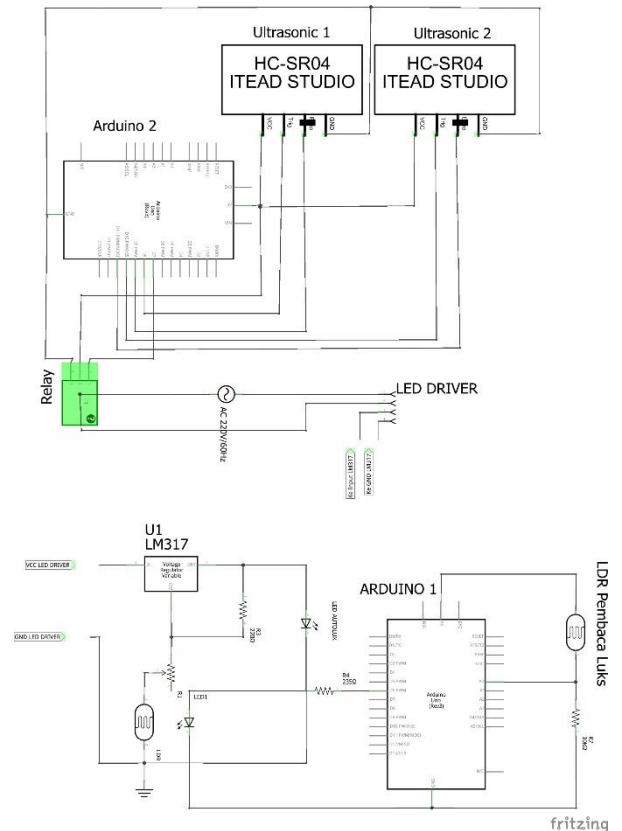
Tujuan penelitian ini yaitu untuk membuat alat pengontrol pencahayaan otomatis berbasis mikrokontroler dengan menggunakan sensor LDR, sensor ultrasonik dan logika fuzzy untuk mengatur tingkat pencahayaan lampu pada ruangan berdasarkan standar intensitas cahaya yang dibutuhkan di setiap ruangan.

**Material dan Metode**

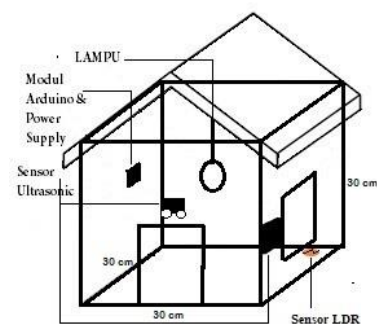
**Alat dan Bahan yang Digunakan**

Komponen yang digunakan untuk merancang-bangun alat pengontrol tingkat pencahayaan berbasis mikrokontroler yaitu modul arduino Uno R3, sensor LDR, sensor ultrasonik (HCS-04), laptop dengan *software* arduino IDE, dan *software* Fritzing, *Relay 1-channel*, resistor (220ohm dan 10Kohm), potensiometer, LED 5mm hijau, lampu LED AutoLux, beberapa *breadboard*, solder dan LM317 untuk pengatur tegangan. Sedangkan bahan yang dibutuhkan yaitu timah solder.

Desain yang akan dibuat pada penelitian ini yaitu desain rangkaian skematik untuk alat pengontrol tingkat pencahayaan lampu berbasis mikrokontroler di desain menggunakan *software* Fritzing (Gambar 1) dan desain *mini project* menggunakan *software* Paint yang dapat dilihat pada Gambar 2.

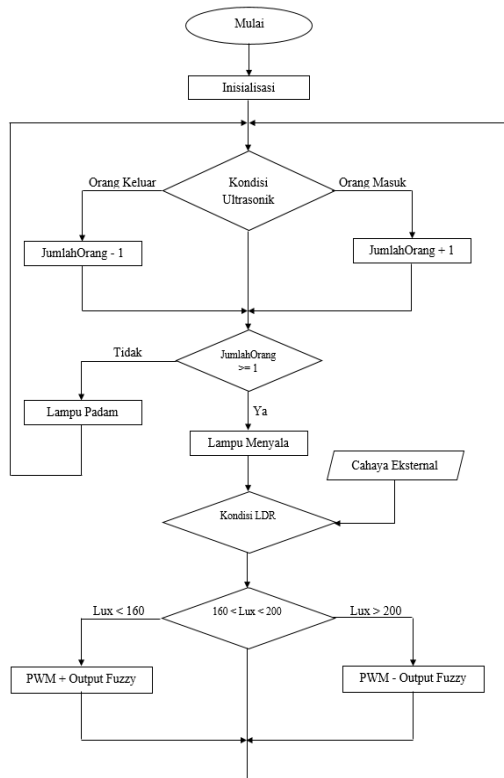


Gambar 1. Rangkaian Skematik Alat Pengontrol Tingkat Pencahayaan Lampu berbasis Mikrokontroler menggunakan *software* Fritzing



Gambar 2. Desain *Mini Project* Berupa Rumah Kecil dengan Komponen Alat menggunakan *software* Paint

Gambar 3 merupakan diagram kerja alat secara keseluruhan.



Gambar 3. Diagram kerja alat

**Hasil dan Pembahasan**

**Perancangan Sistem**

Sistem dibuat dengan menggunakan dua modul Arduino Uno R3 dimana kedua Arduino tersebut memiliki fungsi yang berbeda. Arduino Pertama berfungsi sebagai pengatur tegangan lampu LED dan pembaca nilai lux. Pengatur tegangan pada Arduino Pertama menggunakan LM317 yang akan merubah tegangan jika terjadi perubahan resistansi pada pin *adjust* (Pin 2).

Untuk merubah resistansi, digunakan LED dan sensor LDR yang dipasang secara berhadapan yang terhubung dengan pin *adjust* dari LM317 seperti pada Gambar 4 dan pembacaan nilai lux menggunakan sensor LDR yang akan dikalibrasi. *Fuzzy logic* digunakan untuk mengatur terang gelapnya LED yang berhadapan dengan sensor LDR. *Output* dari *Fuzzy* dirancang untuk menambah dan mengurangi cahaya LED.



Gambar 4. LED 5mm yang terhubung dengan Arduino dan sensor LDR yang terhubung dengan pin *adjust* LM 317

Arduino Kedua berfungsi sebagai pendeteksi jumlah orang yang masuk ke dalam ruangan dan sebagai *ON/OFF* pada lampu LED yang akan diatur tegangannya. Arduino Kedua terdiri dari 2 sensor *Ultrasonic HC-SR04* untuk menghitung jumlah orang yang ada di ruangan dan *relay 1-channel* yang berfungsi sebagai *ON/OFF* otomatis pada lampu LED.

**Proses Kalibrasi Sensor LDR**

Proses kalibrasi sensor LDR dilakukan dengan mengukur nilai resistansi sensor menggunakan multimeter digital dan mengukur nilai lux dengan alat luxmeter tipe LX-1330B yang didekatkan pada sensor seperti pada Gambar 5. Data nilai resistansi dan lux kemudian dimasukkan pada *software* Microsoft Excel 2013 untuk diolah.

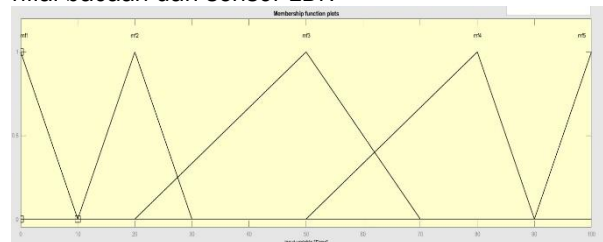


Gambar 5. Pengambilan data resistansi LDR dan nilai lux pada luxmeter LX-1330B.

**Pembuatan Program Fuzzy**

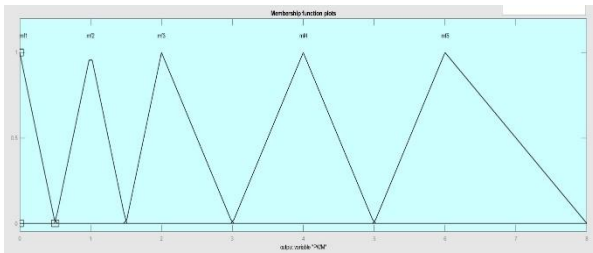
Pembuatan program fuzzy pada sistem ini menggunakan *software* MATLAB dengan 1 masukkan yaitu nilai *error* antara nilai *setpoint* dengan nilai bacaan lux dari sensor LDR dan 1 output yaitu nilai PWM untuk mengatur pencahayaan LED 5mm seperti pada Gambar 4.

Gambar 6 merupakan gambar fungsi keanggotaan dari *input* lux yang diambil dari perhitungan *error* antara selisih nilai *setpoint* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 180 lx dengan nilai bacaan dari sensor LDR



Gambar 6. Fungsi keanggotaan untuk *input*

Untuk *output*, fungsi keanggotaannya seperti pada gambar 7. Defuzzifikasi akan menghasilkan nilai output yang dimana nilai akan digunakan untuk mengatur cahaya pada LED yang berhadapan dengan sensor LDR. Sehingga akan menghasilkan perubahan tegangan pada LM317 karena perubahan resistansi.



Gambar 7. Fungsi keanggotaan untuk output

Aturan fuzzy pada sistem menggunakan aturan *IF A THEN B* dengan rule set :

1. IF Sangat\_Sedikit THEN Sangat\_Rendah
2. IF Sedikit THEN Rendah
3. IF Sedang THEN Sedang
4. IF Banyak THEN Tinggi
5. IF Sangat\_Banyak THEN Sangat\_Tinggi

Sistem ini menggunakan metode centroid sebagai proses defuzzifikasi

**Pengujian Sistem Pengatur Intensitas Cahaya**

Sistem pengatur intensitas cahaya bekerja sebagai pengontrol intensitas cahaya agar mencapai jarak nilai yang sesuai dengan yang diatur. Sistem ini dihubungkan dengan lampu LED merek AutoLux dengan jarak nilai lux yang diatur berkisar antara 160 – 200 lx dan nilai setpoint yaitu 180 lx.

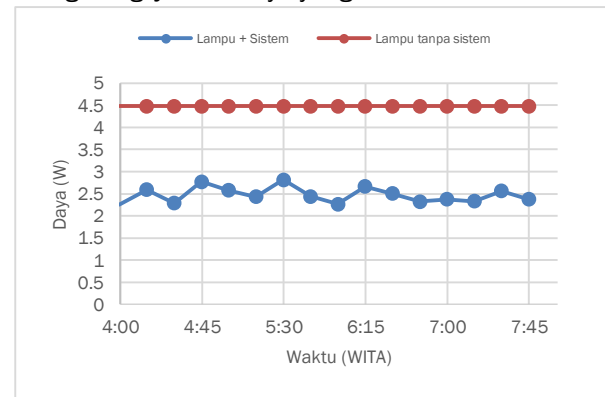
Nilai jarak lux ini berfungsi untuk menstabilkan intensitas cahaya ketika nilai lux yang dibaca sensor LDR sudah berada diantara jarak tersebut dan nilai setpoint merupakan nilai referensi dari sistem ini untuk menghitung nilai error yang nantinya akan menjadi input ke logika fuzzy.

Pengujian sistem pengatur intensitas cahaya dilakukan dengan membandingkan daya dan kWh antara lampu yang sudah diinstal alat pengatur intensitas cahaya dengan lampu yang bermerek yang sama tanpa diinstal apapun. Data untuk lampu yang diinstal alat pengatur cahaya diambil dengan selang waktu 15 menit pada jam 04:00 – 08:00 WIT dan untuk lampu tanpa penginstallan, data diambil dengan mengukur tegangan dan arus dan dikarenakan tegangan dari lampu tanpa sistem itu konstan, maka hanya dilakukan satu kali pengukuran. Data yang diambil yaitu tegangan (V), arus (mA) dan intensitas cahaya (Lux) yang diambil setiap 15 menit. Kemudian, untuk menghitung daya digunakan rumus  $V \times I$  dan untuk menghitung jumlah daya yang dikonsumsi dalam selang waktu 15 menit digunakan  $P (kW) \times (\frac{15 \times 60}{3600})$ .

Untuk data lampu yang tidak menggunakan alat pengatur intensitas cahaya didapat dari pengukuran tegangan dan arus lampu menggunakan multimeter dengan hasil yang didapat yaitu 16 V dan 280 mA kemudian dikalikan dengan lamanya waktu pengambilan data. Sehingga, daya yang habis dalam waktu 4 jam adalah  $0.00448 kW \times 4 = 0.01792 kWh$ . Data hasil pengukuran untuk lampu yang terhubung dengan sistem diolah dengan software Microsoft Excel dan diinterpretasikan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 8. Total konsumsi daya untuk lampu yang terhubung dengan sistem ini selama 4 jam yaitu 0.009893 kWh. Sehingga, dapat

diketahui bahwa sistem ini menghemat konsumsi daya sebesar  $0.01792 kWh - 0.009893 kWh = 0.008027 kWh$ .

Pada Gambar 8, dapat dilihat perbedaan daya antara lampu yang terhubung dengan sistem dan yang tidak. Daya untuk lampu tanpa sistem bernilai konstan dengan nilai 4.48 W dan untuk lampu dengan sistem memiliki nilai daya maksimum yaitu 2.812392 W dan daya minimum 2.253735 W. Hal ini disebabkan oleh sistem yang mengatur pencahayaan ruangan sesuai SNI 03-6575-2001 yang dalam hal ini diatur antara 160 – 200 lux. Sehingga, sistem akan menjaga agar nilai lux di dalam ruangan akan selalu berada pada kisaran 160 – 200 lux dan meskipun ada faktor eksternal seperti cahaya dari luar ruangan yang meningkatkan pencahayaan di dalam ruangan, sistem akan mengurangi pencahayaan dari lampu yang dalam hal ini akan mengurangi jumlah daya yang dikonsumsi.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Daya antara Lampu yang Terhubung dengan Sistem dan yang Tidak

**Pengujian Sistem Pendeteksi Orang**

Pengujian sistem pendeteksi orang ini dilakukan dengan mensimulasikan orang yang masuk dan keluar dari ruangan dengan menggunakan objek yang bertujuan untuk mengetahui respon sistem ini ketika terjadi keadaan menggunakan objek yang bertujuan untuk mengetahui respon sistem ini ketika terjadi keadaan

Sistem ini bekerja dengan baik dalam mendeteksi objek yang disimulasikan meskipun kadang terjadi kenaikan nilai pada kedua sensor ultrasonic yang kemungkinan disebabkan oleh penyolderan yang kurang kuat pada rangkaian.

**Pengujian Alat Keseluruhan**

Sistem pengatur intensitas cahaya dan pendeteksi orang digabungkan menjadi satu dan di rakit pada mini project dengan panjang ruangan 30 cm, lebar 30 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian alat secara keseluruhan disimulasikan dengan objek yang diasumsikan sebagai orang dan cahaya dari flash light handphone yang diasumsikan sebagai cahaya eksternal yang masuk ke dalam ruangan.



Gambar 9. Pengujian alat keseluruhan

Hasil dari pengujian alat secara keseluruhan yaitu ketika sistem mendeteksi ada orang yang masuk ke dalam ruangan, sinyal dikirim ke *relay* untuk menyalakan lampu. Kemudian, ketika terjadi perubahan intensitas cahaya yang dalam simulasi ini diberikan cahaya eksternal dari luar seperti pada Gambar 9, maka sistem akan mengurangi pencahayaan dari lampu. Sebaliknya, jika pada Gambar 9 cahaya eksternal dihilangkan, maka sistem akan meningkatkan pencahayaan dari lampu

#### Kesimpulan

Perancangan dan pembuatan sebuah sistem pengatur intensitas cahaya dengan menggunakan logika *fuzzy* telah berhasil dilakukan. Uji coba telah dilakukan dengan memasang sistem ini pada Lampu LED merek AUTOLUX. Alat berhasil mengatur cahaya sesuai dengan Standar Nasional Indonesia SNI 03-6575-2001 tentang intensitas cahaya pada ruangan. Pengujian sistem pengontrol intensitas cahaya ini dilakukan dengan membandingkan konsumsi kWh selama 4 jam antara lampu yang dihubungkan dengan sistem ini dan yang tidak. Lampu dengan sistem ini mengkonsumsi daya sebesar 0.009893 kWh dan lampu yang tanpa sistem mengkonsumsi daya sebesar 0.01792 kWh. Sehingga, dapat diketahui bahwa sistem ini berhasil menghemat daya sebesar 0.008027 kWh atau 57.21% dari total konsumsi daya selama 4 jam. Sistem ini juga dilengkapi dengan pendeteksi orang yang masuk atau keluar dari ruangan. Sehingga, meningkatkan efisiensi penggunaan lampu ketika tidak digunakan.

#### Daftar Pustaka

- Badan Standarisasi Nasional. (2001). SNI 03-6575-2001 : *Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung*. [Http://Sispk.Bsn.Go.Id/SNI/DetailSNI/6188](http://Sispk.Bsn.Go.Id/SNI/DetailSNI/6188).
- Brandon, G., & Lewis, A. (1999). Reducing household energy consumption: a qualitative and quantitative field study. *Journal of Environmental Psychology*, 19(1), 75–85.
- Cziker, A., Chindris, M., & Miron, A. (2007). Implementation of fuzzy logic in daylighting control. *2007 11th International Conference on Intelligent Engineering Systems*, 195–200.
- Goerguelue, S., & Ekren, N. (2013). Energy saving in lighting system with fuzzy logic controller which

uses light-pipe and dimmable ballast. *Energy and Buildings*, 61, 172–176.

- Jaleeli, N., VanSlyck, L. S., Ewart, D. N., Fink, L. H., & Hoffmann, A. G. (1992). Understanding automatic generation control. *IEEE Transactions on Power Systems*, 7(3), 1106–1122.
- Khan, N., & Abas, N. (2011). Comparative study of energy saving light sources. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1), 296–309.
- Liodakis, G. (2010). Political economy, capitalism and sustainable development. *Sustainability*, 2(8), 2601–2616.
- Palaloi, S. (2014). Analisis penggunaan energi listrik pada pelanggan rumah tangga kapasitas kontrak daya 450 VA. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)*, 79–88.
- Panjaitan, S. D., & Hartoyo, A. (2011). A lighting control system in buildings based on fuzzy logic. *Telkomnika*, 9(3), 423.
- Rumagit, F. D. (2012). Perancangan Sistem Switching 16 Lampu Secara Nirkabel Menggunakan Remote Control. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 1(2).
- Sudhakar, K. S., Anil, A., Ashok, K. C., & Bhaskar, S. (2013). Automatic street light control system. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 3(5), 6. <https://www.semanticscholar.org/paper/Automat-Street-Light-Control-System-Jadhav-More/9bdbbe30ae012dd97ce744f3591a519e59cf8d10e?p2df>