



Simulasi Rangkaian Op-Amp Komparator untuk Lampu Taman menggunakan Multisim

Kayla Vyanca Atalaya^{1*}, Abi Marwa Hapid², Ari Madalarangga³, Nisrina Huwaidah⁴, Rifqi Mufid⁵

Program Studi Sistem Telekomunikasi, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia^{1 2 3 4 5}

*Corresponding Author: E-mail: kaylavyanca@upi.edu

ABSTRACTS

Rangkaian pembanding tegangan atau umumnya dikenal dengan rangkaian komparator memiliki fungsi untuk membandingkan nilai dari dua input tegangan yaitu input positif $V_{in(+)}$ dan input negatif $V_{in(-)}$ untuk menghasilkan dua tegangan output yang nilainya berbeda (high dan low) kemudian menentukan tegangan output mana yang paling besar nilainya di antara kedua input tersebut di mana tegangan output yang bernilai low terjadi saat nilai V_{in} lebih besar dari $V_{referensi}$ dan sebaliknya tegangan output yang bernilai high terjadi ketika nilai V_{in} lebih kecil dari $V_{referensi}$. Rangkaian komparator digunakan sebagai pembanding tegangan yang merupakan salah satu aplikasi dari Op-Amp, sedangkan Op-Amp pada IC linear merupakan komponen analog yang berfungsi sebagai penguat sinyal. Salah satu pengimplementasian komparator op-amp adalah lampu taman otomatis yang dibuat dengan menggabungkan IC dan sensor LDR (Light Dependent Resistor) dengan perancangan tersebut setidaknya salah satu keuntungannya adalah menghemat daya listrik karena sensor LDR memiliki prinsip kerja pada keadaan gelap atau pada malam hari lampu akan menyala karena dipengaruhi oleh perubahan resistansi di mana photoresistor mempunyai resistansi sebesar megaohm dan pada keadaan terang atau siang hari lampu akan padam karena photoresistor mempunyai resistansi serendah ratusan ohm.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 29 May 2022

Revised 10 June 2022

Accepted 15 June 2022

Available online 30 June 2022

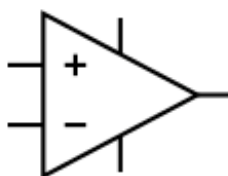
Keyword:

Op-Amp,
LDR (Light Dependent Resistor),
Transistor,
Komparator

1. PENDAHULUAN

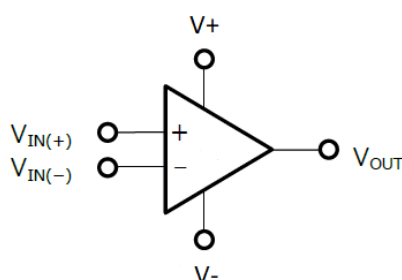
Lampu taman tak hanya digunakan sebagai penerangan jalan, namun beberapa orang membuatnya untuk mendekorasi atau sebagai hiasan pada suatu tempat agar terlihat unik dan indah. Lampu taman juga dibuat untuk menghindari adanya orang yang seringkali melancarkan aksi kejahatan di malam hari. Oleh karena itu, dibuatlah rangkaian lampu otomatis yang mana pada malam hari lampu tersebut akan menyala sedangkan pada siang hari lampu tersebut akan mati. Untuk membuat lampu taman otomatis digunakan sensor seperti LDR (*Light Dependent Resistor*), SCR (*Silicon Controlled Rectifier*), Phototransistor, dan Photodiode. Fungsi dari sensor tersebut adalah sebagai pendeteksi cahaya. Salah satu jenis sensor cahaya yang sering digunakan adalah sensor LDR yang besar kecil nilai hambatannya bergantung pada cahaya yang mengenainya. Cara kerja dari sensor satu ini yaitu ia akan secara otomatis menghidupkan atau mematikan lampu yang terhubung pada listrik tergantung kondisi cahaya yang mengenai sensor LDR, sehingga pada keadaan siang hari lampu padam dan lampu akan otomatis menyala pada keadaan malam hari. Pada sensor LDR intensitas cahaya merupakan faktor yang mempengaruhi nilai resistansi di mana semakin tinggi intensitas cahaya yang mengenai sensor maka nilai resistansinya menurun, sedangkan semakin sedikit intensitas cahaya yang mengenai sensor maka semakin besar nilai resistansinya sehingga arus listrik yang mengalir akan dan menyebabkan LED menjadi redup.

Op-Amp atau Operational Amplifier merupakan jenis IC yang komponen penyusunnya terdiri dari beberapa rangkaian terintegrasi berupa resistor, diode, dan transistor. Op-Amp seringkali diaplikasikan pada rangkaian elektronika, salah satunya pada rangkaian lampu taman. Rangkaian utama penyusun Op-Amp yaitu penguat diferensial yang memiliki impedansi masukan tinggi dan impedansi masukan rendah pada penguatan tegangan sangat tinggi. Op-Amp dapat ditunjukkan pada gambar sebagai berikut.



Gambar 1. Rangkaian Op-Amp

Rangkaian tersebut menggambarkan bahwa Op-Amp terdiri dari 2 buah input masukan (V_+ dan V_-), catu daya positif dan negatif (V_{s+} dan V_{s-}), serta tegangan keluaran yang dapat bernilai positif atau negatif. Op-Amp dapat dikonfigurasi sebagai penguat tegangan (inverting, non-inverting), penambah dua buah tegangan (summer/adder), pengurang dua buah tegangan (differential), penyangga (buffer), dan pembanding (comparator). Disini akan menjelaskan konfigurasi Op-Amp sebagai komparator. Komparator merupakan rangkaian kombinasional yang berfungsi membandingkan dua nilai tegangan yang masuk pada kaki input positif V_{in+} dan kaki input negatif V_{in-} .



Gambar 2. Konfigurasi Op-Amp sebagai Komparator

Komparator akan menampilkan nilai keluaran tegangan dari dua input di mana salah satu lebih besar dan yang lain lebih kecil. Rangkaian komparator memiliki persamaan sebagai berikut:

$$V_{in}(+) \geq V_{in}(-) \text{ maka } V_{out} = V+$$

$$V_{in}(+) < V_{in}(-) \text{ maka } V_{out} = V-$$

Salah satu bentuk pengimplementasian rangkaian Op-Amp sebagai komparator yaitu rangkaian lampu taman. Lampu taman otomatis akan dirangkai menggunakan sensor LDR. Sensor ini bekerja tergantung dari besar kecilnya cahaya yang mengenainya. Sensor LDR terbuat dari bahan semikonduktor yang mana jika cahaya yang mengenai bahan tersebut maka akan memberikan energi yang kemudian diserap oleh elektron. Energi tersebut memutuskan ikatan antara atom-atom yang mengakibatkan elektron terlepas dari ikatan dan bergerak bebas dalam LDR sehingga menyebabkan sejumlah arus mengalir dalam jumlah besar pada semikonduktor. Untuk membuat rangkaian lampu otomatis dibutuhkan transistor yang berperan sebagai saklar. Selain itu, lampu otomatis juga membutuhkan saklar arus AC yang bekerja diluar kemampuan transistor, oleh karena itu dibutuhkan komponen relay.

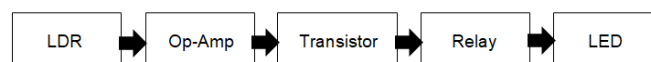
2. METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan untuk membuat rangkaian op-amp lampu taman menggunakan multisim adalah sebagai berikut, 1 buah LDR (*Light Dependent Resistor*) karena pada multisim tidak ada LDR maka diganti menjadi photodiode atau dioda, 1 buah trimpot 50k Ω , 1 buah IC Op-Amp 741, 1 buah LED, 1 buah baterai dengan tegangan 12V, 1 buah ground, 1 buah transistor 2N3904, 1 buah relay, 3 buah voltmeter, sedangkan alat atau *tools* yang digunakan dalam proses pembuatan rangkaian op-amp lampu taman adalah simulator berupa multisim.

Rancangan Rangkaian Op-Amp Komparator untuk Lampu Taman

Proses pembuatan rangkaian dimulai dengan tahap perancangan. Tahap perancangan memiliki peran penting dalam mengetahui konsep perancangan alat berupa eksperimen rangkaian op-amp untuk lampu taman. Sebagai tahap awal dalam suatu perancangan maka dibuat diagram blok untuk menentukan bentuk sistem yang akan dibuat dengan diagram sebagai berikut:

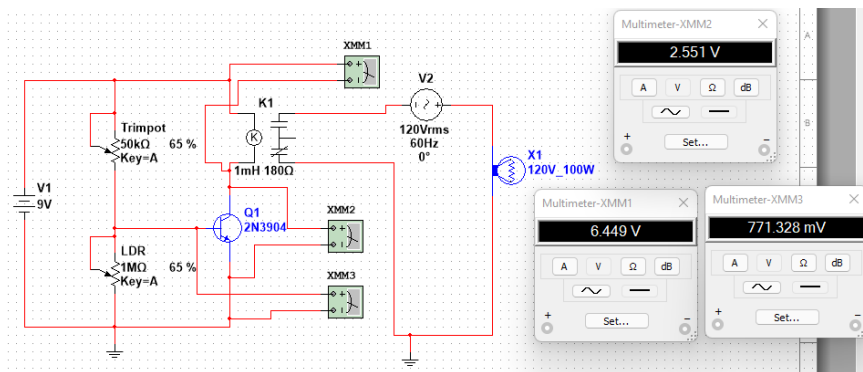


Gambar 3. Blok diagram

Blok diagram di atas menunjukkan proses dari rangkaian lampu taman. Pada kondisi terang atau siang hari sensor terkena cahaya dengan intensitas tinggi sehingga nilai resistansi LDR kecil dan mengakibatkan nilai input tegangan pin IC nomor 2 pada Op-Amp lebih besar dari pin IC nomor 3 sehingga hasil komparasi kedua input nilainya mendekati 0. Dalam kondisi ini pin IC nomor 6 tidak membiaskan tegangan dari basis transistor dan relay dalam keadaan normally open atau off sehingga LED/lampu tidak menyala atau padam, sedangkan pada kondisi gelap atau malam hari sensor terkena cahaya dengan intensitas rendah sehingga nilai resistansi LDR besar dan mengakibatkan nilai input tegangan pin IC nomor 2 pada Op-Amp lebih kecil dari pin IC nomor 3 sehingga hasil komparasi dari kedua input akan mendekati nilai 12V. Dalam kondisi ini pin IC nomor 6 membiaskan tegangan dari basis transistor dan relay dalam keadaan on sehingga LED/lampu menyala.

Pembuatan Rangkaian Op-Amp Komparator untuk Lampu Taman

Setelah tahap perancangan, tahap selanjutnya adalah proses pembuatan rangkaian. Pada tahap ini rangkaian dirancang sebelum nantinya diubah perlakuannya, yaitu pada kondisi gelap atau malam hari dan kondisi terang atau siang hari. Rangkaian dirancang menggunakan komponen-komponen elektronika yang telah dipaparkan pada bagian bahan dan alat. Setelahnya simulasi di *run* untuk melihat hasil atau output dari rangkaian tersebut dan untuk mengevaluasi rangkaian itu sendiri. Rangkaian Op-Amp Komparator untuk Lampu Taman ditunjukkan pada gambar di bawah.

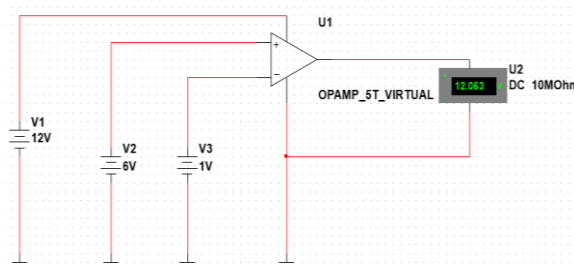


Gambar 4. Rangkaian Op-Amp untuk Lampu Taman

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Op-Amp sebagai Komparator

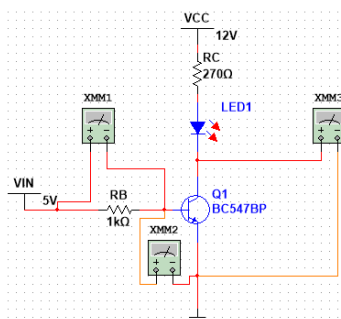
Komparator merupakan salah satu aplikasi dari Op-Amp dengan fungsi membandingkan dua nilai input pada komparator dan menentukan nilai output mana yang nilainya lebih besar dari dua input tersebut. Op-Amp membandingkan dua nilai input pada keadaan open-loop. Hasil komparasi dua tegangan input akan menghasilkan tegangan saturasi positif (+Vsat) atau saturasi negatif (-Vsat).



Gambar 5. Rangkaian Komparator

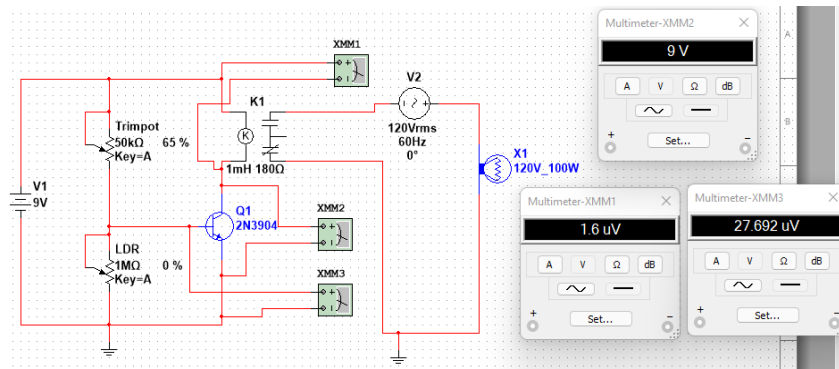
3.2 Transistor sebagai Saklar

Pada umumnya kegunaan transistor dalam rangkaian elektronika adalah sebagai saklar atau switch. Transistor memiliki 3 mode pengoperasian, yaitu mode aktif yang digunakan sebagai penguat arus, mode cut-off (daerah mati), dan mode saturasi (daerah jenuh). Pada daerah jenuh transistor berfungsi sebagai saklar tertutup sehingga perangkat sepenuhnya mati atau off, sedangkan pada daerah mati perangkat sepenuhnya aktif atau on sehingga transistor berfungsi sebagai saklar yang terbuka.



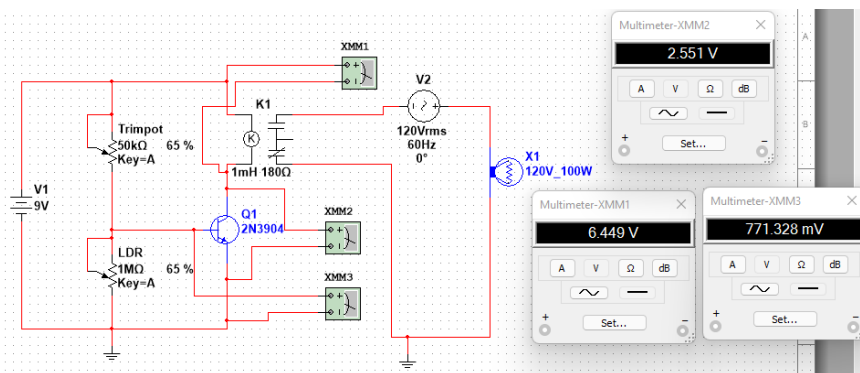
Gambar 6. Rangkaian Transistor sebagai Saklar

3.3 Rangkaian Op-Amp pada Lampu Taman



Gambar 7. Simulasi Rangkaian LDR saat terkena cahaya

Pada gambar 7 lampu tidak menyala karena pada kondisi terang LDR terkena cahaya sehingga resistansi LDR kecil. Berdasarkan pengukuran pada gambar di atas resistansi LDR sebesar 0Ω dan resistansi trimpot sebesar $32,5k\Omega$. Ketika terkena cahaya resistansi LDR nilainya menjadi lebih kecil dari resistansi trimpot. Berdasarkan teorema Thevenin, ketika tegangan LDR lebih kecil maka transistor tidak aktif. Transistor berperan sebagai saklar. Ketika transistor tidak aktif, arus tidak mengalir dan hambatan pada lilitan/koil relay bernilai 0, sehingga tegangan relay tidak aktif sehingga menyebabkan tegangan 120V tidak dapat mengalir ke lampu kondisi inilah yang mengakibatkan lampu mati.



Gambar 8. Simulasi Rangkaian LDR saat tidak terkena cahaya

Pada gambar 8 lampu menyala karena pada kondisi gelap LDR tidak terkena cahaya sehingga resistansi LDR besar. Hal ini terjadi karena LDR bekerja berdasarkan intensitas cahaya. Berdasarkan pengukuran pada gambar di atas resistansi LDR sebesar $650k\Omega$ dan resistansi trimpot sebesar $32,5k\Omega$. Ketika tidak terkena cahaya resistansi LDR nilainya menjadi lebih besar dari resistansi trimpot. Berdasarkan teorema Thevenin, ketika tegangan LDR lebih besar maka transistor aktif. Transistor berperan sebagai saklar. Ketika transistor aktif, arus mengalir, sehingga tegangan relay aktif sehingga menyebabkan tegangan 120V dapat mengalir ke lampu kondisi inilah yang mengakibatkan lampu menyala.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi dan analisis, lampu taman akan otomatis menyala dan mati tergantung pada intensitas cahaya yang mengenai sensor LDR. Dapat diketahui bahwa rangkaian lampu taman akan menyala apabila sensor LDR terkena cahaya sehingga resistansi pada sensor mengecil. Hal tersebut menyebabkan arus listrik yang mengalir menjadi besar. Sedangkan rangkaian lampu taman akan mati apabila sensor LDR tidak terkena cahaya sehingga resistansi pada sensor membesar. Hal tersebut menyebabkan aliran arus listrik terhambat. Selain itu, keadaan transistor dan relay dipengaruhi oleh resistansi kedua komponen, yaitu LDR dan trimpot yang merupakan pembagi tegangan pada rangkaian.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Syiful Fuada, S.Pd., M.T., atas supervisi dalam penyelesaian artikel ini. Kemudian terima kasih kami sampaikan kepada Program Studi S1 Sistem Telekomunikasi Universitas Pendidikan Indonesia Kampus Purwakarta atas dukungan finansial melalui RKAT Prodi.

6. REFERENSI

- [1] D. Mercer and A. Miclaus, "ADALM2000 Activity: Op Amp as Comparator," p. 8.
- [2] R. Isas, "ANALISIS KARAKTERISASI OP-AMP MENGGUNAKAN VIRTUAL INSTRUMENT," *EPIC J. Electr. Power Instrum. Control*, vol. 1, no. 2, Jul. 2018, doi: 10.32493/epic.v1i2.1483.
- [3] V. F. Ridho, "ANALISIS PENGARUH SENSOR LDR TERHADAP KENDALI LAMPU (STUDI KASUS RANCANGAN LAMPU OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLLER)," p. 3.
- [4] I. Y. Basri and D. Irfan, "KOMPONEN ELEKTRONIKA," p. 90.
- [5] A. B. Dermawan and E. Apriaskar, "LAMPU PENERANGAN JALAN OTOMATIS BERDASARKAN INTENSITAS CAHAYA DAN KEBERADAAN KABUT ATAU ASAP," vol. 9, no. 1, p. 8, 2020.
- [6] N. Nurhayati and B. Maisura, "Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Nyala Lampu dengan Menggunakan Sensor Cahaya Light Dependent Resistor," *CIRCUIT J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 2, p. 103, Sep. 2021, doi: 10.22373/crc.v5i2.9719.
- [7] S. Supatmi, "PENGARUH SENSOR LDR TERHADAP PENGONTROLAN LAMPU," no. 2, p.
- [8] N. Kasan, "RANCANG BANGUN MODUL KONTROL LAMPU PENERANGAN," p. 7, 2015.
- [9] A. K. Tsauqi *et al.*, "SAKLAR OTOMATIS BERBASIS LIGHT DEPENDENT RESISTOR (LDR) PADA MIKROKONTROLER ARDUINO UNO," in *PROSIDING SEMINAR NASIONAL FISIKA (E-JOURNAL) SNF2016 UNJ*, 2016, pp. SNF2016-CIP-19-SNF2016-CIP-24. doi: 10.21009/0305020105.
- [10] S. Fuada and A. Rosyada, *Elektronika Dasar untuk Mahasiswa Sistem Telekomunikasi: Pendekatan Praktikum Virtual*. Royyan Press, 2020.
- [11] Y. Chen, M. Zhang and X. Shen, "Application of Voltage Comparator and its Multisim Simulation," 2021 IEEE International Conference on Power, Intelligent Computing and Systems (ICPICS), 2021, pp. 28-30, doi: 10.1109/ICPICS52425.2021.9524134.
- [12] G. M. Salim, H. Ismail, N. Debnath and A. Nadya, "Optimal light power consumption using LDR sensor," 2015 IEEE International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors (IRIS), 2015, pp. 144-148, doi: 10.1109/IRIS.2015.7451601.
- [13] L. Ranjitha, K. S. A. Kumar, H. L. Kavitha, K. R. Harshitha and C. Manisha, "Development of Smart Street Light System and Density based Traffic System using Internet of Things," 2020 International Conference on Recent Trends on Electronics, Information, Communication & Technology (RTEICT), 2020, pp. 247-251, doi: 10.1109/RTEICT49044.2020.9315613.
- [14] S. Arslan, O. Dagdeviren and G. Kardas, "An IoT LDR Bulb Application with Android Things Operating System for Smart Cities," 2019 Innovations in Intelligent Systems and Applications Conference (ASYU), 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/ASYU48272.2019.8946400.
- [15] S. C. Suseendran, K. B. Nanda, J. Andrew and M. S. Bennet Praba, "Smart Street lighting System," 2018 3rd International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES), 2018, pp. 630-633, doi: 10.1109/CESYS.2018.8723949.