

PERANCANGAN SISTEM PENERANGAN SECARA OTOMATIS MENGGUNAKAN *LIGHT DEPENDENT RESISTOR (LDR)*

Emmy Sapriana¹⁾, Anton Viantika²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan
Jl. Pahlawan No.99, Bukit Tempayan, Kec. Batu Aji, Kota Batam, Kepulauan Riau 29425
Email : emmy.sapriana@gmail.com, anton@ft.unrika.ac.id

ABSTRAK

Penerangan merupakan kebutuhan pokok di rumah dan perkantoran, namun sering kali lampu harus terus menyala, terutama di ruangan minim cahaya alami, seperti pada rumah deret di perkotaan. Hal ini menyebabkan peningkatan konsumsi listrik yang tidak efisien, terutama saat cuaca buruk. Salah satu solusi hemat energi yang diusulkan adalah dengan memanfaatkan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) yang mendeteksi tingkat cahaya di ruangan. LDR secara otomatis mengontrol lampu, memadamkannya saat cahaya alami mencukupi dan menyalakannya saat cahaya berkurang. Sistem ini dirancang menggunakan IC LM3914 sebagai pengatur penerangan dan transistor sebagai *driver LED (Light Emitting Diode)* untuk mengoptimalkan penggunaan lampu. Proses pembuatan melibatkan tahapan studi literatur, perancangan blok diagram, perakitan komponen, hingga pengetesan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LDR berfungsi dengan baik dalam mendeteksi cahaya, dan sistem secara keseluruhan bekerja sesuai harapan, dengan variasi tegangan yang diterima LDR mempengaruhi jumlah lampu yang menyala. Namun, penelitian ini masih membutuhkan pengembangan lebih lanjut, termasuk penambahan pengontrol aktivitas di dalam ruangan dan penggunaan remote control untuk fleksibilitas mode. Implementasi sistem ini diharapkan dapat mengurangi konsumsi listrik secara signifikan, membantu menghemat biaya energi, dan mendukung upaya konservasi energi.

Kata kunci: Penerangan Otomatis, Sensor LDR, Lampu LED.

ABSTRACT

Lighting is a basic necessity in homes and offices, but lamps often need to stay on, especially in rooms with limited natural light, such as in urban terraced houses. This leads to an increase in inefficient electricity consumption, particularly during bad weather. One proposed energy-saving solution is utilizing an LDR (Light Dependent Resistor) sensor, which detects the level of light in a room. The LDR automatically controls the lamps, turning them off when natural light is sufficient and on when the light decreases. This system is designed using the IC LM3914 as a light controller and a transistor as an LED (Light Emitting Diode) driver to optimize lamp usage. The development process involves literature review, block diagram design, component assembly, and testing. Research results show that the LDR functions well in detecting light, and the system overall works as expected, with voltage variations detected by the LDR influencing the number of lights that turn on. However, further development is needed, including the addition of motion control within the room and remote control use for mode flexibility. The implementation of this system is expected to significantly reduce electricity consumption, help save energy costs, and support energy conservation efforts.

Keywords: Automatic Lighting, LDR Sensor, LED Lamp.

1. PENDAHULUAN

Penerangan merupakan salah satu kebutuhan pokok di rumah dan gedung perkantoran. Dengan adanya penerangan, berbagai aktivitas dapat dilakukan dengan baik. Setiap hari, baik siang maupun malam, lampu sering kali dinyalakan sebagai alat penerangan di ruangan tempat beraktivitas.

Perumahan di daerah perkotaan umumnya dibangun berdampingan dengan jarak antar rumah yang hanya dipisahkan oleh dinding tembok (model rumah deret). Akibatnya, beberapa ruangan di dalam rumah mendapatkan sedikit atau bahkan tidak ada cahaya dari luar. Kondisi ini sering menyebabkan lampu di ruangan tersebut harus terus menyala sepanjang waktu. Cuaca yang tidak menentu juga menjadi faktor yang memperburuk kondisi ini, sehingga konsumsi listrik meningkat karena lampu terus menyala untuk menerangi ruangan.

Konsumsi listrik yang berlebihan tidak menguntungkan bagi konsumen maupun produsen listrik (PLN). Di banyak rumah, lampu sering kali dibiarkan menyala meskipun tidak diperlukan, terutama di ruangan yang minim pencahayaan alami. Hal ini menyebabkan peningkatan penggunaan listrik yang tidak perlu dan meningkatkan biaya energi. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan langkah-langkah efisien dalam menghemat listrik tanpa mengurangi kebutuhan penerangan.

Salah satu solusi untuk menghemat listrik adalah melalui otomatisasi penyalaan lampu dengan memanfaatkan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*). LDR berfungsi mendeteksi tingkat pencahayaan di suatu ruangan. Ketika cahaya alami mencukupi, LDR akan memastikan lampu tetap padam. Sebaliknya, ketika pencahayaan berkurang, LDR secara otomatis akan mengaktifkan lampu. Dengan demikian, penggunaan lampu menjadi lebih efisien dan tidak bergantung sepenuhnya pada kesadaran manusia untuk menyalakan atau mematikan lampu.

Teknologi ini memungkinkan sistem penerangan lebih cerdas, hanya menggunakan lampu ketika benar-benar diperlukan. Dengan memanfaatkan LDR, konsumsi energi dapat dikurangi secara signifikan, membantu

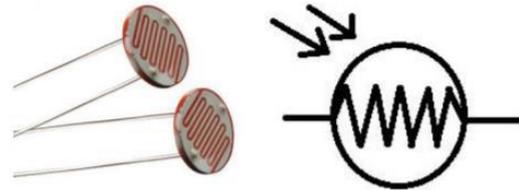
menghemat biaya listrik sekaligus mendukung upaya konservasi energi.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*)

Light Dependent Resistor (LDR) adalah jenis *resistor* yang nilainya berubah seiring intensitas cahaya yang diterima oleh komponen tersebut. Biasa digunakan sebagai detektor cahaya atau pengukur besaran konversi cahaya.

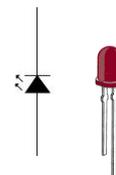
LDR dibuat dari cadmium sulfida yaitu bahan semikonduktor yang resistansinya berubah menurut besarnya cahaya yang jatuh padanya. Resistansi LDR sekitar 10 mega ohm ditempat gelap dan ditempat terang resistansinya turun menjadi 15K ohm (Malvino, 1999).



Gambar 2.1 *Light Dependent Resistor* (LDR)

2.2. *Light Emitting Diode* (LED)

Light Emitting Diode (LED) adalah semikonduktor yang memancarkan cahaya ketika arus listrik melewatinya. LED menjadi pilihan populer untuk berbagai aplikasi penerangan karena efisiensinya yang tinggi, umur panjang, dan ukurannya yang kecil. Tidak seperti lampu pijar, yang menghasilkan cahaya melalui pemanasan filamen, LED bekerja dengan menggerakkan elektron melalui bahan semikonduktor, yang menghasilkan emisi foton (cahaya). Keunggulan lain dari LED adalah konsumsi energinya yang jauh lebih rendah dibandingkan lampu konvensional, sehingga LED menjadi pilihan utama dalam teknologi hemat energi. (Boylestad. R. L., & Nashelsky. L, 2012).



Gambar 2.2 Lampu LED

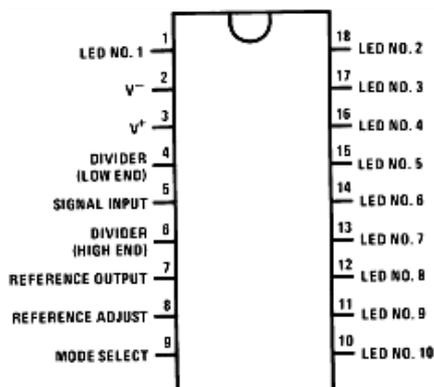
LED telah menggantikan lampu-lampu pijar dalam beberapa pemakaian karena

tegangannya yang rendah, umurnya yang panjang dan saklar mati-hidupnya yang cepat. LED terbuat dari unsur-unsur seperti galium, arsen dan fosfor. Kecemerlangan LED tergantung dari arusnya. Idealnya, cara terbaik untuk mengendalikan kecemerlangan adalah dengan menjalankan LED dengan sumber arus. Cara lain yang terbaik setelah sumber arus adalah tegangan catu yang besar dan tahanan seri yang besar.

Saat ini LED sudah ada dalam berbagai macam bentuk, salah satunya adalah LED tipe Surface Mount LED (SMD). LED dengan tipe SMD ini memancarkan sinar yang lebih terang daripada LED biasa sehingga baik untuk aplikasi pencahayaan.

2.3. Integrated Circuit LM3914

IC LM3914 adalah rangkaian terpadu yang digunakan untuk menggerakkan tampilan LED, LCD, atau VFD, yang memperlihatkan level tegangan analog dalam bentuk tampilan linier. IC ini secara otomatis membagi input tegangan ke dalam sepuluh bagian yang sama dan mengaktifkan satu dari sepuluh output untuk menggerakkan LED atau tampilan lainnya sesuai dengan level tegangan. LM3914 sangat berguna dalam aplikasi yang memerlukan pengukuran tegangan yang diubah menjadi representasi visual, seperti pada voltmeter, pengukur bahan bakar, atau indikator level baterai. Salah satu keunggulan utama IC ini adalah kemampuannya untuk bekerja tanpa memerlukan mikrokontroler atau rangkaian pemrosesan digital lainnya. (Franco. S, 2002).



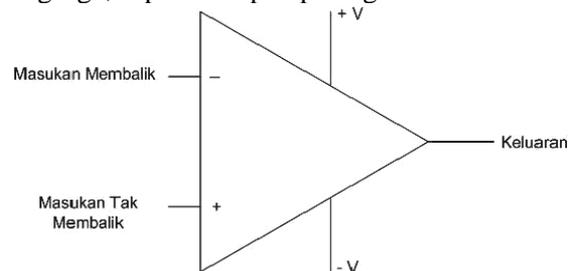
Gambar 2.3 Konfigurasi Pin IC LM3914

Gambaran umum tentang kerja dari IC tersebut yaitu kaki masukan mempunyai impedansi tinggi dan beroperasi pada tegangan

12V dari ground, dan mempunyai proteksi dari tegangan negatif (V^-) dan kelebihan tegangan (*over voltage*). Sinyal tersebut kemudian diterapkan pada serangkaian 10 pembanding yang masing-masing tingkat perbandingan dibedakan dengan resistor. 10 keluaran IC tersebut berkemampuan untuk menyalakan LED dengan kisaran arus 10mA. (DS IC LM3914, Texas Instrument Corporation, 2012).

2.4. Op-Amp

IC Op-Amp adalah piranti solid-state yang mampu mengindera dan memperkuat sinyal masukan baik DC maupun AC. Op-amp yang khas terdiri atas tiga rangkaian dasar, yakni penguat diferensial impedansi masukan tinggi, penguat tegangan penguatan tinggi, dan penguat keluaran impedansi rendah. Perhatikan, lazimnya op-amp memerlukan catu positif dan catu negatif, karena catunya demikian, tegangan keluarannya dapat berayun positif atau negatif terhadap bumi. Simbol Op-Amp standar dinyatakan dengan sebuah segitiga, seperti tampak pada gambar berikut:



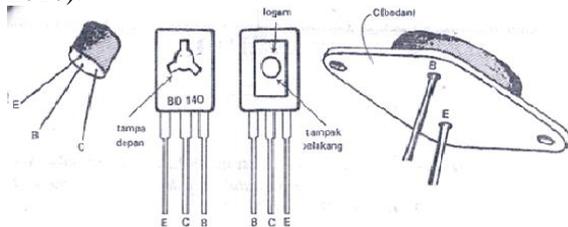
Gambar 2.4 Konfigurasi Pin IC LM3914

Op-Amp pada dasarnya terdiri atas tiga tahapan: penguat diferensial impedansi masukan tinggi, penguat tegangan berpenguatan tinggi dengan penggeser level (sehingga keluaran dapat berayun positif atau negatif), dan penguat keluaran impedansi rendah.

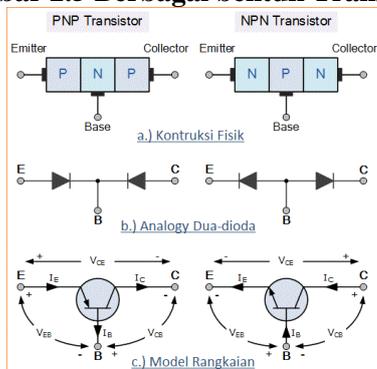
Salah satu fungsi Op-Amp yang penting untuk diingat adalah hubungan polaritas masukan terhadap keluaran. Tegasnya, dikatakan bahwa bila masukan membalik lebih positif dibandingkan dengan masukan tak membalik, maka keluaran akan negatif. Demikian pula, jika masukan membalik lebih negatif dibandingkan dengan masukan tak membalik, maka keluaran akan positif. (Fredrick W. Hughes, 1994).

2.5. Transistor.

Transistor adalah komponen semikonduktor yang digunakan untuk memperkuat atau mengalihkan sinyal listrik. Transistor terdiri dari tiga lapisan bahan semikonduktor dengan konfigurasi NPN atau PNP, dan memiliki tiga terminal utama, yaitu emitor, basis, dan kolektor. Prinsip kerja transistor adalah mengendalikan arus besar antara kolektor dan emitor dengan mengatur arus kecil yang masuk melalui basis. Transistor banyak digunakan dalam rangkaian elektronika modern, seperti penguat sinyal, saklar elektronik, dan rangkaian digital. Perkembangan teknologi transistor menjadi salah satu fondasi penting dalam revolusi elektronika dan mikroprosesor. (Sumarno, D, 2010).



Gambar 2.5 Berbagai bentuk Transistor.



Gambar 2.6 Konfigurasi Transistor.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk dapat membuat alat sistem penerangan secara otomatis menggunakan LDR ini digunakan metode rancang bangun, alat ini selanjutnya akan dijadikan sebagai object dari penelitian. Secara urut metodenya adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur.
2. Membuat perancangan diagram blok dan rangkaian sistem.
3. Perakitan komponen pada *pcb* dan pembuatan miniatur ruangan sebagai tempat percobaan.
4. Pengetesan dan perbaikan sistem.
5. Pengambilan data dan analisa.

6. Membuat kesimpulan dari apa yang sudah diteliti.

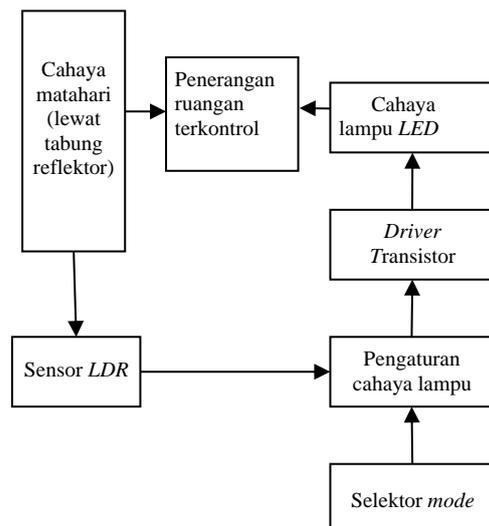
3.1. Studi Literatur.

Studi literatur yang dilakukan adalah untuk mencari dan mengumpulkan informasi cara mengatasi hal diatas dengan melakukan studi lewat buku-buku pustaka untuk mempelajari literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian yaitu mengenai teori, konsep (prinsip kerja) dan implementasi (praktek) serta teori lain yang ada kaitannya dengan penelitian, juga studi *online* melalui media *internet*, baik berupa *e-book*, forum, jurnal maupun artikel dari sebuah *web*.

Setelah mempelajari teori - teori yang didapatkan, selanjutnya teori - teori tersebut diolah untuk melakukan perancangan alat. Perancangan alat dimulai dengan membuat blok diagram lalu membuat rangkaian-rangkaian yang akan digunakan dalam penelitian, seperti membuat rangkaian sensor menggunakan *LDR*, membuat rangkaian pengatur lampu serta membuat rangkaian driver *LED*.

3.2. Diagram Blok Sistem.

Adapun diagram blok dan rangkaian-rangkaian sistem adalah sebagai berikut :



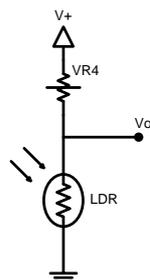
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

3.3. Perancangan Sistem.

3.3.1. Rangkaian Sensor Cahaya.

Rangkaian sensor cahaya yang digunakan pada pengendali penerangan yaitu

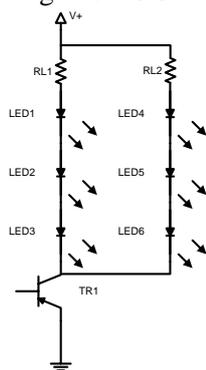
LDR, yang berfungsi untuk mendeteksi kuat penerangan di dalam ruangan. *LDR* akan diletakkan atau diarahkan pada sumber cahaya penerangan ruangan yang dalam hal ini adalah cahaya matahari yang dilewatkan melalui tabung reflektor. *LDR* dirangkai menggunakan prinsip pembagi tegangan, sehingga perubahan nilai resistansi pada *LDR* yang disebabkan oleh perubahan cahaya akan menghasilkan perubahan nilai tegangan yang selanjutnya digunakan sebagai nilai keluaran dari sensor.



Gambar 3.2 Rangkaian Sensor Cahaya

3.2.2. Rangkaian Driver Lampu LED.

Rangkaian *driver* diperlukan pada perancangan ini untuk membantu rangkaian pengatur menyalakan 6 buah *LED* pada setiap keluaran, karena keluaran dari rangkaian pengatur tidak mampu untuk menyalakan 6 buah *LED*. Rangkaian *driver* yang dipilih adalah yang menggunakan transistor. Transistor disini dipakai sebagai *switching* untuk mengontrol nyala atau matinya lampu *LED*. Konfigurasi rangkaian *driver* ini seperti ditunjukkan pada gambar 3.3.



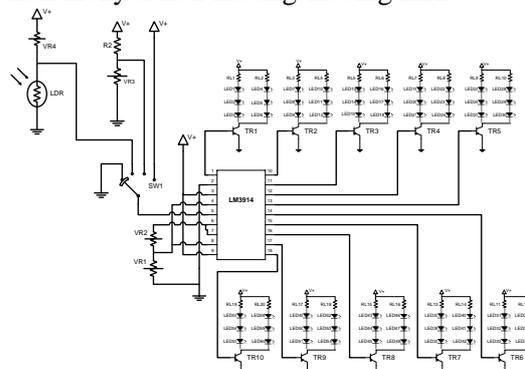
Gambar 3.3 Rangkaian Driver Lampu LED

Transistor yang digunakan adalah transistor jenis *PNP*, karena *output* dari *IC* LM3914 adalah aktif *low*.

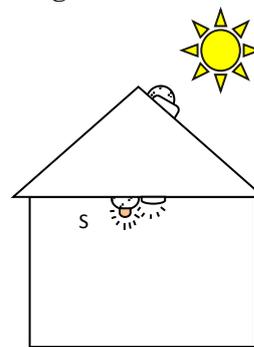
RL_1 dan RL_2 (*Resistor LED*) diperlukan sebagai pembatas arus lebih pada *LED*. Nilai RL_1 dan RL_2 pada rangkaian sebesar 150Ω .

3.2.3. Rangkaian Keseluruhan Sistem.

Sumber tegangan yang dipakai pada sistem adalah 12 volt dc, dicatu dari catu daya yang menghasilkan keluaran 12 volt dc. Rangkaian pengatur menggunakan *IC* LM3914, *IC* ini adalah *IC* yang mempunyai satu masukan sinyal tegangan dan mempunyai 10 keluaran komparator tegangan yang *linier*. Masukan sinyal tegangan telah *terintegrasi* dengan rangkaian *buffer* sehingga sinyal tegangan masukan akan stabil. Perubahan tegangan naik atau turun yang terjadi pada kaki masukan dari *IC* LM3914 akan menjadikan 10 keluaran komparator nyala dan mati secara berurutan. Adapun masukan dari *IC* LM3914 adalah *output* dari sensor *LDR*, dan keluarannya akan menyalakan masing-masing *LED*.



Gambar 3.4 Rangkaian Keseluruhan Sistem



Gambar 3.5 Miniatur Ruangan

3.3. Pengetesan, Pengambilan data dan Analisa.

Pengambilan data dimaksudkan untuk mendapatkan hasil dari perancangan alat. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah bagian - bagian alat yang telah dirancang bekerja sesuai dengan yang direncanakan. Adapun bagian yang akan diuji adalah sebagai berikut :

1. Efektivitas LDR dalam mensensor cahaya yang diterimanya dalam bentuk Tabel pengukuran nilai resistansi LDR terhadap intensitas penerangan.
2. Kemampuan IC LM3914 sebagai pengatur penerangan ruangan.

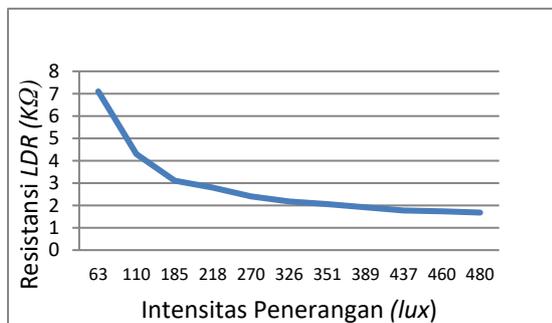
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.

4.1. Pengujian Sensor Cahaya LDR.

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian resistansi dari LDR terhadap intensitas penerangan. Pengujian dilakukan pada ruangan (50 x 50 x 50) cm dengan jarak luxmeter terhadap sumber cahaya adalah 50 cm, data yang didapat dari hasil pengujian adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil pengujian nilai resistansi LDR terhadap intensitas penerangan

No.	Resistansi LDR (K Ω)	Pembacaan luxmeter (Intensitas penerangan) (lux)
1.	7,1	63
2.	4,3	110
3.	3,1	185
4.	2,8	218
5.	2,4	270
6.	2,18	326
7.	2,06	351
8.	1,92	389
9.	1,77	437
10.	1,74	460
11.	1,68	480



Gambar 4.1 Grafik resistansi sensor LDR dengan intensitas penerangan

Dari hasil pengujian terlihat bahwa semakin besar nilai resistansi LDR semakin kecil nilai intensitas penerangan (kuat penerangan), dan semakin kecil nilai resistansi LDR semakin besar nilai intensitas penerangannya.

4.2. Pengujian Input dan Output IC LM3914

Pengujian dilakukan pada nilai masukan (*input*) IC LM3914. Masukan IC LM3914 adalah keluaran dari rangkaian sensor LDR, variasi nilai resistansi yang dihasilkan oleh sensor LDR menyebabkan variasi pada tegangan yang dihasilkan, yang nantinya akan menjadi *input* bagi IC LM3914 pada *pin* 5. Tegangan minimal (V_{min}) IC LM3914 adalah sebesar : 0,62 volt, dengan perhitungan sebagai berikut :

$$V_s = 12 \text{ v}$$

$$R_{LDR} = 0,57 \text{ K}\Omega$$

(didapat dari pengukuran kuat penerangan ruangan saat 300 lux)

Jadi :

$$V_{min} = \frac{R_{LDR}}{R_{LDR} + R_4} \times V_s$$

$$V_{min} = \frac{0,57}{10,52 + 0,57} \times 12$$

$$V_{min} = 0,62 \text{ volt}$$

Untuk tegangan maksimal sebesar :

$R_{LDR} = 2,55 \text{ K}\Omega$ (di dapat dari pengukuran kuat penerangan saat 10 lux).

Jadi V_{max} adalah sebesar :

$$V_{max} = \frac{R_{LDR}}{R_{LDR} + R_4} \times V_s$$

$$V_{max} = \frac{2,55}{10,52 + 2,55} \times 12$$

$$V_{max} = 2,34 \text{ volt}$$

Selisih dari V_{max} dan V_{min} dibagi dengan 10 keluaran akan menjadi *range* berapa banyak *output* dari IC LM3914 yang menyala.

Tabel 4.2 Range tegangan dan banyak output yang menyala pada IC LM3914.

No	Range Tegangan	Banyak output yang menyala
1	0,620 - 0,792	1 output menyala
2	0,792 - 0,964	2 output menyala
3	0,964 - 1,136	3 output menyala
4	1,136 - 1,308	4 output menyala
5	1,308 - 1,480	5 output menyala
6	1,480 - 1,652	6 output menyala

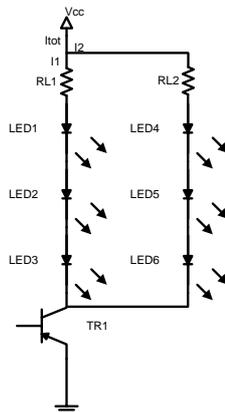
7	1,652 - 1,824	7 output menyala
8	1,824 - 1,996	8 output menyala
9	1,996 - 2,168	9 output menyala
10	2,168 - 2,340	10 output menyala

Variasi nilai tegangan *input* yang didapat dari keluaran *LDR* akan diolah oleh *IC LM3914* menjadi nilai keluaran melalui 10 kaki keluaran yang akan menyalakan lampu *LED*, jika tegangan *input* bernilai kecil maka dari sepuluh keluaran hanya akan menyala 1 *ouput*, dan jika tegangan *input* bernilai besar maka akan menyalakan kesepuluh *output IC LM3914*.

4.3. Pengujian Rangkaian LED

Untuk mendapatkan nyala yang terang pada *LED* maka dibutuhkan arus yang sesuai. Semakin besar nilai arus kemudi *LED* maka nyalanya semakin terang. Untuk itu dipasangkanlah rangkaian *driver* pada *LED*, karena arus *output* yang dihasilkan oleh *IC LM3914* berkisar antara 2mA sampai 30mA (berdasarkan spesifikasi dari *datasheet IC LM3914*), sedangkan arus yang dibutuhkan oleh *LED* adalah 40 mA.

Pada satu kaki keluaran *IC LM3914* dipasangkan 6 buah *LED*, maka perhitungan arus yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :



Gambar 4.2 Rangkaian Lampu LED

Arus pada percabangan pertama (I_1) :

$$V_s = V_{CC} = 12 \text{ V}$$

$$V_{LED} = 3 \text{ V}$$

$$R_{LED} = 150 \Omega$$

maka I_1 didapatkan sebagai berikut :

$$I_1 = \frac{V_s - V_{led}}{R_{LED}}$$

$$I_1 = \frac{12 - (3 \times 3V)}{150}$$

$$I_1 = 20\text{mA}$$

Arus pada percabangan kedua (I_2) :

$$I_2 = \frac{V_s - V_{led}}{R_{LED}}$$

$$I_2 = \frac{12 - (3 \times 3V)}{150}$$

$$I_2 = 20\text{mA}$$

Jadi arus total yang dibutuhkan adalah :

$$I_{total} = I_1 + I_2 = 40 \text{ mA}$$

(arus yang dibutuhkan *LED*).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada perancangan sistem, maka dapat disimpulkan sebagai bahwa sistem penerangan dirancang yang dibangun sudah dapat bekerja sebagaimana yang diharapkan pada perancangan. *LDR* sebagai sensor telah bekerja dengan baik.

Variasi nilai tahanan yang dihasilkan *LDR* menjadi variasi tegangan pada *IC LM3914*, Semakin kecil nilai tegangan yang diterima, semakin sedikit output yang menyala dan semakin besar nilai tegangan yang diterima semakin banyak output yang menyala pada *IC LM3914* sebagai pengatur penerangan.

5.2. Saran

Hasil penelitian ini masih perlu dilanjutkan untuk penambahan penggunaan dengan pengontrolan ada tidaknya aktivitas di dalam ruangan dan penambahan pengendali jarak jauh seperti *remote control* sebagai pilihan *mode*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Anonim, *Datasheet LM3914* Texas Instruments, <https://www.ti.com>, Accessed on Jul 2024.
- [2]. Anonim, 2013. *Datasheet LED Way Jun Technology*, <http://www.wayjun.com>, Accessed on Jul 2024.
- [3]. Boylestad, R. L., & Nashelsky, L. 2012, *Electronic Devices and Circuit Theory*, 11th Edition. Pearson Education, London.
- [4]. Franco, S. 2002, *Design with Operational Amplifiers and Analog*



- Integrated Circuits, 3rd Edition.
McGraw-Hill, New York.
- [5]. Hughes, Fredrick W., 1994. *Panduan OP-AMP*, PT. Elex Media Komputindo Gramedia. Jakarta.
- [6]. Malvino, 1999, Prinsip-Prinsip Elektronik, Erlangga, Jakarta.
- [7]. Sumarna, D. 2010, *Elektronika Dasar dan Aplikasinya*. Andi Publisher, Yogyakarta.