

SIMULASI SISTEM KENDALI LAMPU OTOMATIS

ABSTRAK

Simulasi sistem kendali lampu otomatis, metode penggambaran suatu sistem dalam merancang rangkaian kendali lampu otomatis, digunakan untuk meminimalisasi kesalahan dalam merancang suatu rangkaian. Sistem kendali lampu otomatis dengan simulasi rangkaian Multisim ini digunakan untuk menghidupkan dan mematikan lampu secara otomatis sehingga lampu menyala dan mati secara otomatis pada siang dan malam hari tergantung dari intensitas cahaya. Lampu otomatis yang sering dijumpai adalah lampu taman, lampu jalan dan lampu-lampu di area umum. Lampu otomatis ini menggunakan sensor cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) yang dapat berubah hambatannya berdasarkan cahaya yang mengenainya. Prinsip kerjanya dengan membandingkan nilai resistansi antara LDR dan trimpot. Ketika resistansi LDR lebih besar dari resistansi trimpot maka transistor akan aktif, output dari transistor tersebut akan mempengaruhi keadaan relay. Ketika transistor aktif, relay juga akan aktif sehingga mengalirkan arus AC (*Alternating Current*) yang bersumber dari PLN sehingga lampu akan menyala.

Kata Kunci: Lampu Otomatis, LDR, Resistansi, Intensitas Cahaya

Alona¹
Muhammad Subhan A²

Teknik Elektro Universitas Gunadarma
¹alona@staff.gunadarma.ac.id
²start_light99@yahoo.co.id

PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman, efektifitas dan efisiensi sangat diutamakan di berbagai bidang. Manusia didorong untuk berkreasi dan berinovasi dalam bidang teknologi untuk menciptakan alat yang lebih efektif dan efisien. Setiap inovasi diciptakan untuk memberikan manfaat positif bagi kehidupan manusia, memberikan kemudahan, serta sebagai cara dalam membantu melakukan aktivitas manusia dan efisien dalam penggunaannya.

Rangkaian Lampu otomatis bisa menghidupkan dan mematikan lampu secara otomatis karena rangkaian dikontrol dengan sensor cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*). Lampu ini bekerja berdasarkan intensitas cahaya yang diterima sensor LDR. Pada saat sensor terkena cahaya maka lampu akan mati, dan ketika sensor tidak terkena cahaya, lampu menyala. Di dalam rangkaian lampu otomatis terdapat transistor yang berperan sebagai saklar otomatis. Simulasi perancangan tidak hanya menggunakan transistor. Rangkaian lampu otomatis ini juga menggunakan saklar arus AC yang bekerja di luar kemampuan transistor, sehingga lampu dapat dinyalakan dengan sumber tegangan dari PLN.

Sebelum merangkai alat dilakukan simulasi untuk menghindari kesalahan dalam memilih komponen. Simulasi sistem kendali menggunakan Multisim, sebuah *software* aplikasi yang berfungsi untuk menggambar dan mensimulasikan perilaku rangkaian elektronika, baik analog maupun digital, yang dibuat berdasarkan perhitungan.

Lampu otomatis ini dikontrol dengan sensor LDR yang dapat membedakan siang dan malam, dan mengalami perubahan resistansinya apabila mengalami perubahan penerimaan cahaya. Besarnya nilai hambatan pada sensor LDR tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima. LDR sering disebut dengan fotoresistor, yaitu alat atau sensor berupa resistor yang peka terhadap cahaya. Prinsip kerja LDR adalah jika ada cahaya mengenai bahan

semikonduktor pada LDR maka cahaya akan memberikan energi pada semikonduktor yang akan diserap oleh ikatan elektron.

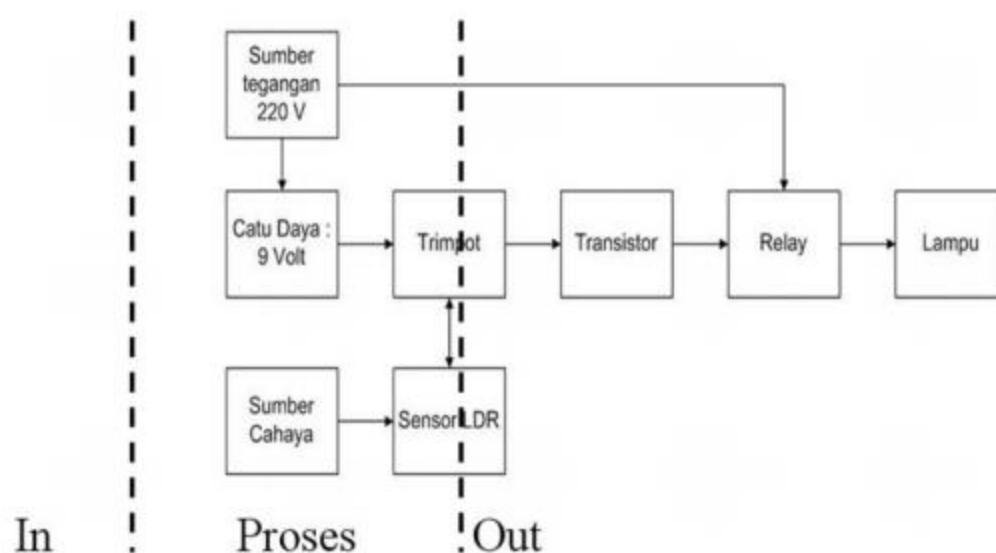
Energi ini memutuskan ikatan antara atom-atom sehingga elektron terlepas dari ikatan dan bebas bergerak dalam LDR sehingga sejumlah arus besar mengalir dalam semikonduktor. Resistansi LDR akan berkurang dengan bertambahnya intensitas cahaya. LDR dibuat dari bahan semikonduktor beresistansi tinggi. Di dalam rangkaian lampu otomatis terdapat transistor yang berperan sebagai saklar. Selain menggunakan transistor, lampu otomatis ini juga menggunakan saklar arus AC (*Alternating Current*) yang bekerja di luar kemampuan transistor, sehingga dibutuhkan sebuah relay.

Blok diagram di Gambar 1 memperlihatkan perancangan lampu otomatis. Setiap blok saling berhubungan agar lampu dapat bekerja secara otomatis. Blok diagram dibagi menjadi 3 bagian yaitu bagian input, proses dan output.

menjadi DC (*Direct Current*). Catu daya yang digunakan menghasilkan tegangan keluaran sebesar 9 V untuk mengaktifkan rangkaian lampu otomatis.

Pada bagian *input* terdapat sumber cahaya dengan LDR (*Light Dependent Resistor*) sebagai sensor atau media penerima cahaya yang bekerja berdasarkan cahaya. Sebagai resistor variable, resistansi LDR dapat berubah berdasarkan intensitas cahaya; semakin besar intensitas cahaya yang diterima, resistansinya semakin kecil. Pada bagian *input* terdapat trimpot yaitu resistor variable. Resistansinya berubah jika diputar pada bagian *body* dengan obeng. Trimpot digunakan untuk mengatur sensitivitas cahaya yang diterima LDR; semakin besar resistansi trimpot, semakin kecil intensitas cahaya yang dibutuhkan untuk mengaktifkan transistor.

Pada bagian proses terdapat transistor yang membutuhkan masukan dari trimpot dan LDR yang dihubungkan secara paralel dengan transistor yang



Gambar 1. Blok diagram perancangan lampu otomatis

Seperti terlihat di gambar 1, pada bagian *input* terdapat sumber tegangan 220 V yang bersumber dari PLN, yang dihubungkan ke relay yang digunakan sebagai saklar untuk menghidupkan lampu. Sumber tegangan 220 V kemudian dihubungkan ke catu daya untuk mengubah arus AC (*Alternating Current*)

dapat difungsikan sebagai saklar. Pada saat sensor LDR tidak terkena cahaya, resistansi LDR akan besar. Ketika resistansi LDR lebih besar dari resistansi trimpot, transistor akan aktif. Pada bagian proses terdapat relay yang merupakan saklar arus AC yang dapat dikontrol oleh transistor. Pada saat transistor aktif, koil

pada relay mendapat energi listrik, kemudian *armature* yang berpegas dapat bergerak ke arah *contact* NO, sehingga relay dapat mengalirkan arus AC dari PLN ke arah *contact* NO.

Bagian *output* hanya terdiri dari lampu yang mempunyai 2 kondisi yaitu mati atau nyala. Jika transistor aktif, relay akan aktif. Relay digunakan sebagai saklar arus AC yang bekerja di luar kemampuan transistor. Ketika relay aktif, sumber tegangan 220 V terhubung ke lampu sehingga lampu menyala. Sebaliknya ketika relay tidak aktif, lampu tidak terhubung ke sumber tegangan 220 V sehingga tidak menyala. Rangkaian lampu otomatis terdiri dari 3 blok yaitu input, proses, dan output.

Input

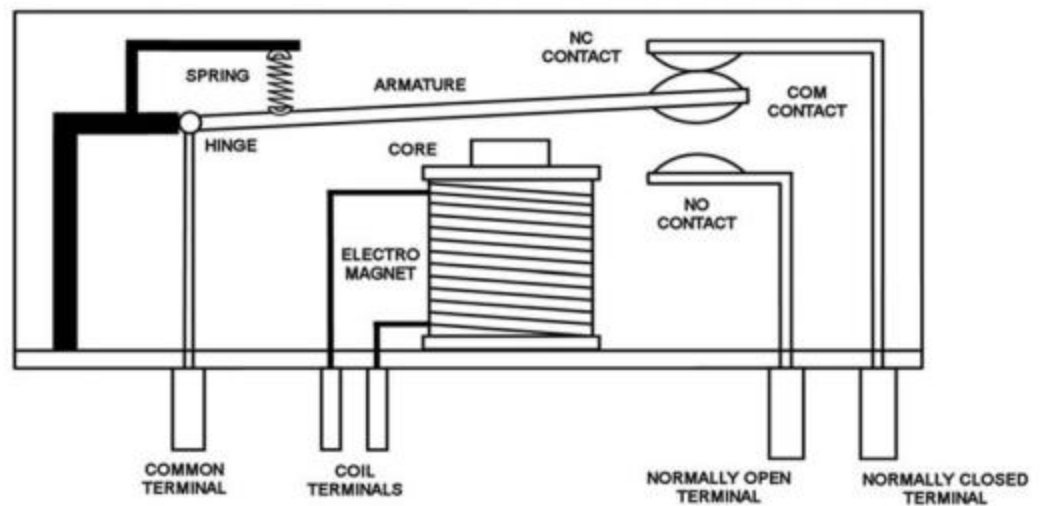
Dalam perancangan, suatu alat membutuhkan input agar rangkaian tersebut aktif dan berfungsi. Inputan pada rangkaian ini adalah sumber tegangan AC 220 yang bersumber dari PLN yang dihubungkan ke relay. Sumber tegangan ini disearahkan melalui catu daya sehingga menghasilkan tegangan output DC 9 Volt sebagai input tegangan pada rangkaian. Karena bekerja berdasarkan cahaya, rangkaian ini menggunakan LDR (*Light Dependent Resistor*) sebagai sensor cahaya.

Bagian ini terdiri dari 2 bagian, yaitu sumber input dan media input. Sumber input adalah cahaya, sedangkan media input adalah LDR. Prinsip kerja LDR adalah mengubah energi dari *foton* menjadi elektron. Satu *foton* dapat membangkitkan satu elektron, yang nilai resistansinya dapat menurun bila ada penambahan intensitas cahaya yang mengenainya. Sebaliknya resistansinya dapat bertambah besar seiring penambahan intensitas cahaya. Pada bagian ini terdapat resistor variabel atau trimpot yang diparalel dengan LDR. Fungsi trimpot adalah sebagai pembagi tegangan dan pengatur sensitivitas intensitas cahaya yang diterima LDR. Semakin besar resistansi pada trimpot, semakin kecil intensitas cahaya yang dibutuhkan agar lampu menyala.

Proses

Selain input, terdapat pula proses agar suatu alat dapat menghasilkan output yang diinginkan. Bagian ini terdiri dari transistor dan relay, yaitu bagian yang memproses hasil dari blok input sebelum diteruskan ke blok output. Transistor pada lampu otomatis berfungsi sebagai saklar, dan dipasang paralel dengan LDR dan trimpot. Saat resistansi LDR lebih besar dari resistansi trimpot, transistor akan aktif; Sebaliknya jika resistansi LDR lebih kecil dari resistansi trimpot maka transistor tidak aktif.

Rangkaian lampu otomatis membutuhkan sebuah relay, yaitu saklar arus AC yang bekerja di luar kemampuan transistor seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagian Dalam Relay

Pada saat elektromagnet tidak diberi sumber tegangan atau saat transistor tidak aktif, tidak ada medan magnet yang menarik *armature*, sehingga saklar relay tetap terhubung ke terminal NC (*Normally Close*). Pada saat transistor aktif, koil mendapat tegangan yang sesuai sehingga timbul gaya electromagnet. Maka terdapat medan magnet yang menarik *armature*, sehingga saklar relay terhubung ke terminal NO (*Normally Open*)

Output

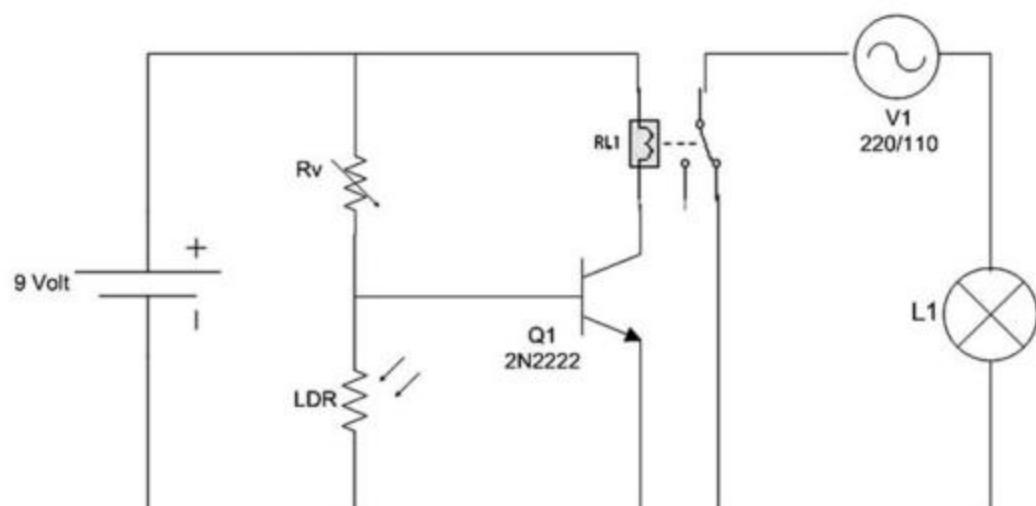
Selain itu pada suatu rangkaian terdapat output yang dapat diaplikasikan dan digunakan untuk suatu keperluan. Blok ini hanya terdiri dari lampu pijar sebagai output, yang mempunyai 2 kondisi yaitu mati atau nyala. Agar menyala lampu diberi tegangan dari sumber tegangan 220V, sehingga relay merupakan penghubung atau saklar antara sumber tegangan dan lampu. Seperti terlihat di Gambar 2, ketika relay aktif *armature* bergerak ke arah kontak NO, sehingga *common terminal* yang terhubung dengan sumber tegangan 220V akan terhubung ke kontak NO sehingga arus mengalir ke lampu sehingga lampu menyala. Jika relay tidak aktif *armature* tetap pada posisi NC (*Normally Close*). Akibatnya, arus tidak dapat mengalir sehingga lampu mati.

Rangkaian lampu otomatis dirancang agar lampu menyala secara otomatis di siang dan malam hari. Rangkaian menggunakan sensor cahaya sehingga dapat dikontrol berdasarkan kondisi gelap dan terang. Sensitivitas cahaya yang diterima sensor LDR dapat diatur dengan menggunakan obeng. Transistor berfungsi sebagai saklar arus DC (*Direct Current*).

Rangkaian ini membutuhkan relay sebagai saklar arus AC (*Alternating Current*) yang bekerja di luar kemampuan transistor dan lampu sebagai output. Gambar 3 memperlihatkan rangkaian lampu otomatis dengan sensor LDR.

Seperti terlihat di Gambar 3, rangkaian lampu otomatis bekerja berdasarkan cahaya yang jatuh ke sensor LDR. Prinsip kerja LDR adalah ketika LDR menerima cahaya, resistansi LDR berdasarkan pengukuran mendekati 580 Ohm. Ketika tidak menerima cahaya, resistansi LDR mendekati 3,8 MΩ. Cara kerja rangkaian adalah sebagai berikut: ketika sensor mengenai cahaya dalam intensitas tinggi, resistansi LDR akan lebih kecil dari resistansi trimpot. Jika resistor dipasang paralel maka ia akan menjadi pembagi tegangan. Berdasarkan hukum pembagi tegangan, kondisi ini mengakibatkan transistor dan relay tidak aktif, sehingga lampu mati.

Relay pada prinsipnya merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (*solenoid*) di dekatnya. Ketika *solenoid* dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet pada *solenoid* sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, dan tuas akan kembali ke posisi semula sehingga kontak saklar kembali terbuka. Relay biasanya digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan besar (misalnya peralatan listrik 4 Ampere AC 22V) dengan menggunakan arus/tegangan yang kecil (misalnya 0.1 Ampere 9 Volt DC). Relay yang paling sederhana ialah relay elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik.



Gambar 3. Rangkaian Lampu Otomatis

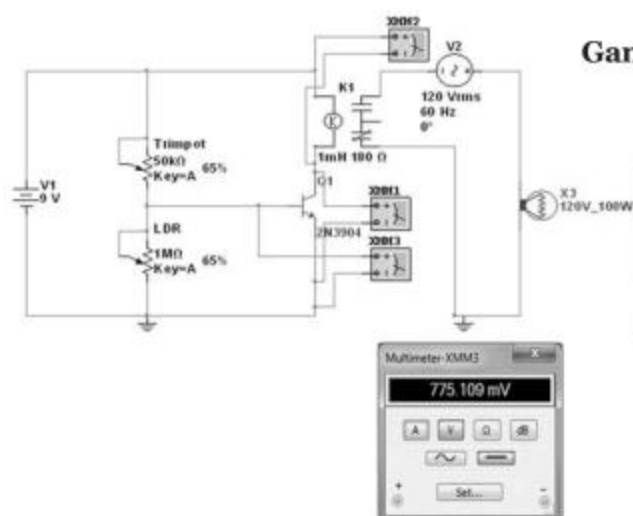
Pada saat sensor mengenai cahaya dalam intensitas rendah, resistansi LDR akan besar. Ketika resistansi LDR lebih besar dari resistansi trimpot, transistor dan relay akan aktif sehingga lampu menyala.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dirangkai, sebaiknya alat itu disimulasikan terlebih dahulu. Simulasi adalah langkah awal untuk merancang suatu rangkaian agar dapat meminimalisir kesalahan dalam memilih komponen yang sesuai. Berikut disajikan analisis simulasi rangkaian lampu otomatis menggunakan Multisim.

Analisa Simulasi Saat Sensor LDR Tidak Terkena Cahaya

Rangkaian lampu otomatis bekerja berdasarkan intensitas cahaya yang mengenai sensor LDR. Lampu menyala jika intensitas cahaya yang mengenai sensor LDR kecil. Semakin kecil intensitas cahaya yang terkena sensor LDR, semakin tinggi resistansinya. Gambar 4 memperlihatkan pengukuran simulasi dengan menggunakan Multisim saat sensor LDR tidak terkena cahaya.

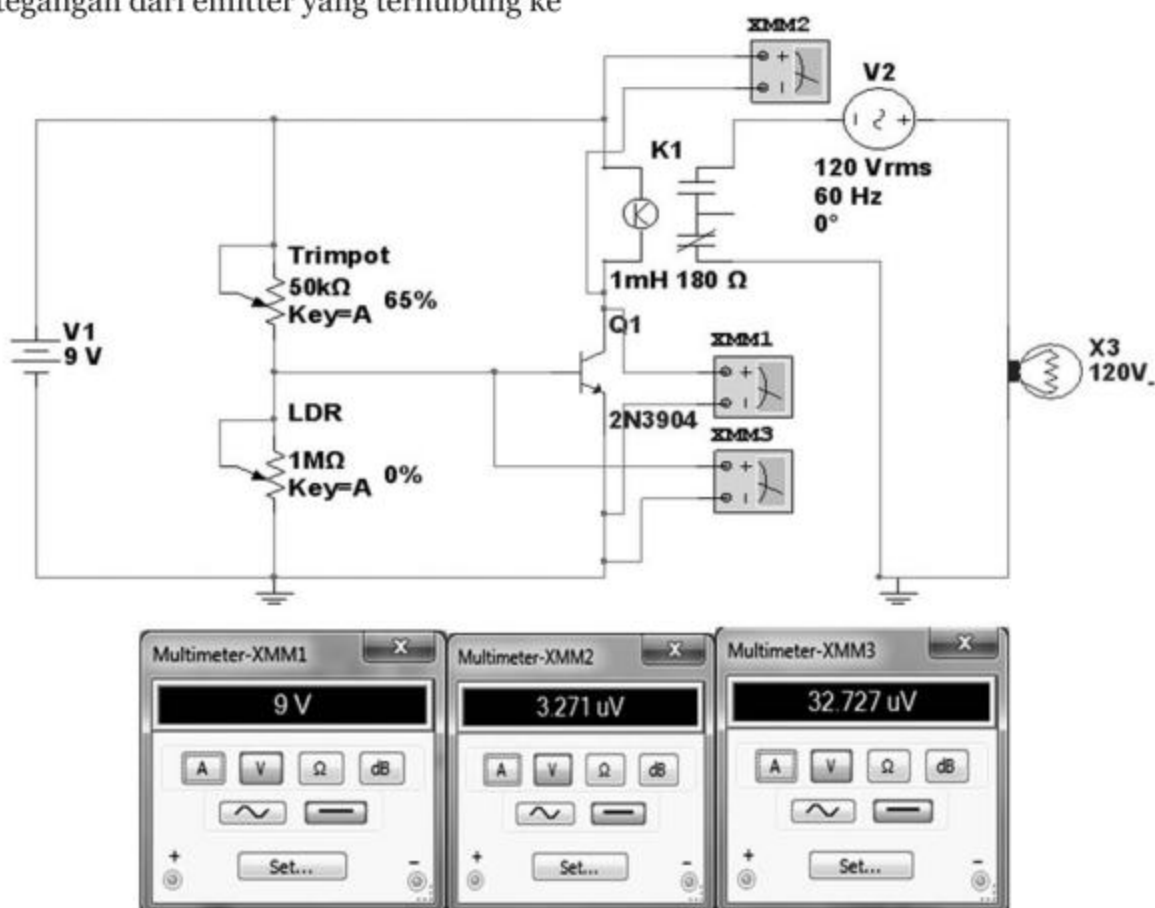


Gambar 4. Simulasi Pengukuran menggunakan Multisim saat LDR tidak terkena cahaya

Gambar 4 memperlihatkan saat lampu menyala karena sensor LDR tidak terkena cahaya sehingga resistansi LDR besar. Berdasarkan pengukuran, resistansi LDR adalah 650KΩ dan resistansi trimpot sebesar 32,5 KΩ Tabel 1 memperlihatkan hasil pengukuran berdasarkan simulasi pada Multisim.

lebih besar sehingga transistor aktif. Hal ini dapat dilihat pada tegangan basis dan emitter (VBE) yaitu 0,77 Volt lebih dari 0,7 Volt yang merupakan tegangan minimum untuk mengaktifkan transistor.

Transistor berperan seperti saklar. Ketika transistor aktif, kolektor mendapat tegangan dari emitter yang terhubung ke



Gambar 5. Simulasi pengukuran dengan Multisim saat LDR terkena cahaya

Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran simulasi pada Multisim. Ketika LDR terkena cahaya, resistansinya kecil yaitu 0?, lebih kecil dari resistansi trimpot yaitu 32,5 KΩ. Berdasarkan teorema *Thevenin*, tegangan LDR lebih kecil sehingga transistor tidak aktif. Hal ini dapat dilihat pada tegangan basis dan emitter (VBE) yaitu 0,032 Volt kurang dari 0,7 Volt yang merupakan tegangan minimum untuk mengaktifkan transistor.

Transistor berperan seperti saklar. Ketika transistor tidak aktif, arus tidak dapat mengalir. Ketika transistor tidak aktif hambatan pada lilitan/koil relay bernilai nol, sehingga tegangan relay bernilai nol dan mengakibatkan relay tidak aktif sehingga tegangan 120 Volt tidak dapat mengalir ke lampu kondisi ini yang mengakibatkan lampu mati.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi dan analisis, dapat ditarik kesimpulan bahwa lampu dapat menyala setiap saat berdasarkan intensitas cahaya di luar di mana sensor ditempatkan. Lampu ini menggunakan sensor cahaya yaitu LDR (*Light Dependent Resistor*) yang dapat berubah hambatannya berdasarkan cahaya yang mengenainya. Semakin besar intensitas cahaya yang mengenai sensor, semakin kecil hambatannya.

Rangkaian lampu otomatis ini menggunakan pembagi tegangan. Ketika resistansi LDR lebih besar (kondisi gelap) dari resistansi trimpot, lampu akan

ground sehingga tegangan pada kaki kolektor mendekati nol sehingga relay dapat aktif dan dapat mengalirkan tegangan 220 Volt ke lampu. Kondisi ini menyebabkan lampu menyala.

Rangkaian lampu otomatis bekerja berdasarkan intensitas cahaya yang mengenai sensor LDR. Lampu mati jika

Tabel 1.

Hasil pengukuran rangkaian saat sensor tidak terkena cahaya

V _{IN} (V)	R Trimpot (Ω)	R _{LDR} (Ω)	V _{BE} (V)	V _{CE} (V)	Tegangan Relay (V)	Tegangan Lampu(V)	Kondisi Lampu
8,96	32,5 K	650 K	0,77	0,21	8,78	120	Nyala

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada saat LDR tidak terkena cahaya, resistansi LDR mencapai 650 KΩ, lebih besar dari resistansi trimpot sebesar 32,5 KΩ. Berdasarkan teorema teorema *thevenin* kondisi ini mengakibatkan tegangan LDR

intensitas cahaya besar: semakin besar intensitas cahaya yang terkena sensor LDR, semakin kecil resistansinya. Gambar 5 memperlihatkan hasil pengukuran simulasi dengan menggunakan Multisim saat sensor LDR terkena cahaya :

Tabel 2.
Hasil pengukuran rangkaian saat sensor terkena cahaya

V_{IN} (V)	$R_{TRIMPOT}$ (Ω)	R_{LDR} (Ω)	V_{BE} (V)	V_{CE} (V)	Tegangan Relay (V)	Tegangan Lampu(V)	Kondisi Lampu
8,96	32,5K	0	0,032	9	0,0032	0	Mati

menyala. Ketika resistansi LDR lebih kecil (kondisi terang) dari resistansi trimpot, lampu mati. Karena rangkaian menggunakan pembagi tegangan berdasarkan LDR dan trimpot yang diparalel, resistansi kedua komponen ini dapat berubah sehingga mempengaruhi keadaan transistor dan relay.

DAFTAR PUSTAKA

Kurniawan, Adhadi. 2010. *Transistor Bipolar*. <http://adkur27.blogspot.com/2010/04/transistor-bipolar.html>, Tanggal Akses: 5 Juli 2013.

Alldatasheet, "2N3904". <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/15077/PHILIPS/2N3904.html>, Tanggal Akses: 1 Februari 2014.

All-thewin. 2010. Membuat Lampu Taman Otomatis. <http://all-thewin.blogspot.com/2010/12/membuat-lampu-taman-otomatis.html>, Tanggal Akses: 3 April 2013.

Doktertech. 2005. "Resistor yang Tidak Tetap". <http://doktertech.blogspot.com/2005/12/resistor-yang-tidak-tetap-variabel.html>, Tanggal Akses: 21 Mei 2013.

Elektronika Dasar. "Daerah Saturasi Transistor". <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/daerah-saturasi-transistor/>, Tanggal Akses: 6 Juli 2013.

Elektronika Dasar, "Jenis-Jenis Resistor". <http://elektronika-dasar.web.id/komponen/jenis-jenis-resistor/>, Tanggal Akses: 21 Mei 2013.

Elektronika Dasar. Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*). <http://elektronika-dasar.web.id/komponen/sensor-transducer/sensor-cahaya-ldr-light-dependent-resistor/>. Tanggal Akses: 10 Juni 2013.

Elektronika Dasar. Teori Relay Elektro

Mekanik. <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/teori-relay-elektro-mekanik/>. Tanggal Akses: 10 Juni 2013.

Elka Asik. Teorema Thevenin. <http://elkaasik.com/teorema-thevenin/>, Tanggal Akses: 10 Januari 2014.

Transistor Sebagai Saklar. <http://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/membuat-transistor-sebagai-saklar/>, Tanggal Akses: 10 Juli 2013.

Geschool, "Resistor". http://www.geschool.net/otodidak/blog/post/view?id=116108&ServersModel_page=4, Tanggal Akses: 21 Mei 2013.

Meri Wardana. 2011. Prinsip Kerja Relay. <http://www.meriwardanaku.com/2011/11/prinsip-kerja-relay.html>, 2011, Tanggal Akses: 10 Juni 2013.

Malvino, Paul, Albert. 2003. *Prinsip-Prinsip Elektronika*. Salemba Teknika: Jakarta.

Soeparlan, Soepono dan Umar Yahdi. 1995. *Teknik Rangkaian Listrik*. Jilid I. Jakarta: Gunadarma, 1995.

