

**RANCANG BANGUN
SISTEM KENDALI ATAP OTOMATIS
BERDASARKAN CUACA
MENGUNAKAN LDR DAN SENSOR HUJAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Ujian sarjana



OLEH :

RAHMAT ARDIANSYAH

03 812 0008



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

2010

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

ABSTRAK

Pada kehidupan sehari-hari kita sering kali disibukkan dengan aktivitas diluar rumah dan tentu saja membuat pakaian kita menjadi kotor. Pakaian yang kotor ini kemudian kita cuci dan kita jemur, namun karena kesibukan kita dengan kegiatan di luar rumah maka pakaian yang kita jemur tidak dapat kita angkat untuk dipindahkan pada saat hujan ataupun pada saat hari menjelang malam. Dari permasalahan yang sering timbul seperti kasus di atas maka penulis berinisiatif untuk merancang sebuah alat yang dapat membuka dan menutup atap secara otomatis berdasarkan keadaan cuaca yang sedang terjadi, perancangan ini juga sekaligus menjadi penelitian dalam penyusunan skripsi penulis.

Alat ini terdiri dari beberapa komponen IC digital sebagai pengendali logika dan beberapa komponen analog dan komponen mekanik. Sistem kerja alat ini adalah dengan mengindera keadaan cuaca yang sedang terjadi dengan menggunakan LDR sebagai sensor cahaya dan Board PCB sebagai sensor cahaya , sehingga bila ada hujan atau suasana gelap maka atap akan tertutup dengan sendirinya, sedangkan bila suasana terang dan tidak ada hujan maka atap akan terbuka. Pada saat atap tertutup maka panas untuk mengeringkan jemuran ialah dengan menggunakan lampu pijar (dalam model ini akan disimulasikan dengan LED).

KATA PENGANTAR

Terlebih dahulu kami ucapkan puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat-Nya kepada penulis dan kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini

Laporan ini penulis susun berdasarkan hasil proyek tugas akhir dan disesuaikan dengan bahan perkuliahan, dengan judul :

“RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI ATAP OTOMATIS BERDASARKAN CUACA MENGGUNAKAN LDR DAN SENSOR HUJAN”

Dalam pembuatan laporan tugas akhir ini penulis menyadari akan kekurangan dan keterbatasan ilmu pengetahuan serta kemampuan sehingga disana-sini masih ada dijumpai kesalahan, dengan senang hati penulis menerima saran dan kritikan atau nasehat dari pembaca yang bersifat membangun dalam penyempurnaan laporan tugas akhir ini.

Dalam proses pembuatan laporan tugas akhir ini , penulis telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak , baik support , materi , dan informasi . sehingga pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Ir.Haniza As MT , Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area .
2. Ibu Sherlly Maulana ST , Pelaksana Dekan 1(PD1) Fakultas Teknik Universitas Medan Area .
3. Bapak Ir.Yance Syarif , Ketua Jurusan Fakultas Teknik Elektro Universitas Medan Area .
4. Bapak Ir.Zulkifli Bahri dan Ir.Yance syarif , Dosen Pembimbing dalam proyek dan pembuatan laporan tugas akhir ini .
5. Kepada Orang tua kami yang telah memberi bantuan moral , materi , dan

UNIVERSITAS MEDAN AREA
spiritual sehingga skripsi tugas akhir ini bisa selesai .

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

6. Seluruh Staf pengajar di Universitas Medan Area , Medan .

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

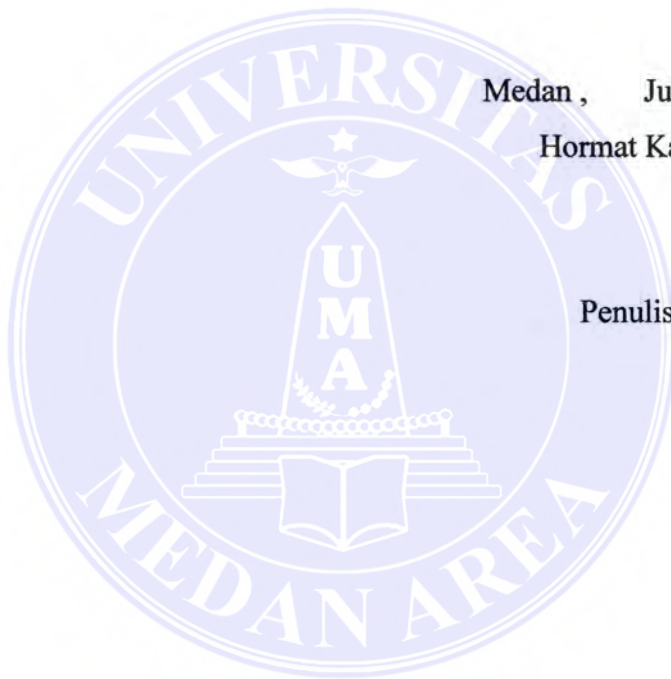
7. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi tugas akhir ini .

Semoga Tuhan membalasnya dengan berlipat ganda dan hendaknya ilmu pengetahuan dapat berguna khususnya buat penulis , dan umumnya buat teman-teman mahasiswa di fakultas teknik elektro Universitas Medan Area serta semua pembaca .

Medan , Juli 2010

Hormat Kami ,

Penulis



DAFTAR ISI

	Hal
Abstrak	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi.....	iv
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar belakang.....	1
I.2 Perumusan Masalah	2
I.3 Pembatasan Masalah	2
I.4 Tujuan Penulisan.....	3
I.5 Manfaat Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	
II.1 Landasan Teori	5
II.2 Teori Komponen	5
II.2.1 LDR (Light Dependent Resistor)	5
II.2.2 Transistor BJT (Bipolar Junction Transistor).....	7
II.2.2.1 Cara Kerja Transistor.....	9
II.2.2.2 Saklar Transistor.....	10
II.2.3 Relay	11
II.3 Rangkaian Logika.....	12
II.3.1 Rangkaian Logika Elektronik	12
II.3.2 Intregated Circuit (IC) Dan Gerbang Logika.....	14
II.3.2.1 Grbang AND.....	15
II.3.2.2 Gerbang OR.....	15
II.3.2.3 Gerbang NOT	16
II.3.2.4 Gerbang NAND	17
II.3.2.5 Gerbang NOR	17
II.4 Sensor Air Hujan	19

BAB III PERANCANGAN SISTEM	
III.1 Diagram Blok Rangkaian	21
III.2 Sensor Air Hujan	22
III.3 Sensor Sinar Matahari	23
III.4 Rangkaian Logika	24
III.5 Rangkaian Relay Penggerak Motor DC	27
III.6 Rangkaian Catu Daya (Power Supply).....	28
BAB IV PENGUJIAN RANGKAIAN DAN ANALISA	
IV.1 Pengujian Rangkaian Sensor Matahari	30
IV.2 Pengujian Rangkaian Sensor Hujan.....	32
IV.3 Pengujian Rangkaian Logika	33
IV.4 Pengujian Rangkaian Relay Penggerak Motor DC.....	34
IV.5 Pengujian Keseluruhan	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
V.1 Kesimpulan.....	36
V.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	
1. Skema Sensor Hujan	39
2. Skema Sensor Cahaya (LDR)	40
3. Skema Rangkaian Logika.....	41
4. Skema rangkaian relay	42
5. Skema Rangkaian Power Supply	43
6. Skema Rangkaian LED	44
7. Gambar foto sistem kendali atap otomatis	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Mengeringkan cucian kain atau pakaian dengan memanfaatkan sinar matahari adalah rutinitas yang lazim dan telah dilakukan sejak dulu (saat dibuatnya kain) hingga saat ini. Pada pagi hari mencuci kain dan pakaian lantas menjemurnya lalu mengangkatnya setelah kering dari jemuran pada saat sore hari. Rutinitas ini dilakukan hampir di setiap rumah. Namun akibat kesibukan dan kegiatan di luar rumah maka pakaian yang dijemur tentu tidak dapat diangkat untuk dipindahkan pada saat hujan atau pun pada saat hari menjelang malam.

Dengan pertimbangan tersebut di atas maka dibutuhkan sebuah solusi untuk menyelesaikan masalah ini agar bisa meninggalkan cucian dijemuran saat menjalankan aktivitas diluar rumah dengan tenang, walaupun pada saat tersebut dirumah tidak ada seorangpun yang dapat diharapkan untuk mengangkat kain dijemuran saat hujan turun atau menjelang malam.

Dengan meletakkan jemuran dibawah sebuah atap yang dirancang untuk dapat bergerak menutupi jemuran, maka kain dijemuran akan tetap terlindungi tanpa harus memindahkan kain ketempat lain pada saat terjadi hujan atau menjelang malam. kemudian atap akan bergerak membuka kembali saat hujan telah reda sehingga panas matahari kembali dapat menyinari jemuran jika hujan terjadi disiang hari.

1.2. Perumusan Masalah

Menjemur kain cucian dibawah sinar matahari pada lokasi terbuka membutuhkan pengawasan. Karena jika turun hujan secara tiba-tiba, maka semua kain dijemuran yang hampir kering akan basah kembali.

Sementara kesibukan dan semua kegiatan diluar rumah tentu saja akan menyulitkan pengawasan tersebut apalagi jika tidak ada orang lain yang akan mengawasi, tentu akan mengganggu konsentrasi saat beraktivitas diluar rumah.

Untuk mengatasi hal tersebut diatas jemuran kain dapat diletakkan dibawah sebuah konstruksi atap yang didesain dapat bergerak membuka dan menutupi jemuran dibawahnya.

Kemudian yang menjadi masalah adalah bagaimana caranya agar buka-tutupnya atap dapat dikendalikan secara otomatis mengikuti perubahan cuaca yang terjadi .

1.3. Pembatasan Masalah

Pembahasan masalah dalam perancangan system kendali buka-tutupnya atap secara otomatis mengikuti perubahan cuaca pada tugas akhir ini hanya mencakup masalah-masalah sebagai berikut:

1. Cara kerja rangkaian yang meliputi analisis rangkaian pada tiap blok rangkaian, serta menguraikan secara umum fungsi masing-masing blok.
2. Alat merupakan sebuah model dari sebuah sistem atap otomatis, sehingga dalam pengaplikasian yang sesungguhnya dalam kehidupan sehari-hari

mungkin diperlukan beberapa penyesuaian.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

3. Model ini menggunakan beberapa IC logika, komponen pasif dan aktif serta komponen elektro mekanik (contoh: relay, motor)
4. Panel sensor air hujan menggunakan panel konduktor tembaga yang dibuat dari papan pcb dengan pola tertentu, sehingga ketika air hujan mengenai panel maka air hujan tersebut berfungsi sebagai konduktor antar celah pada panel tersebut. sehingga lebih efisien dan mudah disesuaikan utk digunakan bersamaan dengan penggunaan LDR.
5. Sensor matahari menggunakan LDR (Light Dependent Resistor), dengan menggunakan LDR pada model ini diharapkan system dapat membedakan intensitas cahaya yang diterima. karena LDR menerima input cahaya secara luas (tidak khusus pada cahaya tertentu saja) maka penggunaan sensor LDR ini lebih sesuai untuk digunakan dalam rancangan ini.
6. Penulis menggunakan model atap yang bergerak sesuai jalur / rel yang dirancang.

1.4. Tujuan Penulisan

Tujuan perancangan alat ini adalah :

1. membuat suatu system yang secara otomatis bertugas membuka atau menutup atap menurut keadaan cuaca yang terjadi.
2. membantu setiap orang yang beraktivitas diluar rumah sampai senja atau bahkan malam hari ,dan harus meninggalkan kain cucian dijemuran tanpa ada orang dirumah yang akan mengangkat kain dijemuran ketika hujan atau saat menjelang malam .

1.5. Manfaat Penulisan

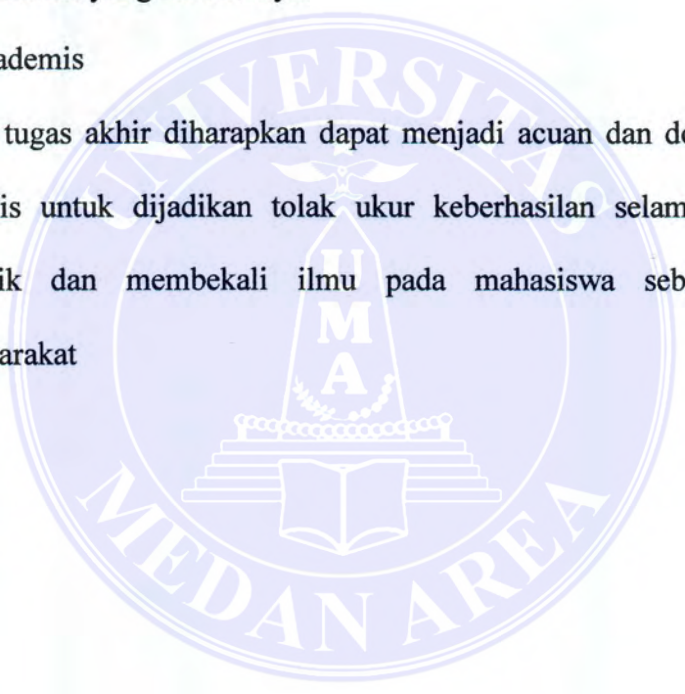
manfaat yang diharapkan pada perancangan alat ini adalah :

1. bagi mahasiswa

Sebagai sarana untuk menerapkan ilmu yang diperoleh dibangku kuliah dalam praktek yang sebenarnya.

2. bagi akademis

Proyek tugas akhir diharapkan dapat menjadi acuan dan dorongan bagi akademis untuk dijadikan tolak ukur keberhasilan selama ini dalam mendidik dan membekali ilmu pada mahasiswa sebelum terjun kemasyarakat



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Landasan Teori

Landasan teori merupakan teori-teori yang penulis gunakan untuk membantu dalam pembuatan rancangan didalam laporan tugas akhir ini. Adapun teori-teori yang penulis gunakan, antara lain sebagai berikut :

2.2. Teori komponen

Rancangan yang penulis buat menggunakan beberapa komponen-komponen elektronika, maka untuk memudahkan memahami fungsi dan karakteristik dari masing masing komponen penulis mencoba untuk membahasnya disini. Komponen yang dibahas adalah komponen yang penulis anggap paling utama dalam perancangan alat ini.

2.2.1. LDR (*Light Dependent Resistor*)

Sebuah *light dependent resistor* (atau LDR) terdiri dari sebuah piringan bahan semikonduktor dengan dua buah elektroda pada permukaannya. Dalam gelap atau di bawah cahaya yang redup, bahan piringan hanya mengandung elektron bebas dalam jumlah yang relatif sangat kecil. Hanya tersedia sedikit elektron bebas untuk mengalirkan muatan listrik. Hal ini berarti bahwa, bahan bersifat sebagai konduktor yang buruk untuk arus listrik.dengan kata lain,

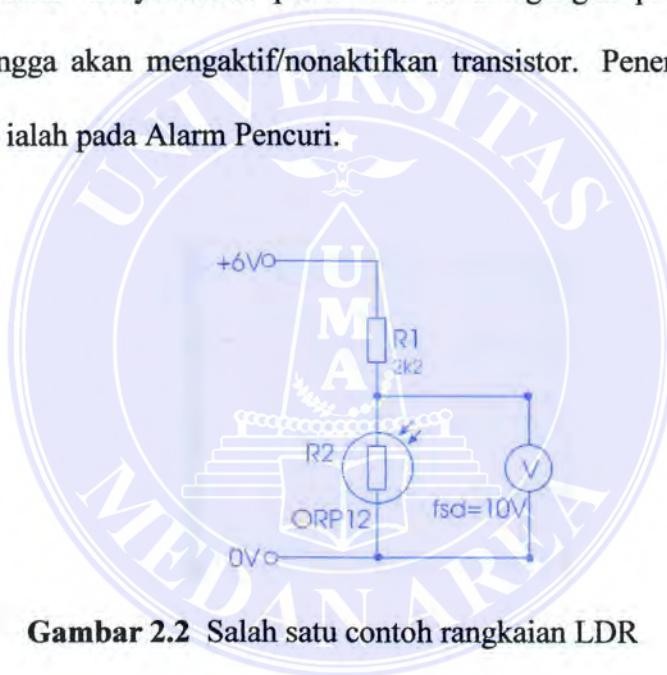
Di bawah cahaya yang cukup terang, lebih banyak elektron dapat melepaskan diri dari atom-atom bahan semikonduktor ini. Terdapat lebih banyak elektron bebas yang dapat mengalirkan muatan listrik. Dalam keadaan ini, bahan bersifat sebagai konduktor yang baik. Tahanan listrik bahan, rendah. Semakin terang cahaya yang mengenai bahan, semakin banyak elektron bebas yang tersedia, dan semakin rendah pula tahanan listrik bahan.

LDR merupakan salah satu jenis resistor, Resistansi LDR berubah seiring dengan perubahan intensitas cahaya yang mengenainya. Dalam keadaan gelap resistansi LDR sekitar $10M\Omega$ dan dalam keadaan terang sebesar $1K\Omega$ atau kurang. LDR terbuat dari bahan semikonduktor seperti kadmium sulfida. Dengan bahan ini energi dari cahaya yang jatuh menyebabkan lebih banyak muatan yang dilepas atau arus listrik meningkat. Artinya resistansi bahan telah mengalami penurunan. LDR digunakan untuk memanfaatkan energi cahaya menjadi pengendali besar kecilnya energi listrik yang akan dialirkan sebagai output dari LDR itu sendiri. Saklar cahaya otomatis dan alarm pencuri adalah beberapa contoh alat yang menggunakan LDR. Akan tetapi karena responsnya terhadap cahaya cukup lambat, LDR tidak digunakan pada situasi dimana intensitas cahaya berubah secara drastis.



Gambar 2.1 Sensor Cahaya LDR

Sensor cahaya berfungsi untuk mendeteksi cahaya yang ada di sekitar kita. Sensor yang terkenal untuk mendeteksi cahaya ialah LDR (*Light Dependent Resistor*). Sensor ini akan berubah nilai hambatannya apabila ada perubahan tingkat kecerahan cahaya. Prinsip inilah yang akan kita gunakan untuk mengaktifkan transistor untuk dapat menggerakkan motor DC (mirip dengan dinamo pada mainan mobil-mobilan anak-anak). Perubahan nilai hambatan pada LDR tersebut akan menyebabkan perubahan beda tegangan pada input basis transistor, sehingga akan mengaktif/nonaktifkan transistor. Penerapan lain dari sensor LDR ini ialah pada Alarm Pencuri.



Gambar 2.2 Salah satu contoh rangkaian LDR

2.2.2. Transistor

Terdapat beberapa kelas transistor. Kelas transistor yang akan dibicarakan di dalam Topik ini adalah yang dikenal dengan sebutan transistor **npn silikon**. Jenis transistor ini dikenal juga sebagai **transistor bipolar** (*bipolar junction transistor*), atau BJT. Pada topik ini kita tidak akan membahas alasan pemberian nama-nama ini, dan kita tidak perlu mengingat semua yang disebutkan

Transistor-transistor dari kelas BJT, yang diuraikan di dalam Topik ini, adalah yang paling umum digunakan.



Gambar 2.3 Foto dari fisik transistor

Semua transistor memiliki tiga buah kaki terminal atau sambungan. Transistor daya-rendah dibuat dengan kemasan dari bahan plastik atau logam. Kemasan transistor yang terbuat dari plastik memiliki salah satu sisi permukaan yang berbentuk datar, sedangkan yang terbuat dari logam memiliki sebuah tonjolan (*tag*) pada pinggiran bawahnya (*rim*). Fitur-fitur ini dimaksudkan untuk membantu pemakai mengidentifikasi kaki-kaki terminal. Apabila dilihat dari arah bawah, kaki-kaki transistor akan nampak sebagaimana berikut ini, untuk sebagian besar (namun tidak semua) transistor daya-rendah:



Gambar 2.4 Ilustrasi transistor tampak bawah

Pada gambar di atas simbol yang diperlihatkan paling kanan digunakan untuk merepresentasikan BJT di dalam diagram-diagram rangkaian. Terminal-

UNIVERSITAS MEDAN AREA

terminalnya diberi label dengan huruf-huruf c, b dan e yang merupakan singkatan

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang menyalin sebagian atau seluruh karya ini tanpa izin Universitas Medan Area

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

2.2.2.1. Cara Kerja Transistor

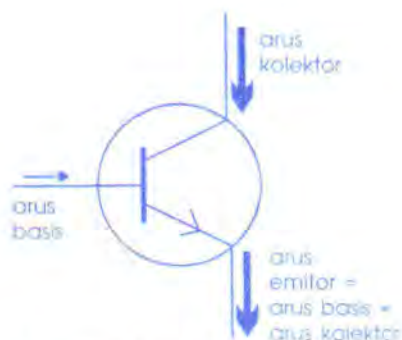
Untuk menggunakan sebuah BJT, kita harus menyambungkannya sedemikian rupa sehingga :

1. terminal emitor BJT adalah terminal dengan polaritas paling negatif.
2. terminal kolektor beberapa volt lebih positif dibandingkan dengan terminal emitornya.
3. Terminal basis lebih positif 0,7 volt (atau lebih sedikit besar dari nilai ini) daripada terminal emitornya.

Dengan kondisi-kondisi ini, kita dapat mengetahui bahwa :

1. Arus yang relatif kecil mengalir menuju basis.
2. Arus dengan nilai yang lebih besar mengalir menuju kolektor.
3. Arus basis dan arus kolektor mengalir keluar dari transistor melalui emitor.

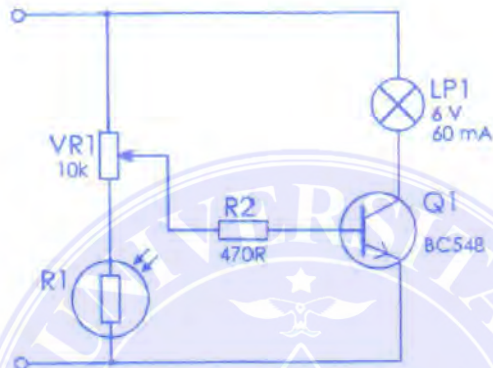
Diagram di bawah ini mengilustrasikan arah aliran ketiga arus di atas :



Gambar 2.5 Ilustrasi arah aliran arus pada transistor

2.2.2.2. Saklar Transistor

Sebagai contoh, kita dapat menggunakan arus kecil yang mengalir melewati sebuah sensor LDR untuk menyambungkan arus yang relatif lebih besar ke sebuah lampu filamen.



Gambar 2.6 Aplikasi saklar transistor dengan sensor LDR

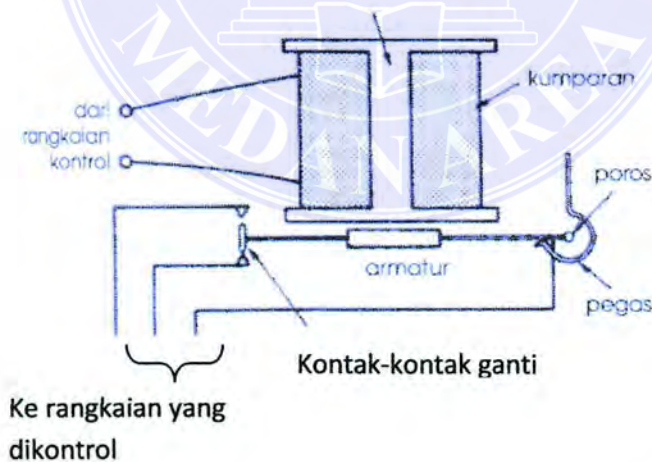
Bagian sensor LDR di atas terdiri dari sebuah rangkaian pembagi tegangan yang dibentuk oleh resistor VR1 dan LDR. Sebuah resistor variabel digunakan agar penyambungan arus dapat diatur oleh tingkat-tingkat intensitas cahaya yang berbeda. Bagian saklar transistor terdiri dari resistor R1 dan transistor Q1. R1 akan membatasi besarnya arus yang diterima dari rangkaian pembagi tegangan. Arus menuju terminal kolektor Q1 datang via lampu LP1, dan besarnya sekitar 60 mA.

Ketika LDR berada di bawah penerangan ruangan yang normal, VR1 harus diatur sedemikian rupa sehingga cahaya LDR padam. Ketika LDR ditempatkan di bawah bayang-bayang, nilai tahanannya akan semakin bertambah. Hal ini akan mengakibatkan kenaikan tegangan pada LDR.

Kenaikan tegangan pada LDR akan menyebabkan kenaikan tegangan pada *wiper* VR1. Arus yang lebih besar akan mengalir menuju terminal basis Q1. Sebagai akibatnya, arus yang lebih besar juga akan mengalir melewati LP1 dan menuju terminal kolektor Q1. Lampu akan menyala.

2.2.3. Relay

Relay adalah sebuah saklar yang dikendalikan oleh arus. Relay memiliki sebuah kumparan tegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti. Terdapat sebuah armatur besi yang akan tertarik menuju inti apabila arus mengalir melewati kumparan. Armatur ini terpasang pada sebuah tuas berpegas. Ketika armatur tertarik menuju ini, kontak jalur bersama akan berubah posisinya dari kontak normal-tertutup ke kontak normal-terbuka.



Gambar 2.7 Ilustrasi dari sebuah relay

Sebuah relay yang tipikal dari jenis ini dapat diaktifkan dalam waktu sekitar

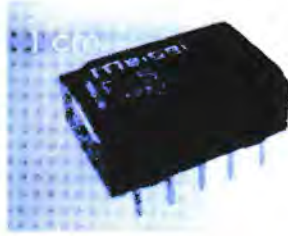
UNIVERSITAS MEDAN AREA

10 ms sebagian besar relay modern ditempatkan di dalam sebuah kemasan yang sepenuhnya tertutup rapat.

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



Gambar 2.8 Contoh gambar sebuah relay miniatur

Kebanyakan di antaranya memiliki kontak-kontak jenis SPDT, namun terdapat juga beberapa versi DPDT. Relay-relay yang berukuran lebih besar dapat menyambungkan arus hingga 10 A pada tegangan 250 V AC. Tegangan maksimum untuk pensaklaran DC selalu jauh lebih rendah, seringkali bahkan hanya setengah, dari tegangan maksimum untuk AC. Terdapat juga relay-relay miniatur yang cocok untuk ditancapkan pada papan-papan rangkaian.

2.3. Rangkaian Logika

2.3.1. Rangkaian Logika Elektronika

Rangkaian-rangkaian logika elektronika bekerja dengan dua level tegangan :

1. Rendah: 0 V atau mendekati 0 V
2. Tinggi: Tegangan catu positif, atau mendekati nilai ini. Pada beberapa jenis rangkaian logika, level 'tinggi' selalu bernilai 5 V. Pada beberapa jenis lainnya, nilainya dapat berbeda.

Pada umumnya, level tegangan rendah merepresentasikan keadaan (*state*) logika '0' dan level tegangan tinggi merepresentasikan state logika '1'.

Untuk mengetahui bagaimana sebuah rangkaian logika elektronik bekerja, kita akan mengupas salah satu contoh praktis dari sistem-sistem logika. Sistem ini merupakan bagian dari sebuah sistem keamanan yang lebih besar, yang berfungsi

UNIVERSITAS MEDAN AREA

untuk mengontrol sebuah lampu sorot (*floodlight*) yang ada di halaman sebuah

rumah.

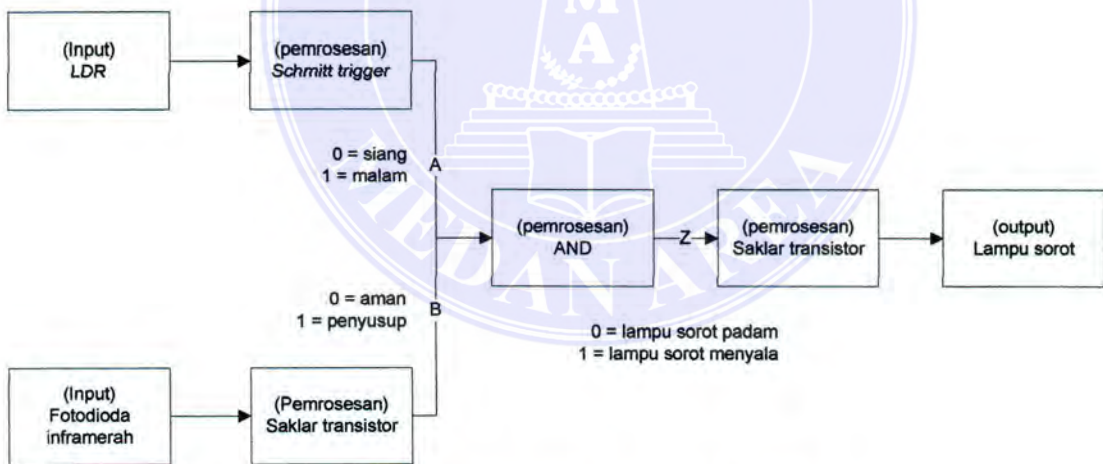
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Seorang tamu tak diundang akan diketahui keberadaannya apabila ia menabrak berkas sinar inframerah yang diarahkan ke sebuah fotodiode. Lampu sorot akan dinyalakan ketika berkas sinar terputus dari fotodiode. Akan tetapi, menyalakan lampu sorot di siang hari, di bawah terik sinar matahari, tidak akan banyak membantu, sehingga sebuah LDR digunakan untuk menentukan waktu siang atau malam.

Diagram sistem di bawah memperlihatkan dua buah sensor sebagai input sistem, dan pengolahan input-input menjadi output oleh dua buah rangkaian antarmuka. Kedua antarmuka ini adalah sebuah Schmitt-trigger dan sebuah saklar transistor. Diagram juga memperlihatkan kondisi-kondisi input yang direpresentasikan oleh level-level logika dari kedua antarmuka.



Gambar 2.9 Gambar diagram sistem keamanan

Sinyal-sinyal logika dari kedua rangkaian antarmuka diumpankan ke tahapan sistem berikutnya. Tahapan ini adalah sebuah rangkaian logika yang melaksanakan operasi AND. Rangkaian menerima dua buah input, A dan B, dan menghasilkan sebuah output tunggal, Z. Merujuk ke tabel, lampu sorot hanya

akan menyala apabila waktu adalah malam hari dan bila ada seorang penyusup

2.3.2. Intregated Circuit (IC) Dan Gerbang Logika

Membuat sebuah rangkaian logika adalah hal yang mudah. Semua gerbang logika dasar, dan juga beberapa rangkaian logika lainnya yang lebih kompleks, tersedia dalam bentuk IC (rangkaian terpadu). Terdapat dua 'keluarga' IC logika yang paling umum digunakan:

1. **TTL**, yang merupakan kependekan dari *transistor-transistor logic*. IC ini bekerja pada tegangan 5 V, sehingga membutuhkan sebuah catu daya teregulasi (*regulated power supply*) sebagai sumber tegangannya. Semua IC tipe TTL memiliki nomor kode yang dimulai dengan '74', sehingga tipe ini dikenal juga sebagai keluarga IC 74XX. Terdapat beragam jenis TTL, di mana jenis Schottky Daya-Rendah saat ini secara praktis telah menggeser seri 74XX aslinya. IC-IC tipe 74LSXX membutuhkan daya yang lebih kecil ketimbang tipe 74XX.
2. **CMOS**, yang merupakan kependekan dari *complementary MOS* (*metal-oxide semiconductor*). Tipe ini memiliki nomor kode yang berkisar dari mulai '4000' ke atas, sehingga keluarga IC ini dikenal juga dengan nama seri '4000'. IC-IC tipe ini bekerja pada level tegangan antara 3 V hingga 15 V.

CMOS memang lebih lambat dibandingkan dengan TTL, namun jenis ini membutuhkan arus yang lebih kecil. IC-IC tipe CMOS memiliki keunggulan lain, yaitu bahwa piranti ini tidak membutuhkan catu daya teregulasi untuk pengoperasiannya. Banyak di antara IC-IC seri 74XX juga tersedia dalam bentuk CMOS. Nomor kode untuk jenis ini dimulai dari

Keluarga IC ini bekerja pada level tegangan 2 V hingga 6 V, membutuhkan arus yang lebih kecil dari TTL, dan lebih cepat dibandingkan CMOS.

2.3.2.1. Gerbang AND

Baik tipe TTL maupun tipe CMOS memiliki kemasan IC *dual-in-line*, biasanya dengan 14 atau 16 pin, dan terkadang lebih banyak lagi. Terdapat empat buah gerbang AND di dalam sebuah IC, yang kesemuanya berbagi penggunaan catu daya dan pin-pin.



Gambar 2.10 IC Logika

Tabel 2.1 Tabel kebenaran logika AND

Input		Output
B	A	Z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

2.3.2.2. Gerbang OR

Gerbang OR (ATAU), gerbang ini memiliki suatu karakteristik yang mana outputnya akan memiliki level tinggi (1) jika salah satu inputnya ATAU lebih,

UNIVERSITAS MEDAN AREA

berada pada level tinggi.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

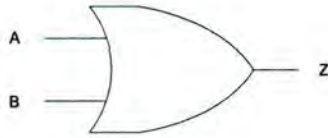
Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

Pada gambar dibawah ini anda dapat melihat sebuah simbol untuk sebuah gerbang OR 2-input. Di pasaran gerbang OR tersedia dalam bentuk IC 14 pin.



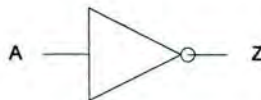
Gambar 2.11 Simbol untuk gerbang OR 2-input

Tabel 2.2 Tabel kebenaran dari logika OR

Input		Output
B	A	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

2.3.2.3. Gerbang NOT

Gerbang NOT (TIDAK) adalah sebuah gerbang logika yang dianggap tidak biasa, karena gerbang ini hanya memiliki satu buah input. Output yang diberikan gerbang selalu kebalikan (atau inversi) dari inputnya.



Gambar 2.12 Simbol untuk gerbang logika inversi (NOT)

Tabel 2.3 Tabel kebenaran untuk logika inversi

Input	Output
A	Z
0	1
1	0

2.3.2.4. Gerbang NAND

Gerbang NAND, atau gerbang NOT AND, adalah salah satu gerbang yang banyak dimanfaatkan untuk pemrosesan logika. Gerbang NAND merupakan ekuivalen dari kombinasi sebuah gerbang AND yang diikuti oleh sebuah gerbang NOT.

Simbol untuk gerbang ini adalah sebuah gerbang AND yang memiliki sebuah lingkaran kecil pada bagian outputnya, yang mengindikasikan bahwa outputnya telah mengalami inversi.



Gambar 2.13 Simbol dari gerbang logika NAND

Gerbang hanya akan menghasilkan output '0' apabila input A dan B keduanya bernilai '1', sebagaimana diperlihatkan dalam tabel berikut ini.

Tabel 2.4 Tabel kebenaran dari gerbang NAND

Input		Output
B	A	Z
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

2.3.2.5. Gerbang NOR

Gerbang NOR, atau gerbang NOT OR, adalah salah satu gerbang yang

UNIVERSITAS MEDAN AREA
banyak dimanfaatkan untuk pemrosesan logika.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

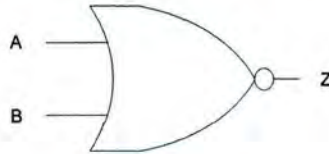
Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

Gerbang NOR merupakan ekivalen dari kombinasi sebuah gerbang OR yang diikuti oleh sebuah gerbang NOT. Simbol untuk gerbang ini adalah sebuah gerbang OR yang memiliki sebuah lingkaran kecil pada bagian outputnya, yang mengindikasikan bahwa outputnya telah mengalami inversi.



Gambar 2.14 Simbol dari gerbang logika NOR

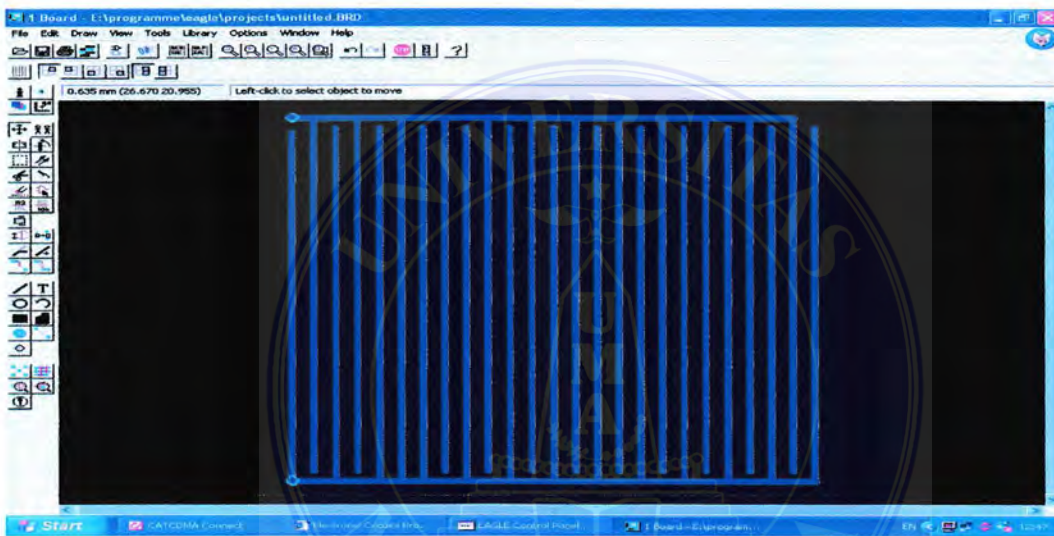
Gerbang hanya akan menghasilkan output '0' apabila input A dan B salah satunya bernilai '1', sebagaimana diperlihatkan dalam tabel berikut ini.

Tabel 2.4 Tabel kebenaran dari gerbang NOR

Input		Output
B	A	Z
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

2.4. Sensor Air Hujan

Ada berbagai cara untuk membangun sebuah alat pendeteksi hujan, berikut adalah salah satu cara membuat sebuah sensor untuk diaplikasikan mendeteksi terjadinya hujan yang akan digunakan dalam perancangan sistem kendali atap otomatis yang akan dibuat.



Gambar 2.15 pendeteksi hujan

Sebuah board PCB biasa kita buat menjadi menjadi jalur-jalur tembaga yang berbentuk menyerupai dua buah sisir seperti pada pola yang terlihat pada gambar atas. Untuk menghindari karat karena air hujan sebaiknya tembaga dilapisi oleh timah.

Perangkat sensor hujan di atas bisa diaplikasi menjadi beberapa perangkat yang mungkin akan sangat berguna pada saat musim hujan. Misalnya dibuat menjadi alat jemuran yang akan otomatis menutup pada saat hujan turun, atau

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

digunakan pada jendela otomatis.berikut ini akan dijelaskan prinsip kerja dari pada sensor hujan di atas.

Panel sensor hujan ini akan dipasang di area terbuka, dimana air hujan akan mengenai board panel tersebut. Prinsip kerja dari alat ini adalah, dimana pada saat air hujan mengenai panel sensor, maka air hujan akan mengenai dan mengisi sela-sela dari jalur tersebut dan akan terjadilah proses elektrolisis oleh air hujan tersebut karena air hujan termasuk kedalam cairan elektrolit yaitu cairan yang dapat menghantarkan arus listrik. Hal inilah yang akan dimanfaatkan untuk mengaktifkan relay-relay atau komponen lainnya dalam sistem kendali atap otomatis yang akan dibuat.

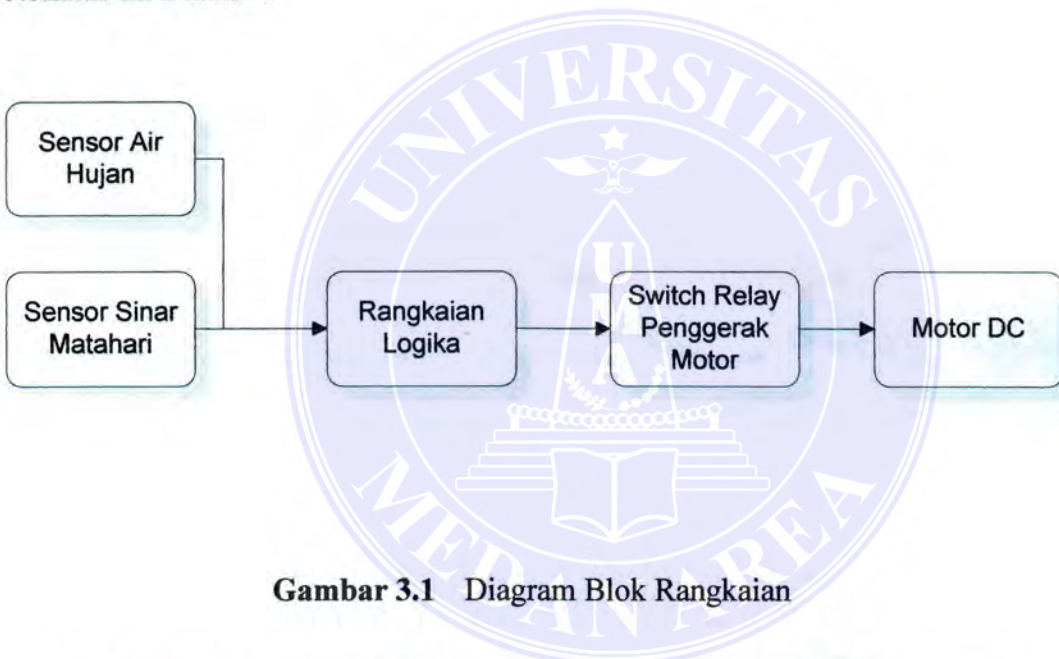
Pada saat hujan berhenti maka proses elektrolisis berhenti seiring dengan keringnya air disela-sela tembaga panel sensor. Oleh karena itu , posisi panel sensor diatur dengan kemiringan tertentu sehingga air hujan yang jatuh menyentuh panel dapat langsung mengalir turun dari panel.

BAB III

PERANCANGAN SISTEM ATAP OTOMATIS

3.1. Diagram Blok Rangkaian

Adapun diagram blok yang dipergunakan dalam perancangan sistem atap otomatis ini adalah :



Gambar 3.1 Diagram Blok Rangkaian

Dari gambar di atas dapat kita lihat bahwasanya sistem terdiri dari beberapa blok rangkaian yaitu :

- Blok sensor air hujan : bagian ini berfungsi untuk mendeteksi kondisi ada tidaknya air hujan.
- Blok sensor sinar matahari : bagian ini mendeteksi intensitas paparan cahaya sinar matahari yang ada .
- Blok rangkaian logika : blok ini sangat penting, karena disinilah data yang

- d. Blok switch relay : pada bagian blok ini dirancang sebuah sistem relay yang dapat mengubah polaritas yang akan digunakan untuk menggerakkan motor dc sehingga motor dc dapat bergerak searah jarum jam dan sebaliknya. Pada blok ini juga dilengkapi sistem pelindung yang akan memutuskan arus ke motor apabila atap telah menutup sempurna atau telah membuka sempurna.
- e. Motor DC : motor dc yang digunakan untuk menggerakkan atap adalah motor dc yang memiliki gearbox.

3.2. Sensor Air Hujan

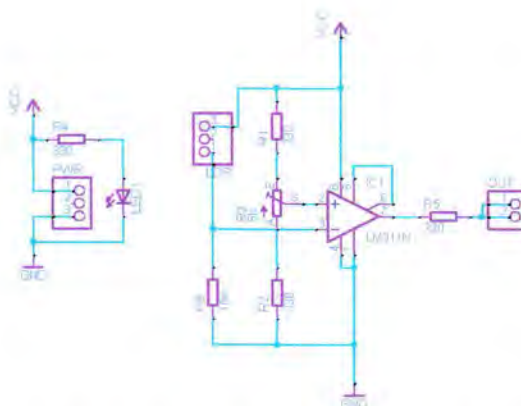
Panel sensor air hujan dirancang menggunakan plat pcb yang dibuat menjadi menjadi jalur-jalur tembaga yang berbentuk menyerupai dua buah sisir. panel sensor hujan ini akan dipasang di area terbuka dan diposisikan miring ,dimana air hujan akan mengenai board panel tersebut dan air dapat turun. Untuk menghindari karat karena air hujan sebaiknya tembaga dilapisi oleh timah.



Prinsip kerja dari sensor di atas adalah dengan menghubungkan salah satu sisi sisir dengan tegangan 5 Volt DC dan salah satu sisi sisir sebagai output data, sehingga ketika tidak ada air diantara celah kedua jalur sisir tersebut maka rangkaian akan mengeluarkan nilai 0 Volt DC, tetapi ketika terdapat air diantara celah yang sempit tersebut maka air akan berfungsi sebagai penghantar arus listrik antara jalur tersebut, maka output sensor akan bernilai 5 Volt DC.

3.3. Sensor Sinar Matahari

Sensor sinar matahari menggunakan komponen utama LDR (*light dependent resistor*), sifat dari LDR adalah mempunyai hambatan yang besar ketika kondisi atau keadaan tanpa cahaya sama sekali, dan akan memiliki hambatan yang sangat rendah ketika dikenai cahaya. Dengan sifatnya yang sedemikian rupa maka dengan bantuan sebuah komparator dapat dibuat sebuah sistem yang baik untuk mendeteksi intensitas matahari dengan berbagai variasi intensitas yang kita inginkan dengan keluaran output digital 0 VDC dan 5 VDC. Berikut adalah gambar rangkaian dari sebuah sistem sensor matahari dengan menggunakan komparator.



UNIVERSITAS MEDAN AREA

LDR Sensor With Comparator Schematic for Automatic Roof Control

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

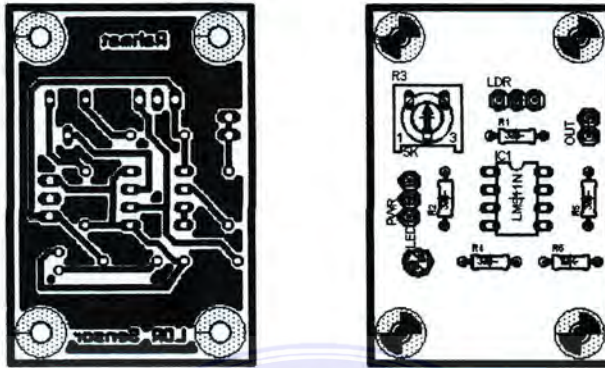
Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip atau seluruh atau sebagian isi publikasi ini tanpa izin dari Universitas Medan Area

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23



Gambar 3.4 Gambar layout pcb sensor intensitas matahari

Pada gambar rangkaian di atas penulis menggunakan op-amp sebagai komparator tegangan, hal ini dimaksudkan agar output tegangan dari LDR dikomparasikan dengan tegangan referensi yang kita inginkan dengan menggunakan sebuah tahanan variabel, sehingga penulis dapat mengatur variasi intensitas matahari yang sesuai.

3.4. Rangkaian Logika

Untuk membuat suatu sistem cerdas berbasis digital maka diperlukan sebuah rangkaian logika. Rangkaian logika pada sistem kendali ini menggunakan IC TTL. Untuk mendapatkan sebuah rangkaian logika yang baik maka pertama penulis harus menyusun kondisi yang diinginkan dengan menggunakan tabel kebenaran dan kemudian membuat persamaannya. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

a. Penulis menyusun tabel kebenaran dari kondisi yang diinginkan

Tabel 3.1 Tabel kebenaran untuk logika sistem atap otomatis

A (Matahari)	B (Hujan)	Y_B (Buka)	Y_T (Tutup)
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1

Dari tabel tersebut dapat kita ambil kesimpulan bahwa

- 1 Atap akan *membuka* hanya pada saat ada sinar matahari dan tidak ada hujan (matahari = 1, hujan = 0).
- 2 Atap akan *menutup* pada saat tidak ada sinar matahari dan tidak terjadi hujan (matahari = 0, hujan=0),
- 3 Atap akan *menutup* pada saat tidak ada sinar matahari dan terjadi hujan (matahari = 0,hujan=1) dan kondisi terakhir ,
- 4 Atap akan *menutup* pada saat ada sinar matahari namun terjadi hujan (matahari = 1 , hujan=1).

b. Dari tabel tersebut dapat disusun sebuah persamaan logika sebagai berikut.

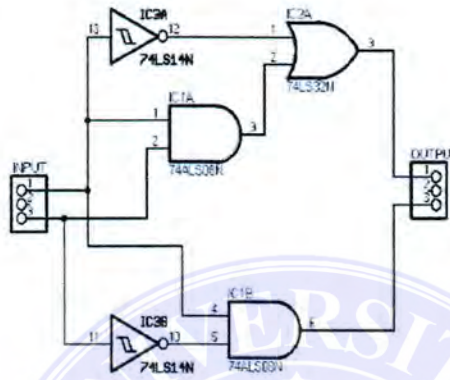
1. Kondisi atap terbuka :

$$Y_B = A \cdot \bar{B}$$

2. Kondisi atap tertutup

$$\begin{aligned} Y_T &= \bar{A} \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B + A \cdot B \\ &= \bar{A} \cdot (\bar{B} + B) + A \cdot B \end{aligned}$$

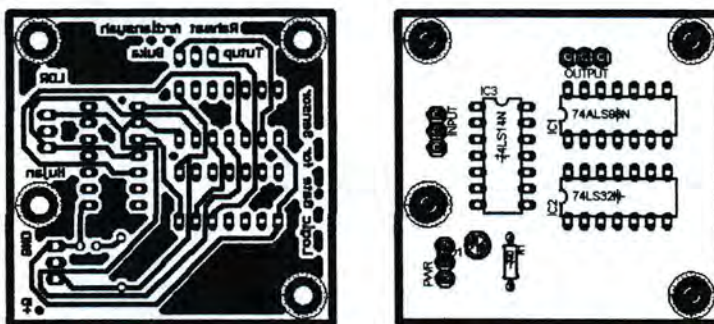
c. Dari persamaan logika di atas maka dapat penulis buat susunan gerbang logikanya menggunakan IC logika seperti skema gambar rangkaian berikut.



Gambar 3.5 Rangkaian Logika dengan IC TTL

IC yang digunakan adalah IC logika jenis TTL yang mempunyai kode 7414 untuk gerbang logika NOT (Inverter), kode 7408 untuk gerbang logika AND 2 Input dan kode 7432 untuk gerbang logika OR 2 Input.

Berikut adalah gambar dari susunan layout dari pcb untuk rangkaian logika yang diterapkan.



Gambar 3.6 Gambar Layout PCB rangkaian logika

UNIVERSITAS MEDAN AREA

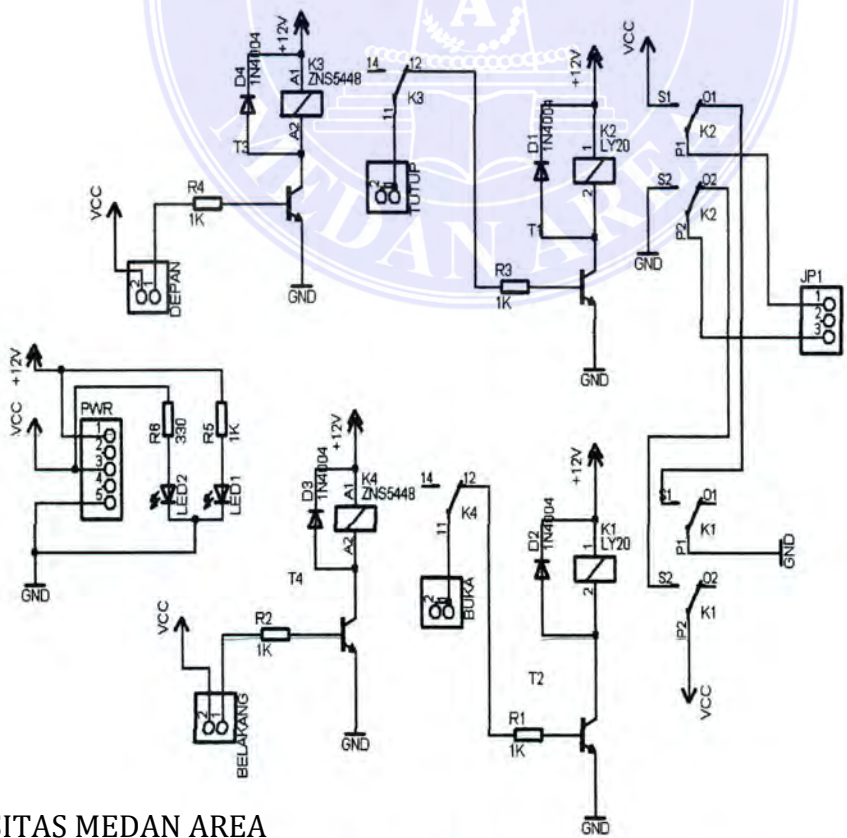
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

3.5. Rangkaian Relay Penggerak Motor DC

Rangkaian saklar relay penggerak motor dc berfungsi untuk mengatur polaritas catu daya yang akan diberikan ke motor dc, sehingga motor dc dapat berputar searah jarum jam (Clockwise = CW) maupun berlawanan arah jarum jam (Counter Clockwise = CCW). Selain sebagai pengatur arah putar ditambahkan pula saklar relay pengaman agar motor dapat berhenti ketika atap telah menutup secara sempurna ataupun atap telah membuka secara sempurna. Berikut adalah gambar rangkaian dari rangkaian relay.



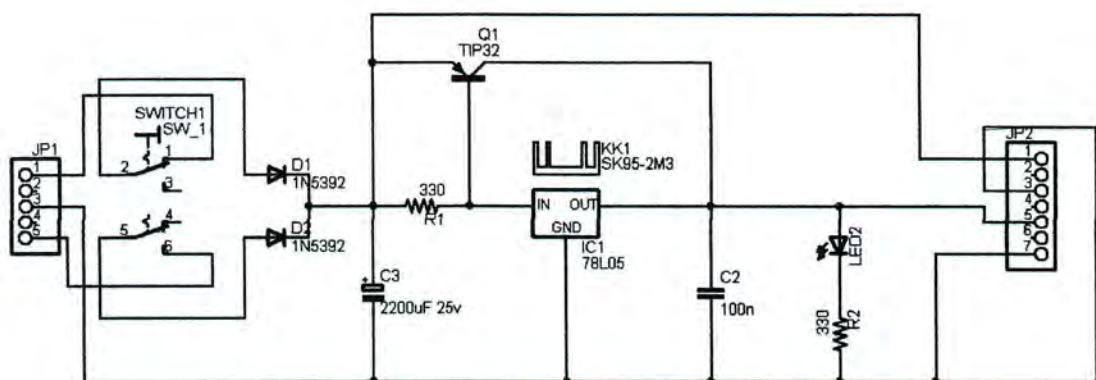
Gambar 3.7 Rangkaian saklar (switch) relay

Prinsip kerja dari rangkaian di atas adalah jika ada sinyal +5 Vdc pada pin tutup maka transistor T1 akan aktif sehingga membuat relay K2 aktif dan output JP1 akan menjadi +5 Volt dc pada pin 1 dan 0 Volt pada pin 3, keadaan ini akan terus berlangsung sampai saklar depan aktif, ketika saklar depan aktif maka transistor T3 akan aktif dan relay K3 akan memutuskan sinyal tutup. Jika ada sinyal +5 Vdc pada pin buka maka transistor T2 akan aktif sehingga membuat relay K1 aktif dan output JP1 akan menjadi 0 Volt dc pada pin 1 dan +5 Volt pada pin 3, keadaan ini akan terus berlangsung sampai saklar belakang aktif, ketika saklar belakang aktif maka transistor T4 akan aktif dan relay K4 akan aktif dan memutuskan sinyal buka.

Dengan saling bertukarnya sinyal pada output JP1 yang di umpankan ke motor dc maka motor dc pun akan berputar sesuai polaritas yang diberikan.

3.6. Rangkaian Catu daya (Power Supply)

Gambar rangkaian dari catu daya (power supply) dapat dilihat pada gambar berikut ini.



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang No. 19/2002
Gambar 3.8 Rangkaian catu daya (power supply)

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
 Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

Rangkaian catu daya (power supply) berfungsi untuk mensuplay arus dan tegangan ke seluruh rangkaian yang ada. Rangkaian power supply ini terdiri dari dua keluaran, yaitu +5 volt dan +12 volt, keluaran 5 volt digunakan untuk menghidupkan seluruh rangkaian kecuali Relay, sedangkan keluaran 12 volt digunakan untuk mensuplay tegangan ke rangkaian relay, karena relay memerlukan tegangan input sebesar 12 volt agar dapat mengoperasikan relay tersebut.

Trafo *stepdown* yang berfungsi untuk menurunkan tegangan dari 220 volt AC menjadi 12 volt AC. Kemudian 12 volt AC akan disearahkan dengan menggunakan dua buah dioda, selanjutnya 12 volt DC akan diratakan oleh kapasitor 2200 μ F. Regulator tegangan +5 volt (78L05) digunakan agar keluaran yang dihasilkan tetap +5 volt walaupun terjadi perubahan pada tegangan masukannya. LED hanya sebagai indikator apabila power supply dinyalakan. Transistor PNP TIP 32 disini berfungsi sebagai penguat arus apabila terjadi kekurangan arus pada rangkaian, sehingga regulator tegangan (78L05) tidak akan panas ketika rangkaian butuh arus yang cukup besar. Tegangan 12 volt DC langsung diambil dari keluaran jembatan dioda.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Dari keseluruhan prosedur perancangan dan pengujian alat penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Sistem kendali atap otomatis dengan menggunakan LDR dan Plat tembaga sebagai sensor pendeteksi keadaan cuaca, cukup mudah untuk dirancang dan diaplikasikan.
2. Bagian inti atau otak dari sistem ini adalah pada bagian Rangkaian gerbang logika digital yang bertindak sebagai pengolah data output dari sensor dan pemberi keputusan terhadap bagian relay pengendali motor , yang dalam hal ini menggunakan gerbang AND (IC 7408),OR (IC 7432) dan NOT (IC 7414).
3. Untuk mengatasi kesalahan (*error*) pada input rangkaian logika yang berasal dari LDR, diperlukan rangkaian sensor yang memiliki output bernilai konstan berupa sinyal digital yang berkisar 0 volt (pada level rendah/low) dan berkisar 5 volt (pada level tinggi/high) .oleh karena itu digunakan sebuah komparator pada rangkaian sensor sinar matahari (LDR),untuk menjadikan sistem lebih stabil dan memiliki output yang baik.

4. Penggunaan relay sebagai pengendali motor menjadikan alat ini dapat dengan mudah dimodifikasi untuk diaplikasikan ke dunia nyata dalam kehidupan sehari-hari.

4.2.SARAN

Dalam perancangan, penelitian dan penulisan skripsi ini penulis memiliki beberapa saran.

1. Penulis berharap model system kendali otomatis ini akan menjadi sebuah prototype yang dapat dikembangkan menjadi sebuah sistem riil dan dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari.
2. Untuk plat sensor hujan penulis memiliki kendala dimana waktu kering sensor terasa lama jika tidak di keringkan dengan kain, penulis berharap ada yang meneruskan penelitian dengan memperbaiki sistem sensor air hujan yang digunakan dalam rancangan ini.
3. Dalam dunia nyata penulis merasa perlu dirancang sebuah sistem penggerak atap (sistem mekanik) yang lebih baik dan lebih inovatif agar sistem mekanik dari pergerakan atap menjadi lebih halus dan ringan sehingga atap menjadi lebih awet dan tahan lama,tetapi tetap efisien dalam hal perakitan dan perawatannya .

DAFTAR PUSTAKA

- Bishop, Owen. 2004, *Dasar-dasar Elektronika*, 1st ed, Jakarta, Erlangga.
- Malvino, Albert Paul. 1983, *Elektronika Komputer Digital*, 2nd ed, Jakarta, Erlangga.
- Malvino, Albert Paul. 1986, *Prinsip-Prinsip Dasar Elektronika*, 2nd ed, Jakarta, Erlangga.
- Humpries, James T and Leslie P. Sheets. 1983, *Industrial Electronics*, Nort Scituate-Massachusetts, Brettor Publisher.
- Mc. pherson, George, 1981, *An Introduction to Electrical Machines & Transformers*, New York, Jhon Wiley 7 Sons.
- Petruzella, Frank D, 1996, *Industrial Electronics*, New York, McGrawHill International Edition.
- Edminiester, Joseph A, 1976, *Electric Circuits Schaum Outlines Series*, New York, McGrawHill Company.
- Herman, Stephen L and Walter N. Alerich, 1985, *Industrial Motor Control*, New York, Delman Publisher Inc.
- Schultz, Mitchel E, 1994, *Electronics Device A text and Software Problem Manual*, New York, Mc GrawHill International Edition.
- Sensor232, blog. 2010, <http://sensor232.blogspot.com/> ,Diakses 25 April, 2010.