

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Perancangan sistem pengamanan kebakaran yang bertujuan untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan penghuni rumah telah banyak dilakukan oleh mahasiswa dari perguruan tinggi di Indonesia, terutama untuk kepentingan penulisan tugas akhir. Berikut ini disajikan beberapa penelitian terdahulu yang merupakan referensi teori terkait dengan kasus atau permasalahan yang akan diselesaikan yang dikumpulkan dari berbagai sumber. Pada tahun 2013, Subhan Apyandi telah melakukan penelitian berjudul rancang bangun sistem detektor kebakaran via Handphone berbasis mikrokontroler. Sistem ini dapat mendeteksi kebakaran sedini mungkin dengan memanfaatkan pengendalian menggunakan mikrokontroler ATmega32. Perangkat Handphone difungsikan sebagai pengirim dan penerima SMS (Short Message Service) jika sensor mendeteksi adanya indikasi kebakaran dalam suatu ruangan. Apabila suatu ruangan terdapat percikan api dan asap, akan dideteksi oleh sensor Api dan Asap. Sensor memberikan sinyal kepada mikrokontroler untuk mengaktifkan buzzer dan handphone. Dalam penelitian ini, peneliti tidak menggunakan *Human Machine Interface* (HMI) sebagai pemantauan ruangan yang terdeteksi kebakaran. Dengan demikian safety bagi penghuni rumah masih kurang memadai

Sedangkan pada tahun 2007, Hadi Wibowo telah melakukan pembuatan otomatisasi sistem penanggulangan kebakaran menggunakan sensor temperatur

dan pendeteksi asap berbasis Mikrokontroler AT89S51. Sensor akan mendeteksi panas dan asap kemudian dikirim ke sistem komputer. Program akan membaca masukan dari sensor panas dan asap. Saat terdapat asap dan panas $\geq 40^{\circ}\text{C}$ secara bersamaan, maka alarm berbunyi dan pompa akan bekerja menyemburkan air. Dalam penelitian ini, peneliti tidak menggunakan *Human Machine Interface* (HMI) sebagai pemantauan ruangan yang terdeteksi kebakaran. Dengan demikian safety bagi penghuni rumah masih kurang memadai dan sensor yang hanya mendeteksi asap dan kenaikan suhu masih kurang efektif.

Dengan adanya beberapa alat Tugas Akhir yang sudah ada tersebut, peneliti tertarik untuk mengembangkan penelitian tentang pembuatan sistem pengaman kebakaran otomatis pada rumah berbasis *Programmable Logic Control* (PLC) dan *Human Machine Interface* (HMI) karena belum ada pembahasan mengenai Monitoring ruangan kebakaran pada rumah. Peneliti menggunakan sensor suhu LM35 dan sensor asap MQ-2 sebagai pendeteksi bahaya kebakaran. Penulis juga menambahkan *buzzer* sebagai peringatan dini ketika mulai terjadi kebakaran, Kipas, *sprinkler* sebagai pemadam api otomatis saat sudah terjadi kebakaran demi penyelamatan rumah agar kebakaran tidak semakin meluas. Menggunakan dua sensor dan satu buah sistem *sprinkler*, diharapkan tercipta sistem pengaman kebakaran yang lebih baik dari penelitian sebelumnya.

2.2. Dasar Teori

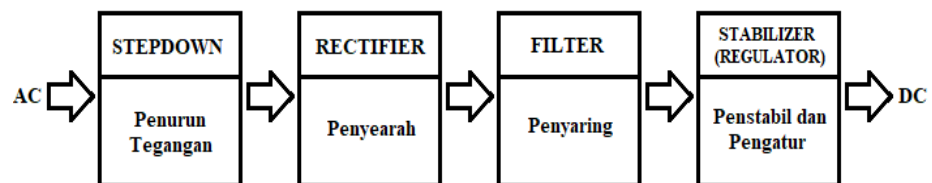
2.2.1. Catu Daya (*Power Supply*)

Catu Daya adalah bagian dari setiap perangkat elektronika yang berfungsi

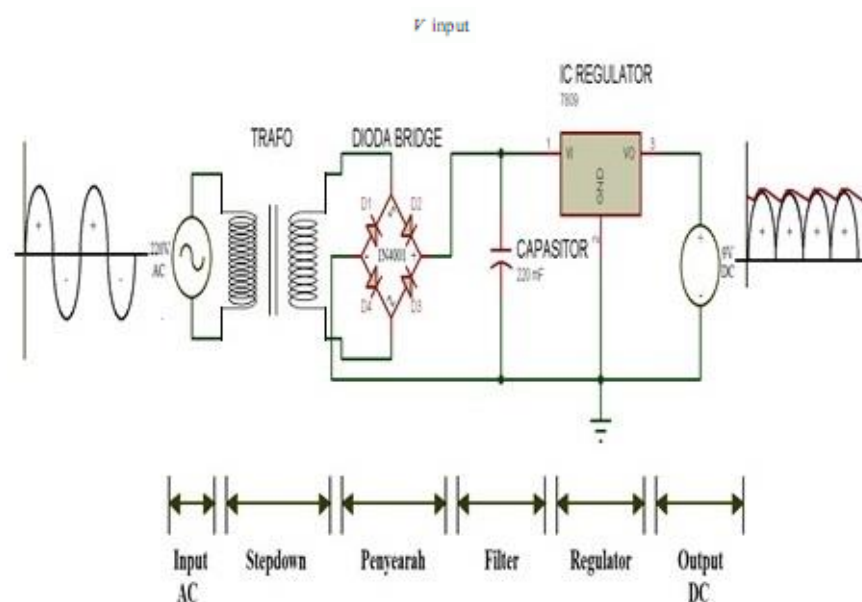
sebagai sumber tenaga. Catu daya sebagai sumber tenaga dapat berasal dari; baterai, accu, solar cell dan adaptor. Komponen ini akan mencatu tegangan sesuai dengan tegangan yang diperlukan oleh rangkaian elektronika [1].

2.2.1.1. Catu Daya Adaptor

Catu daya Adaptor adalah perangkat elektronika yang berfungsi menurunkan dan mengubah tegangan AC (*Alternating Current*) menjadi tegangan DC (*Dirrect Current*) yang dapat di gunakan sebagai sumber tenaga peralatan elektronika [1]. Sebuah catu daya adaptor yang baik memiliki bagian-bagian seperti pada blok diagram berikut ini:



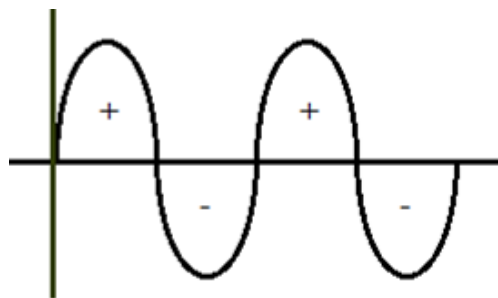
Gambar (2-1) Diagram Blok Catu Daya Adaptor [1]



Gambar (2-2) Skema Rangkaian Catu Daya [1]

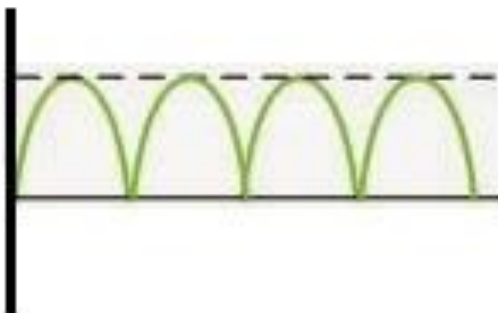
Keterangan dari gambar (2-2) adalah prinsip Kerja dari rangkaian Catu Daya diatas adalah sebagai berikut:

Pada bagian awal terdapat trafo stepdown 9v yang berfungsi untuk menurunkan tegangan AC 110/220V menjadi tegangan AC yang lebih rendah yang diperlukan(5V, 9V,12V, dll). Bagian ini dirubah menjadi tegangan 9V, sehingga muncul gelombang seperti gambar di bawah ini:



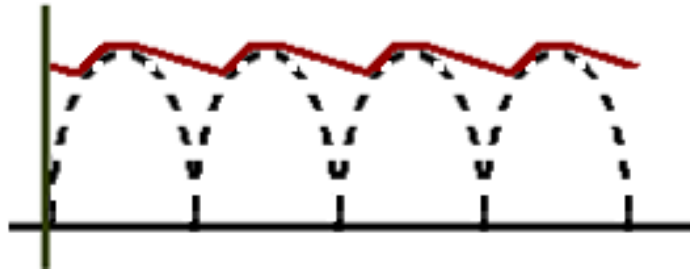
Gambar (2-3) Gelombang Keluaran Trafo Stepdown [1]

Setelah tegangan diturunkan oleh trafo stepdown maka langkah selanjutnya adalah tegangan masuk pada penyearah (*Rectifier*) pada tahap ini komponen yang bekerja adalah Dioda Bridge yang berfungsi menyearahkan tegangan AC keluaran trafo menjadi tegangan DC sehingga muncul gambar gelombang sebagai berikut:



Gambar (2-4) Gelombang Keluaran Dioda [1]

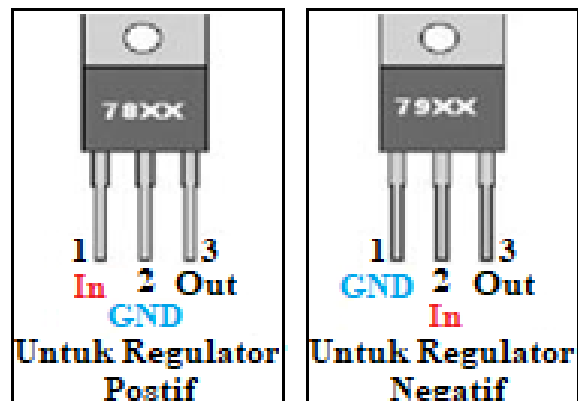
Penyearah gelombang penuh model jembatan memerlukan empat buah dioda. Dua dioda akan berkondisi saat isyarat positif dan dua dioda akan berkonduksi saat syarat negatif. Untuk model penyearah jembatan ini kita tidak memerlukan transformator yang memiliki center-tap. Seperti ditunjukkan pada gambar 2-4), bagian masukan AC dihubungkan pada sambungan D1-D2 dan yang lainnya pada D3-D4. Katode D1 dan D3 dihubungkan dengan keluaran positif dan anode D2 dan D4 dihubungkan dengan keluaran negatif (ground). Misalkan masukan AC pada titik A berharga positif dan B berharga negatif, maka dioda D1 akan berpanjar maju dan D2 akan berpanjar mundur. Pada sambungan bawah D4 berpanjar maju dan D3 berpanjar mundur. Pada keadaan ini elektron akan mengalir dari titik B melalui D4 ke beban, melalui D1 dan kembali ke titik A. Pada setengah periode berikutnya titik A menjadi negatif dan titik B menjadi positif. Pada kondisi ini D2 dan D3 akan berpanjar maju sedangkan D1 dan D4 akan berpanjar mundur. Aliran arus dimulai dari titik A melalui D2, ke beban, melalui D3 dan kembali ke titik B. Perlu dicatat di sini bahwa apapun polaritas titik A atau B, arus yang mengalir ke beban tetap pada arah yang sama. Setelah berbentuk gelombang DC maka arus akan melewati kapasitor yang berfungsi sebagai *Filter* (Penyaring) yang berfungsi untuk menyaring arus DC yang masih berdenyut sehingga menjadi rata. Sehingga gelombang yang muncul adalah sebagai berikut yang merupakan keluaran gelombang output VDC:



Gambar (2-5) Gelombang Keluaran Kapasitor [1]

Jika Arus yang mengalir pada rangkaian $I=0$ maka kapasitor akan melakukan pengisian (garis horizontal), dan sebaliknya jika arus yang mengalir semakin besar maka kapasitor akan melakukan pengosongan (gelombang ripple), proses ini bertujuan untuk menghilangkan denyut-denyut gelombang.

Setelah difilter maka tegangan keluarannya akan di atar atau di stabilkan dengan IC Regulator yang berfungsi menstabilkan tegangan DC agar tidak terpengaruh oleh tegangan beban. Saat ini sudah banyak dikenal komponen seri **78XX** sebagai regulator tegangan tetap positif dan seri **79XX** yang merupakan regulator untuk tegangan tetap negatif. Bahkan komponen ini biasanya sudah dilengkapi dengan pembatas arus (*Current Limiter*) dan juga pembatas suhu (*Thermal Shutdown*). Regulator Voltage berfungsi sebagai filter tegangan agar sesuai dengan keinginan. Oleh karena itu biasanya dalam rangkaian power supply maka IC Regulator tegangan ini selalu dipakai untuk stabilnya outputan tegangan. Berikut susunan kaki IC regulator tersebut [1].



Gambar (2-6) Susunan Kaki IC Regulator [1]

Misalnya 7812 adalah regulator untuk mendapat tegangan +12 volt, 7824 IC regulator tegangan +24 volt dan seterusnya. Sedangkan seri 79XX misalnya adalah 7912 dan 7924 yang berturut-turut adalah regulator tegangan -12 dan -24 volt. Pada Rangkaian regulator komponen yang di gunakan merupakan gabungan dari Dioda zener, transistor, resistor dan kapasitor yang di paket berupa sebuah IC seperti regulator LM7809.

Regulator bekerja dengan cara mengendalikan arus basis pada transistor melalui dioda zener V_z dan resistor R_2 sehingga penguatan tegangan pada output transistor mengalami penurunan sesuai dengan pengaturan tegangan kemudi pada arus basis yaitu sebesar 9V.

Tabel 2-1 Spesifikasi IC Regulator [1]

Tipe	V Out (V)	I Out (A)			V in (V)	
		78xxC	78Lxx	78Mxx	Min	Max
7805	5	1	0,1	0,5	7,5	20
7806	6	1	0,1	0,5	8,6	21
7808	8	1	0,1	0,5	10,6	23
7809	9	1	0,1	0,5	11,7	24
7810	10	1	0,1	0,5	12,7	25
7812	12	1	0,1	0,5	14,8	27
7815	15	1	0,1	0,5	18	30
7818	18	1	0,1	0,5	21	33
7824	24	1	0,1	0,5	27,3	38

Sekarang tidak perlu susah payah lagi mencari transistor dan komponen lainnya untuk merealisasikan rangkaian regulator seperti di atas. Karena rangkaian semacam ini sudah dikemas menjadi satu IC regulator tegangan tetap.

2.2.2. Programmable Logic Controller (PLC)

Di dalam dunia modern yang mengutamakan kenyamanan dan kecepatan, sistem yang bekerja secara otomatis akan semakin banyak. Otomatis sering kali

diartikan sebagai “tidak menggunakan tenaga manusia”. Pada kenyataannya adalah sebuah kondisi, teknik, dan peralatan yang dioperasikan secara otomatis. Latar belakang tersebut yang mendorong dunia industri untuk meningkatkan sistem otomatis dalam membuat produk yang besar dan waktu yang sedikit. Salah satu pengendali yang paling populer dalam industri, khususnya yang bekerja secara sekuensial, ialah PLC.

PLC merupakan perangkat elektronik yang didesain untuk digunakan pada industri yang mengontrol suatu sistem ataupun sekelompok sistem baik data I/O analog atau digital. Pada awalnya, PLC digunakan untuk menggantikan fungsi relay yang banyak digunakan pada lingkungan industri. Pemahaman berdasarkan namanya PLC itu sendiri adalah:

- *Programmable*, menunjukkan kemampuannya dapat diubah-ubah sesuai program yang dibuat dan kemampuannya dalam hal memori program yang telah dibuat.
- *Logic*, menunjukkan kemampuannya dalam memproses input secara aritmatik, yakni melakukan operasi negasi, mengurangi, membagi, mengalikan, menjumlahkan dan membandingkan.
- *Controller*, menunjukkan kemampuannya dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan keluaran yang diinginkan.

PLC pertama kali digunakan sekitar tahun 1960-an untuk menggantikan peralatan konvensional yang begitu banyak. Perkembangan PLC saat ini terus mengalami peningkatan sehingga bentuk dan ukurannya semakin kecil. Pada tahun 1980-an harga PLC masih terhitung mahal, namun saat ini dapat dengan

mudah diperoleh dengan harga yang relatif murah. Beberapa perusahaan komputer dan elektronik menjadikan PLC sebagai produk terbesar yang terjual saat itu. Pertumbuhan pemasaran PLC mencapai jumlah 80 juta dolar di tahun 1978 dan 1 milyar dolar per tahun hingga tahun 2000 dan angka ini terus berkembang, mengingat penggunaan yang semakin luas, terutama dalam proses pengontrolan di industri, pada alat-alat kedokteran, dan alat-alat rumah tangga.

PLC (*Programmable Logic Control*) dapat dibayangkan seperti sebuah personal komputer konvensional (konfigurasi internal pada PLC mirip sekali dengan konfigurasi internal pada personal komputer). Akan tetapi dalam hal ini PLC dirancang untuk pembuatan panel listrik (untuk arus kuat). Jadi bisa dianggap PLC adalah komputernya panel listrik. Ada juga yang menyebutnya dengan PC (*programmable controller*).

PLC memiliki keunggulan yang signifikan, karena sebuah perangkat pengontrol yang sama dapat digunakan dalam beraneka ragam sistem kontrol. PLC serupa dengan komputer namun, bedanya: komputer dioptimalkan untuk tugas-tugas perhitungan dan penyimpanan data, sedangkan PLC dioptimalkan untuk tugas-tugas pengontrolan dan pengoperasian di dalam industri.

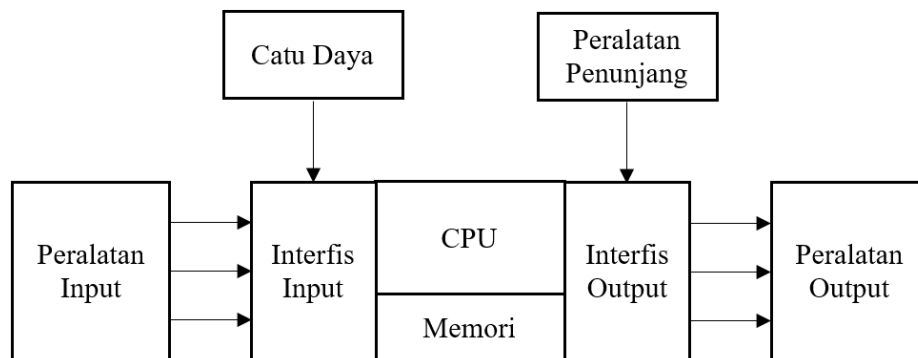
Oleh karena itu, PLC memiliki karakteristik berikut:

1. Kokoh dan dirancang untuk tahan terhadap getaran, suhu, kelembaban, dan kebisingan.
2. Antarmuka untuk masukan dan keluaran telah tersedia secara *built-in*.
3. Mudah deprogram dan menggunakan sebuah bahasa pemrograman yang

mudah dipahami, yang sebagian besar berkaitan dengan operasi-operasi logika dan penyambungan [2].

2.2.2.1. Dasar *Programmable Logic Controller* (PLC)

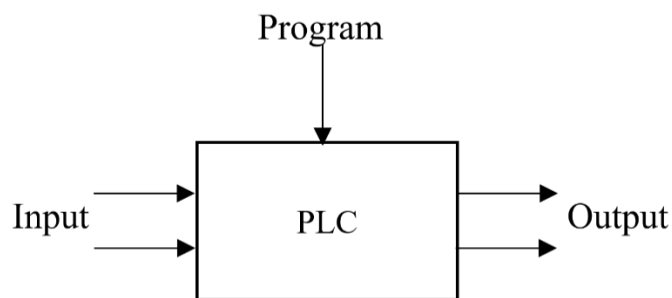
PLC sendiri telah banyak digunakan di industri pada saat sekarang ini. tidak seperti layaknya komputer biasa, PLC diciptakan dengan memiliki I/O yang dapat dihubungkan dengan sensor dan aktuator sebagai pemicu pada proses kontrol, seperti yang ditunjukkan pada gambar (2-7). Proses otomatisasi pada PLC dapat diprogram sesuai dengan keinginan programmer.



Gambar (2-7) Diagram Blok (PLC) [3]

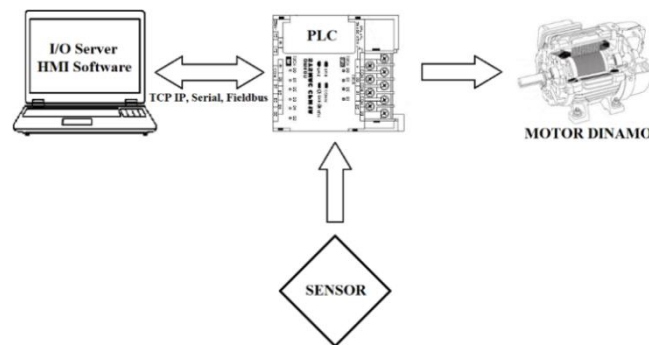
Dasar PLC itu sendiri adalah sebuah CPU (*Central Processing Unit*) yang merupakan pusat control dari sebuah PLC, elemen-elemen input/output (I/O) yang terhubung akan diolah CPU berdasarkan program PLC yang telah dirancang, jenis input device terdiri dari bermacam-macam *field device*, seperti: sensor tinggi dan sensor suhu. Sedangkan untuk output *device* seperti: pompa air, pemanas air, dan relay. Input device terbagi dengan dua jenis data tipe, yaitu digital input dan

analog input. Begitu halnya juga dengan output device yang juga terbagi atas dua jenis data tipe yaitu digital output dan analog output. Berikut gambar (2-8) merupakan sebuah pengontrol logika terprogram.



Gambar (2-8) Sebuah Blok Pengontrol Logika Terprogram

Dalam pemrogramannya pada umumnya PLC mengarah kepada standar yang diciptakan oleh produsen PLC masing-masing, namun tersedia juga pilihan pengoperasian berdasarkan standar dari IEC (*International Electrotechnical Commission*) yang merupakan suatu ornop standarisasi internasional untuk semua teknologi elektrik, elektronika, dan teknologi lain yang terkait secara kolektif atau dikenal dengan elektro teknologi. Sehingga jika seorang pengguna PLC dihadapkan dengan masalah banyaknya tipe dari PLC maka pengguna dapat berpedoman pada standar pengoperasian yang telah ditetapkan oleh IEC. Dikarenakan banyaknya ragam dan merk PLC yang berbeda-beda, protokol ini disebut sebagai I/O Server. Tentunya tiap-tiap perusahaan produsen dan pengembang PLC mempunyai aturan-aturan mereka masing-masing, oleh karena itu *InTouch* juga memiliki banyak macam jenis protokol yang bisa digunakan untuk media komunikasi antara kedua device. Gambar (2-9) merupakan skema umum komunikasi PC-PLC.



Gambar (2-9) Keberadaan I/O Server pada Sistem Komunikasi PC-PLC [3]

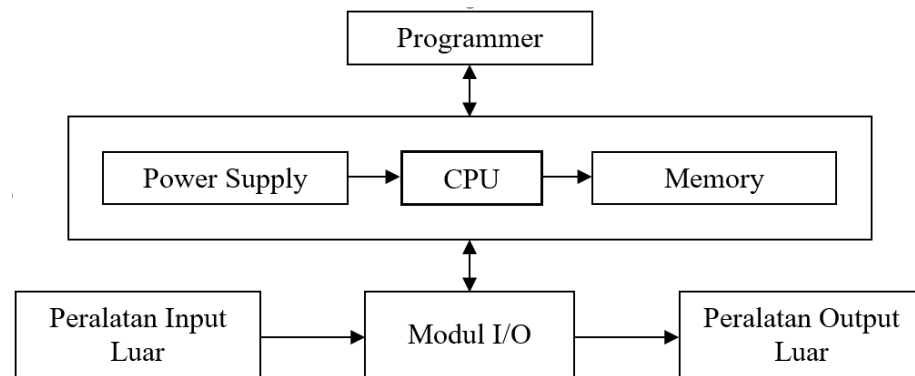
Programmable Logic Controllers (PLC) memiliki fungsi kendali untuk berbagai tipe dan tingkat kesulitan yang beraneka ragam. Definisi *Programmable Logic Controller* menurut Capiel (1982) adalah: sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didisain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog [3].

2.2.2.2. Prinsip Kerja PLC

Data-data berupa sinyal dari peralatan input luar (*external input device*) diterima oleh sebuah PLC dari sistem yang dikontrol. Peralatan input luar tersebut antara lain berupa saklar, tombol, sensor, dan lain-lain. Data-data masukan yang masih berupa sinyal analog akan diubah oleh modul input A/D (*analog to digital input module*) menjadi sinyal digital. Selanjutnya oleh unit prosesor sentral atau

CPU yang ada di dalam PLC sinyal digital dan disimpan di dalam ingatan (*Memory*). Keputusan diambil CPU dan perintah yang diperoleh diberikan melalui modul output D/A (*digital to analog output module*) sinyal digital itu bila perlu diubah kembali menjadi menggerakkan peralatan output luar (*external output device*) dari sistem yang dikontrol seperti antara lain berupa kontaktor, *relay*, pompa, pemanas air dimana nantinya dapat untuk mengoperasikan secara otomatis sistem proses kerja yang dikontrol tersebut [3].

Pada gambar (2-10) ditunjukkan diagram prinsip kerja dari sebuah PLC:



Gambar (2-10) Diagram Prinsip Kerja PLC [3]

2.2.2.3. Metode Pemrograman PLC

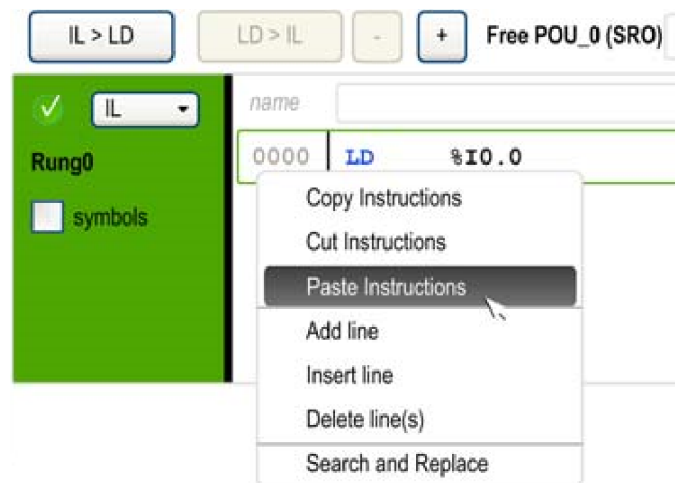
Agar dapat menjalankan fungsinya sebagai peralatan kontrol, PLC harus diprogram sesuai dengan fungsi kontrol yang diinginkan. PLC biasa diprogram menggunakan *ladder diagram* pada perangkat lunak pemrograman yang dibutuhkan. Pada PLC M221, aplikasi perangkat lunak yang digunakan untuk pemrograman adalah SoMachine Basic. Pada perangkat lunak ini terdapat tiga pilihan bahasa pemrograman berdasarkan IEC61131-3 *Programming Languages*, yaitu:

- **IL (Instruction List)**
- **LD (Ladder Diagram).**

Dalam pemrograman PLC ini, bahasa yang digunakan dapat dipilih salah satu baik IL ataupun LD.

- **Instruction List (IL)**

Sistem pemrograman ini bersifat tekstual. Singkatan-singkatan khusus yang disebut *mnemonic* digunakan untuk mengidentifikasi perintah yang berbeda yang sedang dijalankan ataupun tidak. Bahasa yang biasa digunakan adalah OR, AND, NAND, XOR, dan sebagainya seperti pada gambar (2-11).

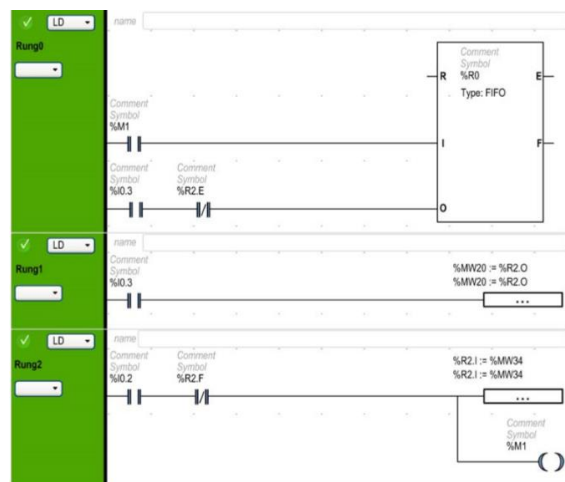


Gambar (2-11) Contoh *Instruction List* [4]

- **Ladder Diagram (LD)**

Diagram tangga atau *ladder diagram* adalah instruksi yang terkait dengan kondisi-kondisi di dalam diagram tangga. Instruksi-instruksi tangga,

baik yang independen maupun kombinasi atau gabungan dengan blok instruksi berikutnya atau sebelumnya, akan membentuk kondisi eksekusi. Contoh diagram tangga dapat dilihat pada gambar (2-12).



Gambar (2-12) Contoh *Ladder Diagram* [4]

2.2.3. Protokol Komunikasi

Protokol adalah seperangkat aturan yang mengatur pembangunan koneksi komunikasi, perpindahan data, serta penulisan hubungan antara dua atau lebih perangkat komunikasi. Protokol dapat berupa perangkat keras, perangkat lunak atau kombinasi dari keduanya. Protokol distandarisasi oleh *International Standard Organization* (ISO) dalam sebuah *Open System Interconnection* (OSI).

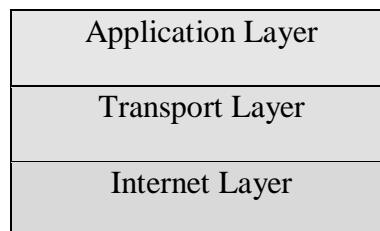
Dalam Model OSI terdapat 7 *layer*. Berikut ini merupakan 7 lapisan protokol OSI, yaitu:

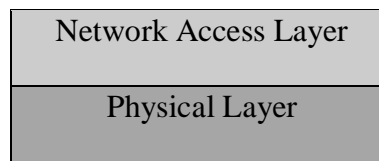
1. Lapisan aplikasi (*application layer*) mendefinisikan sebuah antarmuka
2. *user* dengan jaringan.

3. Lapisan presentasi (*presentation layer*) memastikan format data yang diterima dapat digunakan oleh aplikasi antarmuka dengan *user*.
4. Lapisan sesi (*session layer*) bertanggung jawab dalam membangun dan memelihara hubungan antara dua koneksi seperti *tab-tab* pada *browser*.
5. Lapisan transport (*transport layer*) memastikan komunikasi ujung ke ujung terjadi.
6. Lapisan jaringan (*network layer*) menghubungkan segmen-segmen pada jaringan agar dapat saling berhubungan.
7. Lapisan jalur data (*data link layer*) menyediakan link data (*segment*), yang menghubungkan titik ke titik secara langsung.
8. Lapisan fisik (*physical layer*) mendefinisikan bentuk bit dan media komunikasi.

2.2.3.1. Arsitektur TCP/IP

TCP/IP adalah standar komunikasi data yang ditemukan oleh *Defence Advance Research Project Agency* (DARPA). TCP/IP merupakan kumpulan protokol yang mengatur komunikasi data dengan menggunakan *layer* yang lebih sedikit dibandingkan OSI. Gambar (2-13) menunjukkan arsitektur TCP/IP dalam model *layer*.





Gambar (2-13) Arsitektur TCP/IP Dalam Model Layer

Jika suatu *layer* menerima data dari *layer* lain di atasnya, *layer* tersebut menambahkan informasi tambahan (*header*) ke data tersebut. *Header* hanya dapat dibaca oleh *layer* yang bersangkutan pada perangkat di sisi penerima. Hal yang sebaliknya terjadi, jika suatu *layer* menerima data dari *layer* lain yang berada di bawahnya, maka *layer* tersebut akan membaca *header* yang diperuntukkan untuknya, kemudian menghilangkannya dari data.

2.2.3.1.1. *Application Layer*

Layer tertinggi TCP/IP adalah *application layer* yang identik dengan *layer* pada OSI, *layer* ini memiliki protokol aplikasi yang beberapa diantaranya adalah:

- Telnet yaitu protokol yang menyediakan *remote login* dalam jaringan.
- FTP (*File Transfer Protocol*) yaitu protokol yang digunakan untuk *file transfer*.
- SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*) yaitu protokol yang digunakan untuk mengirimkan *electronic mail*.
- HTTP (*Hyper Text Transfer Protokol*) yaitu protokol yang digunakan untuk *web browsing*.

2.2.3.1.2. *Transport Layer*

Transport layer mempunyai dua fungsi utama yaitu mengatur aliran data

antara dua *host* dan fungsi reliabilitas. Pada *transport layer* terdapat dua buah protokol yaitu:

a. TCP (Transport Control Protocol)

TCP harus melakukan hubungan (*handshake*) terlebih dahulu sebelum mentransfer data. Selanjutnya TCP melakukan fungsi reliabilitas yaitu mengkonfirmasi semua pengiriman data. Setelah selesai pengiriman, TCP melakukan terminasi.

b. UDP (User Datagram Protocol)

Protokol ini melakukan fungsi *unreliable* dan *connectionless* yaitu protokol UDP pengiriman dilakukan secara spontan tanpa menunggu konfirmasi.

2.2.3.1.3. Internet Layer

Layer ini berfungsi sebagai tempat mekanisme pengalamatan dan perutean diatur. Mekanisme pengalamatan menggunakan 32 bit alamat (IP versi 4) dan 64 bit alamat (IP versi 6). Algoritma perutean dapat berbentuk statis yang diatur secara manual maupun secara dinamis melalui pertukaran informasi link.

2.2.3.1.4. Network Access Layer

Fungsi dalam *layer* ini adalah memastikan data tiba pada perangkat lain yang terhubung langsung secara selamat. Mekanisme pengkodean data, mekanisme cek kesalahan, mekanisme pertukaran data diatur dalam *layer* ini. Pada *layer* ini menyediakan media bagi sistem untuk mengirimkan data ke perangkat lain yang terhubung secara langsung. *Network Access Layer* setara dengan *Data Link Layer* pada standar OSI.

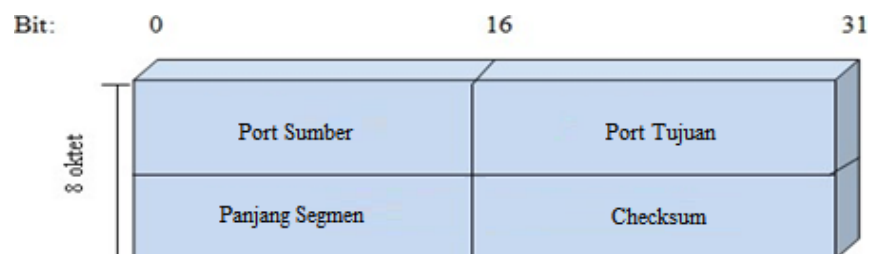
2.2.3.1.5. *Physical Layer*

Physical layer ini bertanggung jawab atas proses konversi data 0 dan 1 menjadi bentuk fisik (tegangan dan arus) agar dapat terkirim ke media *wireless* ataupun kabel. Berbagai jenis teknologi komunikasi seperti satelit, kabel kooaksial, optic, *dial-up*, adalah dalam cakupan *layer* fisik.

2.2.3.1.6. *User Datagram Protocol (UDP)*

Protokol ini sangat sederhana dengan arti pengirim dan penerima tidak perlu menjaga *session* atau status koneksi. UDP dapat mengirimkan per segmen tanpa dipengaruhi oleh kepadatan trafik. Protokol UDP menerapkan layanan *connectionless* yaitu tidak adanya campur tangan dari penerima dan pengirim selama pengiriman data terjadi. Hal ini dikarenakan setiap segmen UDP ditangani secara independen dengan segmen UDP lainnya.

Kelemahan UDP antara lain: *packet loss* yang tinggi dan kemungkinan *congestion*. Kehilangan segmen pada UDP sangat mungkin terjadi dikarenakan paket yang diterima mungkin tidak berurutan. Paket yang tidak berurutan otomatis akan dibuang. UDP juga tidak memiliki *congestion control* (kontrol kemacetan). *Congestion control* mencegah *buffer* penuh hingga terjadi penurunan kerja jaringan.



Gambar (2-14) Header User Datagram Protocol (UDP) [10]

UDP berdiri di atas IP. Karena bersifat nirsambungan, hanya sedikit yang perlu dilakukan UDP. Pada dasarnya, UDP menambahkan sebuah kemampuan pengalamatan *port* ke IP. Hal ini paling terlihat dengan meneliti *header* UDP. *Header* menyertakan *port* sumber dan *port* tujuan seperti yang ditunjukkan pada gambar (2-14). Bidang panjang berisi panjang keseluruhan segmen UDP, termasuk *header* dan data. *Checksum* menggunakan algoritma cek kesalahan [10].

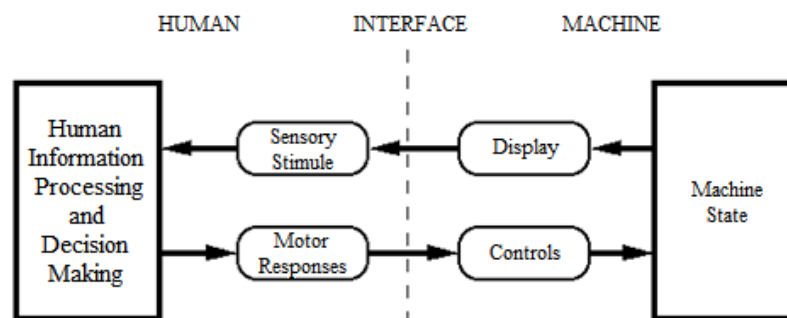
2.2.4. Human Machine Interface (HMI)

Human Machine Interface (HMI) merupakan media komunikasi antara manusia dan mesin dari suatu sistem. HMI membantu operator secara lebih dekat untuk mengontrol suatu *plan* sistem dan operasi PLC pada setiap tahap pengoperasian *plan* sebagai basis proses visualisasi sistem yang menghubungkan semua komponen dalam sistem dengan baik. Dengan menggunakan HMI sebagai *console* operator, operator bisa menyajikan berbagai macam analisa grafis, *hystorical information*, *database*, data *login* untuk keamanan, dan animasi ke dalam bentuk *software* [6].

2.2.4.1. Vijeo Disigner

Dalam dunia industri HMI menyajikan data yang diperlukan oleh operator untuk memonitor operasi peralatan dan lain sebagainya. Untuk membuat sebuah *project* di HMI digunakan *software* Vijeo Designer yang telah dikembangkan oleh *Schneider Electronic Industries (SAS)*. Kita dapat menjalankan Vijeo Designer di

bermacam computer dan *platform* dan bermacam target, tergantung kebutuhan. Dengan vijeo designer kita dapat menciptakan tampilan layar dengan beberapa fungsi grafik dan animasi yang cocok dengan permintaan dari yang paling sederhana hingga yang paling kompleks dan dengan semua fasilitas yang terdapat pada Vijeo Designer, akan meminimalisir kebutuhan untuk *programming* [5].



Gambar (2-15) Prinsip Kerja HMI [6]

2.2.4.2. Fungsi Dari HMI

1. Memberikan informasi plant yang *up-to-date* kepada operator melalui *graphical user interface*.
2. Menerjemahkan instruksi operator ke mesin.
3. Memonitor keadaan yang ada di *plant*.
4. Mengatur nilai pada parameter yang ada di *plant*.
5. Mengambil tindakan yang sesuai dengan keadaan yang terjadi.
6. Memunculkan tanda peringatan dengan menggunakan alarm jika terjadi sesuatu yang tidak normal.
7. Menampilkan pola data kejadian yang ada di *plant* baik secara *real time* maupun *historical (Trending history atau real time)* [3].

2.2.4.3. Bagian dari HMI

Pada tampilan HMI terdapat dua macam tampilan yaitu obyek statis dan obyek dinamis:

1. **Obyek Statis** yaitu obyek yang berhubungan langsung dengan peralatan atau database. Contoh: teks statis, layout unit produksi.
2. **Obyek Dinamik** yaitu obyek yang memungkinkan operator berinteraksi dengan proses, peralatan atau database serta memungkinkan operator melakukan aksi kontrol. Contoh: push button, lights, charts.
3. **Manajemen Alarm**

Suatu sistem produksi yang besar dapat memonitor sampai dengan banyak alarm dengan banyak alarm tersebut dapat membingungkan operator. Setiap alarm harus di-*acknowledged* oleh operator agar dapat dilakukan aksi yang sesuai dengan jenis alarm. Oleh karena itu dibutuhkan suatu manajemen alarm dengan tujuan mengeleminir alarm yang tidak berarti. Jenis-jenis alarm yaitu:

- 1) *Absolute Alarm*
 - a. *High* dan *High-High*
 - b. *Low* dan *Low-Low*
- 2) *Deviation Alarm*
 - a. *Deviation High*
 - b. *Deviation Low*
- 3) *Rate o Change Alarms*

a. *Positive Rate of Change*

b. *Negative Rate of Change*

4. Trending

Perubahan dari variable proses kontinyu paling baik jika dipresentasikan menggunakan suatu grafik berwarna. Grafik yang dilaporkan tersebut dapat secara *summary* atau *historical*.

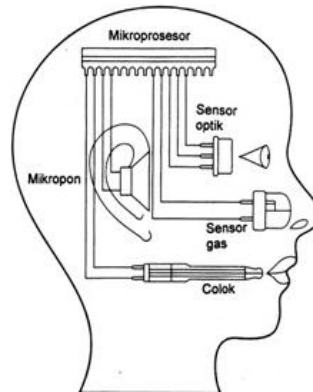
5. Reporting

Dengan *reporting* akan memudahkan pembuatan laporan umum dengan menggunakan report generator seperti alarm summary reports. Selain itu, reporting juga bisa dilaporkan dalam suatu database, *messaging system*, dan *web based monitoring*. Pembuatan laporan yang spesifik dibuat menggunakan report generator yang spesifik pula. Laporan dapat diperoleh dari berbagai cara antara lain melalui aktivasi periodik pada selang interfal tertentu misalnya kegiatan harian ataupun bulanan dan juga melalui operator demand [3].

2.2.5. Sensor

Sensor adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi dan sering berfungsi untuk mengukur sesuatu. Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Gambar (2-14) menunjukkan bahwa sensor

memberikan ekivalen mata, pendengaran, hidung, lidah untuk menjadi otak mikroprosesor dari sistem otomatisasi industri. [3]



Gambar (2-16) Ilustrasi Sensor [3]

Berdasarkan sinyal keluarannya, sensor diklasifikasikan sebagai analog atau digital. Pada sensor analog perubahan keluaran secara kontinu pada tingkat makroskopik. Informasi ini diperoleh dari amplitudo, meskipun sensor dengan keluaran dalam domain waktu biasanya dianggap sebagai analog [3].

Dalam tugas akhir ini menggunakan 2 jenis sensor. Sensor yang digunakan adalah sensor asap, sensor suhu, berikut penjelasan umumnya.

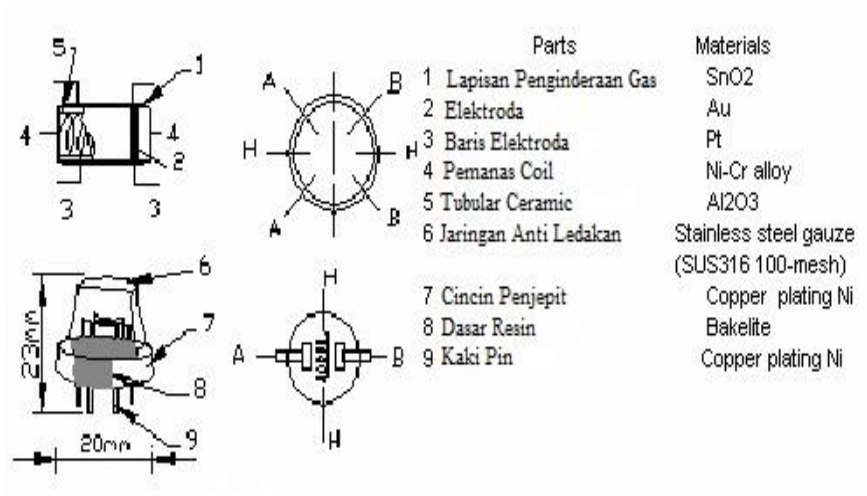
2.2.5.1. Sensor MQ-2

Modul MQ-2 adalah sensor gas yang ekonomis untuk mendeteksi kandungan gas hidrokarbon yang mudah terbakar seperti iso butana (C_4H_{10} /isobutane), propana (C_3H_8 /propane), metana (CH_4 /methane), etanol (ethanol alcohol, CH_3CH_2OH), asap (smoke), dan LPG (liquid petroleum gas). Gas sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi terjadinya kebocoran gas di rumah / pabrik.



Gambar (2-17) Sensor MQ-2

Sensor gas MQ-2 mengandung bahan sensitif Timah Oksida (SnO_2) yang dalam udara bersih (normal) memiliki konduktifitas yang rendah. Ketika lingkungan sekitar mengandung gas yang mudah terbakar, konduktifitas sensor akan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi gas mudah terbakar dalam udara. Dengan menggunakan rangkaian sederhana untuk mendeteksi terjadinya perubahan dalam konduktifitas akibat konsentrasi gas di udara, maka didapatkan lah sinyal output. Jika sensor tersebut mendeteksi keberadaan gas tersebut diudara dengan tingkat konsentrasi tertentu, maka sensor akan menganggap terdapat asap di udara. Ketika sensor mendeteksi keberadaan gas-gas tersebut, maka resistansi elektrik sensor akan turun. Dengan memanfaatkan prinsip kerja dari sensor MQ 2 ini, kandungan gas tersebut dapat diukur. Tampilan rangkaian pada sensor MQ2 adalah sebagai berikut :



Gambar (2-18) Rangkaian pada Sensor MQ-2 [7]

2.2.5.1.1 Fitur

Untuk sensor MQ-2 ini sendiri memiliki beberapa fitur yaitu sebagai berikut :

1. Menggunakan desain dual panel berkualitas dengan lampu indikator dan instruksi berupa sinyal output TTL.
2. Sinyal output dapat berupa DO (TTL) dan analog AO.
3. Sinyal output TTL rendah (sinyal rendah dapat dihubungkan langsung dengan mikrokontroler atau relay).
4. Output analog berupa tegangan tinggi saat konsentrasi tinggi.
5. Lebih sensitif dengan gas alam yang dipakai di perkotaan.
6. Terdapat 4 lubang baut untuk kemudahan instalasi.
7. Ukuran komponen: 32mm (P) x 20mm (L) x 22mm (T)
8. Memiliki stabilitas dan daya tahan yang lama.
9. Mampu merespon dan kembali normal secara sepat.

2.2.5.1.2 Spesifikasi

Untuk sensor MQ-2 sendiri memiliki beberapa spesifikasi yaitu sebagai berikut:

1. Tegangan input: 5V DC maksudnya adalah tegangan yang dibutuhkan oleh sensor selama proses pemanasan dan ketika sensor bekerja adalah sebesar 5V DC.
2. Konsumsi daya: 150mW.
3. Output digital: TTL 0 dan 1 (5V).
4. Output analog: 0,1 s/d 0,3V (tergantung konsentrasi gas, maksimum 4V pada konsentrasi maksimum).

Catatan khusus:

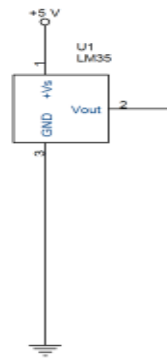
Setelah sensor dihidupkan, perlu waktu sekitar 20an detik untuk pemanasan. Adalah normal apabila sensor terasa sedikit panas karena pemanasan kawat dalam internal sensor.

2.2.5.2 Sensor Suhu LM35

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor Suhu LM35 yang dipakai dalam penelitian ini berupa komponen elektronika elektronika yang diproduksi oleh National Semiconductor. LM35 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang

digunakan antara 4 Volt sampai 30 Volt. Keluaran sensor ini akan naik sebesar 10 mV setiap derajat celcius sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$V_{LM35} = \text{Suhu} * 10 \text{ mV}$$



Gambar (2-20) Skematik Rangkaian Sensor LM35

Gambar diatas adalah gambar skematik rangkaian dasar sensor suhu LM35-DZ. Rangkaian ini sangat sederhana dan praktis. Vout adalah tegangan keluaran sensor yang terskala linear terhadap suhu terukur, yakni 10 milivolt per 1 derajat celcius. Jadi jika Vout = 530mV, maka suhu terukur adalah 53 derajat Celcius. Dan jika Vout = 320mV, maka suhu terukur adalah 32 derajat Celcius. Tegangan keluaran ini bisa langsung diumpankan sebagai masukan ke rangkaian pengkondisi sinyal seperti rangkaian penguat operasional dan rangkaian filter, atau rangkaian lain seperti rangkaian pembanding tegangan dan rangkaian *Analog-to-Digital Converter* [7].

Rangkaian dasar tersebut cukup untuk sekedar bereksperimen atau untuk aplikasi yang tidak memerlukan akurasi pengukuran yang sempurna. Akan tetapi tidak untuk aplikasi yang sesungguhnya. Terbukti dari eksperimen yang

telah saya lakukan, tegangan keluaran sensor belumlah stabil. Pada kondisi suhu yang relatif sama, jika tegangan suplai saya ubah-ubah (saya naikkan atau turunkan), maka V_{out} juga ikut berubah. Memang secara logika hal ini sepertinya benar, tapi untuk instrumentasi hal ini tidaklah diperkenankan. Dibandingkan dengan tingkat kepresisian, maka tingkat akurasi alat ukur lebih utama karena alat ukur seyogyanya dapat dijadikan patokan bagi penggunaannya. Jika nilainya berubah-ubah untuk kondisi yang relatif tidak ada perubahan, maka alat ukur yang demikian ini tidak dapat digunakan.

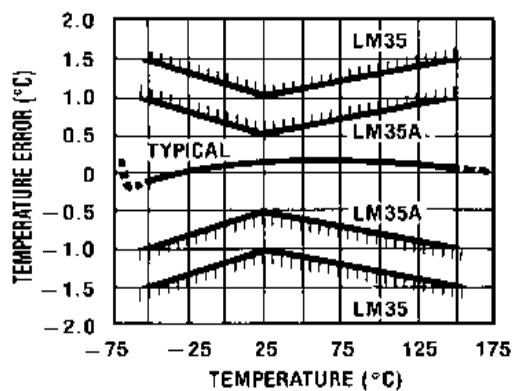
2.2.5.2.2 Karakteristik Sensor LM35



Gambar (2-21) Bentuk Fisik Sensor LM35

1. Memiliki sensitivitas suhu, dengan faktor skala linier antara tegangan dan suhu $10 \text{ mVolt}/^{\circ}\text{C}$, sehingga dapat dikalibrasi langsung dalam *celcius*.
2. Memiliki ketepatan atau akurasi kalibrasi yaitu $0,5^{\circ}\text{C}$ pada suhu 25°C (seperti terlihat pada gambar 2.8).
3. Memiliki jangkauan maksimal operasi suhu antara -55°C sampai $+150^{\circ}\text{C}$.
4. Bekerja pada tegangan 4 sampai 30 volt.

5. Memiliki arus rendah yaitu kurang dari 60 μA .
6. Memiliki pemanasan sendiri yang rendah (low-heating) yaitu kurang dari 0,1 $^{\circ}\text{C}$ pada udara diam.
7. Memiliki impedansi keluaran yang rendah yaitu 0,1 Ω untuk beban 1 mA.
8. Memiliki ketidaklinieran hanya sekitar $\pm \frac{1}{4}^{\circ}\text{C}$.



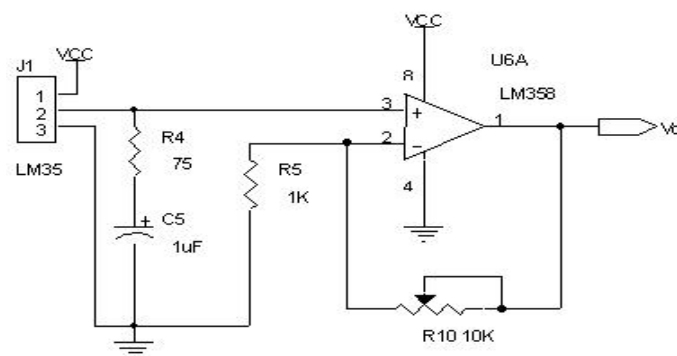
Gambar (2-22) Grafik akurasi LM35 terhadap suhu

Sensor LM35 bekerja dengan mengubah besaran suhu menjadi besaran tegangan. Tegangan ideal yang keluar dari LM35 mempunyai perbandingan 100 $^{\circ}\text{C}$ setara dengan 1 volt. Sensor ini mempunyai pemanasan diri (*self heating*) kurang dari 0,1 $^{\circ}\text{C}$, dapat dioperasikan dengan menggunakan *power supply* tunggal dan dapat dihubungkan antar muka (*interface*) rangkaian kontrol yang sangat mudah.

IC LM 35 sebagai sensor suhu yang teliti dan terkemas dalam bentuk *Integrated Circuit* (IC), dimana *output* tegangan keluaran sangat linear

terhadap perubahan suhu. Sensor ini berfungsi sebagai pengubah dari besaran fisis suhu ke besaran tegangan yang memiliki koefisien sebesar $10 \text{ mV } / ^\circ\text{C}$ yang berarti bahwa kenaikan suhu 1° C maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10 mV .

IC LM 35 ini tidak memerlukan pengkalibrasian atau penyetelan dari luar karena ketelitiannya sampai lebih kurang seperempat derajat celsius pada temperatur ruang. Jangka sensor mulai dari -55°C sampai dengan 150°C , IC LM35 penggunaannya sangat mudah, difungsikan sebagai kontrol dari indikator tampilan catu daya terbelah. IC LM 35 dapat dialiri arus $60 \mu \text{ A}$ dari suplai sehingga panas yang ditimbulkan sendiri sangat rendah kurang dari 0° C di dalam suhu ruangan.



Gambar (2-23) Rangkaian Sensor LM35

Untuk mendeteksi suhu dan sebagai *basic temperature* sensor digunakan sebuah sensor suhu LM35 yang dapat dikalibrasikan langsung dalam C (celcius).

Adapun keistimewaan dari IC LM 35 adalah :

- Kalibrasi dalam satuan derajat celcius.
- Lineritas $+10 \text{ mV}/^\circ \text{C}$.
- Akurasi $0,5^\circ \text{C}$ pada suhu ruang.
- *Range* $+2^\circ \text{C} - 150^\circ \text{C}$.
- Dioperasikan pada catu daya $4 \text{ V} - 30 \text{ V DC}$.
- Arus yang mengalir kurang dari $60 \mu\text{A}$

2.2.6. Relay

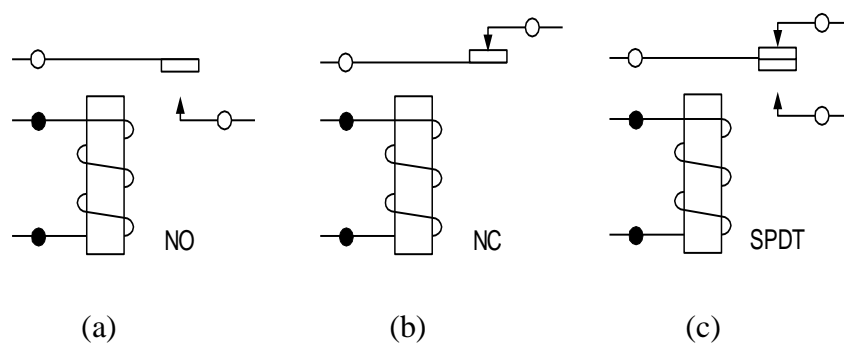
Relay adalah salah satu alat elektromagnet yang sederhana. Relay dapat terdiri dari sebuah kumparan atau *solenoid*, sebuah inti *feromagnetik* dan sebuah lengan yang dapat bergerak yang merupakan tempat terpasangnya kontak yang berfungsi sebagai penyambung dan pemutus arus.

Apabila arus mengalir melalui kumparan, maka intiya akan mengalami pemagnetan dan pada inti timbul garis gaya magnet. Gaya tarik magnet yang timbul ini akan menarik lengan yang terbuat dari logam. Lengan ini merupakan tempat melekatnya kontak, sehingga kedua kontak (kontak yang menempel pada lengan dan kontak yang diam) akan terhubung atau sebaliknya, terlepas. Jika arus di dalam kumparan hilang, kemagnetan pada kumparan pun hilang. Dengan demikian, lengan akan kembali ke kedudukan semula karena lengan dikaitkan pada sebuah pegas. Oleh sebab itu, kontak pun kembali terbuka atau pun tertutup seperti sebelum kumparan dialiri arus.

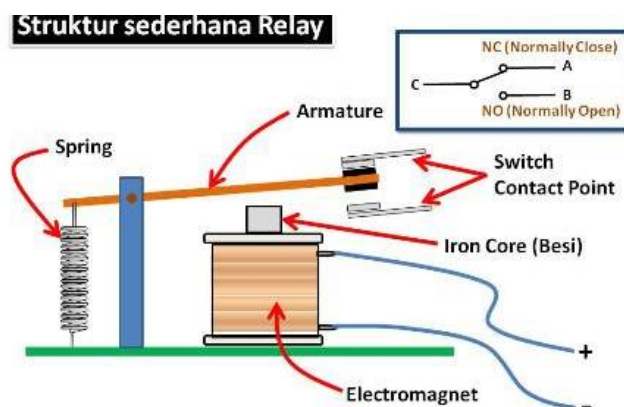
Relay adalah hubungan listrik yang dapat menyambungkan satu kontak atau lebih, yang dapat membuka atau menutup hubungan lingkaran arus kerja.

Hubungan dari kontak-kontak relai memanfaatkan medium elektromagnetik yang dihasilkan oleh kumparan berinti besi lunak yang dialiri arus.

Relai berguna untuk menutup dan membuka dari jarak jauh rangkaian-rangkaian yang bertegangan tinggi dengan menggunakan sedikit tegangan atau arus yang mengalir pada kumparan. Tiga relai dasar diperlihatkan pada Gambar 2.38.



Gambar (2-24) Simbol skematik dari relai sederhana. (a). Relai “normally open” atau relai penyambung kontak. (b). Relai “normally closed” atau relai pemutus kontak. (c). Relai “single-pole double-throw”



Gambar (2-25) Rangkaian Dasar Relay [11]

Relai terdiri dari empat komponen dasar, yaitu:

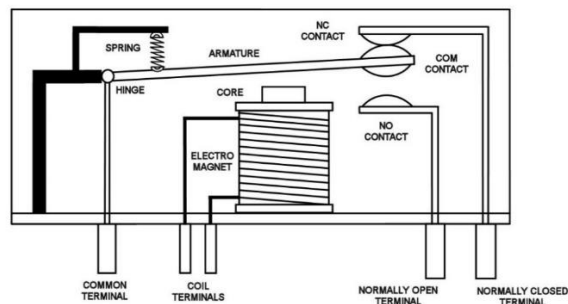
1) Elektromagnet (*coil*)

Yaitu kabel lilitan yang membelit logam ferromagnetik. Berfungsi sebagai magnet buatan yang bersifat sementara. Menjadi logam magnet ketika lilitan dialiri arus listrik, dan menjadi logam biasa ketika arus listrik diputus.

2) *Switch Kontak Point* (Kontaktor)

Kontak atau saklar pada relai terdiri dari 2 jenis, yaitu *Normally Close* (NC) dan *Normally Open* (NO).

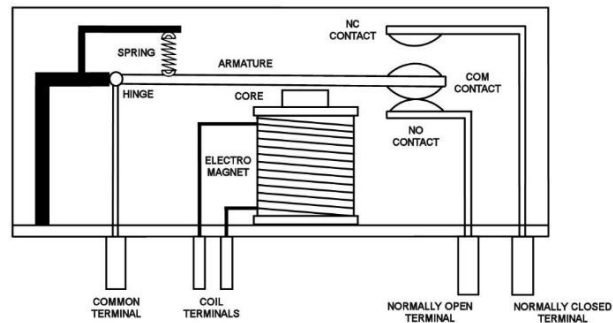
- Kontak NC adalah kondisi kontak secara *default* terhubung dengan kontak sumber (kontak inti = C) ketika posisi *OFF*.



Gambar (2-26) Konstruksi Relai pada Posisi NC [11]

Berdasarkan konstruksi relai di atas, dapat diuraikan sistem kerja relai pada posisi NC. Pada saat elektromagnet tidak diberi sumber tegangan, maka tidak ada medan magnet yang menarik *armature* sehingga kontak relai tetap terhubung ke terminal NC.

- Kontak NO adalah kondisi kontak akan terhubung dengan kontak sumber (kontak inti = C) ketika posisi *ON*.



Gambar (2-27) Konstruksi Relai pada Posisi NO. [11].

Berdasarkan gambar di atas, sistem kerja relai pada posisi NO adalah sebagai berikut. Pada saat elektromagnet diberikan sumber tegangan, maka terdapat medan magnet yang menarik *armature* sehingga saklar relai terhubung ke terminal NO.

3) *Armature*

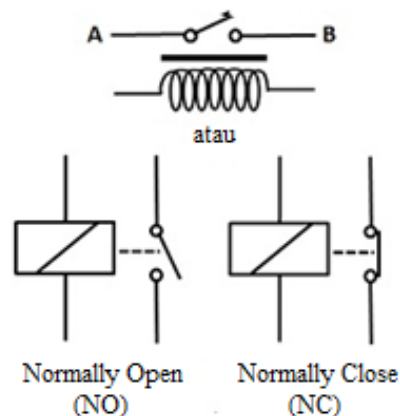
Merupakan tuas logam yang dapat bergerak naik dan turun. Tuas akan turun jika tertarik oleh magnet ferromagnetik (elektromagnetik) dan akan kembali naik jika sifat kemagnetan ferromagnetik sudah hilang.

4) *Spring (Pegas)*

Yaitu pegas (per) yang berfungsi sebagai penarik tuas. Ketika sifat kemagnetan ferromagnetik hilang, maka *spring* akan berfungsi menarik tuas agar bergerak ke atas.

Relai juga merupakan switch elektrik atau saklar yang membuka dan menutupnya dioperasikan oleh suatu magnet listrik. Oleh karena itu, istilah *pole* dan *throw* juga digunakan dalam klasifikasi relai berdasarkan konstruksi saklarnya. *Pole* adalah banyaknya kontak yang dimiliki oleh

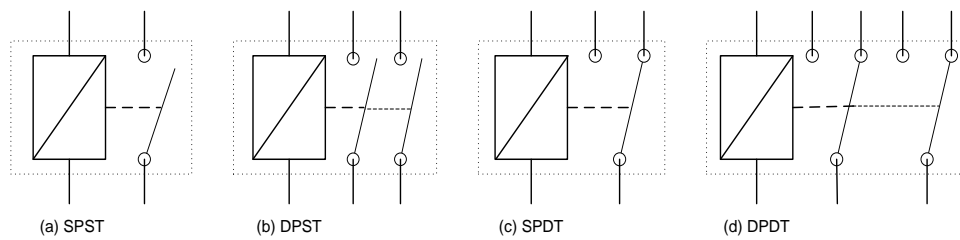
sebuah relai. Sedangkan *throw* adalah banyaknya kondisi yang dimiliki oleh sebuah kontak terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*Low Power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan *Armature* Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A [11]. Dibawah ini adalah gambar Simbol Relay yang sering ditemukan di Rangkaian Elektronika.



Gambar (2-28) Simbol Relay [11]

2.2.6.1. Prinsip Kerja Relay

Ada banyak tipe relai yang konstruksinya juga berbeda tergantung jenis kontakannya.

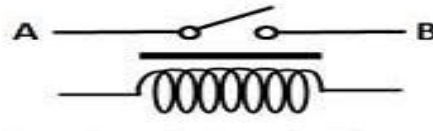


Gambar (2-29) Jenis-jenis relay [11]

Berdasarkan gambar 2.42 maka ada beberapa jenis relay yang dibedakan menurut kontakannya.

a. Relay SPST (*Single Pole Single Throw*)

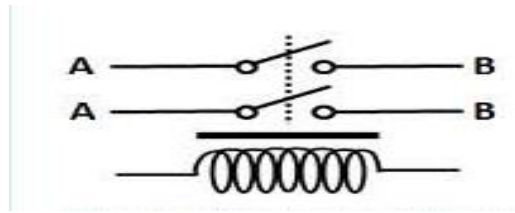
Relay tipe SPST ini memiliki 4 terminal yaitu 2 terminal untuk input kumparan elektromagnet dan 2 terminal saklar. Relay ini hanya memiliki posisi NO (*Normally Open*) saja.



Gambar (2.30) Relay Single Pole Single Throw [11]

b. Relay DPST (*Double Pole Single Through*)

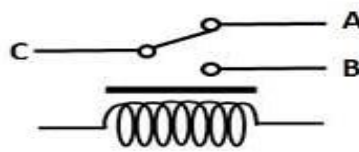
Relay jenis ini memiliki 6 terminal yaitu 2 terminal untuk *input* kumparan elektromagnetik dan 4 terminal saklar untuk dua buah saklar yang masing-masing saklar hanya memiliki kondisi NO saja.



Gambar (2-31) Relay Double Pole Single Throw [11]

c. Relay SPDT (*Single Pole Double Throw*)

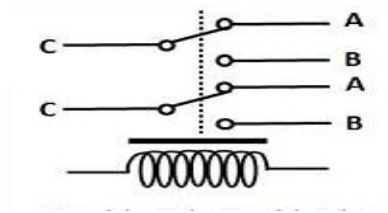
Relay ini memiliki 5 terminal yaitu terdiri dari 2 terminal untuk *input* kumparan elektromagnetik dan 3 terminal saklar. Relay ini memiliki 2 jenis kondisi yaitu NO dan NC.



Gambar (2-32) Relay *Single Pole Double Throw*

d. Relay DPDT (*Double Pole Double Throw*)

Relay jenis ini memiliki 8 terminal yang terdiri dari 2 terminal untuk kumparan elektromagnetik dan 6 terminal untuk dua buah saklar dengan kondisi NC dan NO untuk masing-masing saklarnya.



Gambar (2-33) Relay *Double Pole Double Throw*

e. Relay DPST (*Double Pole Single Through*)

Merupakan relay yang mempunyai banyak induk kontak yang bekerja serentak.

Sistem pengaktifan kontaktor relay tergantung pada konstruksinya yang disesuaikan dengan penggunaan, beberapa sistem pengaktifan kontak rele sebagai berikut:

- *Direct armature clapper actuation*, yaitu pengaktifan kontak relay yang digerakkan langsung oleh jangkar pada induk kontak, sedangkan terminal NO dan NC dibuat tetap.
- *Multiple spring flexure*, kontak relay terdiri dari plat-plat lentur yang digerakkan oleh jangkar dengan tarikan dari magnet listrik
- *Permissive make actuation*, kontak relay digerakkan oleh jangkar yang kerjanya bukan berdasarkan magnet listrik melainkan berdasarkan pemuaiian akibat panas yang ditimbulkan oleh kumparan.

- *Direct solenoid actuation*, kontak relay diaktifkan langsung oleh daya tarik magnet listrik, sehingga salah satu terminal kontak diberi besi.

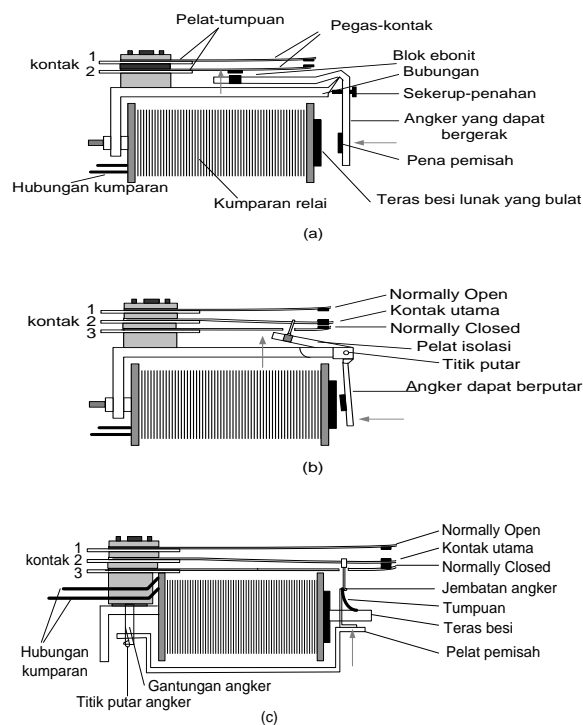
Jenis-jenis beban yang dapat dihubungkan dengan kontaktor rele antara lain:

- Beban tak langsung, yaitu kontaktor tidak langsung memutuskan atau menyambungkan hubungan arus listrik melainkan perubahan hambatan sambungan (kontak).
- Beban level rendah, yaitu beban yang membutuhkan aliran arus rendah dalam satuan mikroampere sampai beberapa miliampere.
- Beban level menengah, yaitu untuk menghubungkan beban dengan kebutuhan arus 50-400 miliampere pada tegangan 26 Volt DC.
- Beban berat, yaitu beban dengan kebutuhan arus diatas 400 miliampere sehingga kontruksi rele semakin besar dengan torsi tarikan yang besar dan jarak antar kontak semakin lebar.

Bahan yang digunakan sebagai kontaktor relay bermacam-macam logam atau campuran dengan komposisi tertentu dengan tujuan perbaikan konduktivitas dari sambungan ketika terjadi kontak (saklar terhubung). Bahan-bahan yang digunakan diantaranya: Palladium/Platinum, emas, perak, campuran perak dengan nikel (10%-40% nikel), *Silver Indium Tin Oxide (AgInSnO)*, *Silver Cadmium Oxide(AgCdO)*, *Tungsten*.

Pada Tugas Akhir ini digunakan relai tipe SPDT yang dioperasikan dengan arus searah dan dicatu dengan tegangan 12 V.

2.2.6.2 Kontruksi Relay



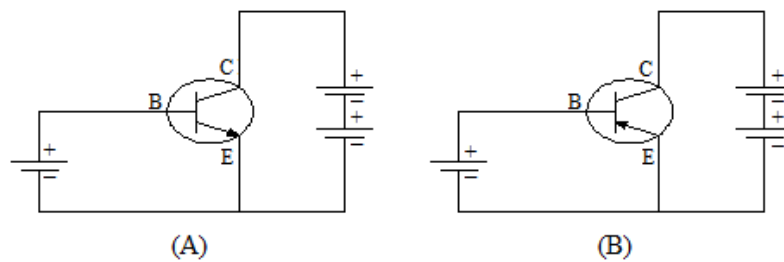
Gambar (2-34) Contoh kontruksi relay [11]

Pada gambar 2-34 diperlihatkan beberapa konstruksi relai elektromagnetis. Gambar 2-34 (a) diperlihatkan relai dengan satu saluran kontak dan pergerakan angker ditahan dengan bubungan yang berujung lancip. Gambar 2-34 (b) dan (c) diperlihatkan relai dengan dua saluran kontak (*normally closed* dan *normally open*) dan angker yang bergerak dengan titik putar.

2.2.7. Transistor Sebagai Saklar dan Penguat

Transistor adalah suatu monokristal semikonduktor dimana terjadi dua pertemuan P-N, dari sini dapat dibuat dua rangkaian yaitu P-N-P dan N-P-N. Dalam keadaan kerja normal, transistor harus diberi polaritas sebagai berikut:

1. Pertemuan Emitter-Basis diberi polaritas dari arah maju seperti yang ditunjukkan pada gambar (2-19) a.
2. Pertemuan Basis-kolektor diberi polaritas dalam arah mundur seperti yang ditunjukkan pada gambar (2-19) b.



Gambar (2-35) Dasar Polaritas Transistor [12]

Transistor adalah suatu komponen yang dapat memperbesar level sinyal keluaran sampai beberapa kali sinyal masukan. Sinyal masukan disini dapat berupa sinyal AC ataupun DC.

- Prinsip dasar transistor sebagai penguat adalah arus kecil pada basis mengontrol arus yang lebih besar dari kolektor melewati transistor. Transistor berfungsi sebagai penguat ketika arus basis berubah. Perubahan kecil arus basis mengontrol perubahan besar pada arus yang mengalir dari kolektor ke emitter.

- Prinsip dasar transistor sebagai saklar yaitu dengan memanfaatkan daerah penjuhan (saturasi) dan daerah penyumbatan (*cut-off*). Pada daerah penjuhan nilai resistansi penyambungan kolektor emitter secara ideal sama dengan nol atau kolektor terhubung langsung (*short*). Ini menyebabkan tegangan kolektor emitter $V_{ce} = 0$ pada keadaan ideal. Dan pada daerah *cut-off*, nilai resistansi persambungan kolektor emitter secara ideal sama dengan tak terhingga atau terminal kolektor dan emitter terbuka yang menyebabkan tegangan V_{ce} sama dengan tegangan sumber V_{cc} [12].

2.2.8. Pompa Air

Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk mengalirkan cairan dari daerah bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpipaan. Hal ini dicapai dengan membuat suatu tekanan yang rendah pada sisi masuk atau suction dan tekanan yang tinggi pada sisi keluar atau discharge dari pompa. Pompa juga dapat digunakan pada proses-proses yang membutuhkan tekanan hidrolis yang besar. Hal ini bisa dijumpai antara lain pada peralatan-peralatan berat. Dalam operasi, mesin-mesin peralatan berat membutuhkan tekanan discharge yang besar dan tekanan isap yang rendah. Akibat tekanan yang rendah pada sisi isap pompa maka fluida akan naik dari kedalaman tertentu, Sedangkan akibat tekanan yang tinggi pada sisi discharge akan memaksa fluida untuk naik sampai pada ketinggian yang

diinginkan dan pada penggunaan pompa pada saat ini adalah pompa air akuarium yang di gunakan untuk daerah dalam ruangan saja [3].



Gambar (2-36) Pompa Air Akuarium [3]

2.2.9. Sprinkler

Sprinkler merupakan system yang digunakan untuk memadamkan kebakaran pada sebuah bangunan. Sprinkler akan secara otomatis menyala bila terdeteksi indikasi kebakaran. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan system fire sprinkler adalah :

- Jenis sistem dan fungsi bahaya kebakaran
- Perhitungan hidrolik tiap jenis hunian (bahaya kebakaran ringan $Q=225$ l/min, $p=2.2$ kg/cm²; bahaya kebakaran sedang $Q=375 - 1100$ l/min, $p=1.0 - 1.7$ kg/cm²; bahaya kebakaran berat $Q=2300 - 4550$ l/min, $p=1.8 - 7.3$ kg/cm²).
- Kepadatan pancaran dan kerja maksimum yang diestimasi
- Sistem penyediaan air
- Penempatan dan letak kepala sprinkler
- Jenis kepala sprinkler (57 OC-jingga, 68 OC-merah, 79 OC-kuning, 93 OC-hijau, 141 OC-biru, 182 OC-ungu, 203/260 OC-hitam).



Gambar (2-37) Sprinkler [3]

2.2.10. Exhaust Fan

Kipas angin merupakan suatu alat elektronik yang sangat umum digunakan dalam kehidupan manusia. Beragam fungsinya secara umum diantaranya yaitu sebagai pendingin udara, penyegar udara, ventilasi (*exhaust fan*), pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas). Kipas angin juga ditemukan di mesin penyedot debu dan berbagai ornamen untuk dekorasi ruangan.

Fungsi kipas angin sebagai ventilasi (*exhaust fan*) banyak sekali penggunaannya untuk membantu mengatur sirkulasi udara dalam ruangan. Dalam suatu industri biasanya terpasang *exhaust fan*. *Exhaust fan* tersebut biasanya terpasang di atas atap tempat produksi dan berputar terus menerus. *Exhaust fan* tersebut sangat penting fungsinya untuk sirkulasi udara, karena biasanya dalam sebuah ruangan produksi menghasilkan banyak sekali udara kotor dari proses pembakaran atau reaksi-reaksi kimia yang timbul dari proses produksi tersebut.

Exhaust fan juga sering ditemukan dalam ruangan khusus perokok (*smoking room/smoking area*) di ruangan yang udaranya tercemari dengan asap rokok yang dapat mengganggu kesehatan. (*Smoking room/smoking area*) biasanya tertutup rapat agar tidak mencemari udara ruangan yang berada disekitarnya dan

untuk membantu sirkulasi udara pada ruangan tersebut (*smoking room/smoking area*) menggunakan *exhaust fan* dan biasanya terpasang pada dinding atau pada ventilasi yang berfungsi sebagai sirkulasi udara pada ruangan tersebut. *Exhaust fan* ini biasanya bekerja dengan kecepatan konstan dan ada beberapa yang memiliki fasilitas pengaturan kecepatan secara manual. Apabila dilihat dari segi efisiensi energi, akan terjadi pemborosan daya pada saat kondisi ruangan bersih dan bebas dari asap dalam waktu yang relatif singkat namun berulang-ulang, sehingga tidak efektif apabila harus mengatur kecepatan, mematikan dan menghidupkan kembali secara manual. Semisal pada saat penggunaan ruangan, akan ada jeda waktu ruangan tersebut digunakan atau tidak, namun biasanya walaupun ruangan tersebut tidak digunakan untuk merokok *exhaust fan* tetap berputar atau menyala. Untuk mengurangi pemborosan energi tersebut diperlukan suatu sistem kontrol secara otomatis untuk menurunkan kecepatan atau mematikan *exhaust fan* pada saat kondisi udara pada ruangan bersih tidak tercemar dengan asap rokok [3].

Pada alat ini *exhaust fan* selain digunakan sebagai penetralisir ruangan dari asap rokok, *exhaust fan* juga digunakan sebagai penetralisir ruangan dari asap yang ada pada ruangan ketika terjadinya kebakaran.



Gambar (2-38) Exhaust fan [3]

2.2.11. Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loudspeaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik kedalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Sebuah *buzzer* menghasilkan suara berfrekuensi tinggi. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (*alarm*), biasanya dipakai alat-alat yang membutuhkan konsumsi daya kecil [3].

Buzzer yang kecil didasarkan pada suatu alat penggetar yang terdiri atas bahan lempengan (*disk*) *buzzer* yang tipis (membran) dan lempengan logam tebal (*piezzo elektrik*). Bila kedua lempengan diberi tegangan maka elektron akan mengalir dari lempengan satu ke lempengan lain, demikian juga dengan proton. Keadaan ini menunjukkan bahwa gaya mekanik dan dimensi dapat diganti oleh muatan listrik. Bila *buzzer* diberi tegangan maka lempengan 1 dan lempengan 2 bermuatan listrik. Dengan adanya muatan tersebut maka kedua lempengan mengalami beda potensial. Adanya beda potensial menyebabkan lempengan 1 bergerak saling bersentuhan dengan lempengan 2 (bergetar). Diantara lempengan

1 dan lempengan 2 terdapat rongga udara, sehingga apabila terjadi proses bergetar akan menghasilkan bunyi dengan frekuensi tinggi. Proses bergetarnya lempengan 1 dan lempengan 2 terjadi sangat cepat sehingga jeda suara tidak bisa terdengar oleh telinga.

Prinsip kerja *buzzer* secara umum adalah mengubah sinyal listrik menjadi sinyal suara yang dapat diterima oleh manusia. Dalam tugas akhir ini, *buzzer* difungsikan sebagai alat peraga dengan masukan yang dapat berupa saklar, sensor cahaya. Pemasangan *buzzer* dalam tempatnya memerlukan panjang kolom tertentu untuk resonansi akustik untuk memberi keluaran maksimum. *Buzzer* banyak digunakan dalam aplikasi seperti dalam komponen komputer, deteksi logam, telepon, *timmer* (pewaktu) dan lain-lain [3].



Gambar (2-39) a) Buzzer dan penampang lempengan dalam b) Simbol Buzzer