

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Ganis Rama Pradika (2011) merancang sebuah *prototype* menggunakan mikrokontroller ATmega 8535 dengan menggunakan sensor gas MQ7 dan hanya mengeluarkan output berupa kipas tanpa memperhatikan aliran udaranya.

Albert Mandagi dan Stheven Immanuel (2013) merancang sebuah program “kawasan tanpa rokok” (KRT) menggunakan sensor gas MQ2 dengan mikrokontroler dan hanya mendeteksi keberadaan rokok saja tanpa mengetahui kadar asap yang ada didalam ruangan itu.

Haris Aydin Ya’kut, Arianto Yudi P.W dan Hari Arief D (2013) merancang sistem pengukuran gas CO menggunakan mikrokontroler ATmega 16A dan sensor MQ7.

Moch Subchan Mauludin, Aan Faisal Alfalah, Didik Dwi Wibowo (2016) merancang sebuah sistem dimana menggunakan sensor Gas MQ2 dengan mikrokontroler arduino dan bahasa C dan sudah dilengkapi oleh LCD untuk menampilkan *output* dan *buzzer* sebagai indikator apabila ada gas CO yang terdeteksi.

Even Nebath, David Pang, ST., MT. , Janny O. Wuwung, ST., MT. (2014) merancang sebuah alat pengukur gas berbahaya di lingkungan industry dengan menggunakan sensor gas MQ7, MG-811 dan menggunakan mikrokontroler arduino Uno R3.

Irwan Zaini (2013) merancang rekayasa alat pengendali kadar gas CO di dalam kabin mobil menggunakan sensor gas MQ7 dengan mikrokontroler ATmega16.

Ade Syayuti Mannaf, Fatma Agus Setyaningsih, Ikhwan Ruslianto (2016) merancang sistem deteksi dan pengurangan kadar gas CO₂ menggunakan

mikrokontroler ATmega 16 dan sensor gas MQ7, MQ135, MG881 dengan menggunakan kipas sebagai ventilasi udara yang dapat membantu sirkulasi dan pengurangan kadar gas di dalam ruangan.

Chan Heldo Sinaga (2017) merancang alat pendeteksi gas CO menggunakan sensor MQ7 dengan mikrokontroler Arduino uno R3 untuk mendeteksi gas CO pada kendaraan.

Vega Nataya Kinanti (2016) merancang sebuah prototype penyaring asap rokok pada smoking area dengan menggunakan sensor MQ7 dan *Pulse Width Modulation* (PWM) serta logika fuzzy. Penulis merancang alat ini dengan jalan memperlancar sirkulasi udara dalam suatu ruangan.

Anton S (2017) merancang sebuah alat ukur kadar gas CO dan gas HC dalam kendaraan bermotor dengan menggunakan sensor gas MQ2 dan MQ7 dengan smartphone android sebagai penampilnya dan mikrokontroler arduino.

2.1 Rokok

Rokok merupakan benda yang sudah sangat familiar di semua kalangan, baik itu wanita, tua, muda maupun anak-anak sekalipun. Kegiatan merokok ini sendiri sering bahkan didominasi oleh orang-orang yang kurang begitu sadar akan kesehatan mereka. Dalam kehidupan sehari-hari kita tidak dapat dipisahkan oleh rokok. Menurut beberapa ahli fikir seperti kuaffmann, uve jens kruse, Frederick H.Burges dan H.N. casson menjelaskan “merokok bukanlah suatu bantuan. Tembakau bukanlah semacam perangsang. Ia adalah semacam candu”. Tembakau atau rokok mempunyai dampak yang tidak sedikit. Seperti melemahkan otak. Merusak hati, membuat gigi kotor, menyebabkan batuk sakit dada, merusak alat penguap dan merupakan sebuah pemborosan atau pembuangan harta yang sia-sia karena uang yang digunakan untuk membeli rokok.

Penyakit yang ditimbulkan akibat merokok antara lain seperti kerusakan paru-paru, jantung, stroke, kanker tenggorokan, kemandulan,

karies pada gigi yang akan memicu pada gigi berlubang. Dan masih banyak lagi penyakit yang ditimbulkan. Tentu saja gangguan-gangguan tersebut berasal dari zat-zat yang ada didalam rokok tersebut.

2.1.1 Asap Pada Rokok

Rokok merupakan suatu campuran dari berbagai bahan yaitu tembakau, cengkeh dan bahan lainnya yang kemudian dibungkus oleh kertas khusus untuk rokok. Kandungan zat-zat yang terkandung pada rokok terdiri dari nikotin, Tar, dan karbon monoksida (CO) dimana zat-zat tersebut bersifat karsinogenik dan radikal bebas. Seperti radikal *nitric oxide* dan sebagainya.

2.1.2 Zat yang terkandung dalam rokok



Gambar 2.1 zat yang ada pada rokok

Sumber <https://hafidhunalendra.wordpress.com/2016/02/02/zat-zat-yang-terkandung-dalam-rokok/>

- Nikotin
Zat ini mengandung candu bagi penggunanya untuk terus menghisap rokok sehingga menyebabkan ketagihan.
- Tar

Bahan ini merupakan bahan dasar pembuatan aspal dimana bahan tersebut dapat menempel pada paru-paru dan dapat menimbulkan iritasi bahkan dapat menyebabkan kanker.

- Karbon monoksida

Gas karbon monoksida (CO) merupakan gas yang dapat mengikat oksigen dalam tubuh sehingga dapat mengakibatkan penyakin jantung.

- Zat karsinogen

Zat karsinogen ini merupakan racun bagi tubuh yang dapat memicu pertumbuhan sel kanker pada tubuh.

- Zat iritan

Zat ini bisa mengotori saluran udara dan kantung udara dalam paru-paru yang dapat menyebabkan batuk.

2.2 Udara

2.2.1 Pengertian udara

Udara adalah campuran dari berbagai gas secara mekanis dan bukan merupakan senyawa kimia yang merupakan komponen yang membentuk atmosfer bumi dan zona kehidupan pada permukaan bumi.

2.2.2 Jenis-jenis udara

Udara dapat dibedakan menjadi 2, bagian yaitu :

1. Udara bersih

Udara yang bersih adalah udara yang belum tercampur dengan gas-gas yang berbahaya. Ciri-ciri udara bersih yaitu tidak berwarna, tidak berbau, terasa segar, ringan saat dihirup, dll.

2. Udara kotor

Udara kotor adalah udara yang sudah terpapar atau tercampur dengan gas-gas yang berbahaya, ciri-cirinya yaitu berbau (biasanya tidak enak baunya), berwarna (seperti pada asap rokok).

2.2.3 Komponen penyusun udara

Macam-macam kandungan gas penyusun udara, yaitu :

1. Oksigen (O₂)

Oksigen adalah unsur kimia dalam sistem tabel periodik yang mempunyai lambang O dan nomor atom 8. Merupakan unsur yang mudah bereaksi dengan hampir semua unsur lainnya. Oksigen merupakan zat yang sangat reaktif dan harus dipisahkan dari bahan-bahan yang mudah terbakar.

2. Nitrogen (N₂)

Adalah unsur kimia dalam sistem periodik unsur yang memiliki lambang N dan nomor atom 7. Biasanya ditemukan sebagai gas tanpa warna, tanpa bau, tanpa rasa dan merupakan gas diatomik bukan logam yang stabil, sangat sulit bereaksi dengan unsur atau senyawa lainnya.

3. Karbondioksida (CO₂)

Adalah senyawa kimia yang terdiri dari zat atom oksigen yang terikat secara kovalen dengan sebuah atom karbon, berdasarkan volume rata-rata konsentrasi karbondioksida di atmosfer bumi 387 ppm. Karbondioksida dihasilkan oleh semua hewan, tumbuh-tumbuhan, fungsi dan mikroorganisme pada proses respirasi dan digunakan oleh tumbuhan pada proses fotosintesis.

4. Karbon monoksida (CO)

Gas ini sangat berbahaya, tidak berwarna dan tidak berbau, CO berbahaya karena bereaksi dengan hemoglobin darah membentuk carboxy hemoglobin (CO-Hb). Akibatnya fungsi Hb membawa oksigen ke sel-sel tubuh terhalangi, sehingga gejala keracunan, sesak nafas dan penderita pucat.

5. Gas lain dalam udara

Krypton (Kr), neon (Ne) atau xenon (Xe) merupakan gas-gas yang sulit bereaksi dengan unsur-unsur lain. Neon dan argon banyak digunakan untuk mengisi bohlam (lampu pijar).

Gas Helium (He) dan hydrogen (H₂) merupakan gas yang sangat ringan. Dan masih banyak gas lainnya.

2.2.4 Manfaat udara bagi kehidupan sehari-hari

Udara sangat penting bagi makhluk hidup. Tanpa udara, semua makhluk di muka bumi akan mati. Manfaat udara bagi kehidupan adalah sebagai berikut :

1. Membantu penyerbukkan bunga
2. Untuk berfotosintesis makhluk hidup
3. Melindungi bumi dari radiasi
4. Membawa uap air yang akan turun sebagai hujan
5. Untuk menyuburkan tanah

Dalam kehidupan sehari-hari manusia tidak lepas dari berbagai macam kegiatan yang dilakukan didalam ruangan maupun kegiatan yang dilakukan didalam ruangan. Kegiatan yang dilakukan didalam ruangan tidak terlepas dari banyak faktor salah satu faktor tersebut yaitu kenyamanan ruangan. Ketidaknyamanan sangat terlihat dari kurangnya sirkulasi udara dalam suatu wilayah maupun ruang karena tidak memperhatikan apakah pembangunan sudah seimbang dengan kondisi alam. Dalam suatu ruangan untuk memperlancar sirkulasi udara biasa dipasang jendela, tetapi jendela saja tidak cukup apalagi didalam ruangan khusus merokok, biasanya didalamnya ada kipas angin dan juga ada juga yang menggunakan *exhaust fan*.

2.3 Exhaust fan

Exhaust fan berfungsi untuk menghisap udara didalam ruangan untuk dibuang ke luar, dan pada saat bersamaan menarik udara segar diluar kedalam ruangan. Selain itu *exhaust fan* juga bisa mengatur volume udara yang akan disirkulasikan pada ruang. Supaya tetap sehat ruang butuh sirkulasi udara segar yang selalu ada pergantian udara dalam ruangan dengan udara segar dari luar ruangan.

Spesifikasi *exhaust fan* yang perlu diperhatikan diantaranya :

- Konsumsi listrik (watt). Sesuaikan dengan daya sambungan listrik PLN.
- RPM yaitu *Rotation Per Minute* atau putaran kipas per menit. Semakin tinggi RPM, semakin cepat sebuah *exhaust fan* menarik udara.
- *Noise* atau tingkat kebisingan suara *exhaust fan* dalam satuan desibel (db).
- *Air volume*, yaitu udara yang mampu ditarik oleh *exhaust fan*. Volume udara biasanya ditulis dalam satuan CMM (meter kubik per menit) atau CMH (meter kubik per jam).

Dalam *prototype smart smoking area* ini, *exhaust fan* diganti dengan kipas AC.

2.4 Sensor Gas

Sensor secara istilah umum pengetahuan diartikan sebagai alat yang mampu mengubah besaran fisik ataupun kimia menjadi besaran elektronik.

Berdasarkan besaran kondisi yang akan dideteksinya, sensor dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu sensor fisik dan sensor kimia. Sensor fisika merupakan alat yang mampu mendeteksi kondisi besaran fisika seperti tekanan, gaya, tinggi permukaan air, kecepatan angin dan temperature. Sementara sensor kimia merupakan alat yang mampu mengubah fenomena kimia, seperti komposisi gas dalam suatu udara, kadar keasaman, susunan zat suatu bahan makanan, dan perubahan konduktifitas.

Secara umum model sensor gas meliputi bagian penerima yang memiliki sensitifitas terhadap zat yang akan dideteksi yang dikenal dengan

istilah hidung sensor, dan bagian *transducer* yaitu bagian yang mampu mengubah hasil deteksi tersebut menjadi sinyal elektrik.

Ciri-ciri dari sensor ini adalah :

1. Dapat mendeteksi jangkauan dengan luas
2. Cepat merespon apabila tercium bau gas dan mempunyai sensitivitas yang tinggi
3. Sebagai penggerak sirkuit sederhana.

Ciri-ciri diatas digunakan dalam mendeteksi kebocoran gas peralatan dalam industry, cocok untuk mendeteksi LPG, i-butana, propane, metana, alcohol, hydrogen.

Beberapa hal yang perlu diketahui tentang sifat sensor ini adalah :

1. Rangkaian tidak segera merespon cepat adanya gas, apalagi bila tadinya dalam keadaan mati pemanasnya, memerlukan waktu satu hingga satu menit untuk siap kerja.
2. Gas yang dideteksi harus cukup dan masuk kedalam chamber-nya bila hanya diluar atau sedikit, sensor tidak akan bekerja.
3. Sensor masih bekerja selama didalam chambernya sedikit oksigen, sehingga meskipun di luar sudah tidak ada gas, sensor masih bekerja, harus ditiupkan udara kedalam chamber, supaya sensor reset kembali.

Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk merubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu. Hampir seluruh peralatan elektronik yang ada mempunyai sensor didalamnya. Pada saat ini, sensor tersebut telah dibuat dengan ukuran sangat kecil dengan orde nanometer. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi.

2.4.1 Sensor gas MQ-2

Sensor gas asap (MQ-2) ini digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas yang mudah terbakar di udara serta asap dan output membaca sebagai tegangan analog.

Sensor gas asap (MQ-2) dapat diatur sensitifitasnya secara langsung dengan memutar trimpot. Sensor ini biasa digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas baik di rumah maupun di industri. Gas yang dapat dideteksi antara lain : *LPG, i-butane, propane, methane, alcohol, hydrogen, smoke.*

Pada dasarnya prinsip kerja dari sensor ini adalah mendeteksi keberadaan gas-gas yang dianggap mewakili asap rokok, sensor MQ2 memiliki sensitifitas yang tinggi terhadap jenis gas tersebut. Jika sensor tersebut mendeteksi keberadaan gas tersebut diudara dengan tingkat konsentrasi tertentu, maka sensor akan menganggap terdapat asap rokok di udara. Ketika sensor mendeteksi keberadaan gas-gas tersebut maka resistansi elektrik sensor akan turun.



Gambar 2.2 Sensor Gas (MQ-2)

2.4.2 Spesifikasi Sensor Gas (MQ-2)

1. Catu daya pemanas : 5v AC/DC
2. Catu daya rangkaian : 5VDC
3. Range pengukuran :

- a. 200-5000 ppm untuk LPG, *propane*
 - b. 300-5000 ppm untuk *butane*
 - c. 5000-20000 ppm untuk *methane*
 - d. 300-5000 ppm untuk *hydrogen*
 - e. 100-2000 ppm untuk *alcohol*
4. Luaran (*output*): analog (perubahan tegangan)

Sensor ini dapat mendeteksi konsentrasi gas yang mudah terbakar di udara serta asap dan keluarannya berupa tegangan analog. Sensor ini dapat mengukur konsentrasi gas mudah terbakar mulai dari 300 sampai 10000 ppm. Dapat beroperasi pada suhu dari -20°C sampai 50°C dan mengkonsumsi arus kurang dari 150mA pada 5V.

Pendefinisian pin analog dan pin digital yang diperlukan untuk menguji modul YL-54 dilakukan melalui :

```
const int PIN_ANALOG = 0;
```

```
const int PIN_DIGITAL = 12;
```

khusus untuk pin digital, mode pin perlu diatur sebagai keluaran. Hal ini dilakukan melalui :

```
pinMode(PIN_DIGITAL, OUTPUT);
```

pernyataan berikut di `setup()` digunakan untuk menginisialisasi port serial :

```
Serial.begin(9600);
```

Hal ini diperlukan mengingat hasil sensor akan dipantau di PC.

Pembacaan nilai analog dari sensor dibaca melalui :

```
int a0 = analogRead(PIN_ANALOG);
```

```
Int d0 = digitalRead(PIN_DIGITAL);
```

Selanjutnya, informasi kedua nilai tersebut dikirim ke port serial melalui pernyataan- pernyataan berikut :

```
Serial.print(d0);
```

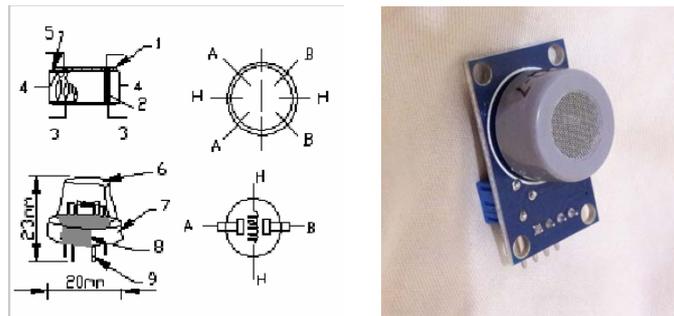
```
Serial.print("-");
```

```
Serial.println(a0);
```

2.4.3 Sensor Gas MQ7

Sensor gas MQ7 ini digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu gas CO (karbon monoksida) yang merupakan hasil pembakaran rokok. Sensor ini tersusun dari keramik Al_2O_3 lapisan tipis S_nO_2 , elektroda serta *heater* yang kemudian digabungkan dalam suatu lapisan kerak yang terbuat dari plastik dan *stainless*.

Arus elektrik mengalir melewati daerah sambungan dari Kristal S_nO_2 . Pada daerah *grain boundary*, penyerapan oksigen mencegah muatan untuk bergerak bebas. Apabila terdeteksi gas CO maka tegangan output pada sensor akan naik, sehingga konsentrasi gas akan menurun dan terjadi proses deoksidasi yang mengakibatkan permukaan dari muatan negatif oksigen akan berkurang. Ketinggian sambungan penghalang pun akan ikut terjadi. Hal ini mengakibatkan penurunan resistansi sensor yang juga memiliki sebuah *heater*, yang berfungsi sebagai pembersih dari konsentrasi udara didalam ruangan sensor.



Gambar 2.3 sensor gas MQ7

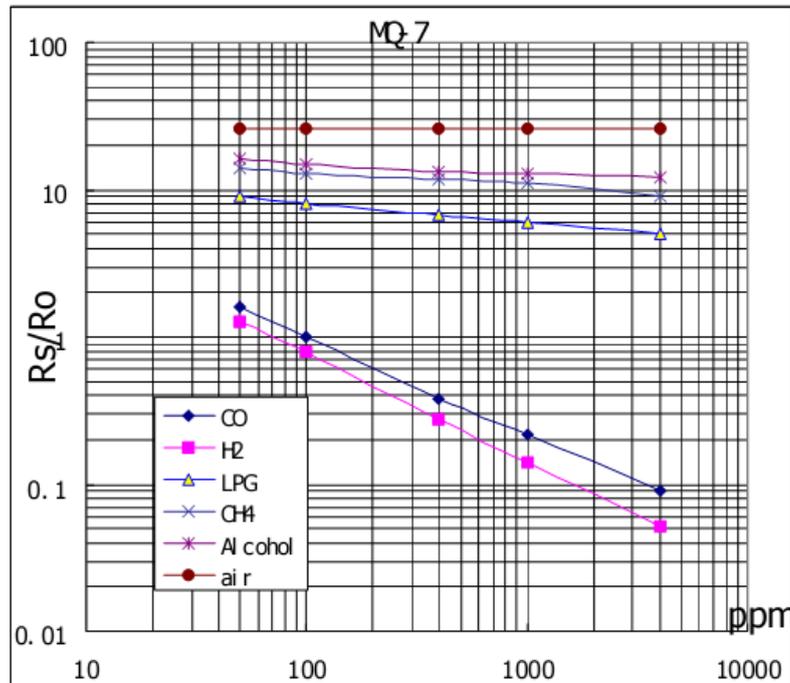
Sumber : datasheet MQ7

Penggunaan pendeteksi gas karbon monoksida pada asap rokok dikarenakan gas ini memiliki nilai kandungan yang cukup besar dalam asap rokok. Hal ini ditunjukkan pada tabel berikut dibawah ini.

Tabel 2.1 Kandungan Senyawa gas pada Rokok

Senyawa	Sifat Senyawa	Kadar (mg)
Karbon monoksida	Beracun	17
Asetaldehida	Sangat beracun	800
Nitrogen oksida	Beracun	315
Hydrogen sianida	Sangat beracun	110
Akrolein	Sangat beracun	70
Amoniak	Beracun	60
Formaldehid	Sangat beracun & karsinogenik	30
Piridina	Beracun	10
Akilonitril	Karsinogenik	10
2-nitropropan	Karsinogenik	0,92
Hidrazina	Karsinogenik	0,032
Uretan	Karsinogenik	0,030
Dimetilnitrosamina	Karsinogenik	0,013
Vinil klorida	Karsinogenik	0,012
Senyawa nitrosamina	Karsinogenik	0,011

Karakter *output* sensor MQ7 bila mendeteksi keberadaan CO, diperlihatkan pada grafik dibawah ini.



Gambar 2.4 grafik Karakteristik Output Sensor Gas MQ7

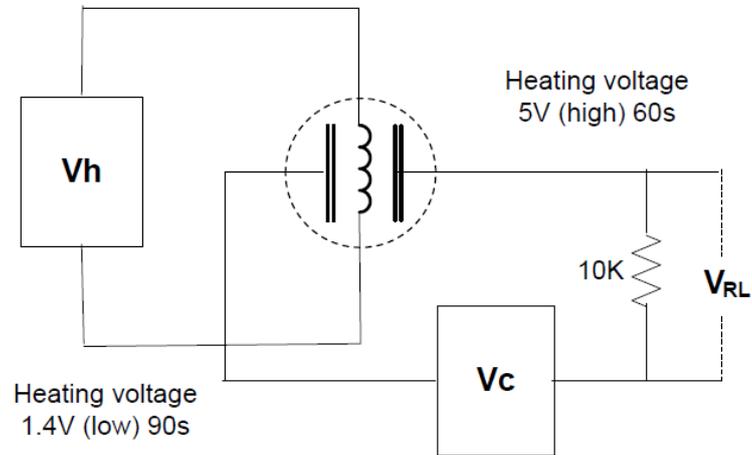
Sumber : datasheet MQ7

Pengukuran kadar ppm asap rokok diperoleh dari perbandingan antara resistansi sensor pada saat terdapat gas (R_s) dengan resistansi sensor pada udara bersih atau tidak mengandung asap rokok (R_o). Untuk mencari nilai R_s digunakan rumus sebagai berikut :

$$RS = \frac{vc - vout}{vout} \times RL$$

Sistem ini menggunakan nilai RL sebesar $10K\Omega$ dari persamaan diatas, semakin banyak asap maka resistansi semakin menurun dan nilai V_{out} semakin membesar. V_c digunakan tegangan DC sebesar 5volt.

Diperlihatkan gambar rangkaian sensor.



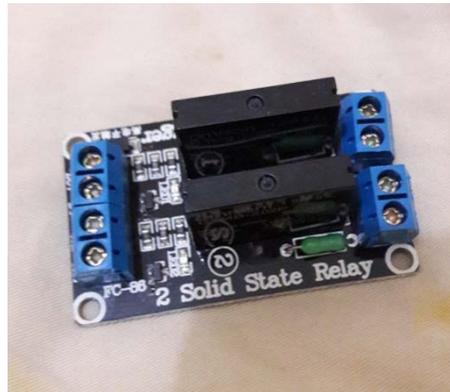
Gambar 2.5 Rangkaian Dasar Sensor MQ7

Sumber : datasheet MQ7

2.5 Relay

Relay merupakan suatu komponen elektronika berupa saklar elektrik yang dioperasikan menggunakan listrik. Relay juga biasa disebut sebagai komponen elektromekanikal yang terdiri dari dua bagian utama yaitu *coil* atau elektromagnet dan kontak saklar. Secara bahasa pengertian relay adalah saklar yang digerakan oleh listrik, yang mana secara umum banyak relay menggunakan prinsip electromagnet untuk menggerakan saklar secara mekanik. Tetapi banyak juga prinsip kerja relay selain yang disebutkan sebelumnya, seperti solid-state yang menggunakan komponen semikonduktor dan lain-lain.

Komponen relay menggunakan arus listrik yang kecil atau *low power*, dapat menghantarkan arus listrik yang memiliki tegangan lebih tinggi.



Gambar 2.6 Relay jenis SSR (*Solid State Relay*)

2.5.1 Fungsi relay

- mengendalikan tegangan tinggi dengan menggunakan batuan signal tegangan rendah.
- menjalankan fungsi logika (*logic function*).
- memberikan fungsi penundaan waktu (*time delay function*).
- melindungi motor atau komponen lainnya dari kelebihan tegangan atau korsleting.

2.5.2 Cara kerja relay

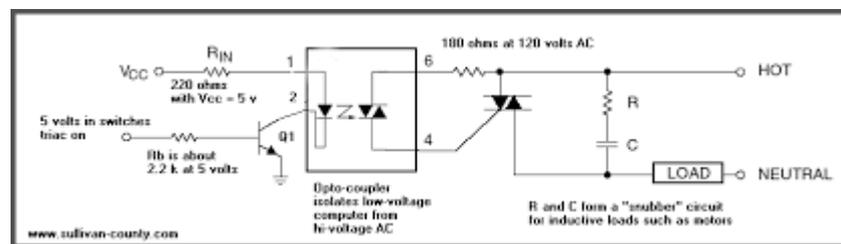
Pada relay terdapat sebuah kumparan yang berinti besi yang apabila kumparan tersebut dialiri listrik maka kumparan tersebut akan menjadi magnet dan menarik plat sehingga terjadi kontak. Saat kontak terhubung maka aliran listrik pada beban akan mengalir. Beban pada relay dapat berupa lampu, pompa air dan peralatan listrik lainnya.

2.5.3 Solid-State Relay

Relay ini terbuat dari bahan semikonduktor. Relay solid-state, termasuk transistor dan thyristor. Relay solid-state memiliki kecepatan switching yang fenomenal atau cukup tinggi. Namun perangkat ini

biasanya memiliki hambatan yang tinggi dan memerlukan pengaturan yang lebih rumit, dan relay jenis ini kurang kuat bila terjadi overload dibandingkan dengan relay elektromekanik.

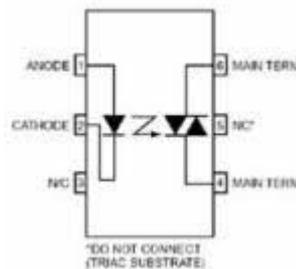
Solid state relay ini dibangun dengan isolator untuk memisahkan bagian input dan bagian saklar. Dengan Solid state relay kita dapat menghindari terjadinya percikan api seperti yang terjadi pada relay konvensional juga dapat menghindari terjadinya sambungan tidak sempurna karena kontaktor keropos seperti pada relay konvensional.



Gambar 2.7 Solid State Relay AC

Sumber : <http://www.bristolwatch.com/ele/triacs2.htm>

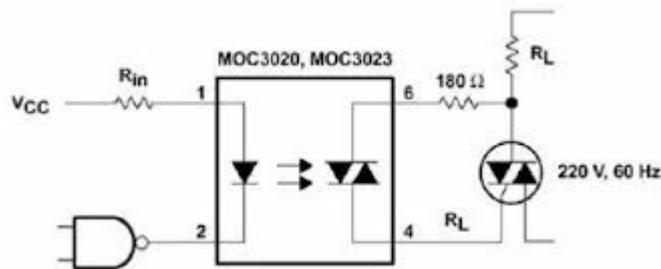
MOC302X adalah driver Triac yang didalamnya menggunakan isolasi optis (optocoupler). Driver ini menjembatani sinyal triger yang berasal dari kontroler yang umumnya memiliki level tegangan dan arus kecil dengan bagian beban yang memiliki tegangan dan arus yang relatif tinggi. Skema dalam MOC302X ini terlihat di Gambar 3.



Gambar 2.8 skema dalam MOC302X

Sumber: <https://fahmizaleeits.wordpress.com/2010/09/14/karakteristik-triac/rangkaian-dasar-moc302x/>

Komponen ini memiliki 6 kaki dengan 2 kaki yang tidak digunakan. Kaki anoda (1) dihubungkan ke Vcc, kaki katoda (2) dihubungkan dengan pulsa triger yang active low. Fungsi triger dengan active low ini adalah untuk menghindari kontroler melakukan *sourcing* (mengeluarkan arus) sehingga tidak membebani kontroler yang umumnya hanya mampu mengeluarkan arus yang sangat kecil. Kaki 4 dan 6 dihubungkan dengan beban. Kaki 3 dan 5 tidak digunakan.



Gambar2.9 rangkain MOC302

Sumber : <https://fahmizaleeits.wordpress.com/2010/09/14/karakteristik-triac/rangkaian-dasar-moc302x/>

Pada saat ada pulsa low di kaki 2 maka dioda dalam MOC302X akan memancarkan cahaya sehingga arus dari beban dapat mengalir dari kaki 6 melalui driver dan keluar melalui kaki 4 yang akan mentrigger kaki gate TRIAC yang bersangkutan. Pada saat itulah TRIAC dalam keadaan ON sehingga dapat mengalirkan daya sesuai dengan waktu firing-nya

Solid state relay memiliki kelebihan dan kekurangan dibanding dengan relay konvensional (elektro mekanik). Sistem isolasi pada solid state relay pada umumnya terisolasi secara optik sedangkan relay konvensional terisolasi secara fisik, kondisi ini akan memberikan keuntungan dan kerugian tersendiri antara solid state relay dan relay konvensional. Kelebihan dan kekurangan antara solid state relay dengan relay konvensional dapat dilihat dari sisi pengoperasiannya dan performasinya. Beberapa kelebihan dan kekurangan yang dimiliki solid state-relay diantaranya sebagai berikut :

Kelebihan *solid state relay*

1. Pada *solid state relay* tidak dapat bagian yang bergerak seperti halnya pada relay. Relay mempunyai sebuah bagian yang bergerak yang disebut kontaktor dan bagian ini tidak ada pada solid-state relay. Sehingga tidak mungkin terjadi *no contact* karena kontaktor tertutup debu bahkan karat.
2. Tidak terdapat *bounce* karena tidak terdapat kontaktor yang bergerak pada solid state relay tidak terjadi peristiwa bounce yaitu peristiwa terjadinya pantulan kontaktor pada saat terjadi perpindahan keadaan. Dengan kata lain dengan tidak adanya bounce maka tidak terjadi percikan api pada saat kontaktor berubah keadaan.
3. Solid state relay kebal terhadap getaran dan guncangan. Tidak seperti relay mekanik biasa yang kontaktornya dapat dengan mudah berubah bila terkena guncangan/getaran yang cukup kuat pada *body relay* tersebut.
4. Tidak menghasilkan suara klik seperti relay pada saat kontaktor berubah keadaan.

Kekurangan *solid state relay*

1. Resistansi tegangan transien.
2. Tegangan drop
3. Harga *solid state relay* lebih mahal dari relay konvensional (elektro mekanik).

2.6 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan alat yang digunakan sebagai tampilan. Pada dasarnya sistem pengaturan LCD ini memiliki standar yang sama walaupun ada banyak macamnya baik ditinjau dari perusahaan pembuat maupun dari ukurannya. LCD (*Liquid Crystal*

Display) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk huruf, karakter, angka maupun grafik.



Gambar 2.10 LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x2

2.6.1 Material LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD merupakan lapisan dari campuran antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda itu dikaitkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan *sandwich* memiliki *polarizer* cahaya horizontal belakang yang diikuti dengan lapisan *reflector*. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.

2.6.2 LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x2

Modul LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah alat yang digunakan sebagai tampilan. Pada dasarnya sistem pengaturan LCD memiliki standar yang sama walaupun sangat banyak macamnya baik ditinjau dari perusahaan pembuat maupun dari ukurannya.

Untuk dapat menghubungkan LCD dengan mikrokontroler, port pada LCD perlu dihubungkan dengan port yang sesuai dengan port pada mikrokontroler. Port pada mikrokontroler tidak dapat digunakan untuk fungsi yang lain. Tetapi dikhususkan untuk fungsi LCD. Pada LCD dengan 14 pin, fungsi-fungsi setiap pin dijelaskan pada tabel 2.3

Tabel 2.2 deskripsi pin LCD 14 pin

Pin	Simbol	I/O	Deskripsi
1	V_{ss}	--	Ground.
2	V_{cc}	--	power supply +5v.
3	V_{EE}	--	power supply untuk mengatur kontras.
4	RS	I	RS=0 untuk memilih register command. RS=0 untuk memilih register data.
5	R/W	I	R/W=0 untuk melakukan <i>write</i> . R/W=1 untuk melakukan <i>read</i> .
6	E	I/O	<i>Enable</i>
7	DB0	I/O	data bus 8-bit
8	DB1	I/O	data bus 8-bit
9	DB2	I/O	data bus 8-bit
10	DB3	I/O	data bus 8-bit
11	DB4	I/O	data bus 8-bit
12	DB5	I/O	data bus 8-bit
13	DB6	I/O	data bus 8-bit
14	DB7	I/O	data bus 8-bit

- V_{cc} sebagai supply 5V, V_{ss} sebagai ground, dan V_{EE} untuk mengatur kontras LCD.

- RS, *Register Select*

Terdapat dua register yang sangat penting didalam LCD jika RS=0, register command dipilih, memungkinkan pengguna untuk mengirim perintah seperti menghapus tampilan, kursor di home, dll. Jika RS=1 register dapat dipilih memungkinkan pengguna untuk mengirim data untuk ditampilkan di LCD.

- R/W, *read/write*

Input R/W memungkinkan pengguna untuk menulis informasi ke LCD (R/W=0) ataupun membaca informasi dari sana (R/W=1).

- E, *enable*

Pin *enable* digunakan LCD untuk mengunci (*latch*) informasi yang tersedia ke data pin dengan memberi pulsa *high-to-low*.

- D0-D7

Pin data 8-bit ini digunakan untuk mengirimkan informasi ke LCD atau membaca isi dari internal register LCD. Untuk menampilkan huruf dan angka, kita mengirimkan kode ASCII untuk huruf A-Z, a-z dan angka 0-9 di pin-pin ini dan mengatur RS=1.

2.7.3 Penggunaan LCD dengan Dua Kabel Data

LCD yang menggunakan teknologi inter-integrated circuit (I2C). dengan menggunakan LCD jenis ini, cukup dua pin yang digunakan untuk mengirimkan data. Dua pin lagi yang perlu dihubungkan ke Arduino adalah untuk memasok tegangan. Jadi, hanya empat pin yang perlu dihubungkan ke arduino, dengan rincian :

GND : dihubungkan ke ground.

VCC : dihubungkan ke sumber tegangan 5V.

SDA : merupakan I2C data dan dihubungkan ke pin analog A4 pada arduino.

SCL : merupakan I2C clock dan dihubungkan ke pin analog A5 pada arduino.

Pengujian LCD I2C melibatkan pustaka arduino bernama Wire. Pustaka ini digunakan untuk menangani komunikasi I2C, yang memungkinkan pertukaran informasi antar-IC. Itulah sebabnya terdapat perintah :

```
#include <wire.h>
```

Pernyataan-pernyataan tersebut diperlukan karena kode di pustaka LiquidCrystal_I2C menggunakan pustaka Wire.

Kode

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

Dimaksudkan untuk menyertakan header file pustaka LiquidCrystal_I2C, dengan nama objek berupa lcd. Kelas inilah yang digunakan untuk mengontrol LCD. Ketiga argument yang disertakan adalah:

- Argument pertama, yakni 0x27, menyatakan alamat untuk peranti LCD. Setiap peranti berbasis I2C pasti memiliki alamat unik
- Argument kedua menyatakan jumlah kolom baris dalam LCD
- Argument ketiga menyatakan jumlah baris dalam LCD

Di dalam setup (), LCD perlu diinisialisasi dengan memanggil :

```
NamaObjekLCD.begin();
```

Pada contoh, hal itu dilakukan oleh:

```
Lcd.begin();
```

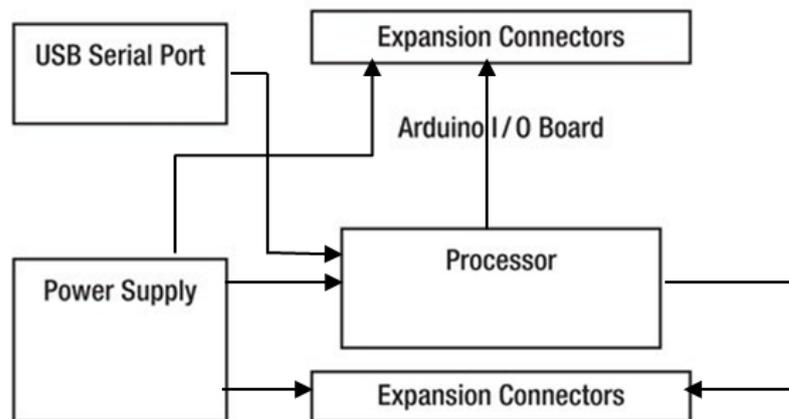
Pernyataan-pernyataan berikutnya yaitu :

```
Lcd.print("tes..tes..123!");  
  
Lcd.setCursor(0,1);  
  
Lcd.print("OK tampaknya!");
```

2.7 Arduino

Arduino adalah platform pembuatan prototipe elektronik yang bersifat *open-source hardware* dan *software* berdasarkan pada perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang fleksibel serta mudah digunakan. Arduino ditujukan bagi para desainer, seniman dan siapa saja yang tertarik dalam menciptakan suatu objek atau lingkungan yang interaktif. Arduino awalnya dikembangkan di Ivrea, Italia. Platform Arduino terdiri dari *arduino board*, bahasa pemrograman arduino, *arduino development environment* dan *shield*. *Arduino board* biasanya mempunyai sebuah chip dasar mikrokontroler atmel AVR ATmega8 serta turunannya. Blok diagram *Arduino board* yang sudah disederhanakan dapat dilihat pada gambar 2.2

Shield merupakan sebuah papan yang dapat dipasang diatas *Arduino board* untuk menambah kemampuan dari *Arduino board*. Bahasa pemrograman Arduino adalah bahasa pemrograman yang umum digunakan untuk membuat perangkat lunak yang ditanamkan pada *Arduino board*. Bahasa pemrograman pada arduino mirip dengan bahasa pemrograman C++.



Gambar 2.11 blok diagram *Arduino board*

Arduino development environment merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menulis dan meng-*compile* program untuk *Arduino*. *Arduino development environment* juga digunakan untuk meng-**upload** program yang sebelumnya sudah di-*compile* ke memori program *arduino board*.

2.2.1 **Arduino Uno**

Arduino Uno merupakan *board* berbasis mikrokontroler pada ATmega328 (*datasheet*) *board* ini memiliki 14 digital *input/output* pin (dimana 6 pin ini dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 *input analog*, 16 MHz *osilator* Kristal, koneksi USB, jact listrik tombol reset. Pin-pin yang ada pada *arduino* ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, dapat dihubungkan ke komputer menggunakan kabel USB atau terhubung dengan sumber tegangan yang bisa didapat dari adaptor AC-DC maupun baterai dalam penggunaannya.

Board pada *Arduino Uno* memiliki berbagai fitur-fitur baru diantaranya :

- 1,0 pin out : tambah SDA dan SCL pin yang dekat ke pin AREF dan ada dua pin baru lainnya yang ditempatkan dekat ke pin RESET, dengan IO REF yang memungkinkan dari board sistem. Pengembangannya, sistem ini akan lebih kompatibel dengan prosesor yang menggunakan AVR, yang beroperasi dengan 5V dan dengan Arduino karena yang beroperasi dengan 3,3V. Kedua yaitu pin tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan pengembangannya.



Gambar 2.12 Board Arduino Uno



gambar 2.13 Kabel USB Board Arduino Uno

Deskripsi Arduino Uno :

Tabel 2.3 Deskripsi Arduino Uno

Mikrokontroler	Atmega328
Operasi Voltage	5V

<i>Input Voltage</i>	7-12V (Rekomendasi)
<i>Input Voltage</i>	6-20V (limits)
I/O	14 pin (6 pin untuk PWM)
Arus	50 mA
Flash Memory	32KB
Bootloader	SRAM 2KB
EEPROM	1KB
Kecepatan	16Mhz

tabel 2.3 Deskripsi Arduino Uno (lanjutan)

2.2.2 Catu Daya

Arduino Uno dapat diaktifkan dengan menghubungkan menggunakan koneksi USB atau menggunakan catu daya eksternal. Sumber listrik dipilih secara otomatis. Eksternal (non USB) daya dapat datang baik dari AC-DC adaptor atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan cara menghubungkan plug pusat-positif 2.1mm ke dalam *board* colokan listrik. Lead dari baterai dapat dimasukkan ke dalam *header* pin Gnd dan Vin dari konektor *power*.

Board dapat beroperasi pada pasokan daya dari 6-20 volt. Jika diberikan daya dengan kurang dari 7V, bagaimanapun pin 5V dapat menyuplai kurang dari 5volt dan *board* mungkin akan tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan merusak *board*. Rentang yang dianjurkan adalah 7-12volt.

Pin catu daya adalah sebagai berikut :

- VIN. Tegangan *input* ke *board* Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai lawan dari 5volt dari koneksi USB atau sumber daya lainnya diatur).
- 5V. catu daya diatur menggunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya di *board*. Hal ini dapat terjadi baik dari VIN melalui *regulator on board* atau diberikan oleh USB.

- 3,3 volt yang dihasilkan oleh *regulator on board*. Menarik arus maksimum adalah 50mA.
- GND

2.2.3 Memori

ATmega328 ini memiliki 32KB dengan 0,5KB digunakan untuk *loading file*. Memori ini juga memiliki 2KB dari SRAM dan 1KB dari EPROM.

2.2.4 Input & Output

Masing-masing dari 14 pin digital pada Arduino Uno dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, dengan menggunakan fungsi `digitalWrite()`, `pinMode()` dan `digitalRead()`. Dengan beroperasi di 5volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40mA dan memiliki resistor *pull-up* internal dari 20-50k ohm. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus :

- Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data TTL serial. Pin ini terhubung ke pin yang sesuai dari chip ATmega8U2 USB-to-serial TTL.
- Eksternal interupsi : pin 2 dan pin 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai yang rendah, tepi naik atau turun, atau perubahan nilai.
- PWM: 3,5,6,9,10, dan 11. Menyediakan 8-bit output PWM dengan `analogWrite()` fungsi.
- SPI: 10(SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI.
- LED : 13 ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin adalah nilai Tinggi, LED menyala, ketika pin adalah nilai rendah, maka off.

Arduino Uno mempunyai 6 input analog, diberi label A0 melalui A5, masing-masing menyediakan 10 bit resolusi yaitu 1024 nilai yang berbeda. Secara *default* sistem mengukur dari tanah sampai 5volt.

- RWI: A4 atau SDA pin dan A5 atau SCL pin. Mendukung komunikasi TWI
- AREF. Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan analogreference ().
- Reset.

2.2.5 Komunikasi

Arduino Uno memiliki beberapa fasilitas untuk dapat berkomunikasi dengan komputer, arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega16U2 pada saluran *board* ini komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai com port virtual untuk perangkat lunak pada komputer. *Firmware* Arduino menggunakan USB driver standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang dibutuhkan. Namun pada windows, file.inf diperlukan. Perangkat lunak arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang kemudian dikirim ke *board* arduino. RX dan TX LED di board akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer. ATmega 328 ini juga mendukung komunikasi I2C(TWI) dan SPI. Fungsi ini digunakan untuk melakukan komunikasi interface pada suatu sistem.

2.2.6 Programming

Arduino uno dapat diprogram dengan perangkat lunak (*software*) arduino. Pilih arduino uno dari *tool* kemudian disesuaikan dengan mikrokontroler yang nantinya akan digunakan.

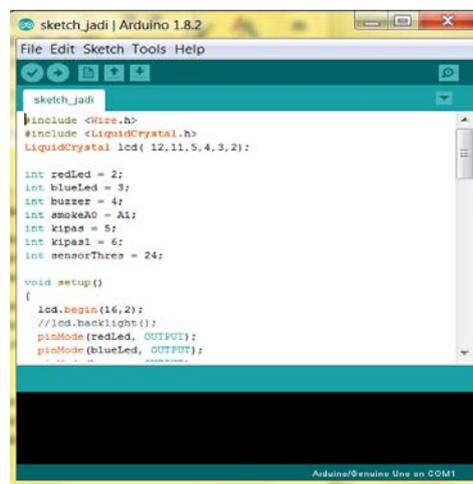
Pin ATmega328 pada sebuah arduino uno memiliki *bootloader* yang memungkinkan untuk meng-*upload* program baru untuk tanpa menggunakan *programmer hardware* eksternal. *Bootloader* ini berkomunikasi menggunakan protocol dari bahasa C.

Sistem dapat menggunakan perangkat lunak FLIP Atmel (windows) atau programmer DFU (mac OS X dan Linux) untuk memuat

firmware yang baru. Atau dapat dengan menggunakan header ISP dengan programmer eksternal.

2.2.7 Perangkat Lunak (Arduino IDE)

Lingkungan *open-source* arduino dapat memudahkan untuk menulis suatu kode dan meng-*upload* ke *board* arduino. Perangkat lunak ini dapat berjalan pada windows, mac OS X, dan Linux. Berdasarkan pada pengolahan, avr-gcc, dan perangkat lunak sumber terbuka lainnya.



Gambar 2.14 tampilan *framework* pada arduino UNO

2.2.8 Otomatis *Software Reset*

Tombol *reset* pada Arduino Uno digunakan untuk menjalankan program yang tersimpan didalam mikrokontroler dari awal. Tombol reset ini kemudian terhubung ke ATmega328 melalui kapasitor 100nf. Setelah menekan tombol reset cukup lama untuk me-reset chip, *software* IDE arduino juga berfungsi untuk meng-*upload* program dengan menekan tombol *upload* di software IDE arduino saja.