

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Studi Literatur

Di dalam landasan teori akan dibahas dahulu ringkasan studi literatur yang dilakukan untuk mengetahui sejauh mana penelitian tentang gas amonia yang sudah ada dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Studi Literatur

No	Nama	Judul	Kekurangan
1	Fitto Trihanda M,Heru Wahyu Herwanto (2015)	Perancangan Prototipe monitoring Gas Amonia (Nh3) Sebagai Early Warning Pada Lingkungan Industri Dengan Sistem Akuisisi Data	Belum ada akuator yang mengurangi/mengeluarkan gas amonia ataupun untuk mengendalikan suhu pada kandang ayam. Belum ada sensor suhu sebagai acuan suhu pada kandang ayam.
2	Arlie Siswanti dan Suryono (2016)	Wireless Sensor Sistem Untuk Pemantauan Kadar Gas Amonia (Nh3) Menggunakan Algoritma Berbasis Aturan	Belum ada akuator yang mengurangi/mengeluarkan gas amonia ataupun untuk mengendalikan suhu pada kandang ayam. Belum ada sensor suhu sebagai acuan suhu pada kandang ayam.
3	Fatwa Yudistira Haikal Wibowo (2017)	Pembuatan Sistem Kontrol Gas Amonia Berbasis Mikrokontroler Arduino	Tidak ada akuisisi data untuk laporan kadar gas amonia. Tidak ada akuator yang digunakan untuk mengendalikan suhu kandang ayam. Tidak ada sensor suhu yang digunakan untuk sebagai mendeteksi suhu pada kandang ayam.
4	Cyrilla Indri Parwati, Hadi	Perancangan Sistem Peringatan Dini Kebocoran Gas Ammonia Pada	Tidak ada akuisisi data untuk laporan kadar gas amonia.

	Prasetyo Suseno, Catur Iswahyudi (2015)	Industri Kulit Berbasis Gsm Gateway	Tidak ada akuator yang digunakan untuk mengendalikan suhu kandang ayam. Tidak ada sensor suhu yang digunakan untuk sebagai mendeteksi suhu pada kandang ayam.
5	Reka Heriawan, Sri Wahyu Suciati, Amir Supriyanto (2013)	Alat Pengontrol Emisi Gas Amonia (NH ₃) di Peternakan Ayam Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535 Menggunakan Sensor Gas MQ-137	Tidak ada akusisi data untuk laporan kadar gas amonia. Tidak ada akuator yang digunakan untuk mengendalikan suhu kandang ayam. Tidak ada sensor suhu yang digunakan untuk sebagai mendeteksi suhu pada kandang ayam.

2.2 Gas amonia

Gas amonia merupakan gas hasil dekomposisi bahan limbah nitrogen dalam ekskreta, seperti *uric acid*, protein yang tidak diserap, asam amino dan senyawa non protein nitrogen (NPN) lainnya akibat adanya aktivitas mikroorganisme dalam *feses*. Gas amonia terdapat di atmosfer dalam kuantitas yang kecil akibat proses bahan organik. Gas amonia juga dijumpai di dalam tanah, dan di tempat berdekatan dengan gunung berapi. Sumber emisi gas amonia di udara berasal dari manure hewan, pupuk dan sebagian kecil berasal dari industri, bahwa 80 sampai 90% total emisi gas amonia berasal dari manure hewan asal peternakan (Charles R.T, 1991).

Amonia terdapat di atmosfer dalam kuantitas yang kecil akibat proses bahan organik. Amonia juga dijumpai di dalam tanah, dan di tempat berdekatan dengan gunung berapi. Sumber emisi gas amonia (NH₃) di udara berasal dari manure hewan, pupuk dan sebagian kecil berasal dari industri, bahwa 80 sampai 90% total emisi Amonia berasal dari manure hewan asal peternakan (G.J. Heiji, 1991).

Kadar gas amonia yang berlebihan di dalam kandang dapat mempengaruhi kesehatan ayam broiler dan pekerja kandang. Kadar NH₃ dalam kandang sebaiknya tidak lebih dari 20 ppm dan ambang batas kadar NH₃ bagi manusia adalah 25 ppm

selama 8-10 jam (C. W. Ritz, 2004). Batas toleransi kadar NH₃ pada ayam broiler disajikan pada table berikut.

Tabel 2.2 Kadar Gas Amonia dan Pengaruh

Kadar Amonia dalam satuan (PPM)	Pengaruh
20	Menggangu kesehatan dan performan ayam broiler, meningkatnya penyakit tetelo (New Castle Disease/ND) dan kerusakan sistem pernafasan (dalam waktu lama)
25	Pertambahan bobot badan yang rendah, penurunan efisiensi pakan (selama 42 hari), menyebabkan timbulnya airsacculitis yang diikuti oleh infectious bursal disease (setelah 56 hari)
25-125	Penurunan konsumsi pakan dan efisiensi pakan, menimbulkan gejala keracunan pada ayam broiler meliputi iritasi pada trachea, radang kantong udara, conjunctivity, dan dyspnea
75-100	Perubahan epithelium pernafasan, termasuk hilangnya silia dan meningkatnya jumlah sel pengeluaran lender
46-102	Menyebabkan kerusakan pada mata dalam bentuk keratokonjunctivitis

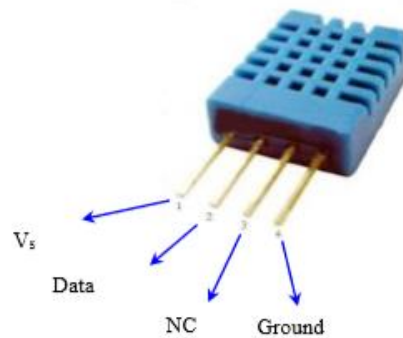
Bau gas monia yang berasal dari kandang unggas merupakan sumber pemicu utama penyebab penolakan dan keresahan lingkungan sekitar kandang unggas. Gas amonia juga sangat berperan dalam status kesehatan, tingkat produktivitas dan performan ternak unggas serta kesehatan ternak di kandang. Kadar amonia dengan level >25 ppm dapat menyebabkan terjadinya kerusakan cilia dari achea dan mudah terjadi penyakit seperti *News Castle Deseases (ND)* sehingga menyebabkan terjadinya penurunan status kesehatan, tingkat performa dan produktivitas unggas (G.J. Heiji, 1991).

Gas amonia pada kandang ayam terbentuk dari reaksi kimia antara asam urat (C₅H₄N₄O₃) dan air (H₂O) serta enzim uricase asal bakteri (gram). Efek yang sangat merugikan dari emisi gas amonia pada lingkungan dan performans ayam broiler serta kesehatan ternak sudah sangat diketahui. Pengontrolan gas amonia pada kandang unggas sangat penting dilakukan untuk menjamin pengurangan emisi amonia dan menciptakan lingkungan kandang yang lebih sehat. Hal ini dapat

dilakukan dengan mengalirkan udara dari dalam kandang ke luar kandang pada penterakan.

2.3 Modul Sensor DHT11

DHT11 adalah modul sensor yang dapat mengukur dua parameter sekaligus yaitu suhu dan kelembaban udara. Modul sensor ini memiliki keluaran sinyal digital yang dikalibrasi dengan sensor suhu dan kelembaban (Yoga Alif Kurnia Utama, 2016). Hal ini membuat stabilitas kinerja sensor menjadi sangat baik dalam jangka panjang. Selain memiliki kualitas yang sangat baik, sensor ini memiliki respon cepat, kemampuan anti-gangguan dan keuntungan biaya karena dapat mengukur dua parameter sekaligus. Bentuk fisik dan kaki modul sensor DHT11 diperlihatkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Konfigurasi kaki modul sensor DHT11
(Yoga Alif Kurnia Utama, 2016)

Sensor ini mempunyai dua sensor di dalamnya yaitu sensor thermistor tipe NTC (*Negative Temperature Coefficient*) untuk mengukur suhu udara, dan sensor kelembaban tipe resistif untuk mengukur kelembaban udara. Selain terdapat dua sensor di dalamnya, terdapat pula sebuah mikrokontroler kecil 8 bit di dalamnya, yang mengolah data kedua sensornya, dan mengirim hasilnya ke pin output dengan tipe *single wire bidirectional* (dua arah). Sistem *single wire bidirectional* ini membuat penggunaan menjadi cepat dan mudah. Jadi sebenarnya sensor ini merupakan sensor yang cukup kompleks karena mempunyai tiga sistem di dalamnya dan untuk mengambil data dari sensor DHT11 ini, tinggal sambungkan saja dengan pin output dari sensor tersebut.

Penggunaan modul sensor DHT11 ini dapat dilakukan dengan menghubungkan pin data pada modul sensor DHT11 ke pin *digital* pada arduino. Pin tegangan 5V dan *ground* pada modul sensor DHT11 juga dihubungkan pada pin tegangan 5V dan *ground* arduino.

Ukuran yang kecil, daya rendah, sinyal transmisi jarak hingga dua puluh meter merupakan beberapa kelebihan dari sensor ini. Kelebihan ini membuat sensor ini sering dipakai pada berbagai aplikasi. Berikut penjelasan pin Vs, Data, NC dan Ground pada sensor DHT11:

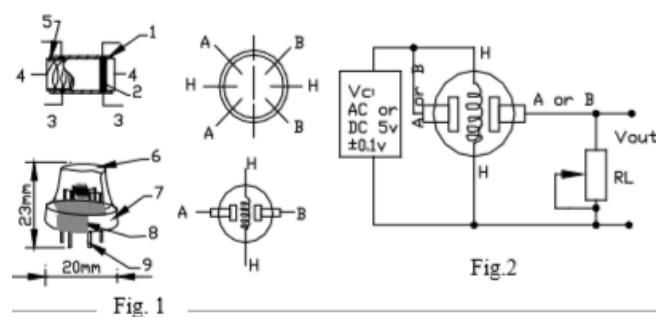
- Pin Vs digunakan sebagai tegangan sumber sensor ini. Tegangan sumber yang diperkenankan adalah diantara rentang 3V sampai 5.5V.
- Pin Data digunakan untuk mengambil data suhu dan kelembaban udara yang telah diukur oleh sensor DHT11.
- Pin NC yang merupakan singkatan dari *Not Connected*, adalah pin yang tidak dihubungkan dengan apa-apa. Jadi dalam prakteknya, pin ini tidak boleh dihubungkan dengan rangkaian apapun.
- Pin Ground disambung dengan Ground tegangan sumber.

Spesifikasi dari DHT11 dijabarkan sebagai berikut:

- Pasokan Voltage : 5 V
- Rentang temperatur : 0-50 ° C kesalahan ± 2 ° C
- Kelembaban : 20-90% RH ± 5 % RH error
- Interface : Digital

2.4 Modul Sensor MQ-135

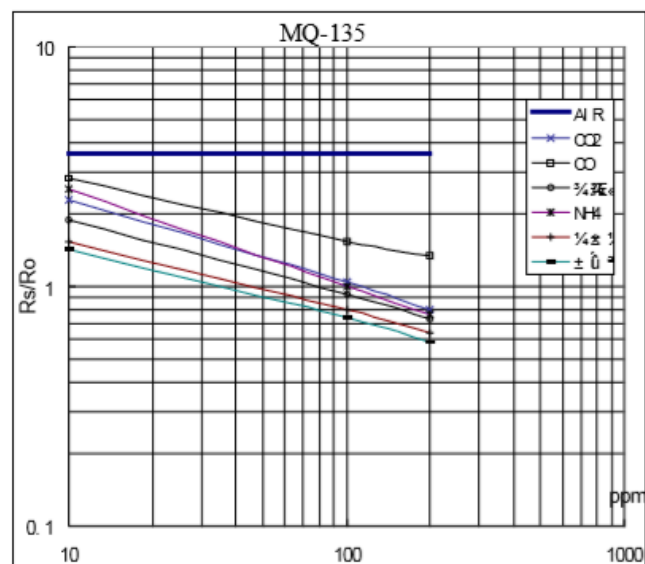
Modul sensor MQ135 adalah sensor kimia atau sensor gas yang dapat mendeteksi karbon monoksida (CO,NOx, alcohol, Benzene, smoke, dan amonia (NH₃)). Sensor ini mempunyai nilai resistansi yang akan berubah bila terkena gas amonia. Selain itu sensor ini juga mempunyai sebuah pemanas atau heater (Vh) yang digunakan untuk membersihkan ruang sensor dari kontaminasi udara luar. Sensor dan struktur dari sensor MQ135 dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Sensor dan struktur dari sensor MQ135

(Arlie Siswanti, 2016)

Sebagai perbandingan untuk mengetahui nilai ppm (part per milion) dibutuhkan tabel R_s/R_o dan nilai konsentrasi gas amonia, nilai tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.3 yang menunjukkan grafik sensitifitas sensor MQ135 terhadap gas.



Gambar 2.3 Grafik sensitifitas sensor MQ135

(Arlie Siswanti, 2016)

Berdasarkan grafik pada gambar 2.10 ditunjukkan hubungan perbandingan resistor R_s/R_o (R_o : Resistansi sensor pada 100ppm udara bersih, R_s : resistansi sensor pada berbagai konsentrasi gas) terhadap kadar gas amonia. Dari Gambar 2.10 tersebut jika diambil data kenaikannya maka akan menghasilkan seperti data pada Table 2.3 sebagai berikut berikut.

Tabel 2.3 Sensifitas Rs/Ro Terhadap PPM

PPM	Rs/Ro
0	0,2
10	0,4
20	0,6
30	0,8
40	1
50	1,2
60	1,4
70	1,6
80	1,8

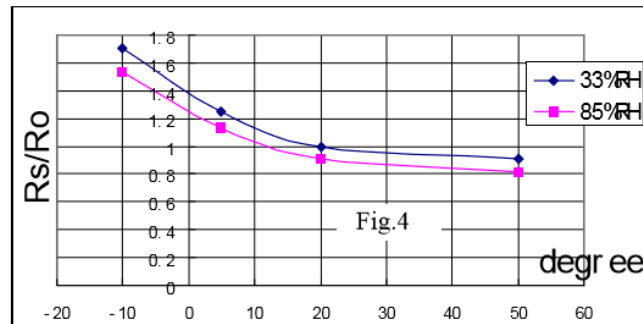
Konversi nilai ADC dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$ADC = \text{Nilai analog}(\text{pin analog}) * \text{Tegangan pin} / \text{Nilai ADC}$$

Keterangan:

- Nilai analog(pin analog) = Nilai yang dikeluarkan dari pin analog
- Tegangan pin = Tegangan pada pin sensor, umumnya 5V
- Nilai ADC = Nilai maksimal analog pada pin analog mikrokontroler, tertinggi dengan nilai hingga 1023

Dari data pada table 2.3 dapat diketahui nilai sensitivitas sensor MQ-135 untuk melakukan konversi dari ADC ke ppm dengan menghitung tiap kenaikan dari Rs/Ro terhadap kadar gas amonia (ppm) yang dibuat grafik untuk mendapatkan persamaan $y = a x b$. Nilai $y = 6,8323 x^{-0,407}$ adalah nilai yang akan digunakan untuk konversi tegangan ke ppm dengan x sebagai kadar gas amonia dalam ppm dan y sebagai nilai Rs/Ro. Berikut pada gambar 2.4 untuk grafik data sensor pada gas MQ-135.



Gambar 2.4 Grafik Data Sensor

(Arlie Siswanti, 2016)

Setelah diperoleh nilai R_s/R_o tegangan bisa dikonverikan menjadi nilai ppm menggunakan persamaan dari grafik yaitu $y = 6,8323 x^{-0,407}$ menjadi persamaan $ppm = (6,8323 / (R_s/R_o))^{2,457}$ yang kemudian akan dimasukkan ke dalam program akuisisi data (Arlie Siswanti, 2016).

Penggunaan Modul sensor MQ-135 dapat dilakukan dengan menghubungkan pin data pada modul sensor MQ-135 ke pin *Analog* pada arduino. Pin tegangan 5V dan *ground* pada modul sensor MQ-135 juga dihubungkan pada pin tegangan 5V dan *ground* arduino.

2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program di dalamnya. Mikrokontroler umumnya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Angalog-to-Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama dari mikrokontroler ialah tersedianya RAM (*Random Access Memory*) dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran *board* mikrokontroler menjadi sangat ringkas. Salah satu jenis mikrokontroler adalah modul arduino mega.

2.5.1 Arduino IDE

Arduino Integrated Development Environment (IDE) adalah aplikasi cross-platform yang ditulis menggunakan bahasa pemrograman Java, dan berasal dari

IDE untuk bahasa pemrograman Pengolahan dan proyek Wiring. Hal ini dirancang untuk memperkenalkan pemrograman untuk pendatang baru lainnya yang belum terbiasa dengan pengembangan perangkat lunak (**Gagat Mughni Pradipta, 2016**).

2.5.2 Arduino Mega 2560 R3

Arduino Mega adalah salah satu jenis single board mikrokontroler keluaran Arduino. Gambar 2.2 menunjukkan Arduino Mega atau yang sering disebut Arduino Mega 2560 R3 menggunakan mikrokontroler ATmega2560. ATmega2560 merupakan mikrokontroler 8 bit dengan arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) produksi Atmel. ATmega2560 juga memiliki beberapa periferal seperti ADC (*Analog to Digital Converter*) 10 bit, komunikasi USART (*Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter*), komunikasi SPI (*Serial Peripheral Interface*), dan berbagai periferal lainnya [11]. ATmega2560 memiliki 256 KB memori flash untuk menyimpan kode, 8 KB SRAM dan 4 KB EEPROM. Masing-masing dari 54 pin digital pada Mega dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()` (**Gagat Mughni Pradipta, 2016**).

Berikut pada gambar 2.5 *board* Arduino Mega 2560 R3.



Gambar 2.5 Board Arduino Mega 2560 R3
(Gagat Mughni Pradipta, 2016)

Spesifikasi Arduino Mega dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Spesifikasi Arduino Mega 2560 R3

Microkontroller	ATmega1280
Tegangan Operasi	5V

Tegangan Input (Rekomendasi)	7-12V
Tegangan Input (Minimal)	6-20V
Pin Digital I/O	54
Pin Analog Input	16
Arus DC Tiap Pin I/O	40 mA
Arus DC Pada Pin 3,3	50 mA
Flash Memory	128 KB dimana 4 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

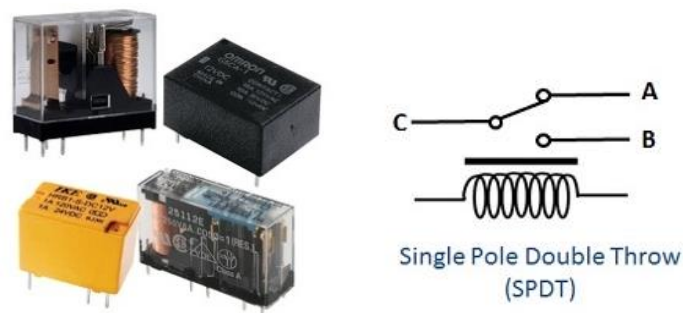
Penggunaan Arduino Mega 2560 R3 dengan cara memasukan kode program yang dibuat dengan menggunakan *software* Arduino IDE yang ditulis dengan bahasa pemrograman C dan di *compile*. Setelah selesai proses *compile* pada *software* Arduino IDE, proses selanjutnya yakni memilih tipe *board* yang digunakan pada mikrokontroler, tipe *processor* pada mikrokontroler, dan *port* serial arduino yang terdeteksi pada komputer.

Pada Arduino Mega 2560 R3 terdapat 2 jenis pin yang dapat digunakan sebagai input ataupun sebagai output. 2 jenis pin tersebut yaitu pin *analog* dan pin *digital*. Pin analog digunakan sebagai pin yang dapat merubah sinyal *analog* yang masuk menjadi sinyal *digital*. Pin *analog* ini telah terhubung dengan *converter* pada mikrokontroler yang disebut sebagai proses *analog to digital converter* (ADC) yang merupakan proses dimana akan mengubah sinyal yang masuk dari pin *analog* yang berbentuk sinyal *voltage* menjadi sinyal dalam bentuk angka/*digital*. *Converter* ini memiliki resolusi 10-bit yang mengartikan nilai konversi berkisar diantara 0 hingga 1023. Pada Arduino Mega 2560, pin *analog* telah ditandai dengan label A0-A15.

Pin *digital* pada Arduino hanya dapat mengenali sinyal *HIGH* yang bernilai 5 V dan sinyal *LOW* dengan nilai dibawah 2,27 V.

2.6 Driver Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*) (CANDRA, 2015). 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 12V yang mampu menggerakkan *Armature* relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 10A. Pada gambar 2.6 adalah bentuk relay dan simbol relay yang sering ditemukan di rangkaian elektronika.



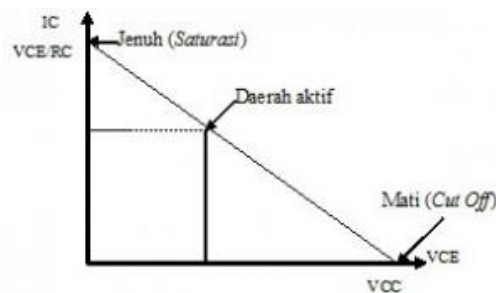
Gambar 2.6 Bentuk dan simbol relay
(CANDRA, 2015)

Relay terdiri dari SPDT (*Single Pole Double Throw*) dengan 5 pin terminal, 3 terminal untuk Saklar (*Normally Open, Normally Close, Common*) dan 2 Terminalnya lagi untuk *Coil* dan dihubungkan dengan transistor yang berfungsi sebagai saklar/*switching*.

Transistor akan berfungsi sebagai saklar/*switching* apabila berada pada dua daerah kerjanya yaitu daerah jenuh (saturasi) dan daerah mati (*cut-off*). Transistor akan mengalami perubahan kondisi dari menyumbat ke jenuh dan sebaliknya. Transistor

dalam keadaan menyumbat dapat dianalogikan sebagai saklar dalam keadaan terbuka, sedangkan dalam keadaan jenuh seperti saklar yang menutup (Elektronika Dasar, 2013)

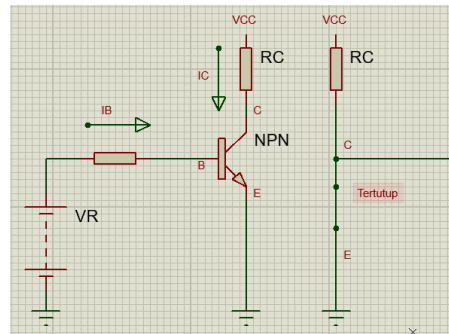
Daerah kerja transistor saat jenuh adalah keadaan dimana transistor mengalirkan arus secara maksimum dari kolektor ke emitor sehingga transistor tersebut seolah-olah short pada hubungan *Collector – Emittor*. Pada daerah ini transistor dikatakan menghantar. Pada daerah kerja aktif transistor ini digunakan sebagai penguat sinyal. Transistor dikatakan bekerja pada daerah aktif karena transistor selalu mengalirkan arus dari kolektor ke emitor walaupun tidak dalam proses penguatan sinyal, hal ini ditujukan untuk menghasilkan sinyal keluaran yang tidak cacat. Daerah aktif terletak antara daerah jenuh (saturasi) dan daerah mati (*cut-off*). Daerah cut off merupakan daerah kerja transistor dimana keadaan transistor menyumbat pada hubungan kolektor – emitor. Daerah (*cut-off*) sering dinamakan sebagai daerah mati karena pada daerah kerja ini transistor tidak dapat mengalirkan arus dari kolektor ke emitor. Pada daerah mati (*cut-off*) transistor dapat di analogikan sebagai saklar terbuka pada hubungan kolektor – emitor. Grafik kurva karakteristik transistor akan ditampilkan pada gambar 2.7



Gambar 2.7 Grafik kurva karakteristik transistor
(Elektronika Dasar, 2013)

Untuk membuat transistor menghantar, pada masukan basis perlu diberi tegangan. Besarnya tegangan harus lebih besar dari V_{be} (0,3 untuk germanium dan 0,7 untuk silicon). Dengan mengatur $I_b > I_c/\beta$ kondisi transistor akan menjadi jenuh seakan kolektor dan emitor short circuit. Arus mengalir dari kolektor ke emitor tanpa hambatan dan $V_{ce} \approx 0$. Besar arus yang mengalir dari kolektor ke emitor sama

dengan V_{cc}/R_c . Keadaan seperti ini menyerupai saklar dalam kondisi tertutup. Pada gambar 2.8 akan ditampilkan kondisi transistor dalam kondisi tertutup



Gambar 2.8 Transistor kondisi tertutup (saklar posisi *off*)

Besarnya tegangan kolektor emitor V_{ce} suatu transistor pada konfigurasi diatas dapat diketahui sebagai berikut.

Karena kondisi jenuh $V_{ce} = 0V$ (transistor ideal) maka besarnya arus kolektor (I_c) adalah:

$$I_c = \frac{V_{cc}}{R_c}$$

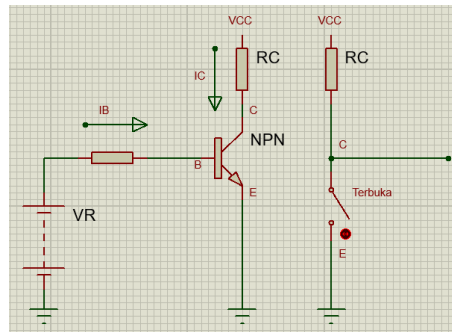
Besarnya arus yang mengalir agar transistor menjadi jenuh (saturasi) adalah:

$$R_b = \frac{V_i - V_{be}}{I_b}$$

Sehingga besar arus basis I_b jenuh adalah:

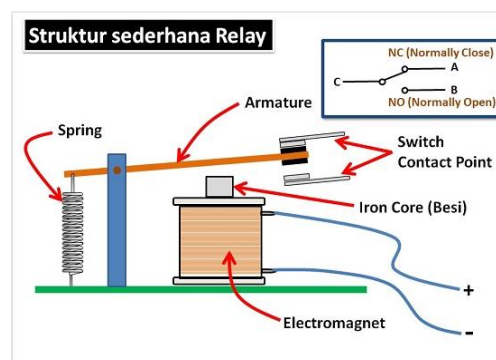
$$I_b \geq \frac{I_c}{\beta}$$

Dengan mengatur $I_b = 0$ atau tidak memberi tegangan pada bias basis atau basis diberi tegangan mundur terhadap emitor maka transistor akan dalam kondisi mati (*cut-off*), sehingga tak ada arus mengalir dari kolektor ke emitor ($I_c \approx 0$) dan $V_{ce} \approx V_{cc}$. Keadaan ini menyerupai saklar pada kondisi terbuka seperti ditunjukkan pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Transistor kondisi terbuka (saklar posisi *on*)

Struktur relay secara sederhana ditampilkan pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Struktur relay

(CANDRA, 2015)

Kontak Poin (Contact Point) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

- *Normally Close (NC)*

yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi CLOSE (tertutup).

- *Normally Open (NO)*

yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi OPEN (terbuka).

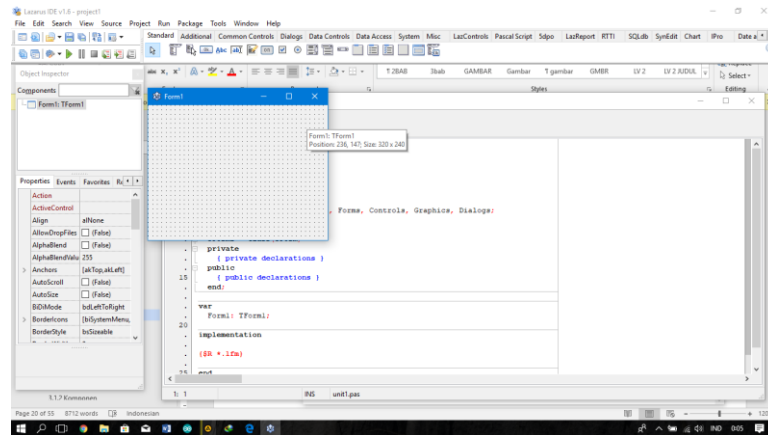
Berdasarkan gambar di atas, sebuah Besi (*Iron Core*) yang dililit oleh sebuah kumparan *Coil* yang berfungsi untuk mengendalikan besi tersebut. Apabila Kumparan *Coil* diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya elektromagnet yang kemudian menarik *Armature* untuk berpindah dari posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana *Armature* tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi OPEN atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, *Armature* akan kembali lagi ke posisi Awal (NC). *Coil* yang digunakan oleh Relay untuk menarik *Contact Poin* ke Posisi *Close* pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

Beberapa fungsi Relay yang telah umum diaplikasikan ke dalam peralatan Elektronika diantaranya adalah :

- Relay digunakan untuk menjalankan Fungsi Logika (*Logic Function*)
- Relay digunakan untuk memberikan Fungsi penundaan waktu (*Time Delay Function*).
- Relay digunakan untuk mengendalikan Sirkuit Tegangan tinggi dengan bantuan dari Signal Tegangan rendah.
- Ada juga Relay yang berfungsi untuk melindungi Motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan Tegangan ataupun hubung singkat (*Short*).

2.7 Lazarus

Lazarus merupakan IDE platform-silang untuk Free Pascal yang kompatibel dengan Delphi. Program tersebut terdapat LCL yang kurang lebih kompatibel dengan VCL Delphi. Free Pascal merupakan kompiler GPL yang berjalan pada Linux, Win32, OS/2, 68K dan sebagainya. Free Pascal didesain untuk dapat mengerti dan mengkompilasi sintak Delphi, yang merupakan OOP (*Object Oriented Programming*). Berikut pada gambar 2.11 untuk tampilan antar muka *software* Lazarus.



Gambar 2.11 Tampilan antar muka *software* Lazarus

Lazarus adalah bagian dari teka-teki yang hilang yang mengizinkan programmer untuk membangun program seperti Delphi dalam semua platform di atas. Tidak seperti Java yang berusaha untuk menjadi sebuah ‘*write once run anywhere*’, Lazarus dan Free Pascal berusaha untuk ‘*write once compile anywhere*’. Karena kompilator yang sama persis tersedia pada semua platform di atas, maka programmer tidak perlu melakukan suatu perekaman untuk menghasilkan produk yang mirip untuk platform yang berbeda (Lazarus and Free Pascal Team, 2017).

2.8 Kipas (Fan/Exhaust)

Exhaust fan merupakan salah satu perangkat jenis kipas angin yang saat ini masih banyak digunakan di industry rumahan ataupun dirumah yang mempunyai fungsi penting pada ruangan. Dengan letaknya diantara indoor dan outdoor untuk menjaga sirkulasi udara di dalamnya. Dimana, udara panas atau udara kotor di dalam ruangan dibuang keluar dan saat bersamaan udara sejuk diluar ruangan masuk, sehingga udara selalu berputar agar selalu ada pergantian udara segar dari luar ruangan dan mempunyai sirkulasi udara yang baik. Tipe *exhaust fan* yang diusulkan pada pemodelan ini ada dua tipe yaitu *Wall Mount* dimana pemasangannya dilakukan pada dinding dengan bagian belakang dinding harus berhubungan langsung dengan udara luar untuk pembuangan udara, kemudian tipe *Ceiling Mount* yang pemasangannya di plafon dengan fungsi melepas udara dari ruangan keluar. Pada tipe ini ada jenis *ventilating fan* yang dilengkapi pipa penyalur udara keluar (Indra Ferdiansyah, 2017).

Bentuk fisik dari kedua tipe *exhaust fan* tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.12 dan Gambar 2.13.



Gambar 2.12 Bentuk fisik *Exhaust Fan* tipe *Wall Mount*
(Indra Ferdiansyah, 2017)



Gambar 2.13 Bentuk fisik *Exhaust Fan* tipe *Ceilling Mount*
(Indra Ferdiansyah, 2017)

2.9 Heater

Heater adalah sebuah alat pemanas yang biasanya terbuat dari logam yang berupa lempengan, silinder pejal maupun berupa kawat pejal yang dibentuk menjadi spiral, sedangkan *hotplate* adalah sebuah pemanas yang berupa piringan yang di dalam piringan tersebut terdapat elemen *heater* yang bisa berupa logam nichrome, tungsten atau lainnya, tetapi sering sekali digunakan sebagai pengganti salah satu pembakar dari berbagai oven atau bagian atas dari kompor masak. *Hotplate* atau piringan panas ini bisasanya sering digunakan untuk memanaskan makanan.

Secara umum terdapat berbagai macam jenis – jenis heater dapat ditemukan di dalam industri maupun dipasaran. Tabel 2.5 berikut ini memberikan informasi tentang jenis – jenis heater:

Tabel 2.5 Jenis-jenis *Heater*

Jenis Heater	Sifat Benda yang Dipanas	Memaskan / Membuat
Tubular Straight, Multiform	Padat	Direkatkan pada dies, heat sealing tools, dll.
Tubular Straight, Multiform	Cair	Air, minyak, plating, aspal, garam, dll

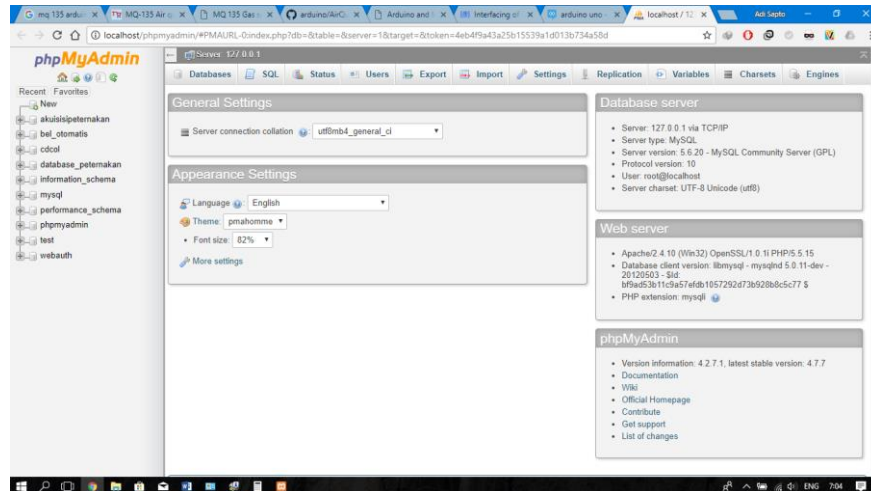
Tubular	Permukaan benda Padat	Drying, baking, kain, plastik, makanan, dll.
Immersion Heater	Cair	Air, minyak, plating, aspal, garam, dll.
Finned Heater	Gas	Menghangatkan oven, ruangan, dll.
In – Line	Cair, Gas	Air, memanaskan minyak sebelum dikeluarkan ke mesin burner, dll.

2.10 MySQL

MySQL (*My Structure Query Language*) adalah sistem manajemen *database* relasi (*relation database management system*) yang bersifat “terbuka” (open Source). Terbuka maksudnya adalah MySQL dapat digunakan oleh siapa saja, baik versi kode program aslinya maupun versi binernya (*executable* program) dan bisa digunakan secara gratis baik untuk dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan seseorang maupun sebagai suatu program aplikasi komputer (Yeremias Budi Liman Hege, 2014).

MySQL sebenarnya produk yang berjalan pada platform Linux, karena sifatnya yang *open source*. Dia dapat dijalankan pada semua platform baik di Windows maupun Linux. MySQL juga merupakan program pengakses *database* yang bersifat jaringan sehingga dapat digunakan untuk aplikasi *multi user*. (Sutarman, 2003).

Kelebihan lain dari MySQL adalah dia menggunakan bahasa *query* standar yang dimiliki SQL (*Structure Query Language*). SQL adalah suatu bahasa permintaan yang terstruktur yang telah distandarkan untuk semua program pengakses *database* seperti Oracle, PostgreSQL, SQL Server, dan lain-lain. Sebagai sebuah program penghasil *database* MySQL tidak dapat berjalan sendiri tanpa adanya sebuah aplikasi lain (*Interface*). Berikut pada gambar 2.14 untuk tampilan MySQL pada *Browser*.



Gambar 2.14 Tampilan MySQL pada *Browser*

MySQL dapat didukung oleh hampir semua program aplikasi baik *open source* seperti PHP maupun yang tidak, yang ada pada platform windows seperti Visual Basic, Delphi, dan lainnya.

2.11 *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid Crystal Display (LCD) adalah modul penampil yang merupakan kristal cair pada layar yang digunakan sebagai tampilan dengan memanfaatkan medan listrik untuk merubah bentuk kristal-kristal cair didalamnya sehingga membentuk tampilan angka atau huruf pada layar. Ada dua tipe utama dari tampilan LCD, yaitu numerik (digunakan pada jam dan kalkulator) dan teks alphanumerik (digunakan pada photocoupler dan mobile telephone) (Eksata Murliagraha Perdana, 2016). Berikut pada gambar 2.15 untuk bentuk fisik penampil *liquid crystal display (LCD)*.



Gambar 2.15 Bentuk fisik penampil liquid crystal display (LCD).