

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Untuk mendukung penelitian skripsi ini penulis mengambil beberapa contoh penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, diantaranya sebagai berikut :

1. Dalam penelitian (Nadjum Middinali, 2019) Perancangan pemantauan polusi udara berbasis Internet of Thing dimana tampilan pemantauannya menggunakan website dengan data yang disimpan di database MySQL. Pemantauan ini menggunakan perangkat Libelium dengan type Waspote Plug and sense untuk pemantauan udara kandungan PM10 (Partikel Asap) dan Waspote OEM untuk pemantauan udara kandungan gas CO (Karbonmonoksida) dan O3 (Ozon), dimana transfer data menggunakan Zigbee.
2. Dalam penelitian (Muhammad Zikri, 2018) Perancangan alat ini menggunakan beberapa metode untuk mengetahui polusi udara yakni metode pengumpulan data dan menggunakan mikrokontroler arduino uno yang nantinya akan memproses data untuk ditampilkan di LCD.

2.1. Pencemaran Udara

1. Definisi Pencemaran Udara

Pencemaran udara saat ini menunjukkan kondisi yang cukup memprihatinkan. Adapun sumber pencemaran udara yang terjadi akibat dari berbagai aktivitas manusia seperti: industri, transportasi, perkantoran, dan perumahan. Berbagai kegiatan tersebut memberikan kontribusi yang besar sebagai pencemar udara. Dampak dari pencemaran

udara tersebut menyebabkan terjadinya penurunan kualitas udara, yang berdampak negatif terhadap kesehatan manusia. [4] Dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12 Tahun 2010 tentang pelaksanaan pengendalian pencemaran udara di daerah yang dimaksud pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga melampaui baku mutu udara yang telah ditetapkan. Pada tingkat konsentrasi tertentu zat-zat pencemar udara dapat berakibat langsung terhadap kesehatan manusia, baik secara mendadak atau akut, menahun atau kronis/sub klinis dan dengan gejala-gejala yang samar. Gangguan kesehatan yang disebabkan oleh pencemaran udara dengan sendirinya akan mempengaruhi daya kerja seseorang, yang berakibat turunnya nilai produktivitas serta mengakibatkan kerugian ekonomis pada jangka panjang dan timbulnya permasalahan sosial ekonomi keluarga dan masyarakat. [5] Komponen paling besar dalam polusi udara di perkotaan adalah NO₂, O₃ dan particulate matter. [5]

2. Sumber Pencemaran Udara

Pencemaran udara yang terjadi di lingkungan disebabkan oleh berbagai sumber baik secara alami maupun akibat aktivitas manusia. Pencemaran udara yang diakibatkan oleh sumber alamiah, seperti letusan gunung berapi dan yang diakibatkan oleh aktivitas manusia seperti: emisi transportasi, dan emisi pabrik atau industri. Pencemaran udara pun dapat terjadi baik dalam ruangan tertutup (indoor) maupun luar ruangan

(outdoor). Adapun sumber pencemaran udara dapat diklasifikasikan menjadi sumber bergerak seperti: aktivitas lalu lintas, kendaraan bermotor, dan transportasi laut. Sedangkan, sumber tidak bergerak seperti pembangkit listrik, industri, dan rumah tangga. [5]

3. Dampak dari Pencemaran Udara

Zat pencemar di udara pada konsentrasi tertentu dapat berakibat langsung terhadap kesehatan manusia baik secara mendadak atau akut, menahun atau kronis dengan gejala yang samar. Dimulai dari iritasi saluran pernapasan, iritasi mata, dan alergi kulit sampai dengan timbulnya kanker paru. Gangguan kesehatan yang disebabkan oleh pencemaran udara dengan sendirinya akan mempengaruhi daya kerja seseorang, yang berakibat turunnya nilai produktivitas serta mengakibatkan kerugian ekonomis pada jangka panjang dan timbulnya permasalahan sosial ekonomi keluarga dan masyarakat. Adapun akibat yang timbul pada tubuh manusia karena bahan pencemar udara dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti: jenis bahan pencemar, toksisitas dan ukuran partikelnya. Bahan oksidan seperti gas O₃ dapat mengiritasi mukosa saluran pernapasan yang berakibat pada peningkatan insiden penyakit saluran pernapasan kronik yang nonspesifik, seperti asma dan bronkitis. Sedangkan, bahan organik seperti partikel debu dapat menyebabkan pneumokoniosis dan penyakit lainnya. Lain halnya dengan gas CO yang masuk ke dalam sirkulasi darah dalam tubuh manusia yang bersifat neurotoksik. [5]

2.2. Angin

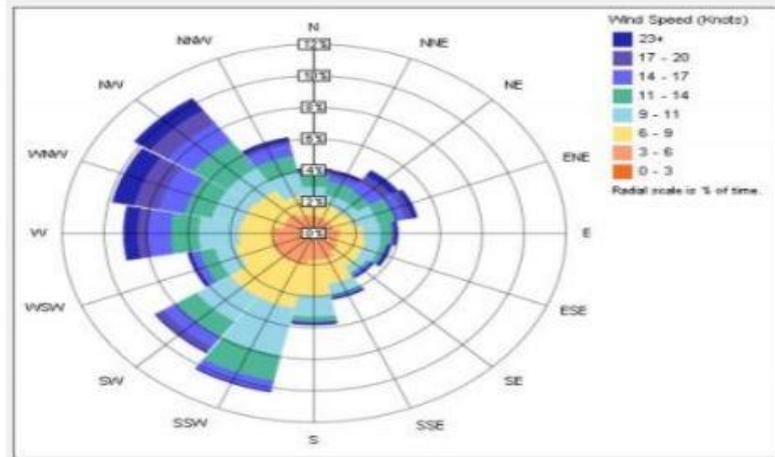
Angin adalah gerak udara yang sejajar dengan permukaan bumi. Udara bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah. Angin memiliki besaran fisis kecepatan dan arah yang dilibatkan oleh adanya perbedaan tekanan udara disuatu daerah. [26]

1. Kecepatan angin

Kecepatan angin adalah kecepatan udara yang bergerak secara horizontal yang dipengaruhi oleh gradien barometris letak tempat, tinggi tempat, dan keadaan topografi suatu tempat. Untuk satuan kecepatan angin dalam meter per detik, kilometer per jam atau knot. [26]

2. Arah angin

Arah angin adalah arah dari mana angin berhembus dan dinyatakan dalam derajat arah (direction degree) yang diukur dengan skala sudut pada kompas. Potensi angin di suatu tempat digambarkan dalam diagram polar, yaitu diagram yang menggambarkan posisi angin terhadap arah mata angin dan besarnya kecepatan angin serta lama bertiupnya. Diagram seperti itu disebut dengan Win Rose, dengan durasi dinyatakan dalam persen selama pengamatan harian, bulanan atau tahunan. Panjang Setiap garis menyatakan frekuensi angin dari arah tersebut. Gambar 2.1 menunjukkan diagram wind rose. [26]



Gambar 2. 1 Wind Rose Diagram

Tabel 2.3 adalah Hasil Pengambilan data melalui website BMKG GRESIK [26] , pada beberapa kecamatan yaitu Kecamatan Manyar dan Gresik, dan perubahan terjadi setiap 3 jam sekali. [25]

Tabel 2. 1 Data Arah dan Kecepatan Angin

Kecamatan Manyar			Kecamatan Gresik		
Kamis, 19 Desember 2019	Arah Angin	Kecepatan Angin	Kamis, 19 Desember 2019	Arah Angin	Kecepatan Angin
Jam 10:00 WIB	Timur	20 km/jam	Jam 13:00 WIB	Timur	30 km/jam
Jam 13:00 WIB	Timur	30 km/jam	Jam 16:00 WIB	Tenggara	20 km/jam
Jam 16:00 WIB	Tenggara	20 km/jam	Jam 19:00 WIB	Barat Laut	10 km/jam
Jam 19:00 WIB	Barat Laut	10 km/jam	Jam 22:00 WIB	Barat	10 km/jam
Jam 22:00 WIB	Barat	10 km/jam			

2.3. Karbon Monoksida (CO)

1. Pengertian Karbon Monoksida (CO)

Karbon Monoksida adalah suatu gas yang tak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa diproduksi oleh pembakaran yang tidak sempurna dari bahan-bahan yang mengandung karbon. [6]

Karbon Monoksida adalah suatu komponen tidak berwarna dan tidak mempunyai rasa yang terdapat dalam bentuk gas pada suhu di atas -1920°C , komponen ini mempunyai berat sebesar 96,5%. [7]

Karbon dan Oksigen dapat bergabung membentuk senyawa karbon monoksida (CO) sebagai hasil pembakaran yang tidak sempurna. Karbon monoksida merupakan senyawa yang tidak berbau, tidak berasa dan pada suhu udara normal berbentuk gas yang tidak berwarna. Senyawa CO mempunyai potensi bersifat racun yang berbahaya karena mampu membentuk ikatan yang kuat dengan pigmen darah yaitu haemoglobin. Karbon monoksida merupakan senyawa yang tidak berbau, tidak berasa dan pada suhu udara normal berbentuk gas yang tidak berwarna. [7]

Karbon monoksida di lingkungan dapat terbentuk secara alamiah, tetapi sumber utamanya adalah dari kegiatan manusia, Karbon monoksida yang berasal dari alam termasuk dari lautan, oksidasi metal di atmosfer, pegunungan, kebakaran hutan dan badai listrik alam. [7]

Sumber CO buatan antara lain kendaraan bermotor, dimana konsentrasi CO sangat dipengaruhi oleh aktivitas kendaraan bermotor terutama yang menggunakan bahan bakar bensin. Separuh dari jumlah ini

berasal dari kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin dimana kendaraan bermotor merupakan sumber utama polutan CO sekitar 59,2%. [7] Dan sepertiganya berasal dari sumber tidak bergerak seperti pembakaran batubara dan minyak dari industri dan pembakaran sampah domestik. Kadar CO diperkotaan cukup bervariasi tergantung dari kepadatan kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin dan umumnya ditemukan kadar maksimum CO yang bersamaan dengan jam-jam sibuk pada pagi dan malam hari. Beberapa Individu juga dapat terpajan oleh CO karena lingkungan kerjanya. Kelompok masyarakat yang paling terpajan oleh CO termasuk polisi lalu lintas atau tukang parkir, pekerja bengkel mobil, petugas industri logam, industri bahan bakar bensin, industri gas kimia dan pemadam kebakaran. [7]

2. Dampak CO Terhadap Kesehatan

Karakteristik biologik yang paling penting dari CO adalah kemampuannya untuk berikatan dengan haemoglobin, pigmen sel darah merah yang mengangkut oksigen keseluruh tubuh. Sifat ini menghasilkan pembentukan karboksihaemoglobin (HbCO) yang 200 kali lebih stabil dibandingkan oksihemoglobin (HbO₂). Penguraian HbCO yang relative lambat menyebabkan terhambatnya kerja molekul sel pigmen tersebut dalam fungsinya membawa oksigen keseluruh tubuh. Kondisi seperti ini bisa berakibat serius, bahkan fatal, karena dapat menyebabkan keracunan. Selain itu, metabolisme otot dan fungsi enzim intra-seluler juga dapat terganggu dengan adanya ikatan CO yang stabil tersebut. Dampak

keracunan CO sangat berbahaya bagi orang yang telah menderita gangguan pada otot jantung atau sirkulasi darah perifer yang parah. [7]

3. Gejala Keracunan CO

Hemoglobin yang merupakan pigmen merah dalam sel darah merah bertugas membawa oksigen ke berbagai jaringan tubuh. Saat seseorang menghisap karbon monoksida, alih-alih oksigen, hemoglobin justru mengikat karbon monoksida dan mengalirkannya ke seluruh tubuh. Hemoglobin yang berikatan dengan karbon monoksida lantas membentuk senyawa yang disebut carboxyhemoglobin. Ini adalah senyawa yang diyakini menjadi penyebab utama karbon monoksida. Hemoglobin yang justru berikatan dengan karbon monoksida membuat tubuh perlahan-lahan kekurangan oksigen. Segala macam proses kimia pada jaringan tubuh yang kekurangan oksigen akan terhambat. Hal ini menciptakan kondisi yang dikenal sebagai cedera hipoksia pada jaringan. Keracunan karbon monoksida dapat dideteksi dengan gejala-gejala sebagai berikut : sakit kepala, mual, nyeri dada, sesak nafas, muntah, nyeri perut, kantuk, pingsan, kejang. Tanda dan gejala keracunan CO Tanda dan gejala keracunan CO bervariasi tergantung pada kadar COHb dalam darah. [7]

$$\text{Hemoglobin} + \text{CO} = \text{COHb} \text{ (Karboksihemoglobin)}$$

Ternyata ikatan Karbon Monoksida dengan darah jauh lebih stabil dari pada ikatan oksigen dengan darah. Keadaan ini menyebabkan darah menjadi lebih mudah menangkap gas CO dan menyebabkan fungsi vital darah sebagai pengangkut oksigen terganggu. Keracunan karbonmonoksida dapat

menyebabkan turunnya kapasitas transportasi oksigen dalam darah oleh hemoglobin dan penggunaan oksigen di tingkat seluler. karbonmonoksida mempengaruhi berbagai organ di dalam tubuh, organ yang paling terganggu adalah yang mengkonsumsi oksigen dalam jumlah besar, seperti otak dan jantung. [7]

2.4. Sulfur Dioksida (SO₂)

1. Definisi dan Karakteristik (SO₂)

Gas SO₂ merupakan gas tidak berwarna dengan bau yang tajam. Berbentuk cair dalam tekanan rendah dan sangat mudah larut dalam air. Gas ini dihasilkan oleh aktivitas yang berhubungan dengan pembakaran bahan bakar fosil (batubara, minyak). Di alam, SO₂ berada di udara akibat erupsi gunung berapi. Saat SO₂ masuk di lingkungan dan berada di udara maka dapat membentuk asam sulfit, sulfur trioksida, dan sulfat. Gas SO₂ dapat larut di dalam air dan membentuk asam sulfur bahkan tanah pun dapat menyerap. [8]

2. Sumber

Sumber gas SO₂ di udara dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik, pembakaran, pertambangan dan pengolahan logam, sumber daerah (pemanasan domestik dan distrik), dan sumber bergerak (mesin diesel). Lokasi yang berdekatan dengan industri, maupun lokasi yang memiliki lalu lintas tinggi akan memiliki konsentrasi SO₂ yang lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi yang letaknya jauh dari industri dan memiliki lalu lintas rendah. [9] Sumber pencemaran SO₂ di udara berasal dari

sumber alamiah dan buatan. Sumber alamiah gas SO₂ seperti: gunung berapi, pembusukan bahan organik oleh mikroba, dan reduksi sulfat secara biologis. Kemudian, sumber buatan berasal dari pembakaran bahan bakar minyak, gas, dan terutama batubara yang mengandung sulfur tinggi.

[10]

3. Dampak SO₂

a. Terhadap Kesehatan

Dampak gas SO₂ terhadap kesehatan manusia adalah terganggunya saluran pernapasan dan iritasi mata. Pada konsentrasi yang sangat tinggi dapat menimbulkan kematian. Konsentrasi gas SO₂ sampai 38 ppm pernah terjadi di Belgia mengakibatkan 60 orang tewas serta ratusan sapi dan ternak lainnya mati. [11] Hal ini sejalan dengan [12], bahwa gas SO₂ dapat menyebabkan timbulnya keluhan kesehatan iritasi tenggorokan jika kadar pencemar tersebut mencapai 8-12 ppm. Gas ini sangat berbahaya bagi manusia terutama pada konsentrasi di atas 0,4 ppm. Gas SO₂ mudah menjadi asam dan menyerang selaput lendir pada hidung, tenggorokan sampai pada paru-paru. Pada konsentrasi 1-2 ppm, bagi orang yang sensitif serangan gas ini menyebabkan iritasi pada bagian tubuh yang terkena langsung namun, orang yang cukup kebal akan terasa teriritasi pada konsentrasi 6 ppm dengan pemaparan singkat. Pemaparan gas SO₂ lebih lama dapat menyebabkan peradangan yang lebih hebat pada selaput lendir yang

diikuti oleh kelumpuhan sistem pernapasan, kerusakan dinding epithalium dan kematian. [13]

b. Terhadap Kesehatan

Gas SO_2 bereaksi di atmosfer membentuk hujan asam. Zat- zat ini berdifusi ke atmosfer dan bereaksi dengan air untuk membentuk asam sulfat dan asam nitrat yang mudah larut sehingga jatuh bersama air hujan. Air hujan yang asam tersebut akan meningkatkan kadar keasaman tanah dan air permukaan yang terbukti berbahaya bagi kehidupan ikan dan tanaman. [9]

2.5. Nitrogen Dioksida (NO_2)

1. Definisi dan Karakteristik (NO_2)

Gas NO_2 merupakan gas yang dapat larut dalam air, berwarna merah kecoklatan dan bersifat oksidator kuat. Saat larut dalam air membentuk asam nitrit (HNO_3) dan ketika bereaksi dengan sinar matahari (UV) serta VOC akan membentuk polutan sekunder yaitu O_3 . Gas NO_2 memiliki masa hidup lebih panjang dan sangat mampu berpindah-pindah tempat. [15] Gas NO_2 menimbulkan bau, berwarna kuning pucat. Oleh karena itu, gas ini mengganggu jarak pandang dan dapat menimbulkan iritasi pada saluran napas pada konsentrasi 1,5-2,0 ppm. [16]

2. Sumber

Dalam skala global, umumnya keberadaan NO_2 di alam bersumber dari aktivitas manusia. Secara alami, sumber NO_2 berasal dari perpindahan

gas NO di stratosfer, aktivitas vulkanik, aktivitas bakteri dan kilat namun keberadaannya dalam konsentrasi yang sangat rendah. Dalam jumlah besar gas NO₂ dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil dan emisi mesin kendaraan bermotor. Di udara ambien, gas nitrit dioksida berubah menjadi nitrogen dioksida di atmosfer. [16]

3. Dampak NO₂

a. Terhadap Kesehatan

Gas NO₂ lebih bersifat toksik dibandingkan gas NO. Organ tubuh yang paling peka terhadap gas NO₂ adalah paru-paru. Gas polutan ini dapat menyebabkan terjadinya pembengkakan paru-paru sehingga mengakibatkan sulit bernafas dan berujung pada kematian. Diketahui pula, dalam konsentrasi rendah gas NO₂ menyebabkan iritasi pada mata dengan gejala mata perih dan berair. [14] NO₂ bersifat iritan pada organ pernapasan, dan paparan jangka panjang akan meningkatkan kelainan atau penyakit pernapasan seperti bronkitis kronik. [17]

b. Terhadap Lingkungan

Sama halnya dengan gas SO₂, gas NO₂ pun menyebabkan terbentuknya hujan asam di atmosfer. Seperti diketahui, hujan asam akan menyebabkan kerusakan ekosistem lingkungan, kematian baik pada flora maupun fauna serta kerusakan fisik pada bangunan. [9]

2.6. Ozon (O₃)

1. Definisi dan Karakteristik (O₃)

Ozon merupakan zat antioksidan yang kuat, beracun, dan juga merupakan zat pembunuh jasad renik yang kuat pula. Berat jenis ozon 1,5 kali lebih besar dari gas oksigen (O₂). Pembentukan ozon memerlukan sinar matahari oleh Karena itu, ozon hanya terbentuk pada siang hari dan mencapai maksimum pada sore hari. [28]

Oksidan berupa ozon merupakan salah satu zat pengoksidasi yang sangat kuat setelah fluor, oksigen, dan oksigen fluoride (OF₂). Meskipun di alam terdapat dalam jumlah kecil tetapi lapisan lain dengan bahan pencemar udara ozon sangat berguna untuk melindungi bumi dari radiasi ultraviolet (UV-B). Ozon terbentuk di udara pada ketinggian 30 km dimana radiasi UV matahari dengan panjang gelombang 242 nm secara perlahan memecah molekul oksigen (O₂) menjadi atom oksigen tergantung dari jumlah molekul O₂, atom-atom oksigen secara cepat membentuk ozon. Ozon menyerap radiasi sinar matahari dengan kuat di daerah panjang gelombang 240-230 nm. [28]

2. Pengaruh Kesehatan

Oksidan fotokimia masuk ke dalam tubuh sebagai bagian dari udara dan pada konsentrasi subletal dapat mengganggu proses pernapasan normal. Oksidan fotokimia juga dapat menyebabkan iritasi mata. Beberapa gejala dapat diamati pada manusia yang diberi perlakuan kontak dengan ozon (O₃), yaitu tidak diemukan pengaruh apapun pada

konsentrasi ozon sampai 0.2 ppm, dan pada konsentrasi 0.3 ppm mulai terjadi iritasi terhadap hidung dan tenggorokan [28]. Menurut Van Bree dalam [28], Pencemaran udara dengan ozon dalam jangka pendek akan meningkatkan peradangan saluran pernapasan. Sebaliknya, untuk jangka panjang berkaitan erat dengan fungsi pernapasan, serta dapat berpotensi menjadi asma. Ozon merupakan gas yang tidak berwarna dan dapat merusak paru, merusak selaput lendir mata dan kulit, mempengaruhi fungsi saraf dan memberikan gejala lelah, pusing kepala, dan muntah. Pada paparan kronis dapat menyebabkan iritasi bronkus dan menyebabkan bronchitis. [28]

2.7. Sensor Mq 7

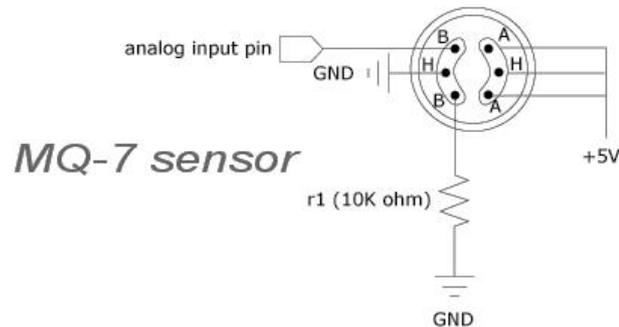
1. Sensor MQ 7



Gambar 2. 2 Sensor MQ 7

Pada Gambar 2.3 Sensor MQ7 merupakan sensor gas karbon monoksida yang berfungsi untuk mengetahui konsentrasi gas karbon monoksida (CO), sensor MQ7 memiliki sensitivitas tinggi dan respon cepat terhadap gas karbon monoksida dan keluaran dari sensor MQ7 berupa sinyal analog dan membutuhkan tegangan DC sebesar 5Volt. [18]

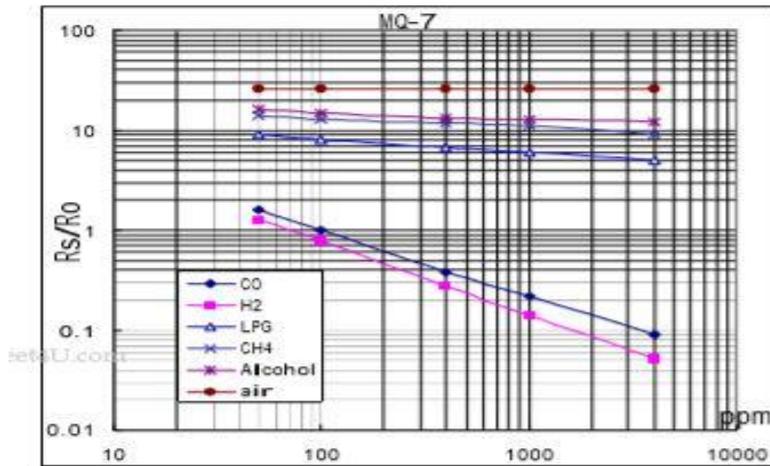
2. Rangkaian Sensor Gas Mq 7



Gambar 2. 3 Rangkaian MQ 7

Pada gambar 2.4 adalah rangkaian pada sensor gas MQ7. Rangkaian ini bisa disebut juga sebagai rangkaian pengkondisian sinyal. Rangkaian ini dibutuhkan agar sinyal yang masuk ke Arduino Uno dapat dibaca, maka sinyal tegangan harus dikondisikan sesuai spesifikasi Arduino yaitu 5 volt. Rangkaian pengukuran standar komponen sensitif sensor MQ-7 yang terdiri dari 2 bagian yaitu rangkaian pemanas yang memiliki fungsi kontrol waktu (tegangan tinggi dan tegangan rendah yang bekerja secara sirkular) dan rangkaian sinyal output yang berfungsi untuk merespon perubahan resistansi permukaan sensor. Dari gambar 2.2 Rangkaian Sensor MQ7 dapat di temukan rumus untuk mencari nilai resistansi dari Sensor yaitu $R_s \left(\frac{V_{CC}}{V_{RL}} - 1 \right)$ (1). Dimana R_s merupakan nilai resistansi sensor, V_{cc} merupakan nilai tegangan yang diberikan sebesar 5 volt, V_{RL} merupakan nilai keluaran tegangan dari sensor dan R_L merupakan nilai resistansi dalam sensor yang diberikan sebesar 10 k Ω . [18]

3. Struktur dan Konfigurasi Sensor Gas Mq 7



Gambar 2. 5 Grafik Karekterisasi sensor Mq 7

Dari gambar 2.6 dapat dilihat bahwa rasio resistansi sensor MQ7 (R_s / R_o) akan bernilai 1 pada saat konsentrasi gas CO = 100 ppm. Artinya pada saat konsentrasi gas CO = 100 ppm maka nilai $R_s = R_o$ hal ini dibuktikan dengan persamaan berikut :

$$100 \text{ ppm CO} = \frac{R_s}{R_o} = 1 \tag{2}$$

$$R_s \text{ 100 ppm CO} = R_o \text{ [18]} \tag{3}$$

Dari perhitungan diatas untuk mengetahui besarnya resistansi sensor (R_s) saat udara bersih dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$R_s = \frac{V_c - V_{out}}{V_{out}} \times R_L \tag{4}$$

$$\frac{R_s}{R_o} \times PPM \tag{5}$$

Rumus sensor MQ7(CO) Nilai ADC menjadi PPM yaitu $ppm = 100 * \text{pow}((rs/ro), -1.10)$ (6)

5. Prinsip Kerja Sensor Gas Mq 7

Pada dasarnya prinsip kerja dari sensor MQ7 adalah mendeteksi keberadaan gas-gas yang dianggap mewakili asap kendaraan yang

mengandung gas karbon monoksida. Sensor MQ7 mempunyai tingkat sensitifitas yang tinggi terhadap gas karbon monoksida. Ketika sensor mendeteksi gas tersebut maka resistansi elektrik sensor akan menurun. Didalam sensor memiliki suatu penyerap keramik yang berfungsi untuk melindungi dari debu atau gas yang tidak diketahui. Heater pada sensor ini berfungsi sebagai pemicu sensor untuk dapat mendeteksi target gas yang diharapkan setelah diberikan tegangan 5 Volt. [18]

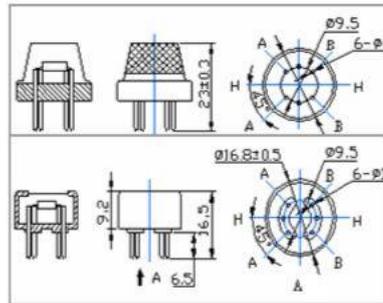
2.8. Sensor MQ 131

1. Definisi Sensor MQ 131

Pada Gambar 2.7 Sensor MQ-131 adalah sensor yang sangat cocok untuk mengukur kadar gas O₃ yang ada di udara. Sensor ini membutuhkan catu daya sebesar 5V (Vc) yang dihubungkan ke pin VCC di mikrokontroler [19]:



Gambar 2. 6 Sensor MQ 131



Gambar 2. 7 Konfigurasi Sensor MQ 131

Gambar 2.8 dapat dijelaskan bagaimana sensor bekerja dengan membutuhkan catu daya sebesar 5V (Vc) yang dihubungkan ke pin VCC di mikrokontroler. Apabila sensor mendeteksi gas O3 yang ada di udara, maka tegangan output pada sensor akan akan meningkat, sehingga konsentrasi gas akan menurun dan terjadi proses deoksidasi. Nilai konsentrasi gas O3 didapatkan dengan menghitung ratio antara nilai resistansi sensor (Rs) dengan dengan resistansi sensor pada saat udara bersih (RO). Nilai keluaran dari sensor masih berupa nilai analog yaitu tegangan (Vo). Nilai Vo didapatkan dengan memanfaatkan teori pembagi tegangan antara nilai resistansi sensor (RS) dengan resistor beban (RL), dimana RL yang digunakan sebesar 10 Kohm. Dapat gunakan rumus pembagi tegangan seperti di bawah ini [19] :

$$V_o = \frac{R_L \times V_c}{R_s \times R_L} \quad (6)$$

Keterangan :

Vo = tegangan analog keluaran sensor(V)

RL = resistor beban (10 kohm)

VC = tegangan sumber (5 V)

RS = resistor beban (ohm)

Maka nilai Rs :

$$R_s = (V_c - V_o) \left(\frac{R_l}{V_o} \right) \quad (7)$$

Nilai Ro didapatkan dengan menggunakan perhitungan :

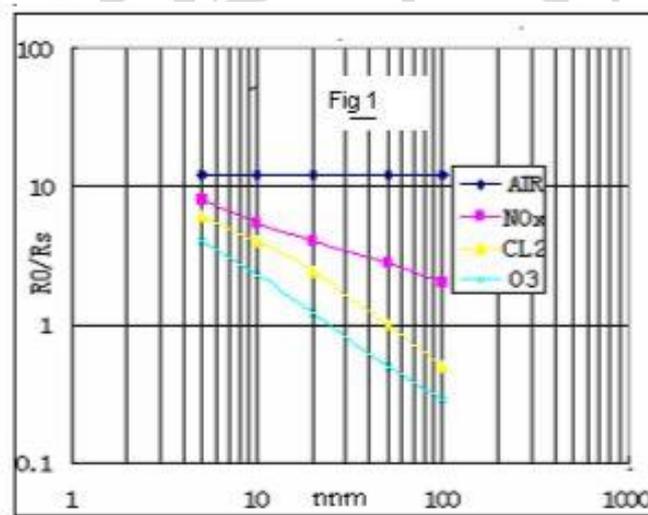
$$R_o = \frac{R_s}{R_o \text{ Celan Air Faktor}} \quad (8)$$

Rumus sensor MQ131(O3) Nilai ADC menjadi PPM yaitu ppm = 100 *

$$\text{pow}((r_s/r_o), -1.49) \quad (6)$$

Keterangan:

Ro = resistansi sensor pada saat udara bersih (ohm) [19]



Gambar 2. 8 Grafik Karakterisasi Sensor MQ 131

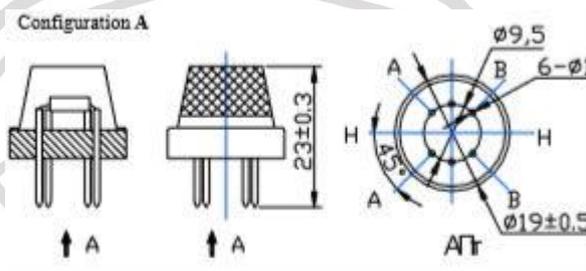
2.9. Sensor MQ 135

1. Definisi Sensor MQ 135

Sensor asap MQ-135 adalah sensor gas yang memiliki konduktivitas rendah jika berada di udara bersih. Konduktivitas sensor akan naik seiring dengan kenaikan konsentrasi gas. [20]



Gambar 2. 9 Sensor MQ 135

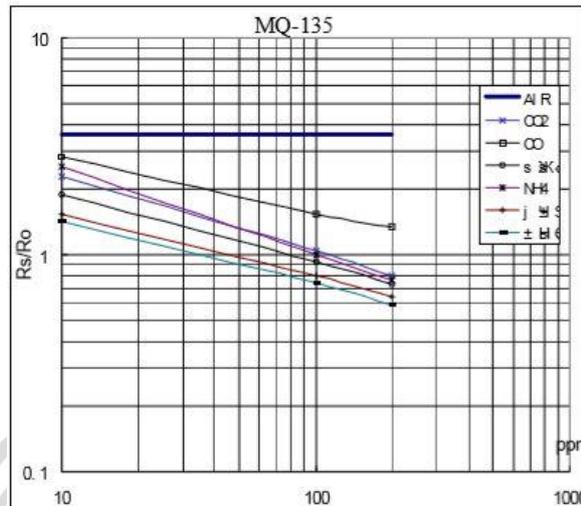


Gambar 2. 10 Konfigurasi MQ 135

Dari Gambar 2.11 dapat

Untuk mengonversi terhadap kepekatan gas, sensor ini memerlukan suatu sirkuit listrik tambahan. Kelebihan dari sensor ini adalah :

memiliki kepekaan yang baik terhadap gas berbahaya (Amonia, Sulfida, Benzena) dalam berbagai konsentrasi, Masa aktif yang lama, dan sensitifitas sensor MQ-135 terhadap kedua gas tersebut. [20] membutuhkan biaya yang lebih rendah (Anonim2, 2010). Dengan memanfaatkan prinsip kerja dari sensor MQ-135 ini, kandungan gas-gas tersebut dapat diukur. [20]



Gambar 2. 11 Grafik Karakterisasi MQ 135

Dari grafik pada gambar 2.12 dapat dilihat bahwa dengan mengukur perbandingan antara resistansi sensor pada saat terdapat gas dan resistansi sensor pada udara bersih atau tidak mengandung gas tersebut (R_{gas}/R_{air}), dapat diketahui kadar gas tersebut. Sensor ini termasuk jenis sensor TGS (Taguchi Gas Sensor). Cara jenis sensor ini adalah jika dalam posisi bekerja mendeteksi suatu gas, maka tegangan sensor akan turun (Frenden, 2003) Sebagai contoh jika resistansi sensor (R_S) pada saat terdapat gas Hydrogen adalah 1KW dan resistansi sensor (R_S) pada saat udara bersih adalah 10KW maka [20] :

$$\frac{R_{gas}}{R_{air}} = \frac{1000 \Omega}{10000 \Omega} = 0,1 \quad (9)$$

Dari perhitungan diatas serta menurut grafik pada gambar A, jika $R_{gas}/R_{air} = 0.1$ maka konsentrasi gas Hydrogen pada udara adalah sekitar 100ppm. Untuk mengetahui besarnya resistansi sensor (R_S) saat udara bersih dapat dihitung menggunakan rumus [20] :

$$RS = \frac{Vc-Vout}{Vout} \times RL \quad (10)$$

Rumus sensor MQ135(NO2) Nilai ADC menjadi PPM yaitu ppm= 100 *

$$\text{pow}((rs/ro),-1.49) \quad (11)$$

2.10. Sensor MQ 136

1. Definisi Sensor MQ 136

Sensor MQ-136 adalah suatu komponen semikonduktor yang berfungsi sebagai pengindera bau gas tin oksida (SnO₂). Sensor gas MQ136 memiliki sensitivitas tinggi terhadap SO₂, juga bisa digunakan untuk mendeteksi uap lain yang mengandung Sulfur. Ini memiliki sensitivitas rendah terhadap gas yang mudah terbakar normal, dengan biaya rendah dan sesuai untuk aplikasi yang berbeda. [21]

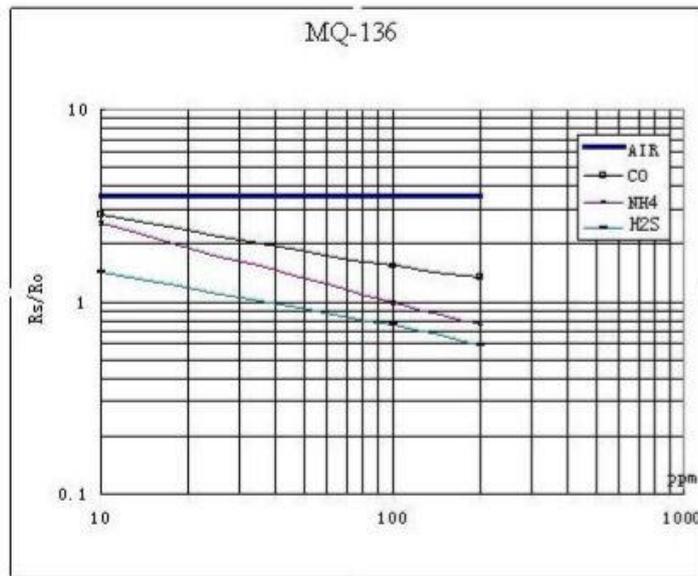


Gambar 2. 12 Sensor MQ 136

Pada Gambar 2.13 Sensor ini membutuhkan tegangan input sebesar 5V. Pada sensor ini terdapat nilai resistansi sensor (Rs) yang dapat berubah bila terkena gas dan juga sebuah pemanas yang digunakan sebagai pembersihan ruangan sensor dari kontaminasi udara luar. Sensor ini memerlukan rangkaian sederhana serta memerlukan tegangan

pemanas (power heater) sebesar 5V, resistansi beban (load resistance).

Output sensor berupa data analog. [22]



Gambar 2. 13 Grafik Karakterisasi MQ 136

Berikut adalah penjelasan Gambar grafik 2.14 sensitivitas karakterisasi MQ 136 :

Pada kondisi temperatur udara 20 derajat C

Kelembaban : 65%

Konsentrasi O2 : 21%

Ro : Resistansi sensor pada 10 ppm LPG di udara bersih

Rs : resistansi sensor pada berbagai konsentrasi gas

Rumus sensor MQ136(SO2) Nilai ADC menjadi PPM yaitu ppm= 100 *

$\text{pow}((rs/ro), -1.49)$ (12)

2.11. **Arduino Uno**

Arduino Uno adalah sebuah board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuatnya bekerja. Arduino Uno menggunakan ATmega16U2 yang diprogram sebagai USB to serial converter untuk komunikasi serial ke komputer melalui port USB. "Uno" berarti satu di Italia dan diberi nama untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. Versi 1.0 menjadi versi referensi Arduino ke depannya. Arduino Uno R3 adalah revisi terbaru dari serangkaian board Arduino, dan model referensi untuk platform Arduino. Tampak atas dari arduino uno dapat dilihat pada Gambar 2.14. [29]



Gambar 2. 14 Board Arduino Uno

Adapun data teknis board Arduino UNO R3 adalah sebagai berikut :

- Mikrokontroler : ATmega328
- Tegangan Operasi : 5V
- Tegangan Input (recommended) : 7 - 12 V
- Tegangan Input (limit) : 6-20 V
- Pin digital I/O : 14 (6 diantaranya pin PWM)
- Pin Analog input : 6
- Arus DC per pin I/O : 40 mA
- Arus DC untuk pin 3.3 V : 150 mA
- Flash Memory : 32 KB dengan 0.5 KB digunakan untuk bootloader
- EEPROM : 1 KB – Kecepatan Pewaktuan : 16 Mhz

2.12. **Pin Masukan dan Keluaran Arduino Uno**

Masing-masing dari 14 pin digital arduino uno dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()` dan `digitalRead()`. Setiap pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin mampu menerima atau menghasilkan arus maksimum sebesar 40 mA dan memiliki 10 resistor pull-up internal (diputus secara default) sebesar 20-30 KOhm. Sebagai tambahan, beberapa pin masukan digital memiliki kegunaan khusus yaitu :

– Komunikasi serial: pin 0 (RX) dan pin 1 (TX), digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) data secara serial.

– External Interrupt: pin 2 dan pin 3, pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interrupt pada nilai rendah, sisi naik atau turun, atau pada saat terjadi perubahan nilai.

– Pulse-width modulation (PWM): pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, menyediakan keluaran PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi `analogWrite()`.

– Serial Peripheral Interface (SPI): pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) dan 13 (SCK), pin ini mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan SPI library. 6

– LED: pin 13, terdapat built-in LED yang terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai High maka LED menyala, sebaliknya ketika pin bernilai Low maka LED akan padam. Arduino Uno memiliki 6 masukan analog yang diberi label A0 sampai A5, setiap pin menyediakan resolusi sebanyak 10 bit (1024 nilai yang berbeda). Secara default pin mengukur nilai tegangan dari ground (0V) hingga 5V, walaupun begitu dimungkinkan untuk mengganti nilai batas atas dengan menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference()`. Sebagai tambahan beberapa pin masukan analog memiliki fungsi khusus yaitu pin A4 (SDA) dan pin A5 (SCL) yang digunakan untuk komunikasi Two Wire Interface (TWI) atau Inter Integrated Circuit (I2C) dengan menggunakan Wire library.

– TWI: A4 atau SDA pin dan A5 atau SCL pin. Mendukung komunikasi TWI.

– Aref. Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan analog Reference.

– Reset [29]

2.13. **Catu Daya**

Arduino uno dapat diberi daya melalui koneksi USB (Universal Serial Bus) atau melalui power supply eksternal. Jika arduino uno dihubungkan ke kedua sumber daya tersebut secara bersamaan maka arduino uno akan memilih salah satu sumber daya secara otomatis untuk digunakan. Power supply eksternal (yang bukan melalui USB) dapat berasal dari adaptor AC ke DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan ke soket power pada arduino uno. Jika menggunakan baterai, ujung kabel yang dibubungkan ke baterai dimasukkan kedalam pin GND dan Vin yang berada pada konektor power. Arduino uno dapat beroperasi pada tegangan 6 sampai 20 volt. Jika arduino uno diberi tegangan di bawah 7 volt, maka pin 5V pada board arduino akan menyediakan tegangan di bawah 5 volt dan mengakibatkan arduino uno 7 mungkin bekerja tidak stabil. Jika diberikan tegangan melebihi 12 volt, penstabil tegangan kemungkinan akan menjadi terlalu panas dan merusak arduino uno. Tegangan rekomendasi yang diberikan ke arduino uno berkisar antara 7-12 volt. Pin-pin catu daya adalah sebagai berikut:

–Vin adalah pin untuk mengalirkan sumber tegangan ke arduino uno ketika menggunakan sumber daya eksternal (selain dari koneksi USB atau sumber daya yang teregulasi lainnya). Sumber tegangan juga dapat disediakan melalui pin ini jika sumber daya yang digunakan untuk arduino uno dialirkan melalui soket power.

-5V adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 5 volt berasal dari regulator tegangan pada arduino uno.

-3V3 adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 3,3 volt berasal dari regulator tegangan pada arduino uno.

-GND adalah pin ground. [29]

2.14. **Memori**

Arduino Uno adalah arduino board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Maka peta memori arduino uno sama dengan peta memori pada mikrokontroler ATmega328. ATmega328 ini memiliki 32 KB dengan 0,5 KB digunakan untuk loading file. Ia juga memiliki 2 KB dari SRAM dan 1 KB dari EEPROM.

2.15. **Memori Data**

Memori data ATmega328 terbagi menjadi 4 bagian, yaitu 32 lokasi untuk register umum, 64 lokasi untuk register I/O, 160 lokasi untuk register I/O tambahan dan sisanya 2048 lokasi untuk data SRAM internal. Register umum menempati alamat data terbawah, yaitu 0x0000 sampai 0x001F. Register I/O menempati 64 alamat berikutnya mulai dari 0x0020 hingga 0x005F. Register I/O tambahan menempati 160 alamat berikutnya mulai dari 0x0060 hingga 0x00FF. Sisa alamat berikutnya mulai dari 0x0100 hingga 0x08FF digunakan untuk SRAM internal.

2.16. **Memori Data EEPROM**

Arduino uno terdiri dari 1 KByte memori data EEPROM. Pada memori EEPROM, data dapat ditulis/dibaca kembali dan ketika catu daya dimatikan, data terakhir yang ditulis pada memori EEPROM masih tersimpan pada memori ini, atau dengan kata lain memori EEPROM bersifat nonvolatile. Alamat EEPROM dimulai dari 0x000 hingga 0x3FF.

2.17. **Komunikasi**

Arduino uno memiliki sejumlah fasilitas untuk 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). Firmware Arduino menggunakan USB driver standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang dibutuhkan. Namun pada sistem operasi Windows, format file Inf diperlukan. Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke board Arduino. RX dan TX LED diboard akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer. ATmega328 ini juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Fungsi ini digunakan untuk melakukan komunikasi interface pada sistem.

2.18. **GPRS SIM900**

Modul SIM900 GSM/GPRS adalah bagian yang berfungsi untuk berkomunikasi antara Pemantau Utama dengan webserver. AT-Command adalah perintah yang dapat diberikan ke handphone atau modem GSM/CDMA seperti untuk mengirim

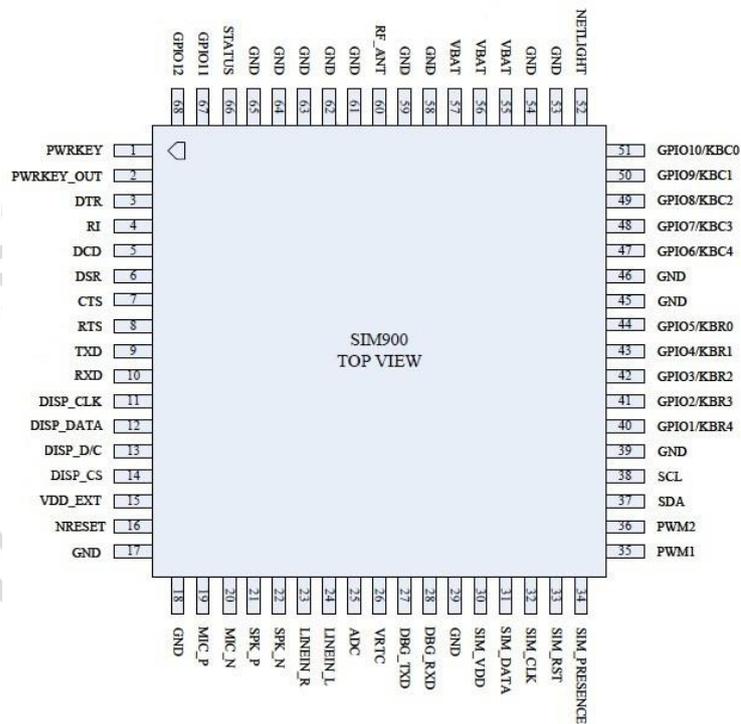
dan menerima data berbasis GSM/GPRS, atau mengirim dan menerima SMS. SIM900 GSM/GPRS dikontrol melalui perintah AT (GSM 07.07, 07.05, dan SIMCOM). Gambar bentuk SIM900 GSM/GPRS bisa dilihat pada gambar 2.15. [25]

Berikut ini akan dijelaskan tentang perintah yang diberikan pada pengujian koneksi modul SIM900 [25] :

- a. AT+CPIN adalah perintah untuk memeriksa apakah pin aktif atau tidak.
- b. AT+CSQ adalah perintah untuk memeriksa kualitas sinyal pada jaringan GSM yang digunakan.
- c. AT+CGATT adalah perintah untuk memeriksa layanan data pada domain.
- d. AT+CSTT adalah perintah untuk menentukan APN, user name, dan password.
- e. AT+CIIR adalah perintah untuk memulai koneksi GPRS.
- f. AT+CIFSR adalah perintah untuk membaca IP lokal yang digunakan
- g. AT+CIPSPRT adalah perintah untuk mengatur *prompt* > bila mengirim data.
- h. AT+CIPSPRT=0 adalah perintah, ada keterangan dan menunjukkan “kirim ok”.
- i. AT+CIPSTART adalah perintah untuk memulai koneksi ke TCP *server*.
- j. AT+CIPSEND adalah perintah untuk memulai pengiriman data.
- k. AT+CIPCLOSE adalah perintah untuk memutuskan pengiriman data.



Gambar 2. 15 GSM Module SIM900



Gambar 2. 16 Pin Out SIM900

2.19. Web Sever

Web Server adalah suatu program komputer yang mempunyai tanggung jawab atau tugas menerima permintaan HTTP dari komputer klien, yang dikenal

dengan nama web browser dan melayani mereka dengan menyediakan respon HTTP berupa konten data.

Ada beberapa jenis software untuk membangun web server local atau localhost yang support sistem operasi windows diantaranya adalah Wampserver, Appserv, XAMPP, PHP Triad atau Vertigo.

XAMPP

XAMPP adalah perangkat lunak bebas, yang mendukung banyak sistem operasi, merupakan kompilasi dari beberapa program. Fungsinya adalah sebagai server yang berdiri sendiri (localhost), yang terdiri atas program Apache HTTP Server, MySQL database, dan penerjemah bahasa yang ditulis dengan bahasa pemrograman PHP dan Perl. Nama XAMPP merupakan singkatan dari X (empat sistem operasi apapun), Apache, MySQL, PHP dan Perl. Program ini tersedia dalam GNU General Public License dan bebas, merupakan web server yang mudah digunakan yang dapat melayani tampilan halaman web yang dinamis. Untuk mendapatkannya dapat mendownload langsung dari web resminya. [30]

PHP

PHP adalah bahasa pemrograman yang digunakan secara luas untuk penanganan pembuatan dan pengembangan sebuah web dan bias digunakan pada HTML. PHP merupakan singkatan dari “PHP : Hypertext Preprocessor”, dan merupakan bahasa yang disertakan dalam dokumen HTML, sekaligus bekerja di sisi server (server-side HTML-embedded scripting). Artinya sintaks dan perintah yang diberikan akan sepenuhnya

dijalankan di server tetapi disertakan pada halaman HTML biasa, sehingga script-nya tak tampak disisi client. PHP dirancangan untuk dapat bekerja sama dengan database server dan dibuat sedemikian rupa sehingga pembuatan dokumen HTML yang dapat mengakses database menjadi begitu mudah. Tujuan dari bahasa scripting ini adalah untuk membuat aplikasi di mana aplikasi tersebut yang dibangun oleh PHP pada umumnya akan memberikan hasil pada web browser, tetapi prosesnya secara keseluruhan dijalankan di server. [30]

MySQL

MySQL adalah database server open source yang cukup populer keberadaanya. Dengan berbagai keunggulan yang dimiliki, membuat software database ini banyak digunakan oleh praktisi untuk membangun suatu project. Adanya fasilitas API (Application Programming Interface) yang dimiliki oleh Mysql, memungkinkan bermacam-macam aplikasi Komputer yang ditulis dengan berbagai bahasa pemograman dapat mengakses basis data MySQL. [30]