

BAB II DASAR TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Menurut Dinas Perumahan, Kawasan Permukiman dan Pertahanan penyebab dan dampak pencemaran udara yang paling utama selalu terkait dengan manusia. Pencemaran udara merupakan salah satu yang merupakan kerusakan lingkungan, berupa penurunan kualitas udara karena masuknya unsur – unsur berbahaya ke dalam udara atau atmosfer bumi. Unsur berbahaya yang masuk ke dalam atmosfer tersebut bisa berupa Karbon monoksida (CO), Nitrogen Dioksida (NO₂), Chlorofluorocarbon (CFC), Sulfur Dioksida (SO₂), Hidrokarbon (HC), benda Partikulat, Timah (PB), dan Karbon Dioksida (CO₂)[1].

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Indriyani dan Sri Asfiati dari Universitas Sumatera Utara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pencemaran udara yang dihasilkan oleh kinerja lalu lintas kendaraan bermotor. Semakin meningkatnya pertumbuhan suatu kota beriringan dengan meningkatnya kegiatan manusia dan bertambahnya jumlah kendaraan di perkotaan maka mengakibatkan komposisi udara ambien mengalami perubahan kualitas. Terjadinya penurunan kualitas udara diakibatkan kendaraan bermotor di jalan yang padat. Akibat penurunan kualitas tersebut dapat mengganggu dan membahayakan lingkungan sekitar terutama manusia, hewan serta tumbuhan[3].

Menurut penelitian yang dilakukan P. Purwanto, S. Suryono, dan S. Sunarno yang berasal dari Universitas Diponegoro. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pemantauan kualitas udara menggunakan *Wireless Sensor Network* (WSN) yang dapat diakses melalui web dan *smartphone*. Pemantauan polutan kadar di udara sangat penting untuk mengetahui seberapa besar kadar gas tersebut dapat menyebabkan polusi udara. Hasil percobaan menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi berbagai pencemaran udara, seperti SO₂, NO_x, CO, dan faktor lingkungan lainnya seperti suhu, kelembaban dan kecepatan angin. [4].

Menurut penelitian yang dilakukan Haffizh Ashiddiqi Prabowo dan Danang Lelono dari Universitas Gajah Mada. Penelitian ini membahas mengenai deteksi dan *monitoring* polusi udara berbasis *array* sensor gas. Perangkat dibuat menggunakan sebuah *array* sensor gas yang terdiri dari delapan sensor, perangkat

board Arduino berbasis mikrokontroler atmega 2560, dan layer LCD sebagai penampil[5].

Menurut penelitian yang dilakukan Dian Kurniawan, Agung Nugroho Jati, dan Asep Mulyana dari Universitas Telkom. Pada penelitian ini membahas mengenai perancangan dan implementasi sistem monitor cuaca menggunakan mikrokontroler sebagai pendukung sistem peringatan dini banjir. Penelitian ini memberikan pengaruh penting bagi masyarakat dimana alat diuji untuk mengetahui dan memberikan peringatan dini apabila terjadinya banjir. Data pengukuran pada penelitian ini akan dibandingkan dengan data dari *open weather map* untuk kota Bandung[6].

Menurut penelitian yang dilakukan Arida Amalia Rosa, Bryan Alexis Simon, dan Kevin Sherdy Lieanto dari Universitas Multimedia Nusantara. Pada penelitian ini membuat sistem pendeteksi pencemar udara portabel menggunakan sensor MQ-7 dan MQ-135 yaitu untuk mendeteksi kadar polusi. Sensor ini bekerja untuk mendeteksi ataupun peka terhadap gas karbon monoksida (CO) dan gas karbon dioksida (CO₂)[7].

2.2 Polusi udara dari kendaraan bermotor

Perkembangan volume lalu lintas di perkotaan Indonesia mencapai 15% pertahun. Transportasi di kota-kota besar merupakan sumber pencemaran udara yang terbesar, dimana 70% pencemaran udara diperkotaan disebabkan oleh aktivitas kendaraan bermotor. Parameter polusi udara dari kendaraan bermotor seperti karbon monoksida (CO), Nitrogen oksida (NO_x), Methane (CH₄), nonmethane (NonCH₄), Sulfur dioksida (SO_x) dan Partikel (SPM₁₀) dapat menimbulkan efek terhadap pemanasan global[8].

Banyaknya kendaraan bermotor yang setiap harinya selalu menghasilkan polutan yang mencemari udara bersih. Hal ini menjadi sumber masalah bagi keberlangsungan makhluk hidup di muka bumi ini. Udara yang telah tercemar oleh zat-zat polutan bukan saja mempengaruhi kesehatan manusia tetapi seluruh makhluk hidup dan lingkungan juga akan terkena efek dari pencemaran udara tersebut. Pada manusia akan mengakibatkan penyakit berbahaya seperti gangguan pernapasan yang bisa mengakibatkan kematian. Pencemaran udara ada yang dapat

dilihat secara langsung, ada juga yang tidak dapat dilihat, ada yang memiliki bau dan ada juga yang tak berbau[9].

Tabel 2.1 Pengaruh kadar CO terhadap kondisi tubuh[10]

CO (PPM)	Lama Paparan	Gejala
35	8 jam	Taraf yang masih diperbolehkan di dalam lingkungan kerja dalam kurun waktu 8 jam kerja per hari.
200	2-3 jam	Sakit kepala ringan, rasa lelah, rasa mual, disorientasi.
400	1-2 jam	Sakit kepala berat, ancaman kematian setelah 3 jam.
800	45 menit	Pusing, mual, kejang. Kemungkinan tidak sadarkan diri selama 2 jam. Kematian dalam 2–3 jam.
1600	20 menit	Sakit kepala hebat, mual, mengakibatkan kematian dalam 1 jam.
3200	5-10 menit	Sakit kepala hebat, mual, mengakibatkan kematian dalam 1 jam.
6400	1-2 menit	Sakit kepala hebat, mual, mengakibatkan kematian dalam 25 – 30 menit.
12800	1-3 menit	Kematian.

Berdasarkan Tabel 2.1 Pengaruh kadar CO terhadap kondisi tubuh telah dijelaskan mengenai bagaimana dampak apa yang dihasilkan akibat terkena paparan gas karbon monoksida (CO) dalam rentang waktu tertentu.

2.3 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus–menerus yang memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang

diperoleh secara independent. IoT bekerja dengan memanfaatkan instruksi pemrograman yang setiap perintahnya bisa menghasilkan interaksi ke sesama perangkat terhubung secara otomatis tanpa adanya intervensi pengguna, bahkan dalam jarak jauh sekali pun[11].

Cara kerja dari *Internet of Things* (IoT) yaitu setiap benda harus memiliki sebuah alamat Internet Protocol (IP). Alamat Internet Protocol (IP) adalah sebuah identitas dalam jaringan yang membuat benda tersebut bisa diperintahkan dari benda lain dalam jaringan yang sama. Selanjutnya, alamat Internet Protocol (IP) dalam benda-benda tersebut akan dikoneksikan ke jaringan internet. Saat ini koneksi internet sudah sangat mudah didapatkan. Dengan demikian pengguna dapat memantau benda bahkan memberi perintah (remote control) kepada benda tersebut dengan koneksi internet. Setelah sebuah benda memiliki alamat IP dan terkoneksi dengan internet, pada benda tersebut juga dipasang sebuah sensor. Sensor pada benda memungkinkan benda tersebut memperoleh informasi yang dibutuhkan. Setelah memperoleh informasi, benda tersebut dapat mengolah informasi itu sendiri, bahkan berkomunikasi dengan benda-benda lain yang memiliki alamat IP dan terkoneksi dengan internet juga. Terjadi pertukaran informasi dalam komunikasi antara benda-benda tersebut. Setelah pengolahan informasi selesai, benda tersebut dapat bekerja dengan sendirinya, atau bahkan memerintahkan benda lain juga untuk ikut bekerja, hal ini merupakan kelebihan dari *Internet of Things* (IoT)[12].

Thingspeak adalah *Platform* IoT yang memungkinkan kita untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, memvisualisasikan, dan bertindak atas data dari sensor atau *actuator*, seperti Arduino, Raspberry Pi, dan perangkat keras lainnya. Misalnya, dengan *Thingspeak* kita dapat membuat aplikasi *sensor-logging* dan aplikasi pelacakan lokasi. *Thingspeak* berfungsi sebagai pengumpul data yang mengumpulkan data dari perangkat node dan juga memungkinkan data yang akan diambil ke dalam lingkungan perangkat lunak untuk analisis historis data[13].

2.4 Mikrokontroler

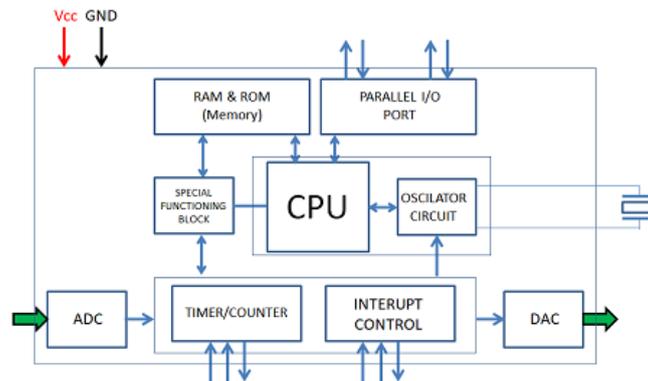
Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil yang dikemas dalam bentuk chip IC (*Integrated Circuit*) dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi

tertentu. Pada dasarnya, sebuah IC Mikrokontroler terdiri dari satu atau lebih Inti Prosesor (CPU), Memori (RAM dan ROM) serta perangkat *Input* dan *Output* yang dapat diprogram.

Mikrokontroler juga merupakan pengontrol utama standar industri dan riset saat ini, dikarenakan berbagai kelebihan yang dimiliki antara lain murah, dukungan *software* dan dokumentasi yang memadai, dan memerlukan komponen pendukung yang sangat sedikit.

2.4.1. Struktur Mikrokontroler

Struktur umum mikrokontroler adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1 Struktur Mikrokontroler[14]

Berdasarkan gambar 2.1 Struktur Mikrokontroler gambar ini menjelaskan struktur apa saja yang ada di dalam mikrokontroler yang mempunyai beberapa fungsi tersendiri pada setiap bagian yang ada. Berikut Fungsi setiap bagian :

1. CPU

CPU adalah otak mikrokontroler. CPU bertanggung jawab untuk mengambil instruksi (*fetch*), menerjemahkannya (*decode*), lalu akhirnya dieksekusi (*execute*). CPU menghubungkan setiap bagian dari mikrokontroler ke dalam satu sistem. Fungsi utama CPU adalah mengambil dan mendekode instruksi. Instruksi yang diambil dari memori program harus diterjemahkan atau melakukan decode oleh CPU tersebut.

2. Memori

Fungsi memori dalam mikrokontroler sama dengan mikroprosesor. Memori ini digunakan untuk menyimpan data dan program. Sebuah mikrokontroler biasanya memiliki sejumlah RAM dan ROM (EEPROM, EPROM dan lain-lainnya) atau memori flash untuk menyimpan kode sumber program (*source code program*).

3. Port INPUT / OUTPUT paralel

Port *Input / Output* paralel digunakan untuk mendorong atau menghubungkan berbagai perangkat seperti LCD, LED, printer, memori dan perangkat *Input/Output* lainnya ke mikrokontroler.

4. Port Serial (*Serial Port*)

Port serial menyediakan berbagai antarmuka serial antara mikrokontroler dan periferal lain seperti port paralel.

5. Pengatur Waktu dan Penghitung (*Timer dan Counter*)

Timer dan Counter adalah salah satu fungsi yang sangat berguna dari Mikrokontroler. Mikrokontroler mungkin memiliki lebih dari satu *timer* dan *counter*. Pengatur waktu (*Timer*) dan Penghitung (*Counter*) menyediakan semua fungsi pengatur waktu dan penghitungan di dalam mikrokontroler. Operasi utama yang dilakukan di bagian ini adalah fungsi jam, modulasi, pembangkitan pulsa, pengukuran frekuensi, osilasi, dan lain sebagainya. Bagian ini juga dapat digunakan untuk menghitung pulsa eksternal.

6. Analog to Digital Converter (ADC)

Konverter ADC digunakan untuk mengubah sinyal analog ke bentuk digital. Sinyal *input* dalam konverter ini harus dalam bentuk analog (misalnya *Output* dari Sensor) sedangkan *Output*nya dalam bentuk digital. *Output* digital dapat digunakan untuk berbagai aplikasi digital seperti layar digital pada Perangkat pengukuran.

7. *Digital to Analog Converter (DAC)*

DAC melakukan operasi pembalikan konversi ADC. DAC mengubah sinyal digital menjadi format analog. Ini biasanya digunakan untuk mengendalikan perangkat analog seperti motor DC dan lain sebagainya.

8. *Kontrol Interupsi (Interrupt Control)*

Kontrol interupsi atau *Interrupt Control* digunakan untuk menyediakan interupsi (penundaan) untuk program kerja. *Interrupt* dapat berupa eksternal (diaktifkan dengan menggunakan pin *interrupt*) atau internal (dengan menggunakan instruksi interupsi selama pemrograman).

9. *Blok Fungsi Khusus (Special Functioning Block)*

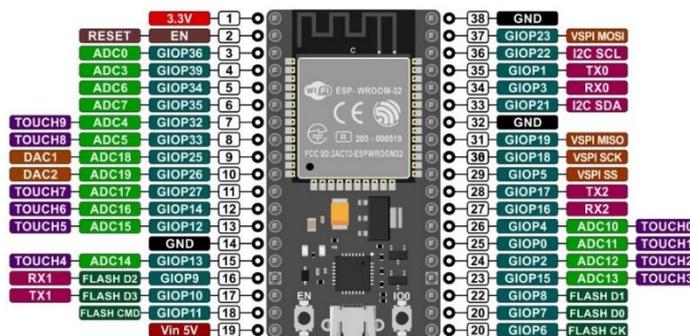
Beberapa Mikrokontroler yang hanya dapat digunakan untuk beberapa aplikasi khusus (misalnya sistem Robotik), pengontrol ini memiliki beberapa port tambahan untuk melakukan operasi khusus tersebut yang umumnya dinamakan dengan Blok Fungsi Khusus[14].

2.5 ESP 32

ESP 32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh *Espressif System* merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*.

2.5.1. Hardware ESP 32

Pin out dari ESP 32 adalah sebagai berikut :



Gambar 2.2 ESP 32[15]

Terlihat pada gambar 2.1 ESP 32 merupakan pin out dari ESP32. Pin tersebut dapat dijadikan *input* atau *output* untuk menyalakan LCD, lampu, bahkan untuk menggerakkan motor DC.

Pada *pin out* tersebut terdiri dari :

1. 18 ADC (*Analog to Digital Converter*, berfungsi untuk merubah sinyal analog ke digital)
2. 2 DAC (*Digital to Analog Converter*, kebalikan dari ADC)
3. 16 PWM (*Pulse Width Modulation*)
4. 10 sensor sentuh
5. 2 jalur antar muka UART
6. Pin antarmuka I2C, I2S, dan SPI

Tabel 2.2 Perbedaan ESP 32 dengan mikrokontroler lain[16]

	Arduino Uno	Node MCU (ESP8266)	ESP32
Tegangan	5 volt	3.3 volt	3.3 volt
CPU	ATmega 328 – 16 MHz	Xtensa <i>single core</i> L106 – 60 MHz	Xtensa <i>single core</i> LX 6 – 160 MHz
Arsitektur	8 bit	32 bit	32 bit
<i>Flash Memory</i>	32 kb	16 Mb	16 Mb
SRAM	2 kb	160 kb	512 kb
GPIO Pin (ADC/DAC)	14 (6/-)	17 (1/-)	36 (18/2)
Bluetooth	Tidak ada	Tidak ada	Ada
WiFi	Tidak ada	Ada	Ada
SPI /I2C/UART	1/1/1	2/1/2	4/2/2

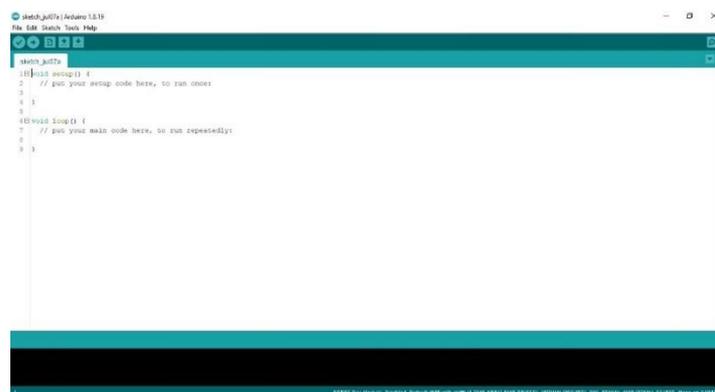
Terlihat pada tabel 2.2 Perbedaan ESP 32 dengan mik perbedaan yang menjadi keunggulan mikrokontroler ESP32 dibanding dengan mikrokontroler yang lain, mulai dari *pin out* nya yang lebih banyak, pin analog lebih banyak, memori yang lebih besar, terdapat bluetooth 4.0 *low energy* serta tersedia WiFi yang

memungkinkan untuk mengaplikasikan *Internet of Things* dengan mikokontroler ESP32[16].

2.5.2. Software Arduino

IDE merupakan kependekaan dari *Intergrated Development Environment*, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan kaena melalui *software* inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi – fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual kepasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama *Bootloader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler* Arduino dengan mikrokontroler.

Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan *library* C/C++ yang biasa disebut *Wiring* yang membuat operasi *input* dan *output* menjadi lebih mudah. Arduino IDE dikembangkan dari *software processing* yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino[17]



Gambar 2.3 Aplikasi Arduino IDE

Terlihat pada Gambar 2.3 Aplikasi Arduino IDE yang digunakan untuk memprogram sensor atau yang lainnya agar dapat menjalankan perintah sesuai dengan instruksi program yang telah dibuat.

2.6 Analog to Digital Converter (ADC)

Analog to Digital Converter (ADC) adalah rangkaian yang mengubah nilai tegangan kontinu (analog) menjadi nilai biner (digital) yang dapat dimengerti oleh perangkat digital sehingga dapat digunakan untuk komputasi digital. Dengan kata lain, Analog to Digital Converter atau Konverter Analog ke Digital ini memungkinkan rangkaian Digital berinteraksi dengan dunia nyata dengan menyandikan sinyal Analog ke sinyal Digital yang berbentuk Biner. Rangkaian ADC ini pada umumnya dikemas dalam bentuk IC dan diintegrasikan dengan Mikrokontroler.

Urutan proses ADC dalam mengubah sinyal Analog menjadi sinyal Digital adalah mengambil sampel sinyal analog, mengukur dan mengubahnya menjadi nilai Digital yang berbentuk nilai Biner. Dengan demikian, ADC mengubah sinyal analog yang diterimanya menjadi data keluaran (output) yang berbentuk serangkaian nilai digital[18].

Sinyal digital yang dihasilkan ADC berupa bilangan basis 2 (hanya terdiri dari angka 0 dan 1). Idealnya output sinyal tersebut harus dapat merepresentasikan kuantitas sinyal analog yang diterjemahkannya. Representasi ini akan semakin baik ketika ADC semakin sensitif terhadap perubahan nilai sinyal analog yang masuk. Jika nilai 0-15 Volt dapat diubah menjadi digital dengan skala 1 Volt, artinya rentang nilai digital yang diperoleh berupa 16 tahap (dari 0 bertahap naik 1 Volt hingga nilai 15 atau setara dengan 0000 sampai 1111). Tahapan sejumlah ini dapat diperoleh dengan membuat rangkaian ADC 4 bit (karena jumlah bit (n) merepresentasikan 2^n nilai skala sehingga $2^4 = 16$ skala)[19].

2.7 Light Emitting Diode (LED)

Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna Cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada Remote Control TV ataupun Remote Control perangkat elektronik lainnya.[20].



Gambar 2.4 *Light Emitting Diode (LED)*[21]

Terlihat pada gambar 2.4 *Light Emitting Diode* yang merupakan sebuah LED yang bisa memberikan sebuah kode berdasarkan warna yang digunakan.

2.8 Sensor MQ-7

Sensor MQ-7 merupakan sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dalam kehidupan sehari-hari. Sensor gas MQ7 ini mempunyai kelebihan sensitifitas yang tinggi terhadap karbon monoksida (CO), stabil, dan usia pakai yang lama. 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[22].



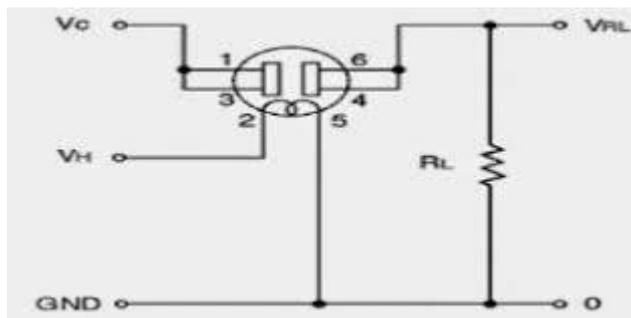
Gambar 2.5 Sensor MQ-7[23]

Pada gambar 2.3 Sensor MQ-7 yang merupakan bentuk fisik dari sebuah sensor MQ-7 yang digunakan untuk mendeteksi berbagai macam gas seperti contoh gas karbon monoksida.

Tabel 2.3 Spesifikasi Standar kerja sensor MQ-7[7]

Parameter	Kondisi Teknis	Keterangan
<i>Circuit Voltage</i>	5V ± 0,1	AC atau DC
<i>Heating Voltage</i>	5V ± 0,1	AC atau DC
<i>Load Resistance</i>	Bisa menyesuaikan	
<i>Heater Resistance</i>	33Ω ± 5%	Suhu ruangan
<i>Heating Consumption</i>	Sekitar 350 mW	
Jangkauan Pengukuran	20-2000 ppm karbon monoksida	

Terlihat pada Tabel 2.3 Spesifikasi Standar Kerja Sensor MQ-7 yang dapat dilihat spesifikasi apa saja yang ada didalam sensor MQ-7 yang digunakan untuk mendeteksi gas karbon monoksida.



Gambar 2.6 Rangkaian Sensor MQ-7

Pada gambar 2.5 adalah rangkaian pada sensor MQ7. Rangkaian ini bisa disebut juga sebagai rangkaian pengkondisian sinyal. Rangkaian ini dibutuhkan agar sinyal yang masuk ke *Analog to Digital Converter* (ADC) Arduino Uno dapat dibaca. 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.

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[22].

2.9 Smart Sensor AS8700A

Detektor gas karbon monoksida adalah detektor portabel untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO). Alat ini dapat terus memantau konsentrasi gas CO di lingkungan sekitarnya, setelah konsentrasi gas mencapai tingkat yang ditentukan, alarm akan berbunyi, menyala[24].



Gambar 2.7 Smart Sensor AS8700A[24]

Pada gambar 2.5 Smart Sensor AS8700A merupakan sebuah alat ukur kandungan gas karbon monoksida diudara. Alat ini dapat digunakan sebagai alat yang menjadi pembanding untuk kalibrasi sensor MQ-7.

2.10 Kalibrasi

Kalibrasi adalah proses verifikasi bahwa suatu akurasi alat ukur sesuai dengan rancangannya. Kalibrasi biasa dilakukan dengan membandingkan suatu alat kesehatan (UUT = *Unit Under Test*) dengan standar nasional maupun internasional dan bahan-bahan acuan tersertifikasi atau dengan standar yang lebih tinggi[25].

Manfaat kalibrasi adalah untuk mendukung sistem mutu yang diterapkan di berbagai industri pada peralatan laboratorium dan produksi yang dimiliki. Dengan melakukan kalibrasi, seberapa jauh perbedaan (penyimpangan) antara *true value* dengan harga yang ditunjukkan oleh Smart Sensor AS8700A dapat diketahui[26].

2.11 Regresi Linier

Regresi adalah suatu Teknik untuk mengetahui pola hubungan antara peubah bebas (X) dengan peubah terikat (Y). Bentuk hubungan antara keduanya dapat berupa bentuk polinom derajat satu (linear), polinom derajat dua (kuadratik), polinom derajat tiga (Kubik) dan seterusnya. Disamping itu bisa juga dalam bentuk lain misalnya eksponensial, logaritma, sigmoid dan sebagainya[27]. Sehingga Regresi Linier dapat diartikan sebagai hubungan antara peubah bebas (X) dengan peubah terikat (Y) dalam bentuk polinom derajat satu. Persamaan yang dihasilkan dari regresi linier adalah :

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2} \dots\dots\dots (1)$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} \dots\dots\dots (2)$$

$$Y = a + bX \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

a = konstanta

b = koefisien variable X

X = variabel bebas

Y = Variabel Terkait