

BAB II

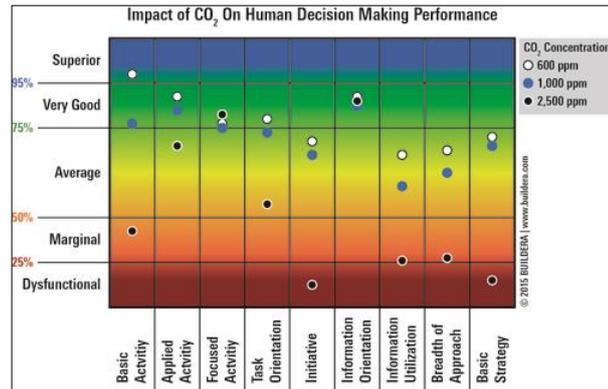
TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab ini akan menjelaskan teori penunjang yang menjadi pokok bahasan dalam pembuatan tugas akhir Rancang Bangun Sistem Alat Monitoring Kualitas Udara.

2.1 Pencemaran Udara

Terjadinya pencemaran udara terdapat di rumah-rumah, Industri/pabrik, transportasi (kendaraan bermotor), kantor, kebakaran hutan, dan seterusnya. Bahwa pencemaran udara secara akumulatif maupun simultan dapat terjadi di dalam ruangan maupun luar ruangan, perkotaan hingga ke tingkat regional bahkan sudah menjadi gejala global. Selanjutnya disebutkan peristiwa pencemaran saat ini, termasuk pencemaran udara yang umumnya terjadi karena aktifitas manusia dalam memenuhi kebutuhan, baik memenuhi kebutuhan primer maupun sekunder. Sering terdengar rumor ditengah kita bahwa lingkungan tercemar (udara) dibiarkan saja asalkan industri dapat berkembang pesat, dibagian lain terdengar pula bahwa tidak dibutuhkan kemajuan industri dengan mengorbankan lingkungan udara. Kedua rumor diatas merupakan hal yang serius, maka kedua rumor perlu disatukan dalam pengelolaan udara yang rasional sehingga dapat dicapai keseimbangan antara kepentingan jangka pendek, menengah dan panjang[5]. Ada beberapa sumber pencemaran udara yang akan dibahas didalam penelitian ini, yaitu Polusi Partikulat atau *Particulate Matter* adalah salah satu parameter polutan di udara. Sumber-sumber Polusi Partikulat adalah cerobong asap pabrik dan partikel ini akan tersuspensi beberapa hari di udara tergantung dari besar kecilnya partikel, semakin kecil partikelnya maka semakin lama pula kesempatan untuk tinggal di udara dan untuk partikel yang lebih besar akan cepat turun ke permukaan tanah disekitar sumbernya[6]. Paparan polusi Partikulat ini dapat menyebabkan berbagai efek kesehatan bagi manusia, contohnya dapat memperburuk penyakit paru-paru, menyebabkan serangan asma dan bronkitis akut, dan juga dapat meningkatkan kerentanan terhadap infeksi pernapasan pada orang yang memiliki riwayat penyakit jantung, paparan jangka pendek meningkatkan resiko serangan jantung dan aritmia[7]. Masalah yang kedua yaitu

Karbon dioksida (CO₂) adalah gas buang yang dihasilkan oleh industri dan kendaraan bermotor, dan bahkan sumber pencemaran gas CO₂ ini berasal dari rumah yang disebabkan gas memasak, pemanas ruang serta asap rokok dan juga kebakaran, walaupun gas ini tidak beracun tetapi dapat berakibatkan naiknya suhu bumi. Karbondioksida yang terdapat dalam udara akan digunakan oleh makhluk hidup, sebagian juga akan melarut dalam laut. Kadar Karbondioksida yang tinggi dapat menyebabkan seseorang mual, muntal, pusing, sakit kepala, dan detak jantungnya meningkat bahkan pada kasus parah, dapat terjadi kejang, koma, hingga kematian. Baik kekurangan maupun kelebihan karbondioksida, keduanya sama-sama berpotensi menimbulkan masalah kesehatan yang serius[8]. Penanda utama kualitas udara dalam ruangan adalah karbon dioksida, yang dihasilkan dari pernapasan manusia dan hewan, bahan organik yang membusuk, dan pembakaran kayu, karbohidrat, dan juga bahan bakar fosil. Pada kepadatan yang rendah, CO₂ tidak berbau dan tidak berasa. Namun, tekanan dalam ruangan yang berbeda dapat mengganti metrik kualitas udara tertentu, terutama para penghuni bioeffluen yang berbau (bau badan). Tidak hanya ventilasi bangunan yang tidak memadai untuk meningkatkan kelembaban dan jamur, tetapi peningkatan CO₂ juga meningkatkan keluhan udara yang kotor karena mengganggu produktivitas penghuni dan suasana hati seseorang. Dalam sebuah studi terobosan, menurut Lawrence Berkeley National Laboratory, “Pada sembilan skala kinerja pada pengambilan keputusan, subjek yang di uji menunjukkan pengurangan yang signifikan pada enam skala pada tingkat CO₂ 1.000 parts per million (ppm) dan besar pengurangan tujuh skala pada 2.500 ppm. Penurunan kinerja yang paling dramatis, di mana subjek dinilai sebagai *‘disfungsional’* karena mengambil inisiatif dan berpikir secara strategis”[9].

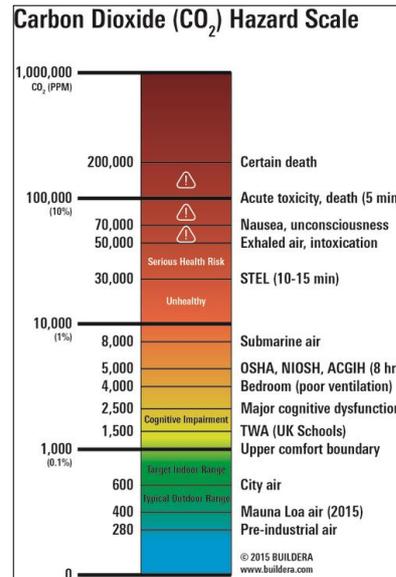


Gambar 2.1. Dampak CO₂ pada kinerja pengambilan keputusan manusia.

Gambar 2.1. Menunjukkan tingkat kadar CO₂ dalam ruangan yang meningkat hingga sangat tinggi menghasilkan skor yang lebih rendah pada enam dari sembilan skala kinerja pengambilan keputusan pada seseorang. Ambang batas CO₂ ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Ambang batas kadar Karbon dioksida (CO₂)

Rentang	CO ₂
250-400 ppm	Konsentrasi normal udara ambien di luar ruangan
400-1,000 ppm	Konsentrasi dalam ruangan yang ditempati dengan pertukaran udara yang baik
1,000-2,000 ppm	Keluhan mengantuk dan termasuk udara yang buruk.
2,000-5,000 ppm	Sakit kepala, mengantuk dan stagnan, pengap, udara pengap. Konsentrasi yang buruk, kehilangan perhatian, detak jantung meningkat, dan sedikit mual juga dapat terjadi.
>5,000 ppm	Paparan dapat menyebabkan kekurangan oksigen serius yang mengakibatkan kerusakan otak permanen, koma, bahkan kematian.



Gambar 2.2. Ambang batas kadar Karbon dioksida (CO₂)

Gambar 2.2. ini menunjukkan bahwa angka-angka diatas menentukan tingkat di mana kesehatan manusia dapat terkena dampak tanpa memperhatikan penurunan kemampuan kognitif atau persepsi kualitas udara dalam ruangan yang buruk. Angka-angka secara khusus mengecualikan individu sensitif yang akan mendapat manfaat dari tingkat konsentrasi yang lebih rendah. Selain itu, penelitian menunjukkan korelasi kuat bahkan 100 ppm di udara luar untuk berkorelasi positif dengan peningkatan kemungkinan sakit tenggorokan, meningitis, dan masalah pernapasan lainnya. Masalah yang ketiga adalah Kelembapan Udara, yaitu kandungan uap air yang ada di dalam udara. Jumlah uap air yang ada dalam udara ini sebenarnya hanya sebagian kecil dari seluruh atmosfer[10]. Akibat dari kelembapan udara adalah bisa menyebabkan resiko yang lebih tinggi akan infeksi pernapasan. Kelembapan udara yang rendah bisa menyebabkan iritasi pada pernapasan karena kekurangan lender untuk menangkap debu, virus dan mikroorganisme[11]. Masalah yang terakhir adalah Karbonmonoksida (CO) adalah gas yang tidak berbau dan tidak berwarna. Gas ini sering dijumpai dalam pembakaran yang dihasilkan oleh pemanas, perapian, pemanggang arang, knalpot kendaraan bermotor, dan *generator portabel*. Setiap orang terpapar sejumlah kecil karbon monoksida setiap harinya. Namun, jika terlalu banyak, waspada keracunan karbon monoksida. Karbonmonoksida (CO) dapat menyebabkan komplikasi serius, Efek keracunan monoksida yang parah ini

termasuk sesak napas, nyeri dada, kejang, dan hilang kesadaran[12]. Batas pemaparan CO yang diperbolehkan oleh *Occupational Safety and Health Administration(OSHA)* adalah 35 ppm untuk waktu 8 jam/hari kerja. Kadar yang dianggap langsung berbahaya terhadap kehidupan atau kesehatan adalah 1500 ppm (0,15%). Paparan dari 1000 ppm (0,1%) selama beberapa menit dapat menyebabkan 50% kejenuhan dari karboksihemoglobin (COHb) dan dapat berakibat fatal[13]. Berikut adalah mengenai efek pajanan gas CO terdapat pada table 2.2

Tabel 2.2. Efek Paparan Karbon monoksida.

Konsentrasi CO di udara (ppm)	Tanda dan Gejala
10	Tidak ada gejala
70	Tidak ada efek yang berarti, kecuali sesak napas saat aktivitas kuat, tidak nyaman di dahi, pelebaran pembuluh darah kulit
120	Sesak napas saat aktivitas sedang sakit kepala sesekali dengan denyutan di pelipis
220	Sakit kepala, mudah marah, mudah lelah, keremangan penglihatan
350 – 520	Sakit kepala, kebingungan, kolaps, pingsan
800 - 1220	Tidak sadar, kejang, intermiten, gagal napas, kematian jika paparan terus menerus
1950	Fatal

2.2 ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara)

Di Indonesia konsep indeks ini dijadikan rujukan dan sekarang telah diundangkan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor KEP-45/MENLH/10/1997. ISPU merupakan angka tidak bersatuan yang menggambarkan kondisi kualitas udara ambien di suatu

lokasi. Penetapan kriteria ISPU didasarkan pada dampaknya terhadap kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk hidup lainnya. Nilai ISPU ini ditetapkan dengan cara mengubah kadar pencemar udara yang terukur, menjadi suatu angka yang tak berdimensi[14]. Parameter ISPU yang sesuai dengan penelitian ini adalah partikulat atau partikel sangat kecil berdiameter kurang dari $2.5\mu\text{m}$ (PM_{2.5}) dan karbon monoksida (CO). Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU).

ISPU	Level Pencemaran Udara	Dampak Kesehatan
0 – 50	Baik	Tidak memberikan dampak bagi kesehatan manusia atau hewan.
51 – 100	Sedang	Tidak berpengaruh pada kesehatan manusia maupun hewan tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang peka.
101 – 199	Tidak Sehat	Bersifat merugikan pada manusia ataupun kelompok hewan yang peka atau dapat menimbulkan kerusakan pada tumbuhan ataupun nilai estetika.
200 – 299	Sangat Tidak Sehat	Kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar.
>300	Berbahaya	Kualitas udara yang secara umum dapat merugikan kesehatan yang serius pada populasi (misalnya iritasi mata, batuk, dahak dan sakit tenggorokan)

Dibawah ini merupakan tata cara perhitungan ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara)

Tabel 2.4. Tabel Konversi Nilai Konsentrasi Parameter ISPU.

ISPU	24 Jam Partikulat (PM _{2.5}) µg/m ³	24 Jam Karbon Monoksida (CO) ppm
0-50	15,5	5
51 – 100	55,4	10
101 – 199	150,4	17
200 – 299	250,4	34
>300	500	46

Keterangan :

1. Data pengukuran selama 24 jam secara terus-menerus.
2. Hasil perhitungan ISPU parameter partikulat (PM_{2.5}) disampaikan tiap jam selama 24 jam.

Untuk tata cara perhitungan menggunakan persamaan :

$$I = \frac{I_a - I_b}{X_a - X_b} (X_x - X_b) + I_b \dots \dots \dots (2.1)$$

I = ISPU terhitung

I_a = ISPU Batas atas

I_b = ISPU Batas bawah

X_a = Konsentrasi Ambien batas atas (µg/m³)

X_b = Konsentrasi Ambien batas bawah (µg/m³)

X_x = Konsentrasi ambien nyata hasil pengukuran (µg/m³)

Dibawah ini merupakan contoh Perhitungan Nilai Konsentrasi Udara Ambien Menjadi Nilai ISPU. Diketahui konsentrasi udara ambien rata-rata dalam 24 jam untuk parameter partikulat (PM_{2.5}) sebagai berikut

Tabel 2.5. Parameter partikulat (PM_{2.5}) dalam 24 jam.

Waktu Pengukuran	Konsentrasi partikulat	Waktu Pengukuran	Konsentrasi partikulat
------------------	------------------------	------------------	------------------------

	(PM2.5) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		(PM2.5)($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
T0 – T1	48	T12 – T13	23
T1 – T2	37	T13 – T14	26
T2 – T3	30	T14 – T15	27
T3 – T4	29	T15 – T16	25
T4 – T5	30	T16 – T17	25
T5 – T6	30	T17 – T18	25
T6 – T7	37	T18 – T19	27
T7 – T8	44	T19 – T20	27
T8 – T9	42	T20 – T21	29
T9 – T10	35	T21 – T22	29
T10 – T11	30	T22 – T23	35
T11 – T12	27	T23 – T24	37

Maka, konsentrasi hasil nilai rata-rata harian (24 jam) berdasarkan perhitungan tabel diatas untuk parameter partikulat (PM2.5) = 31,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,

Konsentrasi ambien batas atas parameter partikulat (PM2.5) = 55,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,

Konsentrasi ambien batas bawah parameter partikulat (PM2.5)= 15,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,

ISPU batas atas = 100

ISPU batas bawah = 50

Diubah ke dalam nilai ISPU menggunakan persamaan (2.1).

$$I = \frac{I_a - I_b}{X_a - X_b}(X_x - X_b) + I_b$$

$$I = \frac{100 - 50}{55,4 - 15,5}(31,4 - 15,5) + 50$$

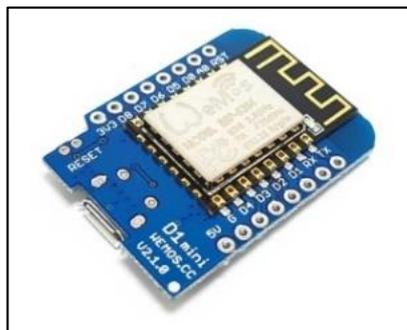
$$I = 69,92$$

ISPU partikulat (PM2.5) = 70 (dibulatkan)

Nilai ISPU parameter partikulat (PM2.5) = 70 termasuk kategori Sedang.

2.3 Wemos D1 Mini ESP8266

Salah satu *hardware* dari pengembangan yang berbasis IOT (*Internet of Things*) adalah Wemos D1 mini, yang merupakan sebuah *mikrokontroler* hasil pengembangan berbasis modul ESP8266. Masih terdapat modul *wifi* yang berbasis ESP8266 seperti Nodemcu yang sering digunakan sebagai penghubung internet antara Arduino ke *smartphone* atau komputer melalui jaringan *wifi*. Modul Wemos D1 ini diciptakan sebagai solusi dari mahalnya sebuah modul *wireless* yang berbasis *mikrokontroler*. Dengan adanya *mikrokontroler* Wemos ini biaya yang dikeluarkan untuk menciptakan sebuah *project* yang berbasis IOT (*Internet Of Things*) jadi lebih sedikit, terlebih lagi Wemos ini dapat menjalankan sistem kode bait tanpa menggunakan arduino sebagai *mikrokontroler*-nya. Adapun keunggulan menggunakan modul Wemos adalah dapat diprogram menggunakan Arduino IDE dengan sintaks program *library* yang banyak terdapat di internet dan *pin out* yang *compatible* dengan Arduino Uno sehingga mudah untuk menghubungkan dengan arduino *shield* lainnya serta mempunyai *memory* yang sangat besar yaitu 4MB. Wemos D1 mini ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Wemos D1 mini ESP8266.

Wemos juga sesuai dengan beberapa bahasa pemrograman lainnya seperti bahasa Python dan Lua sehingga memudahkan untuk *upload* program kedalam wemos apabila seorang *programmer* belum terlalu paham dengan cara program menggunakan Arduino IDE. Bentuk *board* yang kecil dan harga yang ekonomis membuat banyak pengembang semakin dipermudah untuk menerapkan sebuah perangkat atau *project* IOT (*Internet Of Things*) ke dalam Wemos yang akan dikontrol maupun dimonitor menggunakan *smartphone* atau komputer secara

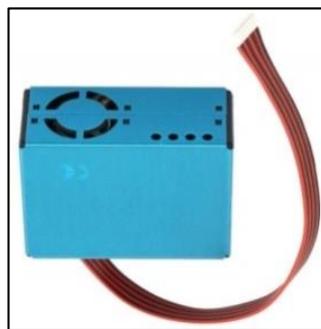
online dan *realtime*. Secara kinerja dan spesifikasi wemos D1 mini ini lebih baik jika dibandingkan dengan Arduino dikarenakan *speed* dari *controller* yang lebih baru dan lebih tinggi ditambah telah terintegrasi dengan *Wifi connection* sehingga dapat *update Software via On the Air*[15].

Spesifikasi dari Wemos D1 mini adalah sebagai berikut:

- a. Beroperasi pada tegangan operasional 3,3 V
- b. Memiliki 11 pin digital IO termasuk didalamnya spesial pin untuk fungsi *i2c*, *one-wire*, *PWM*, *SPI*, *interrupt*
- c. Memiliki 1 pin analog input atau ADC
- d. Berbasis *micro USB* untuk fungsi pemrogramannya
- e. *Memory flash* : 4Mb
- f. Dimensi *module* : 34,2 mm x 25,6 mm
- g. *Clock speed* : 80MHz
- h. Menggunakan IC CH340G untuk komunikasinya

2.4 Sensor PMS5003

PMS5003 adalah sensor pendeteksi *Particulate Matter* (PM) yang berada diudara. Sensor ini bekerja dengan bantuan laser yang memberikan *output digital* dari konsentrasi banyaknya partikel diudara. Sensor ini dapat mendeteksi partikel yang berdiameter mulai dari 0.3 μm hingga 10 μm . Dalam penggunaannya sensor ini dapat mendeteksi PM 2.5 dan PM 10. Sensor PMS5003S ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Sensor PMS5003.

Prinsip Kerja dari modul sensor PMS5003 menggunakan *laser scattering* yaitu membuat hamburan cahaya menggunakan laser untuk di pancarkan kembali

oleh partikel yang tersuspensi diudara. Hasil hamburan cahaya akan dikumpulkan dan didapat kurva perubahan hamburan cahaya terhadap waktu. Akhirnya partikel dengan ukuran yang sama dan partikel dengan diameter ukuran yang berbeda beda per satuan volume dapat dihitung oleh *mikroprosesor* berdasarkan teori MIE. Satuan konsentrasi massa partikel dihitung dalam $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Mikro gram per meter kubik)[16]. Spesifikasi dari Sensor PMS5003 ditunjukkan pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6. Spesifikasi sensor PMS5003

Spesifikasi	Keterangan
Unit	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Jangkauan Pengukuran	0.3~1.0 ; 1.0~2.5 ; 2.5~10
Jangkauan pengukuran efektif	0~500
Jangkauan pengukuran maksimum	≥ 1000
DC power supply	Min:4.5 V Max: 5.5 V
Kisaran Sensor bekerja	10~+60 C & 0~99RH%
Dimensi modul	50×38×21 mm

2.5 Sense Air S80053

SenseAir S80053 adalah sensor dengan Komponen kecil dan didesain canggih untuk mengontrol ventilasi dalam ruangan dan pemantauan Karbondioksida. SenseAir S80053 adalah pilihan ideal untuk kontrol ventilasi dalam ruangan dan pemantauan Karbondioksida (CO₂) dalam aplikasi pemantauan kualitas udara. Sensor SenseAir S80053 ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. SenseAir S80053.

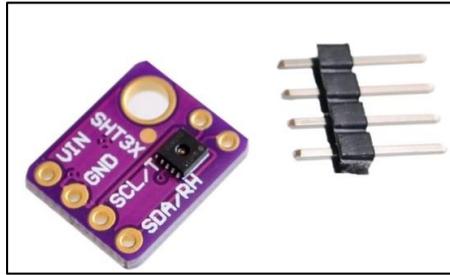
Sensor ini didasarkan pada teknologi inframerah modern (NDIR). Sensor SenseAir S80053 memiliki kinerja yang sangat baik, seperti akurasi tinggi dan konsumsi daya yang rendah. SenseAir S80053 dirancang untuk produksi volume tinggi, dengan keterlacakan penuh dengan nomor seri sensor pada semua proses manufaktur dan komponen utama. Setiap sensor dikalibrasi secara individual dan dilengkapi dengan antarmuka digital *UART*. Sensor ini bebas perawatan dan memiliki perkiraan masa pakai lebih dari 15 tahun. SenseAir S80053 adalah modul sensor Karbondioksida (CO₂) mini berdaya rendah yang dikembangkan untuk aplikasi di mana konsumsi energi dan akurasi merupakan faktor penting. Dengan konsumsi daya rata-rata 18 mA dan akurasi ± 40 ppm dan $\pm 3\%$ pembacaan [17]. Spesifikasi dari Sensor SenseAir S80053 ditunjukkan pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7. Spesifikasi Sensor S80053.

Spesifikasi	Keterangan
Target gas	CO ₂
Prinsip Operasi	<i>Non-dispersive infrared (NDIR)</i>
Jarak pengukuran	0.04 to 2% volume CO ₂ 0 to 3.2% volume CO ₂ <i>extended range</i>
Akurasi	$\pm 0.02\%$ volume CO ₂ $\pm 3\%$ <i>of reading</i>
Bekerja pada	0 to 50° C 0 to 85% RH
Dimensi	32.7 x 19.7 x 9.9 mm
Power supply	4.5 V to 5.25 V
Konsumsi daya	300 mA peak, 30 mA <i>average</i>
Ketahanan	15+ tahun di lingkungan komersial normal

2.6 Sensor SHT30

Sensor SHT30 merupakan suatu sensor keluarga *Sensirion* yang digunakan untuk melakukan pengukuran kelembaban dan suhu. Sensor kelembaban digital dan suhu. SHT30 adalah seri sensor versi serba “*reflow*” yang menggabungkan akurasi yang baik dan kompetitif. Sensor SHT30 ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Sensor SHT30.

Sensor kelembaban kapasitif tersedia sampai dengan volume yang tinggi dan sebagai setiap jenis sensor lainnya dari keluarga SHTxx. SHT30 juga adalah sebuah *single chip* sensor suhu dan kelembaban relatif dengan multi modul sensor yang outputnya telah dikalibrasi secara digital. Dibagian dalamnya terdapat kapasitas polimer sebagai elemen untuk sensor kelembaban relatif dan sebuah pita regangan yang digunakan sebagai sensor suhu[18]. Spesifikasi dari Sensor SHT30 ditunjukkan pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8. Spesifikasi Sensor SHT30.

Spesifikasi	Keterangan
Kisaran Pengukuran Suhu	0...100%RH
Kisaran Pengukuran Kelembapan	-40...125°C
Akurasi suhu	±2.0%RH
Akurasi Kelembapan	±0.48°C
Dc power supply	2.15V...5.5V
Dimensi Produk	2.5 x 2.5 x 0.9 mm ³

2.7 Sensor MQ-9

Sensor yang paling sering digunakan adalah sensor MQ series dengan berbagai jenis dan fungsinya yang berbeda-beda. Sensor MQ dapat mengetahui gas yang berada di sekitarnya, sehingga dapat diolah oleh *mikrokontroler* dengan tepat kondisinya. Dalam penelitian ini akan menggunakan sensor MQ-9. Sensor MQ-9 ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Sensor MQ-9.

MQ-9 adalah sensor gas yang sensitif terhadap Gas Karbonmonoksida, hidrogen dan gas-gas lain yang mudah terbakar. Sensor ini memiliki kesamaan dengan sensor MQ-3. Hanya saja lebih kompleks[19]. Spesifikasi dari sensor MQ-9 ditunjukkan pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9. Spesifikasi sensor MQ-9

Spesifikasi	Keterangan
Target Gas	CO, CH ₄ , LPG
Kisaran Pengukuran	0 - 10000 ppm
Dc power supply	≤10V DC
Bekerja pada	-20°C~50°C dan 65%±5%RH
Output	Analog
Konsumsi daya	<340mW

2.8 MySQL

MySQL adalah sebuah *database management system* (manajemen basis data) menggunakan perintah dasar SQL (*Structured Query Language*) yang cukup terkenal. MySQL adalah DBMS yang *open source* dengan dua bentuk lisensi, yaitu *Free Software* (perangkat lunak bebas) dan *Shareware* (perangkat lunak berpemilik yang penggunaannya terbatas). Jadi, MySQL adalah *database server* yang gratis dengan lisensi GNU *General Public License* (GPL) sehingga dapat Anda pakai untuk keperluan pribadi atau komersil tanpa harus membayar lisensi yang ada. Seperti yang sudah disinggung di atas, MySQL masuk ke dalam jenis RDBMS (*Relational Database Management System*). Maka dari itu, istilah semacam baris, kolom, tabel, dipakai pada aplikasi *database* ini. Contohnya di

dalam MySQL sebuah *database* terdapat satu atau beberapa tabel[20]. PhpMyAdmin memiliki fitur yang cukup lengkap untuk mengelola database. Software ini awalnya bertujuan untuk mempermudah pengelolaan database melalui web, berikut ini adalah beberapa fitur yang diberikan oleh phpMyAdmin.

- a. Memiliki tampilan *user interface*
- b. Mendukung fitur-fitur MySQL
- c. Mengelola *database, tabel, view, field, dan index*.
- d. Membuat, salin, ganti nama, dan ubah *database, tabel, view, field, dan index*.
- e. Melakukan pemeliharaan server, *database, dan tabel* dengan saran konfigurasi server.
- f. Menjalankan, edit, dan tandai SQL-statement apa pun, bahkan *batch-queries*.
- g. Mengimpor data dari CSV maupun SQL.
- h. Mencari apa pun pada *database*

2.9 Grafana

Grafana adalah alat analitik dan visualisasi *open source multi-platform* yang terdiri dari beberapa panel individu yang disusun dalam *dashboard*. Panel berinteraksi dengan sumber data yang dikonfigurasi seperti AWS CloudWatch, server Microsoft SQL, Prometheus, MySQL, InfluxDB, dan banyak lainnya. Desain Grafana yang sedemikian rupa sehingga setiap panel terikat ke sumber data. *Dashboard* Grafana yang berisi beberapa panel dalam satu halaman, membantu memvisualisasikan hasil monitoring dari berbagai sumber data secara bersamaan[21].