

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS
UDARA BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)
MENGUNAKAN THINGSPEAK DAN *WEBSITE***

Disusun dan diajukan oleh:

**DIEL DIN
D041 18 1020**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS UDARA BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT) MENGGUNAKAN THINGSPEAK DAN *WEBSITE*

Disusun dan diajukan oleh

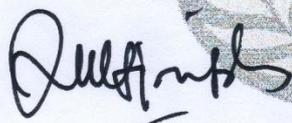
Diel Din
D041181020

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada tanggal 12 April 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

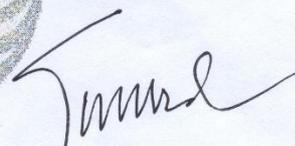
Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Dr. Ir. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng.
NIP. 19690124 199303 1 001



Ir. Samuel Panggalo, M.T.
NIP. 19620304 198811 1 001



Ketua Departemen Teknik Elektro,

Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T.
NIP. 19691026 199412 2 001

LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI

RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS UDARA BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT) MENGGUNAKAN THINGSPEAK DAN *WEBSITE*

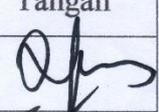
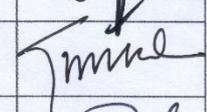
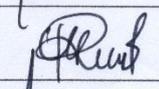
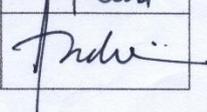
Oleh:

DIEL DIN

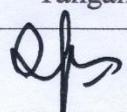
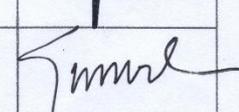
D041 18 1020

Skripsi ini telah dipertahankan pada Ujian Akhir Sarjana pada tanggal 12 April 2023
Telah dilakukan perbaikan penulisan dan isi skripsi berdasarkan usulan dari
penguji dan pembimbing skripsi.

Persetujuan perbaikan oleh tim penguji:

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Dr. Ir. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng.	
Sekretaris	Ir. Samuel Panggalo, M.T.	
Anggota	Merna Baharuddin, S.T., M.Tel.Eng., Ph.D.	
	Andini Dani Achmad, S.T., M.T.	

Persetujuan perbaikan oleh tim pembimbing:

Pembimbing	Nama	Tanda Tangan
I	Dr. Ir. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng.	
II	Ir. Samuel Panggalo, M.T.	

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Diel Din
NIM : D041181020
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS UDARA
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT) MENGGUNAKAN THINGSPEAK
DAN *WEBSITE***

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 12 April 2023

Yang Menyatakan



Diel Din

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga tugas akhir yang berjudul “RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS UDARA BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT) MENGGUNAKAN THINGSPEAK DAN *WEBSITE*” dapat diselesaikan dengan baik sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan jenjang Strata-1 pada Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir. Oleh sebab itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang tidak pernah lelah dalam mendidik dan memberikan dukungan, doa, serta semangat kepada penulis.
2. Ibu **Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T.**, selaku Ketua Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak **Dr. Ir. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng.**, selaku pembimbing I dan Bapak **Ir. Samuel Panggalo, M.T.**, selaku pembimbing II yang selalu menyediakan waktu, tenaga, pikiran, dan perhatian yang luar biasa dalam mengarahkan penulis menyelesaikan tugas akhir.
4. Ibu **Merna Baharuddin, S.T., M.Tel.Eng., Ph.D.**, selaku penguji I dan Ibu **Andini Dani Achmad, S.T., M.T.**, selaku penguji II yang telah memberikan kritik maupun saran dalam penyusunan tugas akhir.
5. Segenap Dosen dan Staf Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah banyak memberikan ilmu yang tidak terhingga selama perkuliahan dan membantu kelancaran proses penyusunan tugas akhir ini.
6. Teman-teman CAL18RATOR, khususnya dari Laboratorium Telematika yang telah menjadi rekan seperjuangan, memberikan dukungan, bantuan, semangat, serta pengalamannya selama ini.

7. Saudara Muh. Fadhel, yang menjadi teman seperjuangan menyelesaikan tugas akhir, yang menemani penulis hingga akhir hayatnya.
8. Para sahabat serta seluruh pihak yang tidak sempat disebutkan dan tanpa sadar telah menjadi inspirasi serta banyak membantu penulis dalam penyelesaian tugas akhir.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karenanya diharapkan segala bentuk saran serta masukan yang membangun dari berbagai pihak. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan sumbangsih dan manfaat besar bagi kepentingan bersama.

Gowa, 12 Maret 2023

Penulis

ABSTRAK

DIEL DIN. *Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Thingspeak dan Website* (dibimbing oleh Zulfajri Basri Hasanuddin dan Samuel Panggalo)

Keadaan udara di bumi semakin memburuk tiap tahunnya sebab pencemaran udara. Polutan udara sebagai penyebab pencemaran memiliki beragam jenis, termasuk karbon monoksida dan karbon dioksida. Bentuk upaya dalam pengendalian pencemaran dapat berupa informasi kualitas udara yang diumumkan kepada masyarakat. Di Sulawesi Selatan, Dinas Pengelolaan Lingkungan Hidup (DPLH) hanya beroperasi sistem pengukuran kualitas udara dengan fungsi terbatas.

Pada penelitian ini, dilakukan perancangan sistem pemantauan kualitas udara berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan WEMOS D1 Mini dengan sensor MQ-7 dan MQ-135 dalam mendeteksi kadar polutan. Data dari sistem akan terintegrasi dan ditampilkan melalui *platform* Thingspeak dan *website*, sehingga dapat diakses oleh semua orang kapan saja dan dimana saja secara *multiplatform* yang memudahkan masyarakat untuk memantau dan menjaga kualitas udara lingkungan. Data terkait polutan dari sistem juga dapat dimanfaatkan oleh pihak yang memerlukan informasi tersebut.

Sistem yang telah dirancang kemudian dilakukan serangkaian pengujian meliputi pengujian perangkat keras, pengujian perangkat lunak, dan pengujian secara keseluruhan.

Hasil penelitian menunjukkan sistem pemantauan kualitas udara berhasil dibuat. Pada pengujian hasil kalibrasi dan pembacaan sensor MQ-7 dengan alat pembanding, diperoleh rata-rata persentase *error* sensor 1 dan 2 adalah 9,01% dan 14,44% saat menggunakan asap rokok sebagai sumber polutan, dan 47% dan 7,19% saat menggunakan gas buang kendaraan bermotor. Pengujian serupa pada MQ-135 dengan alat pembanding, diperoleh rata-rata persentase *error* sensor 1 dan 2 adalah 3,12% dan 2,77% saat kondisi tanpa perlakuan, dan 3,29% dan 5,06% saat menggunakan asap kertas sebagai polutan tambahan. Berdasarkan pengujian *delay*, diperoleh Thingspeak memiliki *delay* yang tinggi dengan nilai bervariasi dari 8-1 detik dan 14-1 detik saat menggunakan *provider* Telkomsel dan Tri. Sedangkan pada *website* memiliki *delay* lebih kecil dengan nilai hanya dikisaran ≤ 1 detik saat menggunakan *provider* Telkomsel dan Tri.

Kata kunci: Kualitas Udara, Karbon Monoksida, Karbon Dioksida, MQ-7, MQ-135, *Internet of Things* (IoT), Thingspeak, Firebase

ABSTRACT

DIEL DIN. *Design of Air Quality Monitoring System Based on Internet of Things (IoT) Using Thingspeak and Website* (survised by Zulfajri Basri Hasanuddin dan Samuel Panggalo)

Air condition on earth is getting worse every year because of air pollution. Air pollutants as cause pollution have various types, including carbon monoxide and carbon dioxide. One form of effort in pollution control can be in the form of air quality information announced to the public. In South Sulawesi, Environmental Management Office (DPLH) only operates an air quality measurement system with limited functionality.

In this study, an IoT based air quality monitoring system was designed using WEMOS D1 Mini with MQ-7 and MQ-135 sensors to detect pollutant levels. Data from the system will be integrated and displayed through the Thingspeak platform and website so that it can be accessed by everyone anytime and anywhere in a multiplatform manner that makes it easier for the public to monitor and maintain environmental air quality. Pollutant data from the system can also be used by interested parties.

The designed system underwent a series of tests, including hardware, software, and overall testing.

The results showed that the air quality monitoring system was successfully designed. In the calibration and reading tests of the MQ-7 sensor with a comparator, the average error percentages for sensors 1 and 2 were 9.01% and 14.44% when using cigarette smoke as a pollutant source, and 47% and 7.19% when using motorcycle exhaust gas. Similar testing on MQ-135, obtained an average error percentage of sensors 1 and 2 were 3.12% and 2.77% when the condition was not treated, and 3.29% and 5.06% when using paper smoke as an additional pollutant. Based on the delay test, it was found that Thingspeak has a high delay with values varying from 8-1 s and 14-1 s when using Telkomsel and Tri providers. Whereas the website has a smaller delay with a value of only ≤ 1 s when using the same two providers.

Keywords: Air Quality, Monoxide Carbon, Diokxide Carbon, MQ-7, MQ-135, Internet of Things (IoT), Thingspeak, Firebase

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Signifikansi Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Udara	7
2.2 Polusi Udara	7
2.2.1 Karbon Dioksida (CO ₂)	8
2.2.2 Karbon Monoksida (CO)	9
2.3 Parameter Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)	10
2.4 <i>Internet of Things</i> (IoT)	11
2.5 Wi-Fi	12
2.6 WEMOS D1 Mini	12
2.7 Multiplexer CD74HC4067	14
2.8 Sensor MQ-7	16
2.8.1 Cara kerja sensor	16
2.8.2 Spesifikasi sensor	17
2.8.3 Kalibrasi sensor	17
2.9 Sensor MQ-135	19
2.9.1 Cara kerja sensor	20
2.9.2 Spesifikasi sensor	20
2.9.3 Kalibrasi sensor	20
2.10 WebPlotDigitizer	22
2.11 <i>Buzzer</i>	23
2.12 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	23
2.13 Arduino IDE	24
2.14 Visual Code Studio	25
2.15 Thingspeak	26
2.16 <i>Website</i>	27

2.17	Firestore.....	27
2.16.1	Realtime Database.....	28
2.16.2	Hosting.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		30
3.1	Metode Penelitian.....	30
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	30
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	30
3.4	Tahapan Penelitian	31
3.5	Perancangan Sistem.....	33
3.5.1	Tahap desain dan perancangan sistem.....	33
3.5.2	Perancangan perangkat keras sistem.....	34
3.5.3	Perancangan perangkat lunak sistem	38
3.6	Skenario Pengujian.....	45
3.6.1	Pengujian perangkat keras	45
3.6.2	Pengujian perangkat lunak.....	49
3.6.3	Pengujian sistem keseluruhan.....	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		54
4.1	Hasil Pengujian Perangkat Keras	55
4.1.1	Kalibrasi dan pengujian pembacaan sensor	55
4.1.2	Pengujian LCD dan Buzzer sebagai media output data.....	71
4.1.3	Pengujian koneksi Wi-Fi	72
4.2	Hasil Pengujian Perangkat Lunak	74
4.2.1	Pengujian <i>platform</i> Thingspeak.....	74
4.2.2	Pengujian <i>database website</i>	75
4.2.3	Pengujian halaman <i>website</i>	76
4.2.4	Pengujian <i>delay</i>	79
4.2.5	Pengujian perfomansi sistem saat menggunakan <i>casing</i> dan tanpa <i>casing</i>	82
4.3	Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan.....	84
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		90
5.1	Kesimpulan.....	90
5.2	Saran	91
DAFTAR PUSTAKA		92
LAMPIRAN.....		96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 WEMOS D1 Mini sebelah kiri dan WEMOS D1 sebelah kanan.....	13
Gambar 2 Modul Multiplexer CD74HC4067	16
Gambar 3 Sensor MQ-7	17
Gambar 4 Grafik karakteristik sensitivitas dari <i>datasheet</i> sensor MQ-7	18
Gambar 5 Sensor MQ-135	20
Gambar 6 Grafik karakteristik sensitivitas dari <i>datasheet</i> sensor MQ-135	21
Gambar 7 <i>Buzzer</i>	23
Gambar 8 LCD 20x4.....	24
Gambar 9 Tampilan <i>software</i> Arduino IDE.....	25
Gambar 10 <i>Software</i> Visual Code Studio	26
Gambar 11 Tampilan utama <i>website</i> ThingSpeak	26
Gambar 12 Tampilan utama <i>website</i> Firebase	28
Gambar 13 <i>Flowchart</i> tahapan penelitian.....	32
Gambar 14 Diagram blok sistem pemantauan kualitas udara.....	33
Gambar 15 Desain <i>casing</i> atau kotak wadah purwarupa alat	34
Gambar 16 Perancangan skematik perangkat keras sistem	35
Gambar 17 <i>Flowchart</i> kerja sistem perangkat keras.....	39
Gambar 18 <i>Flowchart</i> ThingSpeak.....	40
Gambar 19 Tampilan pembuatan <i>channel</i> di Thingspeak	41
Gambar 20 <i>Flowchart website</i>	42
Gambar 21 Tampilan perancangan <i>database</i> menggunakan Firebase Realtime Database.....	43
Gambar 22 Tampilan perancangan halaman <i>website</i> menggunakan Visual Studio Code	44
Gambar 23 Lokasi pengujian peromansi sistem saat alat menggunakan <i>casing</i> dan tanpa menggunakan <i>casing</i>	51
Gambar 24 Titik pemasangan alat pada pengujian keseluruhan sistem, (kiri) di Baddoka dan (kanan) di Daya.....	52
Gambar 25 Tampak depan hasil pembuatan alat	54
Gambar 26 Tampak atas hasil pembuatan alat	54
Gambar 27 Grafik pengujian sensor MQ-7 (1) dan alat pembanding dengan asap rokok sebagai sumber polutan.....	57
Gambar 28 Grafik pengujian sensor MQ-7 (1) dan alat pembanding dengan gas buang sepeda motor sebagai sumber polutan.....	59
Gambar 29 Grafik pengujian sensor MQ-7 (2) dan alat pembanding dengan asap rokok sebagai sumber polutan.....	60
Gambar 30 Grafik pengujian sensor MQ-7 (2) dan alat pembanding dengan gas buang sepeda motor sebagai sumber polutan.....	62
Gambar 31 Pengujian sensor MQ-7 menggunakan asap rokok sebagai sumber polutan.....	63
Gambar 32 Pengujian sensor MQ-7 menggunakan gas buang motor sebagai sumber polutan.....	63
Gambar 33 Grafik pengujian sensor MQ-135 (1) dan alat pembanding.....	65

Gambar 34 Grafik pengujian sensor MQ-135 (1) dan alat pembanding dengan asap kertas sebagai sumber polutan	66
Gambar 35 Grafik pengujian sensor MQ-135 (2) dan alat pembanding.....	68
Gambar 36 Grafik pengujian sensor MQ-135 (2) dan alat pembanding dengan asap kertas sebagai sumber polutan	69
Gambar 37 Pengujian sensor MQ-135.....	70
Gambar 38 Pengujian sensor MQ-135 menggunakan asap kertas sebagai sumber polutan.....	70
Gambar 39 Pengujian LCD dan <i>buzzer</i> untuk sensor MQ-7	72
Gambar 40 Pengujian LCD dan <i>buzzer</i> untuk sensor MQ-135	72
Gambar 41 Hasil pengujian koneksi Wi-Fi yang tampil pada serial monitor.....	73
Gambar 42 Pengujian koneksi Wi-Fi alat	74
Gambar 43 <i>Channel</i> Thingspeak.....	75
Gambar 44 Realtime Database Firebase	76
Gambar 45 Halaman awal <i>website</i>	77
Gambar 46 Halaman nilai kadar <i>website</i>	78
Gambar 47 Halaman grafik kadar <i>website</i>	78
Gambar 48 Pengujian saat alat menggunakan <i>casing</i>	83
Gambar 49 Pengujian saat alat tanpa menggunakan <i>casing</i>	84
Gambar 50 Posisi alat diletakkan, (kiri) di Baddoka, (kanan) di Daya	85
Gambar 51 Grafik kadar CO	86
Gambar 52 Grafik kadar CO ₂	88

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kategori dari tingkat kadar karbon dioksida.....	9
Tabel 2 Kategori Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU).....	11
Tabel 3 Spesifikasi WEMOS D1 Mini	13
Tabel 4 Tabel kebenaran Multiplexer CD74HC4067	15
Tabel 5 Spesifikasi standar kerja sensor MQ-7	17
Tabel 6 Spesifikasi standar kerja sensor MQ-135	20
Tabel 7 Alat dan bahan penelitian.....	31
Tabel 8 Koneksi pin WEMOS D1 Mini dengan pin komponen lainnya	35
Tabel 9 Koneksi pin MQ-7 dengan pin komponen lainnya.....	36
Tabel 10 Koneksi pin MQ-135 dengan pin komponen lainnya.....	36
Tabel 11 Koneksi pin Multiplexer CD74HC4067 dengan pin komponen lainnya.....	37
Tabel 12 Koneksi pin LCD dengan pin komponen lainnya.....	37
Tabel 13 Kategori kadar polutan udara.....	48
Tabel 14 Pengujian sensor MQ-7 (1) dan alat pembanding dengan asap rokok sebagai sumber polutan.....	57
Tabel 15 Pengujian sensor MQ-7 (1) dan alat pembanding dengan gas buang sepeda motor sebagai sumber polutan	58
Tabel 16 Pengujian sensor MQ-7 (2) dan alat pembanding dengan asap rokok sebagai sumber polutan.....	59
Tabel 17 Pengujian sensor MQ-7 (2) dan alat pembanding dengan gas buang kendaraan sepeda motor sebagai sumber polutan	61
Tabel 18 Pengujian sensor MQ-135 (1) dan alat pembanding.....	65
Tabel 19 Pengujian sensor MQ-135 (1) dan alat pembanding dengan asap kertas sebagai sumber polutan.....	66
Tabel 20 Pengujian sensor MQ-135 (2) dan alat pembanding.....	67
Tabel 21 Pengujian sensor MQ-135 (2) dan alat pembanding dengan asap kertas sebagai sumber polutan.....	69
Tabel 22 Pengujian LCD dan buzzer	71
Tabel 23 Hasil pengujian koneksi Wi-Fi berdasarkan jarak	73
Tabel 24 Pengujian halaman awal <i>website</i>	76
Tabel 25 Halaman nilai kadar <i>website</i>	77
Tabel 26 Halaman grafik kadar <i>website</i>	78
Tabel 27 Pengujian <i>delay</i> Thingspeak	79
Tabel 28 Pengujian <i>delay website</i>	80
Tabel 29 Pengujian performansi sistem saat alat menggunakan <i>casing</i>	82
Tabel 30 Pengujian performansi sistem saat alat tanpa menggunakan <i>casing</i>	83
Tabel 31 Hasil pengujian alat secara keseluruhan	86

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
R_s	Resistansi Sensor
V_c	Tegangan Input
R_L	Resistansi <i>Load</i>
V_{R_L}	Tegangan Pada R_L
<i>adcraw</i>	Nilai Mentah/ <i>Raw</i> Hasil Pembacaan Sensor
R_o atau R_0	Nilai Resistansi Sensor Pada Kondisi Udara Bersih (Untuk Sensor MQ-7) dan Nilai Resistansi Sensor Pada Kadar Gas yang Diketahui (Untuk Sensor MQ-135)
R_s/R_o	Rasio Pada Udara Bersih
ppm	Nilai dalam Satuan Udara atau Gas
m	Kemiringan Garis Pada Grafik
b	Titik Persimpangan (Untuk Sensor MQ-7) dan Nilai <i>Exponent</i> (Untuk Sensor MQ-135)
a	Nilai <i>Scaling Factor</i>
ISPU	Indeks Standar Pencemar Udara
GND	<i>Ground</i>
SDA	<i>Serial Data</i>
SCL	<i>Serial Clock</i>
I2C	<i>Inter Integrated Circuit</i>
IDE	<i>Integreted Development Environment</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
SDK	<i>Software Development Kit</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kode program untuk mendapatkan nilai R0 sensor MQ-7.....	96
Lampiran 2 Hasil nilai R0 sensor MQ-7	97
Lampiran 3 Kode program untuk mendapatkan nilai R0 sensor MQ-135.....	97
Lampiran 4 Hasil nilai R0 sensor MQ-135	98
Lampiran 5 Kode program mikrokontroler WEMOS D1 Mini	98
Lampiran 6 Kode <i>website</i>	106
Lampiran 7 Data Pengujian Alat Keseluruhan	110

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dari tahun ke tahun, keadaan udara di bumi kita makin di perparah karena pencemaran udara. Dalam Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Pasal 1 Ayat 49, disebutkan bahwa pencemaran udara merupakan masuk atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga melampaui Baku Mutu Udara Ambien yang telah ditetapkan (PP RI No. 22, 2021).

Secara umum, beragam sektor memiliki kontribusi tersendiri dalam pencemaran udara. Adapun yang paling dominan ialah dari sektor transportasi yang memiliki kontribusi lebih apabila dibandingkan dengan sektor-sektor lainnya. Di kota-kota metropolitan, kontribusi gas buang dari kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara berkisar diangka 60-70%. Sementara dari kontribusi gas buang yang bersumber dari cerobong asap industri hanya berkisar diangka 10-15%. Sedangkan sisanya sendiri, berasal dari sumber pembakaran lain; misalnya dari rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan, dan lain sebagainya (Puspitawati, 2014).

Pencemaran udara didominasi oleh emisi gas buang kendaraan bermotor. Emisi gas buang sendiri merupakan sisa hasil pembakaran mesin kendaraan mulai dari kendaraan beroda, perahu, kapal hingga pesawat terbang yang menggunakan bahan bakar. Biasanya emisi gas buang ini terjadi karena pembakaran yang tidak sempurna dari sistem pembuangan dan pembakaran mesin serta lepasnya partikel-partikel karena kurang tercukupinya oksigen dalam proses pembakaran tersebut. Emisi gas buang kendaraan sebagai salah satu penyebab pencemaran ini mengandung berbagai polutan, yang mana contohnya seperti senyawa hidrokarbon (HC), karbon dioksida (CO₂), karbon monoksida (CO), emisi nitrogen oksida (NO_x), belerang dioksida (SO₂), dan timah hitam/debu timbal (Pb) yang berbahaya untuk lingkungan dan makhluk hidup (Maleakhi dkk., 2020).

Adapun bentuk upaya dalam pengendalian pencemaran udara dapat berupa informasi mengenai kualitas udara yang diumumkan kepada masyarakat. Dinas Pengelolaan Lingkungan Hidup (DPLH) Provinsi Sulawesi Selatan dalam laman web resminya mencatat sistem pengukuran kualitas udara hanya dilakukan oleh Stasiun AQM yang berlokasi di kota Makassar dengan periode tertentu saja. Data hasil pengukuran disampaikan ke masyarakat melalui infografis via *website* resmi milik DPLH Provinsi Sulawesi Selatan. Dalam pengoperasiannya, *website* hanya menampilkan data pada waktu tertentu saja, belum lagi masyarakat merasa sedikit kesulitan dalam mengakses karena tampilan infografis masih sangat sederhana, minim keterangan, dan sebagainya.

Internet of Things (IoT) merupakan suatu sistem dimana menggabungkan semua perangkat agar dapat dikontrol maupun terpantau melalui koneksi internet. Oleh karena itu, untuk tugas akhir ini dibuatlah sistem yang mampu memantau kualitas udara berbasis *Internet of Things* (IoT). Hal ini dapat menjadikan sistem pemantauan kualitas udara yang dibuat dapat memberikan informasi yang dapat terpantau melalui internet sehingga pemantauan dapat dilakukan kapan saja dan dimana saja.

Pada penelitian-penelitian sebelumnya telah dibuat alat dengan sistem yang serupa, seperti yang dilakukan Hardian Setya Dharma Putra dengan judul “Pemantauan Kualitas Udara Polutan Gas CO dan CO₂ Berbasis IoT”. Pada pembuatannya menggunakan sensor MQ-7 dan MH-Z19, yang mana sensor MH-Z19 memiliki kisaran harga diatas 300 ribu keatas. Mikrokontroler yang digunakan adalah WEMOS D1 yang dapat beroperasi *stand-alone* tanpa perlu harus menambah perangkat mikrokontroler lain. Sedangkan untuk jenis polutan yang dideteksi ialah CO dan CO₂. Pada alat yang dibuat, data nilai sensor dapat diakses melalui *platform* Blynk dan *website* (Putra dkk., 2019).

Penelitian yang dilakukan oleh Arkipus Lahal dengan judul “Rancang Bangun Alat Monitoring Polusi Udara Berbasis Arduino”, dimana pembuatan alat ini digunakan sensor gas MQ-135 dan memanfaatkan Arduino sebagai mikrokontroler. Sedangkan jenis polutan yang dideteksi ialah hanya gas CO₂.

Selain itu, pada sistem yang dibuat belum terkoneksi internet dan hanya menggunakan LCD sebagai penampil hasil kerja dari alat tersebut (Lahal, 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh Rizki Mulyana dengan judul “Alat Monitoring Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbasis Android” yang menggunakan dua sensor gas, yaitu sensor MQ-2 dan MQ-7 serta Arduino Uno sebagai mikrokontroler. Sedangkan untuk jenis polutan yang dideteksi ialah CO dan HC. Pada sistem yang dibuat tersebut juga belum terkoneksi internet dan hanya memanfaatkan Bluetooth sebagai media transfer data yang akan ditampilkan di *Smartphone* Android (Mulyana, 2018).

Berdasarkan dari uraian latar belakang diatas, peneliti berinisiatif melakukan penelitian sebuah sistem yang dapat membantu dalam mendeteksi dan memantau kualitas udara yang dapat diakses kapan saja dan dimana saja memanfaatkan *platform Thingspeak* dan situs web (*website*) sehingga data kualitas udara dapat diakses secara *multiplatform*. Thingspeak menyediakan layanan dengan mekanisme yang sederhana sehingga dapat dengan mudah diterapkan serta menyediakan beragam fitur untuk *platform* IoT. Sedangkan *website* dapat menyajikan fleksibilitas yang tinggi, baik dalam fleksibilitas visualisasi data, integrasi sistem, dan sebagainya. Kedua *platform* pemantauan ini juga menawarkan keunggulan dari segi biaya yang dapat dibangun secara gratis (*free*).

Penelitian tersebut akan menggunakan sensor MQ-7 dan MQ-135 yang masing-masing mampu berfungsi sebagai pendeteksi berbagai macam polutan CO dan CO₂ serta memanfaatkan WEMOS D1 Mini sebagai mikrokontroler yang dapat dihubungkan ke jaringan Wi-Fi tanpa perangkat tambahan sehingga dapat menekan *cost* (biaya rendah). Peneliti kemudian akan mengangkat judul penelitian **“RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS UDARA BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) MENGGUNAKAN THINGSPEAK DAN WEBSITE”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara perancangan sistem pemantauan kualitas udara menggunakan sensor MQ-7 dan MQ-135 dengan WEMOS D1 Mini?
2. Bagaimana cara merancang *platform* Thingspeak dan *website* untuk sistem pemantauan kualitas udara?
3. Bagaimana cara mengintegrasikan sistem pemantauan kualitas udara dengan *platform* Thingspeak dan *website*?
4. Bagaimana analisa perbandingan performansi sistem saat menggunakan Thingspeak dan *website* berdasarkan *delay* keduanya?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian tugas akhir ini ialah sebagai berikut:

1. Merancang sistem pemantauan kualitas udara dengan menggunakan sensor MQ-7 dan MQ-135 dengan WEMOS D1 Mini.
2. Merancang *platform* Thingspeak dan *website* untuk sistem pemantauan kualitas udara.
3. Mengintegrasikan sistem pemantauan kualitas udara dengan *platform* Thingspeak dan *website*.
4. Menganalisis dan membandingkan performansi sistem menggunakan Thingspeak dan *website* berdasarkan *delay* keduanya.

1.4 Signifikansi Penelitian

Signifikansi penelitian merupakan dampak dari tercapainya tujuan penelitian. Signifikansi penelitian ini secara teoretis diharapkan memberikan kontribusi dalam pengembangan alat pemantauan kualitas udara yang lebih handal kedepannya. Penelitian yang dilakukan dapat menjadi pijakan dan referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya. Dalam hal praktis, hasil penelitian diharapkan ialah dengan sistem yang dibuat yang dapat diakses oleh semua orang melalui *platform* pemantauan kapan saja dan dimana saja secara *multiplatform*, ini dapat memudahkan masyarakat dalam memantau dan menjaga kualitas udara lingkungan

sekitar. Selain itu, data terkait polutan dari sistem dapat dimanfaatkan pihak-pihak yang memiliki kebutuhan akan hal tersebut.

Penelitian yang dilakukan memiliki beberapa inovasi yang diantaranya alat dan sistem yang dibuat berbasis *Internet of Things* (IoT) yang membuatnya praktis dan efisien dalam melakukan pemantauan (*monitoring*) nilai kadar polutan karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) secara *real-time* tanpa harus berada langsung di lokasi. Selain itu, penggunaan komponen-komponen dengan harga terjangkau menjadikan alat yang dibuat memiliki biaya rendah (*low-cost*). *Platform* pemantauan juga tidak perlu mengeluarkan biaya dalam pembuatannya, dimana Thingspeak menyediakan layanan IoT secara *free*, serta membuat *website* dengan *database*-nya juga secara *free* dengan Firebase tanpa memerlukan budget tambahan untuk menyewa layanan *hosting* dan *domain*.

1.5 Batasan Masalah

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, perancangan yang dibuat dibatasi pada beberapa hal:

1. Data yang diambil berupa 2 polutan udara, yaitu karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂).
2. Sensor yang digunakan adalah sensor MQ-7 dan MQ-135.
3. Menggunakan WEMOS D1 Mini sebagai mikrokontroler untuk pusat kontrol sistem dalam membaca dan mengkalibrasi sensor dan ESP8266 yang sudah terdapat dalam modul WEMOS untuk perantara mengakses jaringan internet melalui *hotspot*/Wi-Fi.
4. Menggunakan *platform* Thingspeak dan *website* (Firebase) untuk sistem pemantauan kualitas udara.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar pembahasan yang dibuat tersusun sistematis, maka pada tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab, dimana isi masing-masing bab tersebut diuraikan secara singkat sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari beberapa sub bab yang menjelaskan tentang latar belakang masalah, tujuan penelitian, manfaat atau signifikansi penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dijelaskan landasan teori yang menunjang elemen-elemen dari penelitian yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi metode penelitian, tahapan penelitian, perancangan sistem, serta skenario pengujian sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil dan pembahasan dari penelitian yang dilakukan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil dan pembahasan yang diperoleh selama pembuatan tugas akhir serta saran yang diperlukan untuk pengembangan lebih lanjut di masa yang akan datang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udara

Udara merupakan salah satu unsur alam yang pokok bagi makhluk hidup yang ada di muka bumi terutama manusia. Tanpa udara yang bersih maka manusia akan terganggu terutama kesehatannya yang pada akhirnya dapat menyebabkan kematian. Udara adalah atmosfer yang mengelilingi bumi dan memegang peranan yang sangat penting vital untuk kehidupan di bumi. Udara tersusun dari berbagai campuran gas yang antara lain 78% nitrogen, 21% oksigen, dan 1% gas-gas lain. Dalam udara terdapat oksigen (O_2) untuk bernafas, karbon dioksida (CO_2) untuk proses fotosintesis oleh klorofil daun, dan ozon (O_3) untuk menahan sinar ultraviolet dari matahari (Nadzir, 2021).

2.2 Polusi Udara

Polusi atau pencemaran udara merupakan kehadiran satu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan, mengganggu estetika dan kenyamanan, atau merusak properti. Pencemaran udara di dalam ruangan dapat mempengaruhi kesehatan manusia sama buruknya dengan pencemaran udara di ruang terbuka (Rosa dkk., 2020).

Adapun menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Pasal 1 Ayat 49, pencemaran udara sendiri merupakan masuk atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga melampaui Baku Mutu Udara Ambien yang telah ditetapkan (PP RI No. 22, 2021).

Pencemar udara (polutan udara) dibedakan menjadi dua, yaitu pencemar primer dan pencemar sekunder. Pencemar primer ialah substansi pencemar yang ditimbulkan langsung dari sumber pencemaran udara. Karbon monoksida adalah sebuah contoh dari pencemar udara primer karena polutan ini merupakan hasil dari pembakaran. Pencemar sekunder adalah substansi pencemar yang terbentuk dari

reaksi pencemar-pencemar primer di atmosfer. Pembentukan ozon dalam smog fotokimia adalah sebuah contoh dari pencemaran udara sekunder. Berikut jenis-jenis bahan pencemar udara (polutan): karbon monoksida, nitrogen oksida, sulfur oksida, CFC, hidrokarbon, senyawa organik volatile, partikulat, radikal bebas. (Rosa dkk., 2020). Untuk karbon dioksida (CO_2) sendiri umumnya tidak dikategorikan sebagai polutan karena merupakan komponen yang secara normal berada di udara, namun kadarnya jika berlebihan dapat sangat berpengaruh ke lingkungan sehingga secara tidak langsung dapat masuk kategori polutan.

Adapun jenis polutan yang menjadi parameter yang dideteksi oleh sistem yang akan dibuat adalah karbon dioksida (CO_2) dan karbon monoksida (CO).

2.2.1 Karbon Dioksida (CO_2)

Merupakan senyawa yang terdiri dari satu unsur karbon dan dua unsur oksigen. Sumber dari CO_2 dapat berasal dari aktivitas manusia yang membahayakan seperti asap rokok, asap kendaraan, asap pabrik, dan lain-lain. Karbon dioksida bersifat mudah menguap yang dapat membahayakan pernafasan manusia dan bisa menyebabkan penyakit sakit kepala, asma, kesulitan bernafas, lemah, mengantuk, peningkatan denyut jantung, peningkatan laju pernafasan. Dalam beberapa menit saja karbon dioksida juga bisa menyebabkan gangguan penglihatan dan ketidaknyamanan secara umum dan kehilangan kesadaran. Terlebih apabila terdapat cukup oksigen untuk fiksia karena karbon dioksida, konsentrasi tinggi dapat menimbulkan efek berat melalui gangguan eliminasi normal dari tubuh (Lahal, 2021).

Peningkatan konsentrasi paparan karbon dioksida pada gejala awal dapat menimbulkan peningkatan laju dan kedalaman ventilasi. Melewati titik tertentu, dapat berbalik menjadi hipoventilasi yang menghasilkan pernafasan asidosis. Dengan konsentrasi dan durasi paparan yang cukup, asfiksia dapat menyebabkan kematian (Widodo, 2017).

Dikutip dari laman Loggerindo.com (2018) bahwa terpapar polutan CO_2 berpotensi menimbulkan beragam masalah kesehatan. Ini bisa berupa sakit kepala, pusing, gelisah, kesemutan atau perasaan jepit atau jarum, susah bernapas,

berkeringat, kelelahan, dan peningkatan denyut jantung. Tingkat karbon dioksida dan potensi masalah kesehatan ditunjukkan di bawah ini:

1. 250-350 ppm: tingkat normal dalam ruang terbuka
2. 350-1.000 ppm: tingkat yang sering ditemukan di ruang yang mempunyai pertukaran udara yang baik
3. 1.000-2.000 ppm: tingkat udara buruk ringan yang dapat menimbulkan efek mengantuk.
4. 2.000-5.000 ppm: tingkat udara buruk sedang yang dapat menimbulkan sakit kepala, kantuk, dan udara stagnan, pengap, pengap; konsentrasi yang buruk, kehilangan perhatian, peningkatan denyut jantung dan mual ringan.
5. > 5.000 ppm: tingkat udara yang sangat buruk menunjukkan kondisi udara yang tidak biasa. Toksisitas atau deprivasi oksigen bisa terjadi. Ini adalah batas tingkat udara yang diizinkan untuk eksposur tempat kerja sehari-hari.
6. > 40.000 ppm: tingkat ini sangat berbahaya karena kurangnya oksigen.

Berdasarkan tingkatan diatas kemudian peneliti akan membagi kedalam 4 kategori yang akan digunakan pada sistem yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Kategori dari tingkat kadar karbon dioksida

Rentang atau tingkatan (ppm)	Kategori
<350	Baik
350-1000	Sedang
1001-2000	Tidak Sehat
>2000	Sangat Tidak Sehat

Sumber: Loggerindo.com (2018)

2.2.2 Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida merupakan senyawa molekul kembar berwujud gas dengan ciri seperti tak berwarna, tidak berbau, dan mudah terbakar. Gas ini merupakan gas yang sangat toksik bagi pernapasan manusia. Setelah udara dihirup, CO ini berikatan dengan molekul hemoglobin pada sel darah merah, menggantikan oksigen. Karbon monoksida mengikat hemoglobin dua ratus kali lebih efektif ketimbang oksigen. Hal ini mencegah butir darah merah membawa oksigen ke jaringan tubuh. Oleh karena itu, karbon monoksida merupakan racun yang kerjanya cepat (Widodo, 2017).

Karbon monoksida terbentuk, bila senyawa yang mengandung karbon dibakar dalam udara yang mengandung sedikit oksigen (miskin oksigen). Polutan ini lazim dijumpai di jalan raya karena emisi gas buang kendaraan. Pada puncak kepadatan/kesibukan di jalan raya, karbon monoksida diudara dapat mencapai kurang lebih 100 ppm. Di USA, mobil baru harus dilengkapi dengan pengubah katalitik, yang merubah karbon monoksida toksik menjadi karbon dioksida yang tidak toksik. Karbon monoksida juga terdapat pada asap rokok. Seseorang setelah menghisap rokok, memerlukan beberapa jam untuk menggantikan karbon monoksida yang terikat pada hemoglobinnya. Pada jam sibuk, udara di jalanan mengandung karbon monoksida yang menyebabkan kepala terasa pening, atau merasa ingin muntah (Widodo, 2017).

Adapun pembagian kategori kadar karbon monoksida (CO) pada sistem akan menggunakan standar ISPU dengan kategori baik, sedang, tidak sehat, sangat tidak sehat, dan berbahaya.

2.3 Parameter Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)

Indeks Standar Pencemar Udara yang selanjutnya disingkat ISPU ialah angka tanpa satuan yang digunakan dalam menggambarkan kondisi mutu udara ambien di suatu wilayah dan berdasarkan dampaknya terhadap kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk hidup lainnya. Khusus untuk daerah rawan terdampak kebakaran hutan dan lahan, informasi ini dapat digunakan sebagai *early warning system* atau sistem peringatan dini bagi masyarakat sekitar. Dalam penyusunannya ini, ISPU bertujuan agar memberikan kemudahan dari keseragaman informasi mutu udara ambien kepada masyarakat di wilayah dan waktu tertentu serta sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan upaya-upaya pengendalian pencemaran udara baik bagi pemerintah pusat maupun pemerintah daerah (Chaniago dkk., 2020).

Indeks Standar Kualitas Udara yang saat ini resmi digunakan di Indonesia adalah Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) yang sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 14 Tahun 2020 tentang Indeks Standar Pencemar Udara. Dalam putusan ini, materi yang perlu diperhatikan terkait

pembagian kategori Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) yang dapat dilihat pada tabel 2 (Chaniago dkk., 2020).

Tabel 2 Kategori Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)

Rentang Indeks	Kategori	Penjelasan
1-50	Baik	Tingkat kualitas udara yang sangat baik, tidak memberikan efek negatif terhadap manusia, hewan, tumbuhan.
51-100	Sedang	Tingkat kualitas udara masih dapat diterima pada kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan.
101-200	Tidak Sehat	Tingkat kualitas udara yang bersifat merugikan pada manusia, hewan dan tumbuhan.
201-300	Sangat Tidak Sehat	Tingkat kualitas udara yang dapat meningkatkan resiko kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar
>300	Berbahaya	Tingkat kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan serius pada populasi dan perlu penanganan cepat.

Sumber: Chaniago dkk. (2020)

Pada tabel 2 menjelaskan rentang Indeks Standar Pencemaran Udara yang mana dibagi menjadi 5 kategori yaitu baik, sedang, tidak sehat, sangat tidak sehat dan berbahaya (dengan nilai yang berbeda di setiap kategorinya). Pada nilai indeks rentang memiliki satuan *parts per million* atau ppm.

2.4 *Internet of Things (IoT)*

Penerapan *Internet of Things (IoT)* dalam mendesain perangkat meningkat dengan cepat dengan bentuk penerapannya sudah hadir dalam berbagai aspek, seperti *monitoring*, pertanian, industri, *smart home*, *smart cities*, dan sebagainya. *Internet of Things (IoT)* sendiri ialah suatu konsep pertukaran informasi yang memiliki kemampuan untuk berkomunikasi dari beberapa perangkat dan juga dapat saling berinteraksi. Teknologi IoT membutuhkan konsumsi daya yang rendah atau masa pakai baterai yang panjang, jangkauan jarak yang jauh, kecepatan data bagus, latensi rendah dan biaya rendah. *Internet of Things (IoT)* digambarkan sebagai teknologi masa depan yang dapat diaplikasikan untuk mempermudah kehidupan di masa depan, dimana semua peralatan yang terhubung dengan jaringan internet dan

dapat digunakan untuk disambungkan dengan jaringan lokal dan global melalui sensor yang ada pada perangkat (Nadzir, 2021).

2.5 Wi-Fi

Menurut Kho (*n.d.*) sebagaimana yang dikutip dari laman teknikelektronika.com, *Wireless Fidelity* atau yang biasa disingkat dengan istilah Wi-Fi merupakan suatu teknologi komunikasi nirkabel yang memanfaatkan gelombang radio untuk menghubungkan dua perangkat atau lebih untuk dapat saling bertukar informasi. Wi-Fi pertama kali ditemukan oleh perusahaan NCR Corporation dan AT&T pada tahun 1991 untuk sistem kasir. Namun dewasa ini, penggunaan teknologi Wi-Fi ini telah merambah luas pada perangkat *mobile*, seperti *smartphone*, laptop hingga ke perangkat elektronik lainnya seperti televisi, DVD Player, kamera digital, *printer*, konsol game dan bahkan lebih luas lagi hingga ke perangkat rumah tangga lainnya seperti lampu, kulkas dan pengatur Suhu (AC).

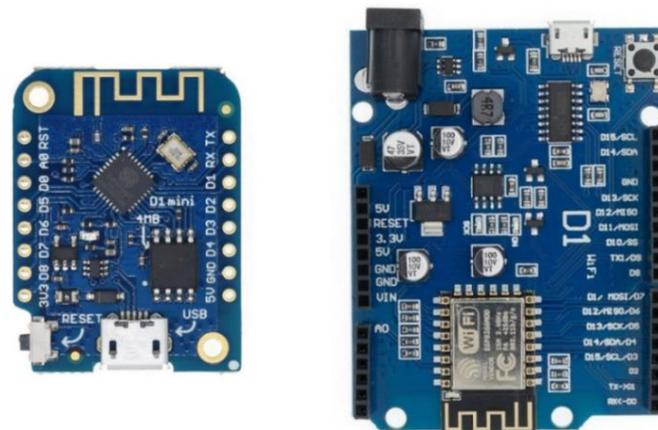
Selain itu, teknologi Wi-Fi ini juga merupakan teknologi yang berbasis pada standar IEEE 802.11. Pemegang merek dagang Wi-Fi, yaitu *Wi-Fi Alliance* mendefinisikan Wi-Fi sebagai “produk jaringan wilayah lokal nirkabel (WLAN) apapun yang didasarkan pada standar *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) 802.11”. Karena kemampuannya yang memperbolehkan Jaringan Area Lokal (*Local Area Network* atau LAN) untuk beroperasi tanpa memerlukan kabel (nirkabel), Teknologi Wi-Fi ini menjadi semakin populer dan menjadi pilihan praktis bagi sebagian besar jaringan bisnis ataupun rumah tangga.

Untuk menunjang berjalannya sistem pemantauan kualitas udara yang dibuat, maka diperlukan modul Wi-Fi untuk membantu proses transmisi data secara nirkabel (*wireless*). Pada sistem yang akan dibuat ini menggunakan modul Wi-Fi ESP8266 yang sudah terintegrasi dalam WEMOS D1 Mini.

2.6 WEMOS D1 Mini

WEMOS merupakan sebuah mikrokontroler yang dikembangkan berbasis ESP8266. Mikrokontroler ini hadir sebagai solusi dari mahalnya sebuah sistem *wireless* berbasis mikrokontroler yang ada. Dengan menggunakan WEMOS, biaya

yang dikeluarkan untuk membangun sistem mikrokontroler berbasis Wi-Fi sangat mudah dan murah dibanding biaya yang dikeluarkan apabila membangun sistem Wi-Fi dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan Wi-Fi Shield. WEMOS hadir dalam berbagai versi, diantaranya WEMOS D1 Mini dan WEMOS D1 yang mana bentuk fisik dari kedua WEMOS tersebut dapat di lihat pada gambar 1 (Anggraini, 2021).



Gambar 1 WEMOS D1 Mini sebelah kiri dan WEMOS D1 sebelah kanan

Salah satu kelebihan dari WEMOS D1 Mini ini dibanding dengan beberapa *module development board* berbasis ESP8266 lainnya ialah adanya *module shield* untuk pendukung *hardware plug and play* (Utari, 2021). WEMOS D1 Mini sendiri memiliki fungsi yang tidak jauh berbeda dengan Arduino yang fungsinya sebagai alat pengedali mikro yang bersifat *open source*, perangkat ini dapat dipakai dalam pengembangan proyek *Internet of Things* (IoT). Adapun spesifikasi WEMOS D1 Mini dapat dilihat pada tabel 3 (Anggraini, 2021).

Tabel 3 Spesifikasi WEMOS D1 Mini

Mikrokontroler	ESP8266EX
Tegangan Operasi	3.3 V
Pin Digital I/O	11
Pin Analog Input	1 (Max Input 3.2V)
Flash Memory	4 MB
Dimensi	34.2 mm x 25.6 mm
Berat	10 gr

Sumber: Anggraini (2021)

Baik WEMOS D1 Mini dan WEMOS dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan satu daya eksternal. External (non – USB) daya dapat berasal dari adaptor DC atau baterai. Adaptor ini ditancapkan pada pin 5V pada WEMOS D1

Mini. *Board* dapat beroperasi pada rentang tegangan 3,3 – 5V. Jika tegangan kurang dari 3.3V, maka WEMOS tidak akan menyala atau data akan kacau karena kurangnya konsumsi daya. Sebaliknya jika tegangan lebih dari 5V, maka WEMOS berpotensi akan terbakar dan rusak karena kelebihan tegangan (Anggraini, 2021).

Pada WEMOS ini memiliki *Clock Speed* 160Mhz, konektivitas Wi-Fi, dan memori yang digunakan cukup besar yaitu 4 MB. Dalam operasi kerjanya, WEMOS ini dapat bekerja pada rentang suhu antara 40 – 125°C. Walaupun tidak termasuk Arduino, namun pemrograman menggunakan Arduino IDE telah didukung oleh modul ini, begitupun *library* dan fungsi-fungsi lainnya. Untuk koneksi ke laptop atau ke catu daya, mikrokontroler WEMOS ini dapat menggunakan konektor micro-USB yang umum digunakan untuk kabel data *smartphone* Android (Anggraini, 2021).

2.7 Multiplexer CD74HC4067

Multiplexer atau biasa juga disebut Mux merupakan salah satu jenis komponen elektronika yang mempunyai fungsi sebagai penyelektor data yang berkerja berdasarkan *command selector switch* untuk menampilkan data yang ingin dituju. Dengan kata singkatnya *multiplexer* memiliki banyak input data 2^n contohnya 4, 8, 16, 32 input tetapi hanya memiliki beberapa buah input digital dan memiliki 1 bagian pengontrol. Melalui bagian input digital ini dapat dikehendaki data input mana yang akan ditampilkan. Salah satu contoh IC untuk *multiplexer* yakni 74HC4067. IC ini merupakan IC analog yang memiliki 16 inputan dengan 4 input data (*selector*), 1 pin SIG sebagai pengendali *selector*, dan 1 input *Enable* untuk pengaktifan (Julsam dkk., 2019).

Multiplexer CD74HC4067 ini mengontrol tegangan analog yang dapat bervariasi diseluruh rentang suplai tegangan. Modul ini merupakan saklar dua arah sehingga memungkinkan input analog untuk digunakan sebagai output maupun sebaliknya (Texas Instruments, 2003). Adapun tabel kebenaran Multiplexer CD74HC4067 dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Tabel kebenaran Multiplexer CD74HC4067

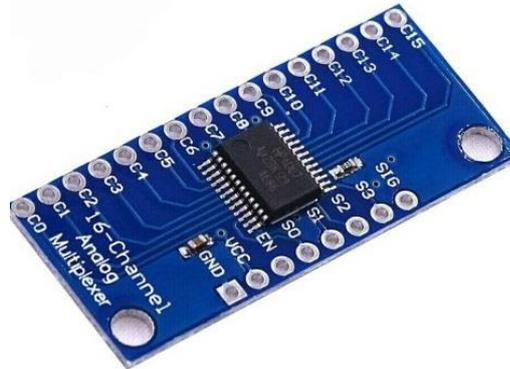
S0	S1	S2	S3	EN	Selected Channel
X	X	X	X	1	None
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	2
1	1	0	0	0	3
0	0	1	0	0	4
1	0	1	0	0	5
0	1	1	0	0	6
1	1	1	0	0	7
0	0	0	1	0	8
1	0	0	1	0	9
0	1	0	1	0	10
1	1	0	1	0	11
0	0	1	1	0	12
1	0	1	1	0	13
0	1	1	1	0	14
1	1	1	1	0	15

Sumber: Texas Instruments (2003)

Selain memiliki fungsi utama sebagai penyelektor data, modul Multiplexer CD74HC4067 juga digunakan untuk menambah input analog pada *board* ESP8266 yang hanya memiliki satu pin untuk input analog (A0), seperti pada WEMOS D1 Mini (Julsam dkk., 2019).

Adapun spesifikasi dari modul Multiplexer CD74HC4067 adalah sebagai berikut: (Utari, 2021)

1. Tegangan kerja: 3V – 18V
2. Pin input: 16 (C0 hingga C15)
3. Pin data selector: 4 (S0, S1, S2, S3)
4. Pin SIG: 1
5. Pin Enable: 1
6. HC Type High CMOS Level



Gambar 2 Modul Multiplexer CD74HC4067

2.8 Sensor MQ-7

Sensor MQ-7 ialah sensor gas yang digunakan dalam peralatan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dalam kehidupan sehari-hari, industri, atau mobil. Fitur dari sensor gas MQ-7 ini adalah mempunyai sensitivitas yang tinggi terhadap karbon monoksida (CO), stabil, dan berumur panjang (Muchidin, 2019). Penyesuaian sensitivitas sangat diperlukan pada sensor ini sehingga diperlukan pengkalibrasian (Rosa dkk., 2020).

2.8.1 Cara kerja sensor

Sensor disusun oleh mikro Al_2O_3 tabung keramik, tin dioksida (SnO_2) lapisan sensitif, elektroda pengukuran dan pemanas adalah tetap menjadi kerak yang dibuat oleh plastik dan *stainless steel* bersih. Pemanas menyediakan kondisi kerja yang diperlukan untuk pekerjaan komponen sensitif. MQ-7 dibuat dengan 6 pin, 4 pin yang digunakan untuk mengambil sinyal, dan 2 pin lainnya digunakan untuk menyediakan arus pemanasan (Muchidin, 2019). Ketika sensor mendeteksi gas karbon monoksida maka resistansi elektrik sensor akan menurun. Didalam sensor mempunyai suatu penyerap keramik yang berfungsi dalam melindungi dari debu atau gas yang tidak diketahui. *Heater* atau pemanas pada sensor ini berfungsi sebagai pemicu sensor untuk dapat mendeteksi target gas yang diharapkan setelah diberikan tegangan kerjanya (Manurung, 2018).

2.8.2 Spesifikasi sensor

Adapun spesifikasi standar kerja dan gambar fisik dari sensor MQ-7 masing-masing dapat dilihat pada tabel 5 dan gambar 3.

Tabel 5 Spesifikasi standar kerja sensor MQ-7

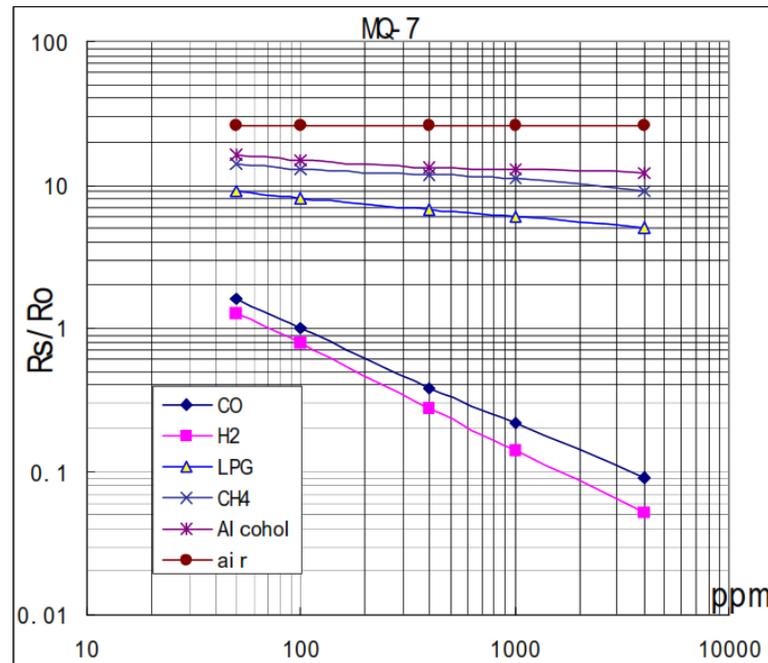
Parameter	Kondisi teknis	Keterangan
<i>Circuit voltage</i>	$5V \pm 0,1$	AC atau DC
<i>Heating voltage</i>	$5V \pm 0,1$	AC atau DC
<i>Load resistance</i>	Bisa menyesuaikan	
<i>Heater resistance</i>	$33 \Omega \pm 5\%$	Suhu ruangan
<i>Heating consumption</i>	sekitar 350 mW	
Jangkauan pengukuran	20-2000 ppm karbon monoksida	



Gambar 3 Sensor MQ-7

2.8.3 Kalibrasi sensor

Output dari sensor MQ-7 masih berupa *raw value* sensor yang belum menunjukkan nilai dalam satuan ppm atau “*part per million*” (satuan suatu gas). Ppm juga dinyatakan sebagai miligram per liter (mg/l). Untuk dapat diolah untuk diubah menjadi satuan ppm diperlukan kalibrasi. Kalibrasi sendiri merupakan proses penyesuaian nilai keluaran agar sesuai dengan standar atau tolak ukur. Cara kalibrasi untuk sensor ini adalah dengan menggunakan grafik dari *datasheet* sensor dan beberapa persamaan (Raj, 2018).



Gambar 4 Grafik karakteristik sensitivitas dari *datasheet* sensor MQ-7

Persiapan yang diperlukan ialah mengganti *resistor load* (R_L) sebab beberapa modul sensor menggunakan R_L pabrikan, yaitu $1K \Omega$ yang berdasarkan *datasheet* itu kurang tepat. Menurut *datasheet*, R_L untuk sensor MQ-7 ialah $10K \Omega$ atau $5-47K \Omega$ (Raj, 2018).

Untuk melakukan kalibrasi perlu mencari nilai R_s dan nilai R_o karena akan dilakukan perbandingan hasil dari output sensor dengan grafik yang terdapat pada gambar 4. Untuk mendapat R_s dapat dicari menggunakan persamaan 1 (Raj, 2018).

$$R_s = \left(\frac{V_c}{V_{R_L}} - 1 \right) \times R_L \quad (1)$$

Keterangan:

- R_s = Resistansi Sensor
- V_c = Tegangan Input
- R_L = Nilai *resistor load*
- V_{R_L} = Tegangan pada R_L

Untuk mencari nilai R_o atau R_0 menggunakan persamaan:

$$R_o = \frac{R_s}{R_s/R_o} \quad (2)$$

Keterangan:

Ro = Nilai resistansi sensor pada kondisi udara bersih

Rs = Resistenasi sensor

Rs/Ro = Rasio pada udara bersih

Untuk mendapatkan nilai R0, sebelumnya dilakukan pre-heat selama 24-48 jam sesuai *datasheet* sensor. Setelah R0 dari MQ-7 diketahui, tahapan selanjutnya ialah mencari masing-masing nilai m dan b dari CO berdasarkan grafik dari sensor MQ-7. Untuk memperoleh nilai m, digunakan persamaan berikut:

$$m = \frac{\log(y2) - \log(y1)}{\log(x2) - \log(x1)} \quad (3)$$

Sedangkan untuk mencari nilai b digunakan persamaan berikut:

$$b = \log(y) - m \times \log(x) \quad (4)$$

Setelah masing-masing dari nilai m dan b diketahui, maka selanjutnya adalah mencari nilai ppm dengan menggunakan rumus berikut:

$$ppm = 10 \left(\frac{\log(Rs/Ro) - b}{m} \right) \quad (5)$$

Keterangan:

ppm = Nilai dalam satuan udara atau gas

Rs/Ro = Rasio pada udara bersih

b = Titik persimpangan

m = Kemiringan garis pada grafik

2.9 Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 ialah salah satu sensor MQ yang mampu mendeteksi beragam gas, mulai dari karbon dioksida (CO₂), natrium dioksida (NO_x), amonia (NH₃), benzene (C₆H₆), alkohol atau ethanol (C₂H₅OH), dan gas berbahaya lainnya (Muchidin, 2019). Penyesuaian sensitivitas sensor ditentukan oleh nilai resistansi dari MQ-135 yang berbeda-beda untuk berbagai konsentrasi gas-gas. Sehingga ketika menggunakan komponen ini, penyesuaian sensitivitas sangat diperlukan (Rosa dkk., 2020).

2.9.1 Cara kerja sensor

Cara kerja kerja sensor ini tak berbeda jauh dengan cara kerja sensor MQ lainnya. Sensor ini melaporkan hasil pendeteksian kualitas udara dan hasil resensinya analog di pin outputnya. Cara kerja dari sensor MQ-135 ini ialah dengan menampilkan data dari analog yang terbaca dari tegangan output pada saat serangan gas pencemaran tersebut terjadi. Pada saat semi konduktor SnO₂ yang diberi tegangan yang panas, jika terjadi gas pencemaran maka akan terjadi perpindahan energi serta pergerakan sehingga mempunyai nilai output yang berbeda dengan hasil input (Lahal, 2021).

2.9.2 Spesifikasi sensor

Adapun spesifikasi standar kerja dan gambar fisik dari sensor MQ-135 masing-masing dapat dilihat pada tabel 6 dan gambar 5.

Tabel 6 Spesifikasi standar kerja sensor MQ-135

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>	33 Ω ± 5%	Suhu ruangan
<i>Heating Consumption</i>	< 500 mW	
Jangkauan Pengukuran	10-300 ppm ammonia, 10-1000 ppm benzol	



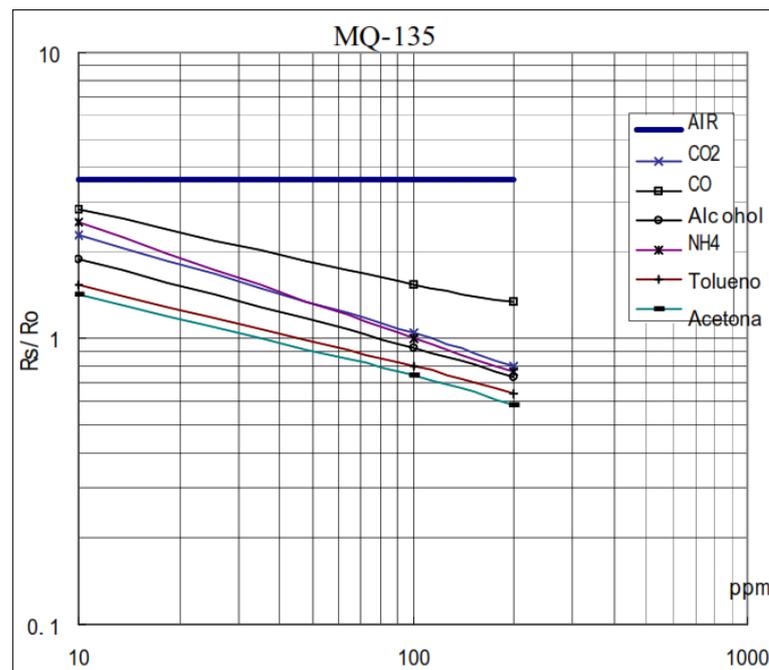
Gambar 5 Sensor MQ-135

2.9.3 Kalibrasi sensor

Serupa dengan sensor MQ lainnya, *output* dari sensor MQ-135 juga masih berupa *raw value* sensor yang belum menunjukkan nilai dalam satuan ppm atau “*part per million*” (satuan suatu gas). Untuk dapat diolah untuk diubah menjadi

satuan ppm juga diperlukan kalibrasi. Cara kalibrasi untuk sensor ini adalah dengan menggunakan grafik dari *datasheet* sensor dan beberapa persamaan (Raj, 2018).

Persiapan yang diperlukan ialah mengganti *resistor load* (R_L) sebab beberapa modul sensor menggunakan R_L pabrikan, yaitu $1K \Omega$ yang berdasarkan *datasheet* itu kurang tepat. Menurut *datasheet*, R_L untuk sensor MQ-135 ialah $20K \Omega$ atau $10-47K \Omega$.



Gambar 6 Grafik karakteristik sensitivitas dari *datasheet* sensor MQ-135

Pada gambar 6 digunakan untuk pengkalibrasian sensor MQ-135 dalam mengubah *output* sensor menjadi nilai dalam satuan ppm. Dalam gambar tersebut dapat dilihat bahwa ini menunjukkan sebuah *power function* yang sebagaimana berikut: (Gironi, 2017)

$$y = a \times x^b \quad (6)$$

Sehingga untuk mencari kadar ppm dapat menggunakan persamaan:

$$ppm = a \times (Rs/Ro)^b \quad (7)$$

Dengan menggunakan *power regression*, selanjutnya dapat diperoleh *scaling factor* (a), dan *exponent* (b), untuk gas yang ingin diukur.

Jadi, jika kita ingin mengkalibrasi sebuah sensor, kita hanya perlu mengetahui jumlah gas tertentu, kemudian kita dapat membaca nilai keluaran resistansi dari

sensor (R_s), dan kita dapat menghitung nilai R_o yang telah dikalibrasi. Untuk membaca nilai keluaran dari sensor (R_s) digunakan persamaan berikut:

$$R_s = ((1024.0 \times R_L) / \text{adcraw}) - R_L \quad (8)$$

Keterangan:

R_s = Resistansi Sensor

R_L = Nilai *resistor load*

adcraw = Nilai mentah/*raw* hasil pembacaan sensor

Sedangkan untuk menghitung nilai R_o yang dapat langsung dimasukkan kedalam pemrograman komputer ialah sebagai berikut:

$$R_o = R_s \times (a/ppm, b) = R_s \times \exp(\ln(a/ppm)/b) \quad (9)$$

Keterangan:

R_o = Nilai resistansi sensor pada kadar gas yang diketahui

ppm = Nilai dalam satuan udara atau gas

a = Nilai *scaling factor*

b = Nilai *exponent*

R_s = Resistansi Sensor

R_L = Nilai *resistor load*

Selain itu, sebelum mengkalibrasi sensor dan mencari nilai R_o , diperlukan *pre-heating* seperti sensor MQ untuk seri lainnya. Menurut *datasheet*, *pre-heating* untuk sensor MQ-135 dilakukan 24 jam.

2.10 WebPlotDigitizer

Seringkali diperlukan dalam merekayasa balik gambar visualisasi data untuk mengekstrak data numerik yang mendasar. WebPlotDigitizer ialah alat semi-otomatis yang membuat proses pengekstrakan menjadi sangat mudah, dengan kelebihan seperti berikut: (Rohatgi, 2022)

1. Bekerja dengan berbagai grafik (XY, bar, polar, ternary, map dan sebagainya).
2. Algoritma ekstraksi otomatis memudahkan untuk mengekstrak sejumlah besar titik data.
3. Gratis untuk digunakan, *open-source* dan *cross-platform* (web dan desktop).
4. Telah digunakan dalam ratusan karya yang diterbitkan oleh ribuan pengguna

5. Berguna untuk mengukur jarak atau sudut antara berbagai fitur.

Tools ini digunakan dalam membaca nilai pada titik yang terdapat pada grafik *datasheet* sensor MQ yang digunakan.

2.11 Buzzer

Buzzer merupakan merupakan komponen elektronika yang berfungsi mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Prinsip kerja *buzzer* pada dasarnya hampir sama dengan *loud speaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik kedalam atau keluar tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara (Asvian, 2019). Alat pada sistem yang dibuat akan menggunakan *buzzer* sebagai alarm ketika mendeteksi kadar polutan sesuai ambang kadar yang ditentukan (kadar polutan dalam kategori tidak sehat, sangat tidak sehat, dan berbahaya). Adapun gambar fisik dari *buzzer* dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 *Buzzer*

2.12 Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Cristal Display atau biasa disingkat dengan LCD merupakan sebuah display dot matrik yang difungsikan untuk menampilkan tulisan berupa angka atau huruf sesuai dengan yang diinginkan (sesuai dengan program yang digunakan untuk mengontrolnya) (Nasution, 2019). Pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan LCD dot matrix dengan 20 x 4 (20 kolom dan baris).



Gambar 8 LCD 20x4

LCD sebagaimana output yang dapat menampilkan tulisan sehingga lebih mudah dimengerti, dibanding jika menggunakan LED saja, dalam modul ini menggunakan LCD *character* untuk menampilkan tulisan atau karakter saja. Tampilan LCD terdiri dari dua bagian, yaitu bagian panel LCD yang terdiri dari banyak titik. LCD dan sebuah Arduino yang menempel dipanel dan berfungsi mengatur titik-titik LCD tadi menjadikan huruf atau angka yang terbaca (Nasution, 2019).

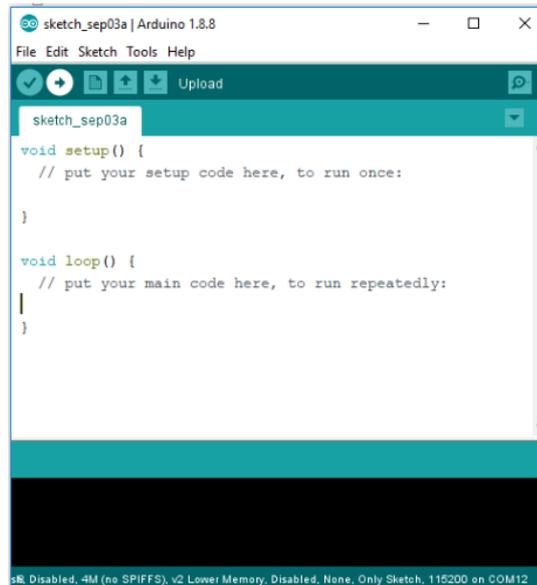
Huruf atau angka yang akan ditampilkan dikirim ke LCD dalam bentuk kode ASCII, kode ASCII ini diterima dan diolah oleh Arduino didalam LCD menjadi titik-titik LCD yang terbaca sebagai huruf atau angka. Dengan demikian tugas Arduino pemakai tampilan LCD hanya mengirimkan kode-kode ASCII untuk ditampilkan (Nasution, 2019).

2.13 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk memprogram di Arduino ataupun board sejenis yang *compatible*. Arduino IDE ini berguna sebagai *text editor* untuk membuat, mengedit, dan juga mevalidasi kode program. bisa juga digunakan untuk meng-*upload* ke board Arduino. Kode program yang digunakan pada Arduino disebut dengan istilah Arduino "*sketch*" atau disebut juga *source code* Arduino, dengan ekstensi file *source code* .ino (Asvian, 2019).

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 ini dikembangkan dari

software processing yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino (Asvian, 2019).

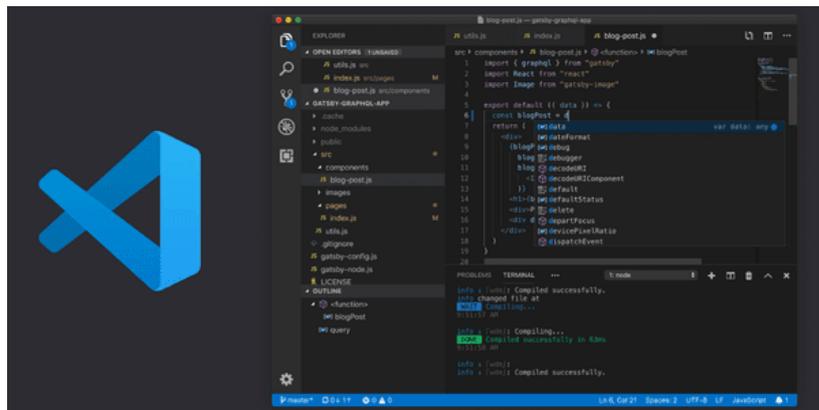


Gambar 9 Tampilan *software* Arduino IDE

Kode program Arduino biasa disebut *sketch* dan dibuat menggunakan bahasa pemrograman C. Program atau *sketch* yang sudah selesai ditulis di Arduino IDE bisa langsung di-*compile* dan di-*upload* ke WEMOS Board (Asvian, 2019).

2.14 Visual Code Studio

Visual Studio Code atau biasa disingkat VS Code ialah *software* teks editor ringan dan handal milik Microsoft. Visual Studio Code tersedia secara *multiplatform*, yang berarti *software* ini dapat digunakan pada berbagai versi sistem operasi seperti Linux, Windows, dan Mac. Teks editor ini mendukung beragam bahasa pemrograman seperti JavaScript, Node.js, Typescript, serta bahasa pemrograman lain menggunakan pertolongan plugin yang bisa disetel pada via *marketplace* Visual Studio Code (seperti C++, C#, Java, Python, Go, dan sebagainya). Visual Studio Code memiliki sifat *open source*, dimana *source code*-nya dapat dilihat serta kita bisa ambil bagian sebagai pengembangnya (Abdillah, 2021).



Gambar 10 Software Visual Code Studio

2.15 Thingspeak

Thingspeak merupakan sebuah *platform* yang menyediakan layanan untuk pengaplikasian *Internet of Things* (IoT). Thingspeak merupakan layanan yang berisi aplikasi dan API yang bersifat *open-source* untuk menyimpan maupun mengambil data dari berbagai perangkat yang menggunakan *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) melalui internet atau melalui *Local Area Network* (LAN) (Nadzir, 2021).



Gambar 11 Tampilan utama website Thingspeak

Dengan Thingspeak, seseorang bisa menggunakan pembaruan status untuk membuat aplikasi *logging* sensor, aplikasi pelacakan lokasi, dan jejaring sosial dari apa pun yang bisa tersambung ke internet. *Platform* Thingspeak IoT menyajikan aplikasi untuk menganalisis dan memvisualisasikan data. Data sensor dapat dikirim ke Thingspeak menggunakan Arduino, ESP, Raspberry Pi, BeagleBone Black ataupun perangkat keras lainnya (Nadzir, 2021).

Pada Thingspeak, data disimpan pada saluran atau yang disebut juga dengan *channel*. Setiap *channel* memungkinkan untuk menyimpan sampai dengan delapan bidang data yang masing-masing menggunakan 255 karakter alfanumerik. Untuk dapat meng-*upload* ataupun mengakses data pada Thingspeak melalui internet digunakan API dan saluran yang disediakan oleh Thingspeak. API Key adalah sebuah kode rahasia string alfanumerik unik yang dibuat secara acak digunakan untuk otentikasi. “Write API Key” digunakan untuk meng-*upload* pembacaan data dari sebuah perangkat ke Thingspeak. Sedangkan “Read API Key” digunakan untuk mengakses data yang sudah tersimpan pada ThingSpeak (Zikri, 2020).

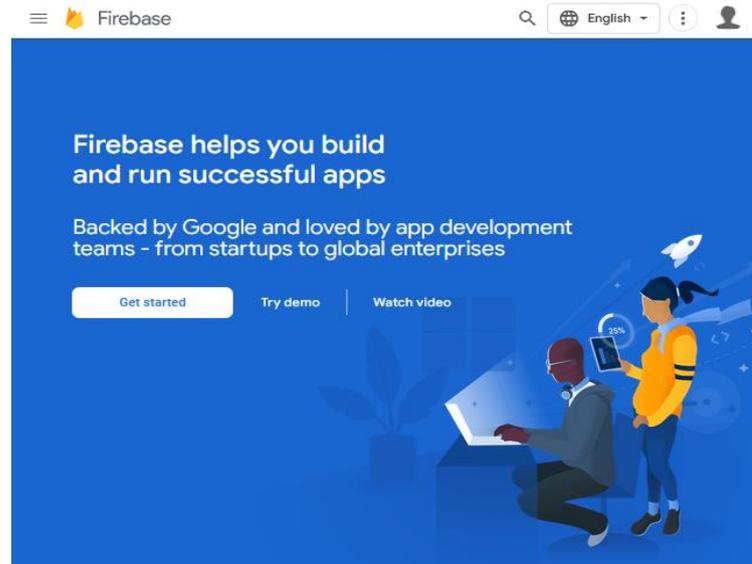
2.16 Website

Website atau situs web merupakan kumpulan halaman yang menampilkan informasi data teks, gambar diam maupun gambar gerak, suara, animasi, video dan gabungan dari semuanya baik yang bersifat statis maupun dinamis yang membentuk suatu rangkaian bangunan yang saling terkait dimana masing-masing dihubungkan dengan jaringan-jaringan halaman. Hal inilah alasan yang menjadikan *website* sebagai media informasi yang paling tepat, akurat, dan cepat untuk digunakan sebab setiap informasi pada *website* dapat disampaikan dengan jelas dan saling mendukung satu sama lain agar penjelasan informasinya dapat dipahami dengan mudah, seperti mendeskripsikan suatu hal melalui teks lalu bisa diperkuat dengan menambahkan gambar ataupun video (Andriyan dkk., 2020).

2.17 Firebase

Firebase merupakan layanan infrastruktur jenis *backend-as-a-service* (BaaS) yang diakuisisi oleh Google pada 2014 silam. Firebase mempunyai sejumlah fitur. mulai *Analytics, Cloud Messaging, Authentication, Realtime Database, Storage, Hosting, Test Lab, Crash Reporting, Notifications, Remote Config, App Indexing, Dynamic Links, Invites, AdWords, dan Ad Mob*. Fitur-fitur tersebut dikemas dalam sebuah SDK Firebase tunggal sehingga dengan kemudahan yang ditawarkan, *developer* dapat fokus untuk memecahkan masalah *costumer* melalui *software/aplikasi* yang dibuatnya dan tidak memerlukan banyak waktu dalam

membangun infrastruktur yang kompleks (Asvian, 2019). Pada penelitian yang dilakukan akan digunakan memanfaatkan beberapa fitur dari Firebase, yakni fitur *Realtime Database* dan *Hosting* dalam pembuatan situs web (*website*).



Gambar 12 Tampilan utama *website* Firebase

2.16.1 Realtime Database

Fitur Realtime Database pada Firebase merupakan *database* yang di-*host* di *cloud* tempat data disimpan sebagai JSON dan disinkronkan secara *realtime* ke setiap klien yang terhubung. Ketika membuat aplikasi lintas-*platform* dengan SDK Android, iOS, dan JavaScript, semua *client* akan berbagi sebuah *instance Realtime Database* dan menerima pembaruan data terbaru secara otomatis. *Realtime Database* adalah *database* NoSQL, sehingga memiliki pengoptimalan dan fungsionalitas yang berbeda dengan *database* terkait. API Realtime Database dirancang agar hanya mengizinkan operasi yang dapat dijalankan dengan cepat. Hal ini memungkinkan untuk membangun pengalaman *real-time* yang luar biasa dan dapat melayani pengguna dalam skala besar tanpa mengorbankan kemampuan respon (Ghazali, 2018).

2.16.2 Hosting

Layanan Hosting dari Firebase membantu dalam melakukan *hosting* statis secara cepat dan aman untuk aplikasi web. Firebase Hosting adalah layanan *hosting*

konten web yang berkelas produksi untuk pengembang. Dengan menggunakan *hosting* dari Firebase, seseorang dapat menerapkan aplikasi web dan konten statis ke jaringan pengiriman konten global atau *Content Delivery Network* (CDN) global dengan cepat dan mudah, hanya dengan menggunakan perintah sederhana yang disediakan oleh Firebase (Ghazali, 2018).