

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam penyusunan laporan skripsi ini, agar dapat memahami sistem yang akan dibuat dan lebih mendalami mengenai konsep yang akan dirancang, penulis akan memaparkan tentang teori – teori utama yang digunakan sebagai referensi ketika membangun sistem pemantauan kualitas udara didalam ruangan berbasis Internet Of Things (IOT).

2.2 Kualitas Udara

Indikator tertentu diperlukan untuk mengukur tingkat polusi udara dalam penilaian kualitas udara. Alat pemantau kualitas udara yang ditempatkan secara strategis di berbagai tempat dapat digunakan untuk mengukur parameter ini. Selain parameter konsentrasi, kualitas udara dapat diukur dengan indikator yang menggabungkan nilai berbagai parameter. ISPU (Indeks Standar Pencemaran Kekaisaran) dan AQI (Indeks Kualitas Udara) adalah dua indikator yang umum digunakan untuk tujuan ini..

Saat ini Indonesia telah mempunyai nilai standar kualitas udara. Dengan kata lain, standar indeks kualitas udara yang digunakan di Indonesia adalah ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara). Sesuai Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor: P 14./MENLHK/SETJEN/KUM.1/7/2020 Indeks Baku Pencemaran Udara. Informasi yang digunakan untuk menginformasikan keputusan ini adalah sebagai berikut. Penting untuk memberikan masyarakat

ketersediaan dan konsistensi informasi kualitas udara di setiap tempat dan waktu, dan memastikan bahwa faktor-faktor berikut diperhitungkan dalam pengelolaan indeks standar pencemaran udara.

ISPU	Pencemaran Udara Level	Dampak kesehatan
0 - 50	Baik	tidak memberikan dampak bagi kesehatan manusia atau hewan.
51 - 100	Sedang	tidak berpengaruh pada kesehatan manusia ataupun 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 - 500	Berbahaya	kualitas udara berbahaya yang secara umum dapat merugikan kesehatan yang serius pada populasi (misalnya iritasi mata, batuk, dahak dan sakit tenggorokan).

Gambar 2.1 ISPU (Indeks Standar Pencemar Udara)

Pada gambar 2.1 menjelaskan bahwa ukuran parameter dari pencemaran ambien udara memang ada, dan sudah resmi di Indonesia.

Adapun batas Indeks Pencemar Udara seperti pada gambar 2.2 ini :

ISPU	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	CO	O ₃	NO ₂	HC
50	50	15,5	80	4000	120	80	45
100	150	55,4	365	8000	235	200	100
200	350	150,4	800	15000	400	1130	215
300	420	250,4	1600	30000	800	2260	432
>300	500	500	2100	45000	1000	3000	648

Gambar 2.2 Batas Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)

2.3 Logika Fuzzy

Menurut (Sutojo, 2011), Prof. Lotfi Astor Zadeh pertama kali menggunakan logika fuzzy pada tahun 1962. Metodologi ini adalah metode pemecahan masalah sistem kontrol yang dapat diterapkan pada berbagai jenis sistem, seperti jaringan komputer, sistem multi saluran, sistem tertanam (embedded system), sistem sederhana dan kecil, dan workstation yang berbasis akuisisi data dan sistem kontrol..

2.3.1 Himpunan Fuzzy

Menurut (Frans Susilo, 2006), kumpulan atau koleksi objek-objek yang memiliki karakteristik yang sama disebut kolektif. Dalam matematika, konsep himpunan berkembang menjadi himpunan fuzzy. Himpunan fuzzy mencakup kumpulan nilai dengan derajat keanggotaan antara 0 dan 1.. Himpunan fuzzy \tilde{A} dalam semesta pembicaraan U dinyatakan melalui fungsi keanggotaan $\mu_{\tilde{A}}$, yang nilainya berada dalam interval $[0,1]$, dan dapat dinyatakan sebagai:

$$\mu_{\tilde{A}} : U \rightarrow [0,1]$$

Himpunan fuzzy \tilde{A} dalam ruang pembicaraan U biasanya dinyatakan sebagai sekumpulan pasangan elemen u (u adalah anggota U) dan derajat keanggotaannya. Hal ini dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\tilde{A} = \{(u, \mu_{\tilde{A}}(u)) \mid u \in U\}$$

Berikut beberapa konsep dasar yang perlu dipahami mengenai himpunan fuzzy:

1. Variabel Fuzzy

Variabel fuzzy adalah simbol atau istilah yang mengacu pada sesuatu yang tidak pasti dalam sistem fuzzy.

2. Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy adalah kumpulan variabel fuzzy yang menunjukkan kondisi atau keadaan tertentu. Himpunan fuzzy memiliki dua fitur :

- a. Linguistik: Penamaan suatu grup berdasarkan kondisi atau keadaan tertentu menggunakan bahasa, seperti Muda, Parubaya, Tua.
- b. Numeris: Nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, seperti 5, 10, 15, dan sebagainya.

3. ★ Semesta Pembicaraan

Keseluruhan nilai yang dapat dioperasikan oleh variabel fuzzy disebut "semesta pembicaraan".

4. Domain

Nilai keseluruhan yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan dapat beroperasi dalam himpunan fuzzy dikenal sebagai domain himpunan fuzzy. Sebuah contoh domain himpunan fuzzy adalah semesta $X = [0, 175]$:

- a. Himpunan fuzzy Muda = $[0, 45]$, artinya seseorang dapat dikatakan Muda jika umurnya antara 0 hingga 45 tahun.
- b. Himpunan fuzzy Parobaya = $[35, 65]$, artinya seseorang

dapat dikatakan Parubaya jika umurnya antara 35 hingga 65 tahun.

- c. Himpunan fuzzy Tua = [65, 175], artinya seseorang dapat dikatakan Tua jika umurnya antara 65 hingga 175 tahun.

2.3.2 Fungsi Keanggotaan

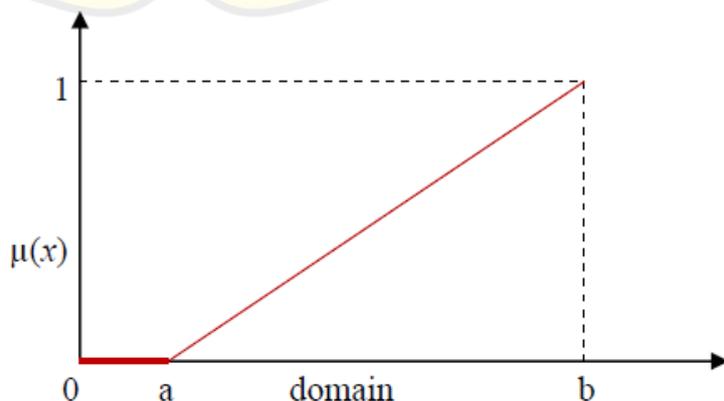
Fungsi keanggotaan adalah kurva yang memetakan titik data yang ditambahkan ke nilai keanggotaan dengan rentang antara 0 hingga 1. Beberapa fungsi yang dapat digunakan antara lain:

1. Representasi Linear

Dalam representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaan digambarkan sebagai garis lurus. Ini adalah bentuk yang paling sederhana dan cocok untuk mendekati konsep yang kurang jelas.

Ada duakeadaan himpunan fuzzy yang linear:

- A. Representasi linear naik, di mana peningkatan himpunan dimulaidari nilai domain dengan nilai keanggotaan nol [0] dan bergerak ke kanan menuju nilai domain dengan derajat keanggotaan yang lebih tinggi. Seperti pada gambar 2.3 dibawah ini:

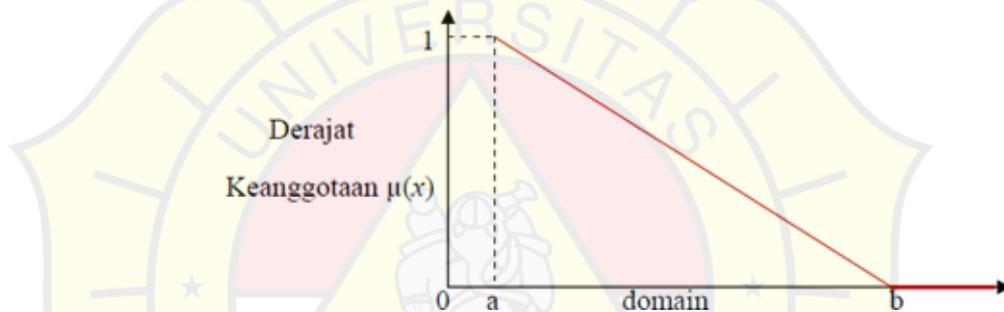


Gambar 2.3 Representasi Nilai Naik

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & ; \quad a < x \leq b \end{cases}$$

- B. Representasi linear turun adalah garis lurus yang dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi di sisi kiri, kemudian menurun menuju nilai domain dengan derajat keanggotaan yang lebih rendah. Seperti pada gambar 2.4 dibawah ini:



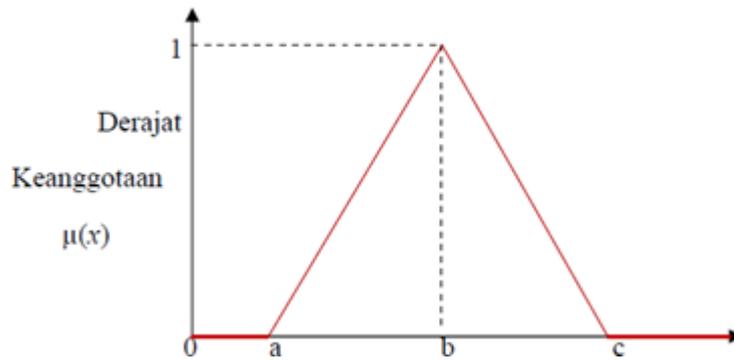
Gambar 2.4 Representasi Linear Turun

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{(b-x)}{(b-a)} & ; \quad a \leq x < b \\ 0 & ; \quad x \geq b \end{cases}$$

2. Representasi Kurva Segitiga

Gambar kurva segitiga pada dasarnya terdiri dari kombinasi dari dua representasi linear naik dan turun. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.5 dibawah ini :



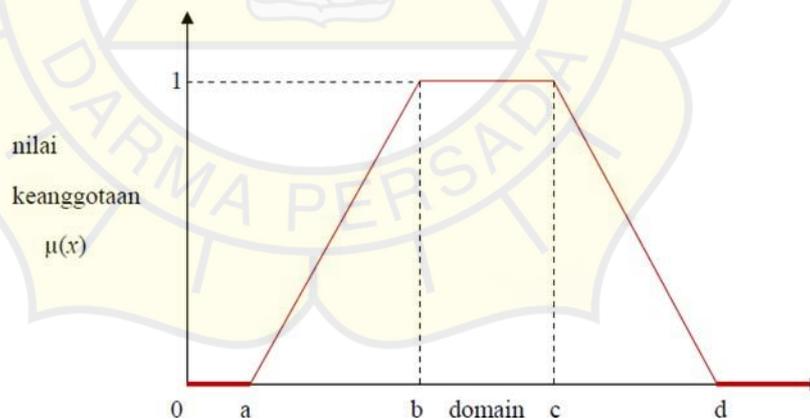
Gambar 2.5 Representasi Kurva Segitiga

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \text{ dan } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a} & ; a < x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & ; b < x < c \end{cases}$$

3. Representasi Kurva Trapesium

Representasi kurva trapesium pada dasarnya mirip dengan bentuk kurva segitiga, tetapi memiliki beberapa titik dengan nilai keanggotaan 1 (satu). Seperti pada gambar 2.6 dibawah ini :



Gambar 2.6 Representasi Kurva Trapesium

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 ; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a} ; & a < x \leq b \\ 1 ; & b < x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} ; & c < x < d \end{cases}$$

2.3.3 Sistem Inferensi Fuzzy

Sistem inferensi fuzzy (FIS) adalah sistem komputasi yang bergantung pada prinsip penalaran fuzzy, mirip dengan cara manusia berpikir. Ini adalah salah satu aplikasi logika fuzzy yang paling populer saat ini menggunakan naluri untuk mengambil keputusan. Contohnya termasuk produksi barang, sistem pendukung keputusan, klasifikasi data, sistem pakar, pengenalan pola, robotika, dan sebagainya.

Subbagian ini akan membahas salah satu proses tersebut, penentuan produksi produk. Sistem inferensi fuzzy pada dasarnya terdiri dari empat bagian, Sistem ini menggunakan aturan inferensi yang berasal dari logika fuzzy untuk membuat keputusan melalui proses tertentu :

1. 1. Unit fuzzifikasi (fuzzifikasi)
2. Unit penalaran logika fuzzy, juga disebut sebagai unit penalaran logika fuzzy.
3. Unit pengetahuan dasar, yang terdiri dari dua bagian :
 - A. Basis data, yang berisi fungsi-fungsi keanggotaan himpunan fuzzy yang terkait dengan nilai variabel linguistik yang digunakan
 - B. Basis aturan, yang menyimpan aturan dalam bentuk implikasi fuzzy.
4. Unit defuzzifikasi (defuzzification unit / unit penegasan)

Unit fuzzifikasi dalam sistem inferensi fuzzy mengubah nilai-

nilai masukan tegas menjadi nilai fuzzy yang sesuai. Hasil difuzzifikasi ini kemudian diproses oleh unit penalaran, yang, dengan bantuan unit basis pengetahuan, menghasilkan himpunan (himpunan-himpunan) fuzzy sebagai outputnya. Unit defuzzifikasi kemudian melakukan langkah terakhir, menerjemahkan himpunan (himpunan-himpunan) fuzzy menjadi himpunan. Hasilnya menjadi nilai-nilai yang jelas. Nilai-nilai ini kemudian direalisasikan dalam bentuk tindakan yang dilakukan selama proses. Langkah - Langkah ini terorganisir dengan baik dan dapat dilihat pada gambar 2.7 dibawah ini :



Gambar 2.7 Struktur dasar suatu sistem inferensi fuzzy

2.3.4 Metode Fuzzy Mamdani

Metode Mamdani pertama kali digunakan untuk mengontrol mesin uap dan boiler pada tahun 1975. Metode ini menggabungkan aturan kontrol linguistik dari operator berpengalaman. Sistem inferensi fuzzy dengan metode Mamdani dikenal juga sebagai metode Max-Min. Untuk menghasilkan output,

ada empat langkah yang perlu dilakukan:

1. Pembentukan Himpunan Fuzzy

Dianalisis dan ditetapkan semua variabel proses. Fungsi fuzzifikasi yang tepat dipilih untuk setiap variabel yang dimasukkan. Variabel input dan output dalam metode Mamdani dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.

2. Penerapan Fungsi Implikasi

Aturan-aturan fuzzy disusun sebagai basis aturan yang menghubungkan kombinasi variabel input dan variabel output. Metode Mamdani menggunakan fungsi Min untuk implikasi. Bentuk umum dari aturan tersebut adalah:

Jika a adalah A_j dan b adalah B_j , maka c adalah C_j

Di mana A_j , B_j , dan C_j adalah himpunan fuzzy yang berisi nilai linguistik masing-masing variabel input. Jumlah aturan ditentukan oleh jumlah nilai linguistik yang ada untuk masing-masing variabel input.

3. Komposisi Aturan

Inferensi berasal dari penggabungan dan korelasi antara aturan dalam sistem. Inferensi sistem fuzzy memiliki tiga cara :

- Metode Max (Maximum)

Nilai maksimum dari aturan yang ada dipilih untuk mendapatkan hasil himpunan fuzzy. Nilai maksimum ini mengubah area fuzzy dan diterapkan pada output dengan menggunakan operator "OR". Setelah semua proposisi dievaluasi,

hasilnya adalah himpunan yang tidak jelas yang menunjukkan kontribusi dari setiap proposisi.

$$\mu(x_i) = \max(\mu_{sf}(x_i), \mu_{kf}(x_i))$$

dengan:

$\mu_{sf}(x_i)$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i

$\mu_{kf}(x_i)$ = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i

- Metode Additive (Sum)

Hasil dari himpunan fuzzy diperoleh dengan menjumlahkan semua output dari daerah fuzzy.

- Metode Probabilistik (Probor)

Solusi himpunan fuzzy dihasilkan dengan mengalikan semua output dari daerah fuzzy.

4. Defuzzifikasi

Pada komposisi aturan Mamdani, defuzzifikasi dilakukan menggunakan metode centroid. Metode ini menghasilkan solusi crisp dengan menentukan titik pusat dari daerah fuzzy. Secara umum, proses ini dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu(x) = \frac{\int_a^b x \mu(x) dx}{\int_a^b \mu(x) dx}$$

atau:

$$\mu(x) = \frac{\int_a^b x \mu(x) dx}{\int_a^b \mu(x) dx}$$

Dua keuntungan utama dari penggunaan metode centroid adalah:

- Nilai defuzzifikasi bergerak secara mulus, sehingga perubahan pada himpunan fuzzy terjadi dengan cara yang halus.
- Perhitungan lebih sederhana.

Beberapa metode defuzzifikasi dalam aturan Mamdani meliputi:

- Metode Centroid (Composite Moment)

Solusi crisp diperoleh dengan menentukan pusat rata-rata berbobot dari n fuzzy set. Secara matematis, solusi crisp dapat dihitung sebagai berikut:

$$Z' = \frac{\sum_{i=1}^n z_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

- Metode Bisektor

Output crisp diperoleh dengan mengambil nilai pada domain fuzzy yang memiliki nilai keanggotaan setengah dari jumlah total nilai keanggotaan dalam wilayah fuzzy.

$$\sum_{i=1}^p \mu(z_i) = \sum_{z=p}^{w_i} \mu(z_i)$$

- Metode Rata-rata Maksimum (MOM)
mengambil nilai rata-rata dari domain-domain dengan nilai keanggotaan maksimum
- Metode Besar Maksimum (LOM)
mengambil nilai terbesar dari domain-domain dengan nilai keanggotaan maksimum
- Metode Kecil Maksimum (SOM)
mengambil nilai terkecil dari domain-domain dengan nilai keanggotaan maksimum. (Kusumadewi, S., 2003).

2.4 Internet Of Things (IOT)

Menurut (Indra Kurniawan, 2022). *Internet Of Things (IOT)* dapat didefinisikan kemampuan berbagai device yang bisasaling terhubung dan saling bertukar data melalui jaringan internet.

Menurut (Manfaluthy & Ekawati, 2019). Perangkat Internet of Things (IoT) saat ini lebih sempurna dibandingkan pendahulunya. Meski terbilang inovasi baru, Internet of Things (IoT) mampu memenuhi kebutuhan masyarakat sehari-hari. Era baru akan dimulai dimana benda sehari-hari akan terhubung dengan jaringan internet yang mampu mengirim dan menerima data tanpa campur tangan manusia.

2.5 Mikrokotroler, Sensor dan Aktuator

Menurut (Winoto et al., 2008) Mikrokontroler adalah sistem mikroprosesor di mana CPU, RAM, I/O, jam, CPU, dan perangkat internal lainnya terhubung dan dibungkus dalam satu chip. Karena itu, pengguna dapat menggunakannya dengan mudah dengan memprogram isi ROM sesuai dengan aturan pabrik.

Menurut (Sumardi, 2013), Mikrokontroler adalah suatu perangkat elektronik digital yang dapat membaca dan menulis data serta mengontrol masukan dan keluaran melalui program yang dapat ditulis dan dihapus..

2.5.1 NodeMCU ESP266

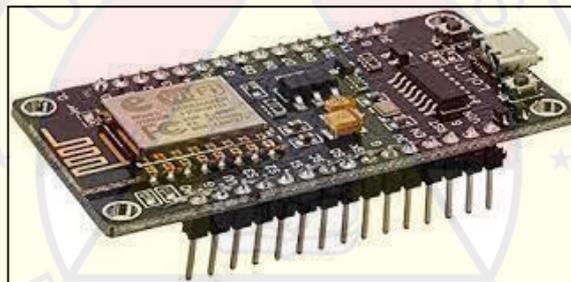
NodeMCU merupakan evolusi dari ESP 8266 yang menggunakan kerangka kerja e-Lua. NodeMCU adalah port micro USB yang dapat memproses pemrograman dan catu daya. NodeMCU juga menggunakan bahasa pemrograman Lua, yang merupakan paket untuk ESP8266. Struktur logika dan pemrograman Lua mirip dengan C, satu-satunya perbedaan adalah sintaksisnya. Anda dapat menggunakan alat Lua Loader atau Lua Uploader jika Anda menggunakan bahasa Lua.

NodeMCU mirip dengan ESP8266, board Arduino. Untuk menjalankan program, Meskipun ESP8266 membutuhkan beberapa teknik wiring dan modul USB to serial tambahan, NodeMCU telah memasukkan ESP8266 ke dalam board yang lebih kecil dan memiliki banyak fitur, seperti

chip komunikasi USB to serial dan mikrokontroler yang dapat terhubung ke WiFi. Untuk memprogramnya, Anda hanya perlu mengekstensi kabel data USB yang digunakan untuk mengecas smartphone.

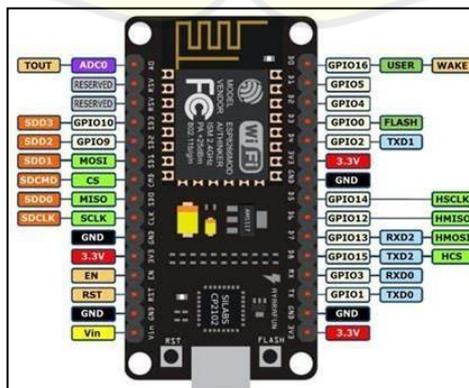
Spesifikasi dari NodeMCU sebagai berikut :

1. 10 port pin GPIO
2. Fungsionalitas PWM
3. Antarmuka I2C dan SPI
4. Antarmuka 1 Wire
5. ADC



Gambar 2.8 ESP8266 – NodeMCU

(Sumber: <https://components101.com/development-boards/nodemcu-esp8266-pinout-features-and-datasheet>)



Gambar 2.9 NodeMCU Pin Out

Gambar di atas adalah kaki pin NodeMCU yang ada. Dan pada tabel

2.1 adalah penjelasan dari kaki pin tersebut :

Tabel 2.1 Tabel penjelasan kaki pin NodeMCU

No	Pin	Keterangan
1	ADC	Analog Digital Converter. Rentang tegangan masukan 0-1v,dengan skup nilai digital 0-1024. 2.
2	RST	berfungsi mereset modul 3.
3	EN	Chip Enable, Active High
4	IO16	GPIO16, dapat digunakan untuk membangunkan chipsetdari mode deep sleep
5	IO14	GPIO14; HSPI_CLK
6	IO12	GPIO12: HSPI_MISO
7	IO13	GPIO13; HSPI_MOSI; UART0_CTS
8	VCC	Catu daya 3.3V (VDD)
9	CS0	Chip selection
10	MISO	Slave output, Main input.
11	IO9	GPIO9
12	IO10	GPIO10
13	MOSI	Main output slave input
14	SCLK	Clock
15	GND	Ground 5
16	IO15	GPIO15; MTDO; HSPICS; UART0_RTS
17	IO2	GPIO2;UART1_TXD
18	IO0	GPIO0

19	IO4	GPIO4
20	IO5	GPIO5
21	RXD	UART0_RXD; GPIO3
22	TXD	UART0_TXD; GPIO1

2.5.2 Sensor Gas MQ2

Dalam penelitian ini, sensor udara MQ-2 digunakan. Sensor ini mendeteksi konsentrasi gas yang mudah terbakar di udara dan asap, dan keluarannya dibaca sebagai tegangan analog. Sensitivitas sensor gas buang MQ-2 dapat disesuaikan dengan memutar panci pemutus. Sensor ini mendeteksi kebocoran udara di rumah dan lingkungan bisnis. Sensor ini cocok digunakan untuk mendeteksi gas darurat seperti pengecekan kebocoran udara dan pendeteksian asap untuk mencegah kebakaran, dll. Gas yang umum termasuk LPG, i-butana, propana, metana, alkohol, hidrogen, dan asap. Gambar 2.3 menunjukkan contoh sensor MQ-2.



Gambar 2.10 Sensor MQ – 2

Komponen Utama Sensor MQ-2 :

1. Sensor Semikonduktor: MQ-2 menggunakan sensor semikonduktor untuk mendeteksi gas. Ketika gas tertentu hadir dalam lingkungan, resistansi sensor berubah, dan ini dapat diukur untuk menentukan tingkat konsentrasi gas.
2. Pemanas (*Heater*): Sensor ini dilengkapi dengan elemen pemanas yang berfungsi untuk memanaskan sensor semikonduktor. Pemanasan diperlukan agar sensor beroperasi secara efektif dan responsif.
3. Sirkuit Kontrol: MQ-2 biasanya dilengkapi dengan sirkuit kontrol yang mengatur pemanasan sensor dan membaca nilai resistansi sensor.

2.5.3 Sensor Gas MQ - 7

Salah satu sensor udara lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor MQ-7. Sensor ini mendeteksi kadar karbon monoksida (CO) di udara dan dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari, industri, dan kendaraan karena desain fisiknya yang sederhana dan output data digitalnya.

Dengan tegangan arus searah (DC) sebesar 5 V, sensor ini akan menghasilkan sinyal analog. Namun, dengan komponen dan sensor MQ-7 yang tersedia secara komersial, sensor ini juga akan menghasilkan sinyal analogmemiliki versi elektronik. Nilai resistansi sensor (R_s) ini berubah-ubah sesuai dengan tekanan udara. Kadar gas karbon monoksida antara 20 dan 2000 ppm dapat diukur oleh sensor

ini. Contoh sensor MQ-7 ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.11 Sensor MQ – 7

Spesifikasi Sensor MQ-7 :

1. Tegangan kerja yang dibutuhkan sensor ini yaitu sebesar 5V
2. Target yang akan dideteksi oleh sensor ini yaitu gas Karbon Monoksida (CO)
3. Rentang kadar target yang dapat dideteksi yaitu mulai dari range 20 sampai 2000 ppm.
4. Jumlah pin yang terdapat pada sensor ini ada 4 yaitu, AOUT, DOUT, VCC, GND

Sensor MQ-7 yang ada dipasaran sudah menggunakan modul sehingga mudah untuk digunakan.

2.5.4 Buzzer

Buzzer adalah alat elektronik yang dapat mengubah getaran listrik menjadi suara. Prinsip kerja buzzer hampir sama dengan speaker: ada kumparan yang menempel pada diafragma dan menjadi elektromagnet ketika arus mengalir melaluinya. Setiap kumparan yang bergerak melalui diafragma, diafragma bergerak maju mundur,

menghasilkan suara. Buzzer biasanya digunakan untuk memberi tahu orang bahwa suatu tugas telah selesai atau bahwa suatu perangkat mengalami masalah.



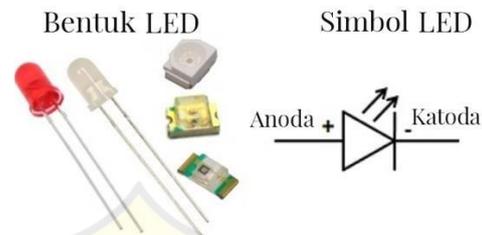
Gambar 2.12 Buzzer

2.5.5 Led

Light – Emitting Diode (LED) adalah perangkat semikonduktor yang memancarkan cahaya monokromatik seragam ketika tegangan maju diterapkan. Secara umum, dioda dan chip LED memerlukan tegangan tertentu untuk beroperasi. Namun penggunaan tegangan tinggi akan merusak atau membakar LED meskipun tegangan maju (V_f) maju. Istilah “suhu warna berkorelasi” (CCT) digunakan untuk menggambarkan kecerahan LED. CCT adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan warna cahaya yang dapat dilihat manusia. Nilai CCT diukur dalam derajat Kelvin dan biasanya berkisar antara 2.700K hingga 6.500K untuk produk komersial. Nilai Kelvin yang lebih rendah menunjukkan warna yang “lebih hangat”, nilai Kelvin yang lebih tinggi menunjukkan warna yang “lebih hangat” dan cerah.

Keluarga dioda LED terdiri dari semikonduktor. Cara kerja

dioda dengan dua kutub, kutub positif (P) dan negatif (N), hampir sama. LED akan memancarkan sinar hanya ketika bias maju, atau tegangan maju, mengalir dari Anoda ke Katoda.



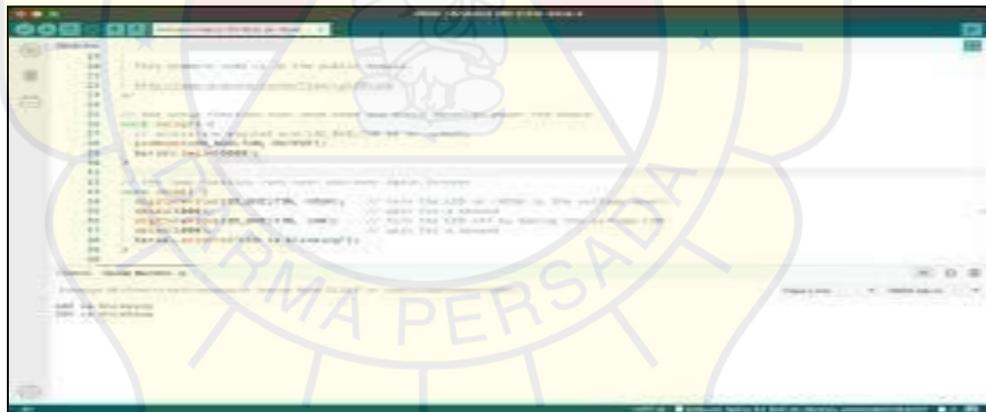
Gambar 2.13 LED

Chip semikonduktor dalam LED didoping untuk menghasilkan junction P dan N. Doping adalah proses di mana masing-masing elemen semiconductor, seperti silicon (Si), diberikan doping untuk mencapai karakteristik kelistrikan yang diinginkan. Dalam situasi di mana LED dialiri dengan tegangan maju atau bias maju, yaitu dari Anoda (P) ke Katoda (K), jumlah Elektron yang berlebihan dari bahan berjenis N akan pergi ke area bermuatan positif, atau lubang. Jika elektron bertemu dengan lubang, mereka akan melepaskan photon, yang menyebabkan cahaya menjadi monokromatik. Ada dua jenis LED fisik: LED radial dan LED SMD.

2.6 Software dan Pemrograman

2.6.1 Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram board Arduino; dengan kata lain, Arduino IDE dapat diunduh secara gratis dari situs resmi Arduino dan sangat bagus sebagai editor teks untuk membuat, mengedit, dan memverifikasi kode pemrograman. Selain itu, Anda dapat menambahkan program ke papan Arduino melalui Arduino IDE. Kode pemrograman yang digunakan di Arduino dikenal sebagai "sketch" atau kode sumber Arduino, dan ekstensi file kode sumbernya adalah ".ino".



Gambar 2.14 Arduino IDE

Fitur Aplikasi Arduino IDE:

1. Tombol verify untuk memeriksa sketsa yang Anda buat pertama kali. Proses verifikasi/pembuatan mengubah sketsa menjadi kodebiner untuk dimuat ke mikrokontroler.

2. Tombol Upload digunakan untuk mengunggah sketsa ke papan Arduino.
3. Tombol New Sketch berfungsi untuk membuka jendela dan membuat sketsa baru.
4. Tombol Open Sketch berfungsi untuk membuka sketsa yang sudah dibuat, buka fungsi Sketsa.
5. Tombol Save berfungsi untuk menyimpan sketsa menyimpan sketsa, tetapi tidak disertai dengan *Compile*.
6. Serial Monitor berfungsi untuk membuka antarmuka untuk komunikasi serial.
7. Deskripsi Aplikasi Berikut adalah pesan-pesan yang dihasilkan oleh aplikasi (misalnya Compiling dan Done Uploading saat menyusun sketsa dan mengunggahnya ke board Arduino).
8. Log konsol adalah pesan aplikasi dan pesan tentang sketsa yang muncul di bagian skema ini.
9. Informasi Board dan Port Bagian ini akan membahas port-port yang digunakan pada board Arduino.

2.6.2 Blynk

Setelah mengunduh aplikasi Blynk, platform baru memungkinkan pengguna mengelola dan memantau proyek perangkat keras dengan cepat dengan membuat dashboard proyek dan mengatur widget, slide, tombol, dan bagan di layar pengguna. Dengan widget ini, pengguna dapat menghidupkan dan mematikan pin atau menunjukkan informasi sensor. Blynk sangat baik untuk tugas dasar

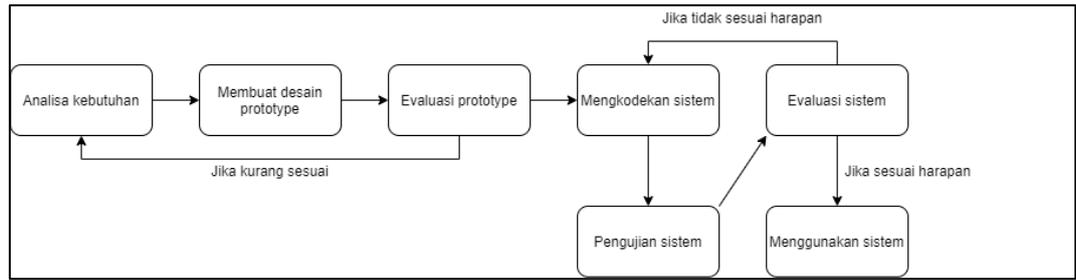
seperti mengontrol suhu dan mematikan lampu dari jarak jauh. Blynk adalah layanan Internet of Things (IOT) yang dimaksudkan untuk mengontrol dan membaca data sensor dengan cepat dan mudah melalui perangkat Arduino atau ESP8266. Blynk bukanlah "cloud IOT", tetapi merupakan solusi End-to-End yang membantu menghemat waktu dan sumber daya sambil membangun aplikasi yang relevan untuk produk dan layanan yang terhubung (Shull, 1977).



Gambar 2.15 Platform Blynk

2.7 Langkah Pengembangan Metode Prototype

Pengembangan metode prototype dalam penelitian ini melibatkan serangkaian langkah untuk merancang, mengimplementasikan dan menguji sistem pemantauan kualitas udara didalam ruangan berbasis *Internet Of Things* (IOT) dengan metode Prototype. Pada gambar 2.16 dibawah ini adalah diagram alir tentang langkah – langkah pengembangan metode prototype.



Gambar 2.16 Diagram Alir Langkah Pengembangan Metode Prototype

Berikut adalah langkah – langkah pengembangan metode prototype pada Sistem Pemantauan Kualitas Udara Didalam Ruang Berbasis Internet Of Things :

a. Tahap Desain Awal :

Identifikasi kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan untuk mengembangkan prototipe. Serta membuat blueprint atau sketsa dari sistem pemantauan kualitas udara, termasuk komponen utama seperti NodeMCU, sensor MQ2 dan MQ7, serta platform Blynk.

b. Implementasi dan Pengujian Modul Sensor :

Pasang sensor MQ2 dan MQ7 pada NodeMCU dan lakukan pengujian awal untuk memastikan bahwa sensor dapat mendeteksi polutan (asap dan karbon monoksida) dengan akurasi yang memadai. Lalu, Melakukan kalibrasi pada sensor untuk meningkatkan akurasi pembacaan.

c. Pengembangan Algoritma Fuzzy Logic :

Implementasikan metode Fuzzy Logic Mamdani untuk pengolahan data dari sensor. Membuat prototipe algoritma dengan menggunakan variabel 'tipis', 'sedang', dan 'banyak' untuk MQ2 serta 'sedikit', 'sedang', dan 'tebal' untuk MQ7. Lalu, melakukan pengujian dan penyempurnaan pada algoritma

untuk memastikan hasil yang relevan dan akurat.

d. Integrasi dengan Platform Blynk :

Mengembangkan aplikasi di platform Blynk untuk menampilkan data kualitas udara secara real-time. menguji integrasi ini untuk memastikan bahwa data dari sensor dapat ditampilkan dengan benar di aplikasi dan peringatan dapat dikirim jika diperlukan.

e. Pengujian Keseluruhan Sistem :

Melakukan pengujian keseluruhan sistem dalam kondisi nyata di ruang rawat inap untuk memastikan bahwa semua bagian bekerja dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan. Juga mengidentifikasi dan memperbaiki masalah yang muncul selama pengujian ini.

f. Iterasi dan Penyempurnaan :

Berdasarkan hasil pengujian, lakukan iterasi pada desain, algoritma, dan aplikasi untuk menyempurnakan sistem. Fokus pada peningkatan akurasi, responsivitas, dan pengalaman pengguna dari aplikasi.

g. Dokumentasi dan Evaluasi :

Dokumentasikan seluruh proses pengembangan prototipe, termasuk tahap desain awal, pengujian, dan iterasi. Melakukan evaluasi akhir untuk menilai keberhasilan sistem dan mengidentifikasi area yang masih perlu dikembangkan.

2.8 Pemodelan Sistem UML

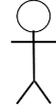
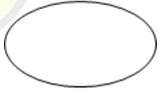
Menurut (Rizkita, N., et al., 2018). UML, juga dikenal sebagai Unified Modeling Language, adalah metodologi yang memungkinkan pengembangan sistem dengan menggunakan bahasa grafis sebagai alat

untuk dokumentasi dan melakukan spesifikasi sistem. UML memiliki banyak diagram yang digunakan untuk pemodelan sistem dan data. Use Case Diagram

Menurut Marini, M. (2019), Use Case Diagram menunjukkan hubungan antara Aktor dan Use Case. Ini menggambarkan apa yang dibutuhkan sistem, siapa yang akan menggunakannya, dan bagaimana pemakai berinteraksi dengan sistem.

Pada tabel 2.1 menjelaskan simbol-simbol yang digunakan untuk membuat use case diagram, serta nama dan kegunaannya..

Tabel 2.2 Simbol Use Case Diagram

No	Notasi	Keterangan	Simbol
1	Actor	menggambarkan individu, sistem, atau entitas eksternal yang memberikan atau menerima data sistem	
2	Use Case	Menjelaskan fungsi sistem, bukan caranya.	
3	Association	Menguraikan cara aktor terlibat dalam kasus	
4	Generalization	Dibuat saat ada kondisi yang berbeda atau perawatan khusus	
5	Include	dibuat ketika ada kondisi khusus atau perawatan	

A. Activity Diagram

"Diagram aktivitas atau activity diagram mengilustrasikan alur kerja atau aktivitas dari suatu sistem, proses bisnis, atau menu dalam perangkat lunak. Perlu dicatat bahwa diagram aktivitas menggambarkan aktivitas yang dilakukan oleh sistem, bukan oleh aktor. Jadi, diagram ini fokus pada aktivitas yang dapat dilakukan oleh sistem itu sendiri", ucap (Rosa dan Shalahuddin, 2019).

Pada tabel 2.2 menjelaskan bahwa Berikut ini adalah penjelasan tentang simbol-simbol yang digunakan untuk membuat diagram aktivitas, serta nama dan penjelasan tentang kegunaan masing-masing..

Tabel 2.3 Activity Diagram

Gambar	Keterangan
Status Awal 	Sebuah diagram aktifitas menunjukkan status awal sistem.
Aktifitas	Aktifitas sistem biasanya dimulai dengan kata kerja.
Percabangan / <i>Decision</i>	Aktifitas sistem biasanya dimulai dengan kata kerja.
Penggabungan/ Join	Perusahaan yang menggabungkan lebih dari satu bisnis.
	Aktifitas memiliki sebuah tugas akhir.

<p>Swimlane</p> 	<p>memisahkan organisasi bisnis yang bertanggung jawab atas tindakan yang dilakukan</p>
---	---

2.9 Database dan DBMS

2.7.1 Firebase

Firebase adalah aplikasi yang dikembangkan oleh Google yang membantu pengembang aplikasi membuat aplikasi yang mudah dibuat. *Firebase* memungkinkan pengembang aplikasi untuk berkonsentrasi pada membuat aplikasi tanpa melakukan banyak hal pekerjaan. Dua fitur utama *Firebase* adalah *Firebase Remote Config* dan *Firebase Realtime Database*. Selain itu juga disediakan *Firebase Notifikasi* yang memberikan dukungan terhadap aplikasi yang memerlukan notifikasi. *Firebase* memiliki beberapa fitur berikut :

A. *Firebase Remote Control Config*

Firebase Fitur Konfigurasi Jarak Jauh memungkinkan pengguna mengubah pengaturan aplikasi Android/iOS tanpa memperbarui aplikasi dari Play Store atau App Store. Sebelum menggunakan fitur ini, aplikasi harus menyimpan file XML yang berisi parameter. Nilai ini dapat diubah melalui *Firebase console*.

Objek Firebase di aplikasi pengguna meminta data dari server dan memproses data tersebut. Secara default, objek Firebase aplikasi pengguna akan diminta setiap 12 jam sekali, namun pengguna dapat mengubahnya sesuai keinginan. Google tidak menyarankan penggunaan pengaturan jarak jauh untuk melakukan perubahan penting, seperti mengubah izin aplikasi yang diperlukan.

B. Firebase Real-Time Database

Firestore Realtime Database adalah kumpulan data yang disimpan di cloud. Data selalu dikirim dalam format JSON ke semua klien yang terhubung. Saat pengguna membuat aplikasi lintas platform menggunakan SDK Android, IOS, atau JavaScript, setiap klien secara otomatis membagikan data real-time dan menerima pembaruan data terbaru. *Firestore Realtime Database* memungkinkan pengguna mengakses database secara langsung melalui kode klien. Data disimpan di drive lokal Anda. Karena peristiwa terjadi dalam waktu nyata bahkan ketika klien sedang offline, *Firestore Realtime Database* menyinkronkan perubahan data lokal dengan pembaruan jarak jauh, dan semua perubahan secara otomatis digabungkan ketika sambungan perangkat dipulihkan. Hal ini memungkinkan pengguna akhir mendapatkan pengalaman responsif.

2.3 Kajian Penelitian Terdahulu

No	Penelitian Terdahulu	Tujuan Penelitian	Metodologi yang digunakan	Temuan Utama	Kesimpulan Penelitian
1.	<p>Prototype sistem pemantauan Internet of Things (IoT) yang mendeteksi dan menyaring udara di dalam ruangan (Muhammad Fajar, Fitriyanty Dwi Lestary, Akmal Hidayat, Della Fadhilatunisa, Azzahra Eka), Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Makassar, 2023, Sinta 5.</p>	<p>Untuk mendeteksi kadar konsesnrasi gas dan asap yang ada pada ruangan.</p>	<p>Metode K -means</p>	<p>Membuat sistem untuk mempermudah memantau konsentrasi gas dan asapdalam sebuah ruangan tertutup</p>	<p>Produk IoT ini dibangun untuk melacak kualitas udara ruangan, terutama mendeteksi gas dan asap.</p>

2.	<p>Rancang Bangun Pemantau Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis Internet Of Things. (Latifah Hanum, Elfizon), JTEIN (Jurnal Teknik Elektro Indonesia), 2023, Sinta 4</p>	<p>Untuk mendeteksi seberapa besar kandungan dari gas CO dan gas CO2 pada ruangan tertutup, dan mempermudah memantau kualitas nya secara real - time.</p>	<p>Metodologi Percobaan.</p>	<p>Membuat sistem yang dapat mengukur kadar dari gas Co dan CO2 yang terdapat pada sebuah ruangan.</p>	<p>Alat dapat sesuai dengan rencana, dapat mengidentifikasi gas CO dan CO2 didalam ruangan dengan memanfaatkan sesnor MQ7 dan MQ135.</p>
3.	<p>Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Udara Ruangan Berbasis <i>Internet Of Things (IOT)</i>, (Imran Iskandar, Watty Rimalia, Jeffry, Benny Leonard Enrico Pangabean), Journal of System and Computer Engineering (JSCE), 2024, Sinta 4</p>	<p>Untuk memantau kualitas udara di suatu ruangan dengan mudah dan real - time.</p>	<p>Metodologi PPDIIO</p>	<p>Memantau keadaan suatu ruangan dengan mudah dan real time menggunakan sensor dan data yang sudah berhasil di dapatakan dikomunikasikan ke server dengan protokol MQTT.</p>	<p>Setelah mendeteksi bahwa kondisi ruangan tidak stabil, di minta untuk mengaktifkan notifikasi alarm yang di hasilkan dari nada atau nada buzzer (speaker) Alarm akan aktif ketika sensor aktif membaca nilai ADC dengan toleransi diatas 150 ppm sedangkan ketika nilai ADC dibawah 150 ppm,alarm akan secara otomatis dinonaktifkan dengan menggunakan</p>

					berbagai alat seperti sensor MQ.
--	--	--	--	--	----------------------------------

