

# Rancang Bangun *Monitoring* Dan Kontrol Kualitas Udara Dengan Metode *Fuzzy Logic* Berbasis Wemos

Muchamad Seno Sahisnu Virdaus<sup>1\*</sup>, Eko Ihsanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PT. ACSET Indonusa Tbk, Jakarta

<sup>2</sup>Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana, Jakarta

\*much.seno@gmail.com

**Abstrak**—Pencemaran udara di lingkungan semakin meningkat. Pengaruh geografis dapat mendorong terjadinya peningkatan pencemaran udara, misalnya pencemaran udara seringkali dihasilkan oleh berbagai kegiatan seperti transportasi, industri, kebocoran gas LPG rumahan, dan pembangunan infrastruktur. Selain gas-gas yang disebutkan diatas, tidak ketinggalan adalah asap yang juga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Kandungan gas berbahaya dan asap tidak kasat mata, sehingga sulit bagi masyarakat awam untuk mengantisipasi gangguan tersebut. Bahkan banyak diantaranya menganggap jika udara yang dihirup sudah bersih dan sehat. Pada penelitian ini dibuat sebuah alat yang dapat memberikan informasi keadaan udara pada lingkungan setiap waktu. Alat berbasis mikrokontroler Wemos yang disusun dengan sensor MQ-7 sebagai sensor pendeteksi karbon monoksida dan sensor MQ-135 sebagai pendeteksi kualitas udara akan membaca kandungan karbon monoksida dan kualitas udara yang ada untuk kemudian kedua nilai masukan ini akan diolah menggunakan Logika *Fuzzy Mamdani* yang akan menentukan keadaan udara dalam ruangan gudang bahan berbahaya dan beracun (B3). Pengujian implementasi alat dilakukan dua kali yaitu yang pertama menguji sensor MQ-7 dengan korek api gas dan untuk pengujian sensor MQ-135 dengan kertas dibakar yang menimbulkan asap. Dengan melihat hasil pengujian maka dapat disimpulkan bahwa alat pendeteksi pencemaran udara ini memiliki akurasi sebesar 100%.

**Kata Kunci** : Karbon Monoksida, LPG, Logika Fuzzy Mamdani, Pencemaran Udara, Sensor MQ-7, Sensor MQ-135, Wemos,

DOI: 10.22441/jte.2021.v12i1.005

## I. PENDAHULUAN

Udara mempunyai arti yang sangat penting di dalam kehidupan makhluk hidup dan keberadaan benda lainnya. Sehingga udara merupakan sumber daya alam yang harus dilindungi untuk kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Pemanfaatan harus dilakukan secara bijaksana dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang dan yang akan datang. Untuk mendapatkan udara sesuai dengan tingkat kualitas yang diinginkan, maka pengendalian udara menjadi sangat penting untuk dilakukan [1].

Pencemaran udara saat ini sudah mencapai kondisi yang semakin buruk dari tahun ke tahun. Pencemaran udara seringkali dihasilkan oleh berbagai kegiatan seperti transportasi, industri, kebocoran gas LPG rumahan, dan pembangunan infrastruktur. Berbagai kegiatan tersebut

menyumbangkan pencemaran lingkungan yang dibuang langsung ke udara bebas. Pencemaran udara juga dapat dihasilkan oleh bencana alam yaitu seperti kebakaran hutan, gas alam beracun, dan gunung meletus [2].

## II. PENELITIAN TERKAIT

Pada bab ini dibahas mengenai tinjauan pustaka dan teori-teori dasar serta penjelasan setiap jenis komponen yang akan dipergunakan sehingga dapat diketahui karakteristik dari alat tersebut serta prinsip dari alat yang dipergunakan sehingga menghasilkan keluaran sesuai yang diharapkan untuk menunjang perancangan dan pembuatan alat. Tinjauan pustaka yang dilakukan yaitu dengan melakukan perbandingan penelitian yang sejenis dengan literatur yang sama digunakan untuk dijadikan bahan pertimbangan dan diharapkan membantu dalam pembuatan sistem yang baru.

Purwanto, Fendy (2016) pada perancangan yang berjudul “Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Gas Berbahaya Pada Mobil Berbasis Logika *Fuzzy* Menggunakan Mikrokontroler”. Penelitian ini bertujuan untuk mengantisipasi terjadinya akumulasi gas beracun di dalam mobil, dalam tugas akhir ini dibuat sebuah alat monitor kandungan gas berbahaya di dalam mobil. Perangkat dirancang terdiri dari tiga blok utama, yaitu *input*, *proses*, dan *output*. *Input* berfungsi sebagai sensor gas, diimplementasikan dengan sensor MQ-7 (gas karbon monoksida) dan sensor MQ-135 (gas amonia). Bagian *proses* diimplementasikan dengan mikrokontroler, fungsinya adalah menganalisa data pembacaan sensor kandungan gas di dalam mobil, berdasarkan logika *Fuzzy Sugeno* dan menyimpulkan kondisi akhir menjadi kategori AMAN, WASPADA, atau BAHAYA. Bagian *output* bertugas memberikan respon berupa informasi pada display LCD, alarm, serta pesan singkat GSM (SMS). Implementasi perancangan menghasilkan perangkat yang mampu memonitor kandungan gas berbahaya di mobil, menjadi tiga kategori (AMAN, WASPADA, atau BAHAYA) [3].

Firdania, Bella Izza, Muhammad Irfan (2019) pada perancangan yang berjudul “Rancang Bangun *Monitoring* Kualitas Udara Berbasis Logika *Fuzzy*”. Pada penelitian ini digunakan *fuzzy control* sebagai metode untuk merancang alat kualitas udara. Variabel *input* yang digunakan yaitu suhu, CO, CO<sub>2</sub> dan variabel output yaitu *Fan* dan *Air Cooler*. Penurunan dapat terjadi karena saat kondisi *overshoot*, kipas dan air cooler bekerja secara maksimal untuk mengurangi konsentrasi CO dan

CO<sub>2</sub>. Sehingga *fuzzy* dapat mengembalikan kualitas udara berbahaya menjadi kualitas udara baik selama beberapa detik [4].

Penelitian yang sudah dilakukan ini memiliki perbedaan dengan penelitian yang di kerjakan oleh penelitian sebelumnya. Pada penelitian tersebut belum adanya sebuah *board development system* berfitur *Wi-Fi* sehingga dapat memudahkan dalam pengembangan perangkat *Internet of Things* (IoT) memantau kadar gas yang dapat kita lihat secara langsung dimanapun kita berada dengan menggunakan web browser sebagai penampil data, sehingga lebih memudahkan pengguna dalam mengetahui berapa kadar udara dan gas yang ada di ruangan gudang bahan berbahaya dan beracun (B3) namun pada penelitian ini belum tersedia sistem pengendalian kadar udara sehingga terdapat ide yang bertitik fokus untuk menambahkan sistem pengendalian kadar udara yang dapat di monitoring secara langsung berbasis *Wemos*.

#### A. Udara

Udara merupakan hal yang sangat vital bagi kelangsungan hidup makhluk hidup. Tanpa adanya udara, makhluk hidup tidak akan bisa bertahan hidup lama, bahkan hanya beberapa menit saja. Hal ini karena udara yang ada di bumi ini mengandung banyak gas-gas yang dibutuhkan, terutama untuk kepentingan bernafas, yakni gas oksigen. Oleh karena oksigen ini sangat dibutuhkan untuk bernafas, maka dari itulah udara ini dianggap sebagai komponen yang sangat dibutuhkan disetiap saat.

Tidak sembarang udara bisa dikonsumsi oleh makhluk hidup. Makhluk hidup memerlukan keadaan udara yang bersih dan sehat untuk memenuhi kebutuhannya sehari-hari, terutama untuk bernafas. Banyak pihak yang membutuhkan keadaan udara yang bersih dan sehat ini terutama manusia. Manusia membutuhkan udara yang bersih untuk bernafas yang mana dihirup paru-paru. Ketika udara yang dihirup oleh manusia tidak dalam keadaan yang bersih, maka hal itu bisa membahayakan kesehatan paru-paru manusia tersebut. Udara yang bersih dan sehat ini memiliki ciri-ciri khusus yang membedakannya dengan udara yang cenderung tidak baik atau cenderung tercemar [5]. Beberapa ciri udara bersih dan sehat, antara lain :

- Tidak berbau
- Tidak berasa
- Tidak tercampur dengan benda asing
- Terasa segar apabila kita hirup
- Terasa sejuk
- Dapat digunakan sebagai terai kesehatan tubuh

Udara yang mempunyai syarat di atas bisa dikatakan sebagai udara yang dapat dihirup secara terus menerus yang akan menjadi sumber kehidupan manusia. Komponen utama pada udara agar dapat adalah gas oksigen, namun seiring perkembangan jaman aktivitas manusia yang tidak ramah lingkungan, udara terus mengalami penurunan kualitasnya, dan berakibat timbulnya masalah masalah baru seperti gangguan pernafasan, kanker paru paru dan lain lain. Ada beberapa golongan bahan penyebab udara tercemar itu sendiri, sebagai berikut :

- Golongan belerang (sulfur dioksida, hidrogen sulfida, sulfat aerosol).
- Golongan nitrogen (nitrogen oksida, nitrogen monoksida, amoniak, dan hidro karbon).
- Golongan karbon (karbon dioksida, karbon monoksida, hidrokarbon).
- Golongan gas yang berbahaya (benzene, vinyl klorida, air raksa uap).

#### B. Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada 1962. Logika *fuzzy* adalah metodologi sistem kontrol pemecahan masalah, yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem, mulai dari sistem yang sederhana, sistem kecil, *embedded* sistem, jaringan PC, multi-channel atau *workstation* berbasis akuisisi data, dan sistem kontrol. Metodologi ini dapat diterapkan pada perangkat keras, perangkat lunak, atau kombinasi keduanya. Dalam logika klasik dinyatakan bahwa segala sesuatu bersifat biner, yang artinya adalah hanya mempunyai dua kemungkinan, “Ya atau Tidak”, “Benar atau Salah”, “Baik atau Buruk”, dan lainlain. Oleh karena itu, semua ini dapat mempunyai nilai keanggotaan 0 atau 1. Akan tetapi, dalam logika fuzzy kemungkinan nilai keanggotaan berada diantara 0 dan 1. Artinya, bisa saja suatu keadaan mempunyai dua nilai “Ya dan Tidak”, “Benar dan Salah”, “Baik dan Buruk” secara bersamaan, namun besar nilainya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya [6].

Menurut Suparman dalam bukunya “Komputer Masa Depan Pengenalan *Artificial Intelligence*”, Logika *fuzzy* atau Logika samar merupakan suatu sistem yang disusun oleh pakar matematika dan komputer yang bernama Lotfi Zadeh. Dalam metode ini, serangkaian bilangan mendapatkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1 untuk mengukur suatu keadaan seperti ketinggian, kecantikan, umur dan elemen-elemen lain yang sulit dipastikan. Jadi, di sini kita mempunyai himpunan yang tiap anggotanya mempunyai derajat keanggotaan tertentu [7].

Proses pembuatan sistem fuzzy terdapat beberapa tahapan alur proses untuk mendapatkan keluaran *fuzzy* mulai dari fuzzifikasi hingga defuzzifikasi. Pada perancangan sistem kendali *fuzzy* ini terdapat tiga bagian terpenting, yaitu sebagai berikut:

- *Fuzzifikasi* : Pada proses fuzzifikasi, inputan crisp akan dirubah menjadi variabel linguistic (variabel *Fuzzy*).
- *Inferensi* (Aturan Dasar) : Proses inferensi merupakan proses untuk mendapatkan keluaran dari *rule set* yang dibuat, ini merupakan inti dari proses *Fuzzy*.
- *Defuzzifikasi* : Proses defuzzifikasi merupakan proses terakhir dalam sistem Fuzzy. Proses ini merupakan proses perubahan data input yang telah dimasukkan dalam himpunan-himpunan *Fuzzy* untuk mendapatkan kembali bentuk tegasnya (Crisp).

#### C. Fuzzy Mamdani

Menurut Sri Kusuma Dewi [6], metode Mamdani sering dikenal sebagai metode Min-Max, Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan *output*, diperlukan 4 tahapan yaitu:

- Pembentukan himpunan *fuzzy* baik variabel input maupun output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.
- Mengaplikasikan metode implikasi fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.
- Komposisi aturan

#### D. Metode Max

Solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy*, dan mengaplikasikannya ke *output* dengan menggunakan operator OR (union). Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka *output* akan berisi suatu himpunan *fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari tiap tiap proposisi.

Dengan:  $\mu_{sf}[xi]$  = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i  $\mu_{kf}[xi]$  = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i.

Misalkan ada 3 aturan (proposisi) sebagai berikut :

- [R2] IF biaya produksi STANDAR THEN produksi barang NORMAL.
- [R1] IF biaya produksi RENDAH and permintaan NAIK THEN produksi barang BERTAMBAH.
- [R3] IF biaya produksi RENDAH and permintaan TURUN THEN produksi barang BERKURANG.

#### E. Wemos

Wemos [8] merupakan sebuah *board development system* berfitur *Wi-Fi* sehingga dapat memudahkan dalam pengembangan perangkat *Internet of Things (IoT)* [9]. CPU pada Wemos dapat deprogram melalui serial *port* maupun melalui OTA serta transfer program secara *wireless*. Hal ini membuat Wemos dapat *running stand-alone* [10]. Terdapat 2 tipe Wemos, yaitu Wemos D1 dan Wemos D1 Mini. Wemos menjadi pilihan terbanyak daripada modul *Wi-Fi* lainnya. Hal ini disebabkan karena Wemos memiliki beberapa kelebihan. Berikut adalah kelebihan Wemos daripada modul *Wi-Fi* lainnya [11].

- Memiliki *Pin out* yang cocok digunakan dengan Arduino Uno.
- Memiliki *processor* utama 32 Bit dengan kecepatan 80 MHz sehingga frekuensi CPUnya cukup tinggi.
- Didukung oleh banyak bahasa pemrograman.
- Lebih terjangkau daripada modul *Wi-Fi* lainnya.
- Mampu untuk *running* tanpa Arduino serta mampu diprogram melalui *over the air* atau transfer program via *wireless*.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

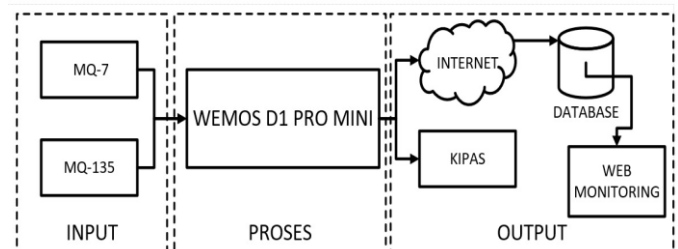
#### A. Perancangan Sistem

Sistem otomasi dan memantau ini merupakan sistem kendali cerdas yang mampu beradaptasi sesuai kondisi suatu ruangan. Pada sistem ini terdapat dua sensor yaitu sensor lpg MQ-7 dan sensor asap MQ-135 yang digunakan untuk melihat kondisi ruangan tersebut. Kondisi yang dimaksud adalah kondisi gas dan kualitas udara ruangan. Sensor tersebut dikendalikan oleh mikro kontroler Wemos D1 Mini. Didalam

Multiplexer dilakukan pengolahan data menggunakan logika *fuzzy* mamdani yang akan menentukan hasil kendali dari mikro kontroler Wemos D1 tersebut.

#### B. Diagram Blok

Pada perancangan dan pembuatan alat ini, yang pertama kali dirancang adalah diagram blok sistem karena blok diagram ini yang menjadi kerangka acuan dalam pembuatan alat tersebut dan dari blok diagram akan tampak mekanisme sistem kerja alat yang akan dirancang. Diagram blok sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 1 berikut:

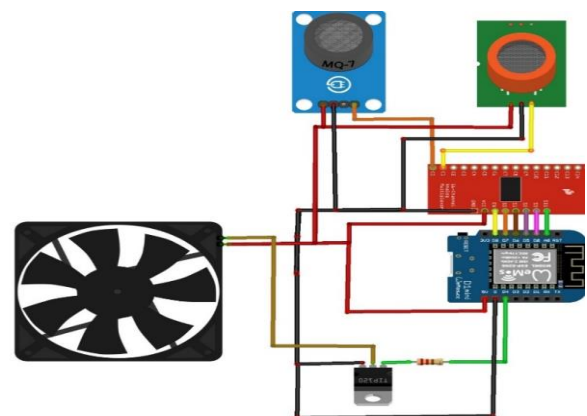


Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Pada gambar 1, blok diagram menunjukkan alur proses sistem yang akan digunakan pada penelitian ini, bertujuan untuk mempermudah gambaran awal sistem sebelum dilakukan perancangan secara langsung. Sensor gas MQ-07 dan MQ-135 berfungsi sebagai pendeteksi kebocoran gas dan kualitas udara yang ada di ruangan gudang rokok, ketika sensor gas dan sensor kualitas udara membaca kebocoran gas maka sensor akan mengirimkan pemberitahuan melalui notifikasi kepada Wemos D1 Mini ketika terjadi kebocoran gas LPG yang terdeteksi oleh sensor MQ-07 ataupun kualitas udara yang buruk, ditandai dengan CO2 yang tinggi oleh sensor MQ-135. Lalu data yang didapat akan dikirim oleh Wemos D1 Mini melalui modul Esp8266 sebagai *wifi* modul untuk mengirimkan data ke *server Cayenne* yang dapat ditampilkan di *website monitoring*.

#### C. Perancangan Perangkat Keras

Setelah penulis melakukan perancangan perangkat keras, maka selanjutnya menyatukan semua perancangan komponen kedalam sebuah sistem yang saling berkaitan antara sistem input, proses, dan output. Rangkaian sistem elektrik secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perancangan perangkat keras

D. Perancangan Perangkat Lunak

Setelah penulis melakukan perancangan perangkat keras, agar alat dapat bekerja seperti yang telah direncanakan maka perlu ditambahkan suatu program (perangkat lunak) yang berfungsi untuk menjalankan semua perintah-perintah yang dikehendaki. Dalam perancangan perangkat lunak, Wemos menggunakan perangkat lunak sendiri yang sudah disediakan di website resmi Wemos. Bahasa yang digunakan dalam perancangan lunak adalah bahasa C dengan beberapa *library* tambahan dalam perancangan alat ini.

E. Implementasi Metode Fuzzy Mamdani

Sistem memantau dan kontrol kualitas udara akan dikendalikan langsung oleh mikrokontroler. Dalam pengambilan keputusan terhadap kondisi suatu ruangan, mikrokontroler menggunakan metode *fuzzy* mamdani atau disebut dengan metode max-min dimana cara mengambil nilai maksimum aturan. Metode defuzzifikasi yang digunakan adalah metode *centroid* atau *center of area* (COA) diperoleh dengan cara mengambil pusat ( $z^*$ ) daerah *fuzzy*. Untuk mengetahui kondisi tertentu dalam ruangan gudang, digunakanlah sensor MQ-7 sebagai pengukur gas dan sensor MQ-135 untuk mengukur asap dalam ruangan gudang.

Fuzzy Rule

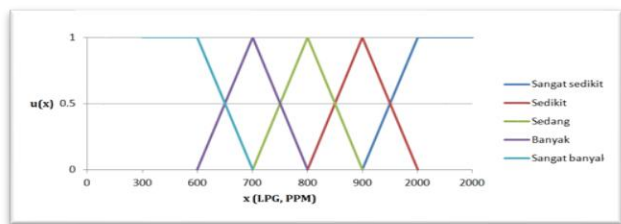
Variabel kondisi gas dan kualitas udara dalam ruangan dibagi menjadi lima bagian, yaitu: sangat sedikit, sedikit, sedang, banyak, dan sangat banyak. Berikut tabel 1 *fuzzy rule* CO dan LPG sebagai berikut:

Tabel 1. Fuzzy Rule CO dan LPG

| CO \ LPG       | LPG            |           |           |           |               |
|----------------|----------------|-----------|-----------|-----------|---------------|
|                | Sangat Sedikit | Sedikit   | Sedang    | Banyak    | Sangat Banyak |
| Sangat Sedikit | Very Slow      | Very Slow | Slow      | Medium    | Fast          |
| Sedikit        | Very Slow      | Slow      | Medium    | Fast      | Very Fast     |
| Sedang         | Slow           | Medium    | Fast      | Very Fast | Very Fast     |
| Banyak         | Medium         | Fast      | Very Fast | Very Fast | Very Fast     |
| Sangat Banyak  | Fast           | Very Fast | Very Fast | Very Fast | Very Fast     |

Keanggotaan Sensor MQ-135

Dalam keanggotaan fuzzy CO di MQ 135 dibagi menjadi lima bagian, yaitu sangat sedikit, sedikit, sedang, banyak, dan sangat banyak. Fungsi keanggotaan fuzzy CO di sensor MQ-135 pada gambar 3 sebagai berikut:



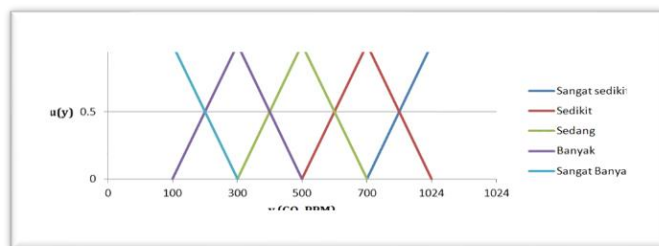
Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Fuzzy Sensor MQ-135

Tabel 2. Nilai Keanggotaan output fuzzy CO MQ-135

| No | Kategori       | Nilai      |
|----|----------------|------------|
| 1  | Sangat Sedikit | 0 - 700    |
| 2  | Sedikit        | 600 - 800  |
| 3  | Sedang         | 700 - 900  |
| 4  | Banyak         | 800 - 2000 |
| 5  | Sangat Banyak  | 900 - 2000 |

Keanggotaan Sensor MQ-07

Dalam keanggotaan fuzzy CO di MQ 07 dibagi menjadi lima bagian, yaitu sangat sedikit, sedikit, sedang, banyak, dan sangat banyak. Fungsi keanggotaan fuzzy CO di sensor MQ-07 pada gambar 4 sebagai berikut:



Gambar 4. Fungsi keanggotaan fuzzy CO di MQ-07

Tabel 3. Nilai Keanggotaan output fuzzy CO MQ-07

| No | Kategori       | Nilai      |
|----|----------------|------------|
| 1  | Sangat Sedikit | 0 - 100    |
| 2  | Sedikit        | 100 - 500  |
| 3  | Sedang         | 300 - 700  |
| 4  | Banyak         | 500 - 1024 |
| 5  | Sangat Banyak  | 700 - 1024 |

Keanggotaan Kipas DC

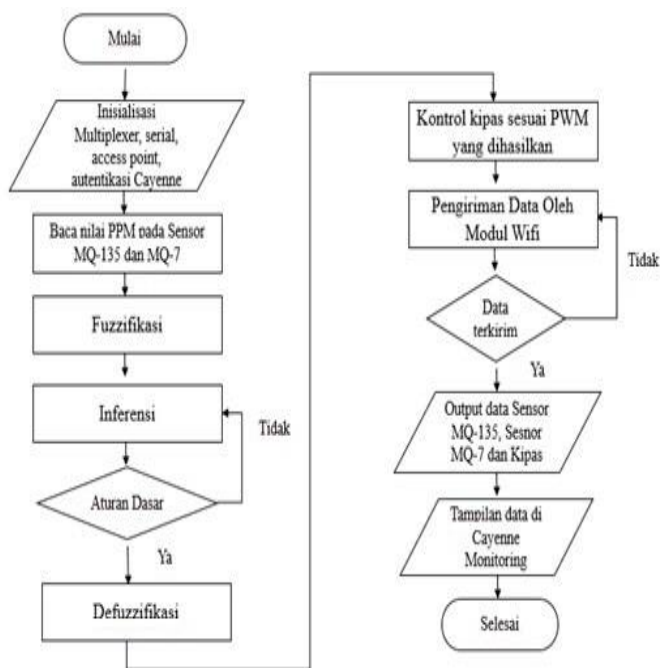
Dalam keanggotaan fuzzy pada output kecepatan putar kipas dc dibagi menjadi lima bagian, yaitu sangat lambat, lambat, sedang, cepat, dan sangat cepat. Fungsi keanggotaan output kecepatan kipas dc pada tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Nilai Keanggotaan output fuzzy kecepatan kipas

| No | Kategori     | Nilai    |
|----|--------------|----------|
| 1  | Sangat Pelan | 0 - 20   |
| 2  | Pelan        | 20 - 40  |
| 3  | Sedang       | 40 - 60  |
| 4  | Cepat        | 60 - 80  |
| 5  | Sangat Cepat | 80 - 100 |

F. Diagram Alir

Diagram Alir merupakan diagram proses sistem yang dirancang untuk menjelaskan cara kerja sistem secara keseluruhan, dan memberikan acuan dalam pembuatan program untuk lebih teratur. Diagram alir ini bisa menjadi solusi selangkah demi selangkah untuk penyelesaian masalah yang ada di dalam proses sistem atau algoritma tersebut. Diagram alir sistem keseluruhan sistem dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir Sistem

Pada gambar 5 merupakan penjelasan dari keseluruhan alur sistem. Dimulai dari inisialisasi sensor dan variabel, kemudian hasil baca sensor gas dan sensor asap digunakan sebagai variabel untuk penentuan kecepatan kipas menggunakan metode *fuzzy*. Dalam proses pembuatan sistem *fuzzy* terdapat beberapa tahapan alur proses untuk mendapatkan keluaran *fuzzy* mulai dari fuzzifikasi, inference dan defuzzifikasi. Jika kita asumsikan sistem berjalan dengan baik maka proses kerja sistem adalah sebagai berikut:

- Diawali dengan mulai kemudian membuka aplikasi pada android yang sudah di instal melalui aplikasi di *myDevices Cayenne*.
- Login aplikasi *myDevices Cayenne* kemudian wemos menerima data dari *cloud myDevices Cayenne*.
- Setelah itu pilih mode pada *web* yang sesuai.
- Setelah mode dipilih maka system telah aktif, dan saat program dimulai sensor MQ-07 dan MQ-135 mulai bekerja dan mengirimkan nilai ppm yang dibaca oleh sensor.
- *Fuzzyfikasi* mengubah masukkan-masukkan yang nilai kebenarannya bersifat pasti (*crisp input*) kedalam bentuk *fuzzy input*, yang berupa nilai linguistik yang ditentukan berdasarkan fungsi keanggotaan tertentu.
- *Inference* melakukan penalaran menggunakan *fuzzy input* dan *fuzzy rules* yang telah ditentukan sehingga menghasilkan *fuzzy output*.
- *Defuzzyfikasi* mengubah *fuzzy output* menjadi *crisp value* berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan.
- Kemudian tahap selanjutnya yaitu data dari sensor dibaca sebagai serial data serial yang dapat ditampilkan pada serial monitor *software IDE Arduino*. Kemudian data tersebut dapat dikirimkan ke modul ESP8266. Data yang diterima oleh ESP8266 ditampilkan pada ponsel dengan aplikasi

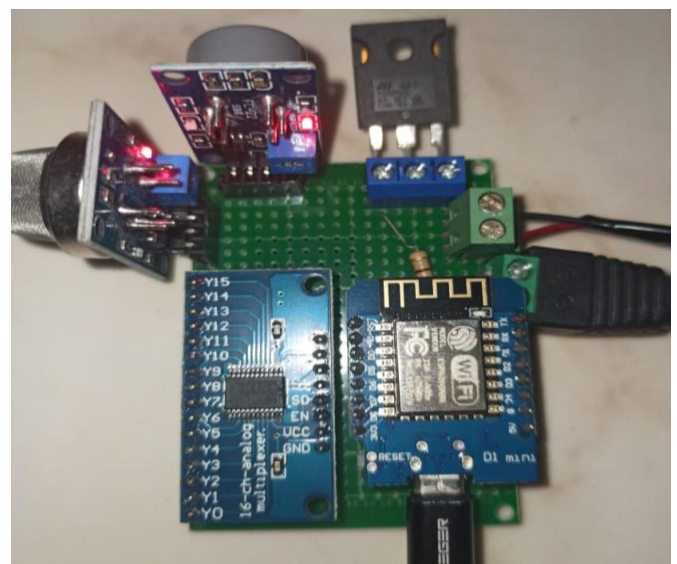
android. Aplikasi android dibuat pada *web myDevices Cayenne*.

- Setelah sistem aktif data serial dikirim ke *web myDevices Cayenne* dengan internet.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Hasil Perancangan

Setelah melewati tahap perancangan yang meliputi perancangan mekanik, elektrik dan pemrograman. Maka terbentuklah alat monitoring dan kontrol Kualitas udara dengan metode *Fuzzy Logic* Berbasis Wemos yang difungsikan sebagai alat memantau dan kontrol kualitas udara secara *real time*. Berikut akan dipaparkan hasil perancangan dalam bentuk gambar 6.



Gambar 6. Rancangan alat

Model desain sistem monitoring udara yang dibuat sesuai dengan perancangan hardware. Pada Gambar 4.1 menunjukkan model desain hardware yang terdiri dari beberapa komponen dengan fungsi dan tugas masing – masing.

##### B. Pengujian Alat

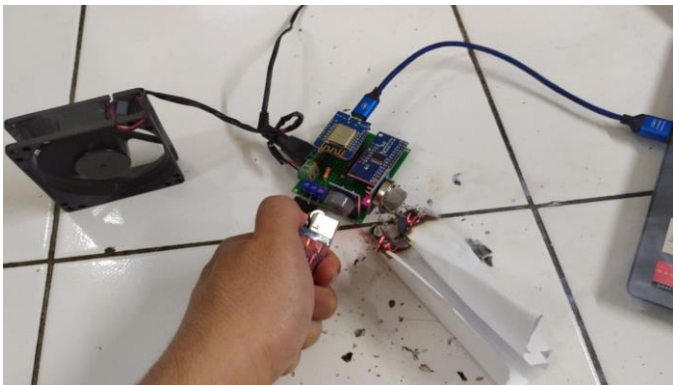
Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat berfungsi sesuai dengan fungsinya dan dapat menghasilkan keluaran sebagaimana yang diharapkan sesuai dengan perancangan sebelumnya. Pengujian sistem dilakukan dengan dimulai dari pengujian komponen secara terpisah dan berurutan, dari perangkat keras dan perangkat lunak. Data yang didapatkan dari hasil pengujian akan menjadi bahan analisa apakah sistem dapat bekerja dengan baik dan menjadi acuan penarikan kesimpulan dan saran pada bab berikutnya.

##### Pengujian Perangkat Keras

##### Pengujian sensor

Pengujian deteksi gas karbon monoksida dengan sensor MQ-7 dan MQ-135 dilakukan dengan cara membandingkan hasil *output* dari serial monitor arduino IDE dengan alat pendeteksi gas dari hasil gas korek api dan pendeteksi asap dari

pembakaran kertas. Pengujian dapat dilihat pada gambar 7 berikut.



Gambar 7. Pengujian sensor MQ-7 dan MQ-135

*Pengujian Kipas DC*

Untuk pengujian kipas dc sebagai pengatur kecepatan putaran dari kipas dengan menggunakan transistor untuk sinyal pwm yang dikirimkan oleh Arduino IDE, tegangan yang digunakan juga berada pada nilai 12v.

Pengujian dilakukan dengan cara memberikan sinyal pwm pada driver yang sudah terhubung dengan kipas.



Gambar 8. Pengujian Kipas DC

Tabel 5. Hasil Pengujian Kipas DC

| No | Tegangan output sistem control (v) | rpm  | Jumlah Pulsa |
|----|------------------------------------|------|--------------|
| 1  | 1,74                               | 250  | 25           |
| 2  | 2,91                               | 480  | 50           |
| 3  | 4,00                               | 665  | 75           |
| 4  | 5,04                               | 805  | 100          |
| 5  | 6,06                               | 925  | 125          |
| 6  | 7,06                               | 1026 | 150          |
| 7  | 8,05                               | 1100 | 175          |
| 8  | 9,01                               | 1193 | 200          |
| 9  | 9,97                               | 1270 | 225          |
| 10 | 10,79                              | 1360 | 255          |

Berdasarkan tabel pengujian kipas dc pada tabel 4.1, didapati jumlah putaran permenit bertambah semakin tinggi berdasarkan besar sinyal pwm yang diterima oleh driver dari Arduino IDE.

*Pengujian modul wifi esp 8266*

Pengujian pada modul ESP8266 atau disebut juga modul wifi ini diuji dengan cara melakukan pengiriman data pada sebuah suatu web server sebagai output dari hasil baca sensor. Untuk dapat beroperasi, modul wifi dihubungkan pada suatu jaringan internet lokal yang sama dengan web server local berada.

Setelah modul wifi diprogram, modul wifi dapat melakukan pengiriman data ke web server yang berada pada computer dengan syarat web server dan modul wifi tersebut ada pada satu jaringan yang sama.



Gambar 9. Pengujian modul wifi esp 8266

4.2.2 Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat pada penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengujian komabilitas website terhadap web browser seperti ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Pengujian web pada browser

| No | Aspek Pengujian                   | Web browser |                |                   |
|----|-----------------------------------|-------------|----------------|-------------------|
|    |                                   | Mozila      | Microsoft edge | Internet explorer |
| 1  | Halaman home                      | ya          | ya             | ya                |
| 2  | Halaman login                     | ya          | ya             | ya                |
| 3  | Halaman tabel informasi           | ya          | ya             | ya                |
| 4  | Aksi pada halaman tabel informasi | ya          | ya             | ya                |
| 5  | Pembaruan data tapa reload (ajax) | ya          | tidak          | tidak             |

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi dan pengujian yang dilakukan, maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode *fuzzy* mamdani dapat diterapkan untuk menentukan tingkat putaran kipas dc dan transistor sebagai sakelar atau kran listrik (*Driver* Transistor), dimana berdasarkan arus *inputnya* (BJT) atau tegangan *inputnya* (FET), memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari sirkuit sumber listriknya.
2. Prototipe alat detektor kualitas udara dibangun dengan menggunakan mikrokontroler Wemos board, sensor kualitas udara MQ135, sensor gas MQ-7 dan terhubung dengan internet.
3. Dengan menggunakan logika fuzzy maka kecepatan putar kipas dapat diatur sedemikian rupa sesuai dengan nilai input dari besaran sensor yang dibaca oleh sensor asap MQ 135 dan sensor gas MQ 7.
4. Kadar udara bersih, gas CO dan LPG dapat dimonitor melalui tampilan pada Cayenne berdasarkan kadar ppm yang tertera pada setiap masing-masing gas.
5. Semakin tinggi kadar ppm yang dideteksi oleh sensor gas MQ 7 dan sensor asap MQ 135 maka semakin cepat pula putaran kipas yang dihasilkan.
6. Sistem monitoring dan notifikasi kualitas udara dapat berfungsi sesuai dengan tujuan, dan berpotensi digunakan pada ruangan yang membutuhkan pemantauan kualitas udara untuk dapat meningkatkan kesadaran tentang pentingnya kualitas udara yang sehat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Widodo, M. M. Amin, A. Sutrisman, and A. A. Putra, "Rancang Bangun Alat Monitoring Kadar Udara Bersih Dan Gas Berbahaya CO, CO<sub>2</sub>, Dan CH<sub>4</sub> Di Dalam Ruangan Berbasis Mikrokontroler," Pseudocode, vol. 4, no. 2, pp. 105–119, Sep. 2017, doi: 10.33369/pseudocode.4.2.105-119.
- [2] J. M. S. Waworundeng and O. Lengkong, "Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruangan dengan Platform IoT," CogITO Smart Journal, vol. 4, no. 1, p. 94, Jun. 2018, doi: 10.31154/cogito.v4i1.105.94-103.
- [3] F. Purwanto, R. Munadi, and U. Sunarya, "Perancangan dan implementasi sistem monitoring gas berbahaya pada mobil berbasis logika fuzzy menggunakan mikrokontroler," eProceedings of Engineering, vol. 3, no. 3, 2016.
- [4] B. F. Izza, M. Irfan, and N. Setyawan, "Rancang Bangun Monitoring Kualitas Udara Berbasis Logika Fuzzy," AITEL: Artikel Ilmiah Teknik Elektro, vol. 1, no. 03, pp. 186–197, 2019, Accessed: Dec. 24, 2020. [Online]. Available: <http://student-research.umm.ac.id/index.php/aitel/article/view/19>.
- [5] Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan. NOMOR: KEP-107/KABAPEDAL/11/1997 tentang Indeks Standard Pencemaran Udara (ISPU). [http://www.cetsuii.org/BML/Udara/ISPU/ISPU%20\(Indeks%20Standar%20Pencemar%20Udara\).htm](http://www.cetsuii.org/BML/Udara/ISPU/ISPU%20(Indeks%20Standar%20Pencemar%20Udara).htm). Diakses pada tanggal 16 Maret 2020.
- [6] S. Kusumadewi dan H. Purnomo, "Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan., Edisi 1, Yogyakarta, Graha Ilmu. (hal: 1,3,7-11,25- 26,30,39- 45).
- [7] A. S. Suparman dan S. Yazid, "Purwarupa Sistem Pemantauan Kualitas Udara Secara Daring", Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Widyatama, Open Journal System, Vol 1 No. 3 2014. [Online]. Available: <https://bit.ly/212H3h4>.
- [8] Y. Wisnuputra, E. Ihsanto, and M. H. Ibnu Hajar, "Robot Pemadam Kebakaran Berbasis Wemos," Jurnal Teknologi Elektro, vol. 10, no. 2, p. 129, Dec. 2019, doi: 10.22441/jte.v10i2.007.
- [9] I. P. Prakoso, "Voice Controlled Home Automation System Menggunakan Mikrokontroler Wemos," Uii.ac.id, 2018, doi: <http://hdl.handle.net/123456789/7653>.
- [10] A. D. Limantara, Y. C. S. Purnomo, and S. W. Mudjanarko, "Pemodelan Sistem Pelacakan Lot Parkir Kosong Berbasis Sensor Ultrasonic Dan Internet Of Things (IoT) Pada Lahan Parkir Diluar Jalan," Prosiding Semnastek, vol. 0, no. 0, 2017, Accessed: Dec. 24, 2020. [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/1810>.
- [11] P. Asriya and M. Yusfi, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Menggunakan Wireless Sensor Berbasis Arduino Uno," Jurnal Fisika Unand, vol. 5, no. 4, pp. 327–333, Oct. 2016, doi: 10.25077/jfu.5.4.327-333.2016.