

Analisis Penyerapan Gas Karbondioksida Dan Oksigen Oleh Tanaman Melon Berbasis Internet Of Things (Studi Kasus Greenhouse It Telkom Surabaya)

1st Aditya Yudhistira

Fakultas Teknologi Informasi dan
Bisnis

Institut Teknologi Telkom Surabaya
Surabaya, Indonesia

aditya.yudhistira.19@student.it.telkom-sby.ac.id

2nd Khodijah Amiroh

Fakultas Teknologi Informasi dan
Bisnis

Institut Teknologi Telkom Surabaya
Surabaya, Indonesia

dijaamirah@ittelkom-sby.ac.id

3rd Muhammad Adib Kamali

Fakultas Teknologi Informasi dan
Bisnis

Institut Teknologi Telkom Surabaya
Surabaya, Indonesia

adibkamali@ittelkom-sby.ac.id

Abstract— Permintaan dan produksi melon yang tinggi mendorong perlunya pemantauan gas CO₂ dan O₂ dalam greenhouse untuk meningkatkan produksi dan kualitas melon. Penelitian ini bertujuan menganalisis penyerapan CO₂ dan O₂ oleh tanaman melon di Greenhouse IT Telkom Surabaya melalui Internet of Things (IoT). Metodenya mencakup studi literatur, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan analisis data. Hasilnya menunjukkan melon mampu menyerap CO₂ dan menghasilkan O₂ lewat fotosintesis. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP8266, sensor MQ135, fuzzy logic, website, dan layar LCD untuk memantau dan mengendalikan lingkungan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penyerapan gas CO₂ telah berjalan baik di greenhouse tersebut. Saran termasuk penggunaan sensor yang lebih akurat dan sistem pengendalian jarak jauh. Hasil penelitian ini memberikan panduan tentang penyerapan gas oleh tanaman melon melalui IoT dan dapat digunakan untuk penelitian lanjutan.

Keywords— *penyerapan gas, karbondioksida, oksigen, tanaman melon, metode fuzzy logic, pengambil keputusan.*

I. INTRODUCTION (HEADING 1)

Melon merupakan salah satu jenis tanaman yang memiliki tinggi permintaan produksi yang tinggi. Hal ini menuntut adanya jumlah panen yang banyak agar dapat memenuhi permintaan pasar. Tercatat 3 tahun terakhir produksi mencapai lebih dari 100.000-ton menurut data dari Badan Pusat Statistika (BPS) membahas tentang produksi tanaman buah-buahan [1]. Namun, untuk menghasilkan panen yang banyak, tanaman melon harus dapat tumbuh dan berkembang dengan baik yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang optimal dan beberapa faktor pendukung. Gas karbondioksida (CO₂) dan oksigen (O₂) merupakan kedua faktor pendukung yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman melon. Maka, perlunya memonitoring gas tersebut untuk mengoptimalkan produksi. Salah satu manfaat memonitoring gas CO₂ dan O₂ di dalam greenhouse adalah dapat mengetahui tingkat keefektifan proses penyerapan gas CO₂ dan O₂ oleh tanaman. Dengan mengetahui tingkat keefektifan tersebut, dapat dilakukan perbaikan dan optimisasi terhadap kondisi lingkungan yang dibutuhkan oleh tanaman untuk menyerap gas CO₂ dan O₂ secara efektif.

Selain itu, memonitoring gas CO₂ dan oksigen di dalam greenhouse juga dapat membantu dalam mengendalikan emisi gas CO₂ yang dapat merusak lingkungan. Dengan mengetahui tingkat emisi gas CO₂, dapat dilakukan tindakan pengendalian emisi gas tersebut sehingga dapat menjaga kualitas lingkungan di dalam greenhouse [2].

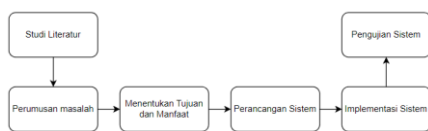
O₂ merupakan salah satu komponen yang penting bagi pertumbuhan tanaman melon. O₂ diperlukan oleh tanaman untuk mengubah energi yang terkandung dalam molekul CO₂ menjadi energi yang dapat digunakan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan. Proses penyerapan O₂ oleh tanaman melon terjadi melalui fotosintesis, di mana tanaman mengubah CO₂ dan O₂ menjadi glukosa (C₆H₁₂O₆) dan uap air (H₂O) melalui reaksi kimia yang menghasilkan energi. Energi yang dihasilkan dari proses fotosintesis ini kemudian digunakan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan, serta menjaga keseimbangan karbon di dalam lingkungan. O₂ memiliki peran penting pada penyerapan nutrisi oleh akar tumbuhan. O₂ dapat mendorong masuk nutrisi-nutrisi dari dalam tanah seperti nitrogen, amonia, dan sulfur masuk ke dalam dinding sel akar [3].

CO₂ sendiri memiliki fungsi yang dapat menunjang aktifnya fungsi akar yang ada pada tumbuhan tersebut. CO₂ merupakan salah satu komponen yang penting bagi pertumbuhan tanaman melon. CO₂ diperlukan oleh tanaman untuk mengubah energi yang terkandung dalam molekul karbon CO₂ menjadi energi yang dapat digunakan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan. Proses penyerapan CO₂ oleh tanaman melon terjadi melalui fotosintesis, di mana tanaman mengubah CO₂ dan oksigen menjadi glukosa (C₆H₁₂O₆) dan uap air (H₂O) melalui reaksi kimia yang menghasilkan energi. Energi yang dihasilkan dari proses fotosintesis ini kemudian digunakan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan, serta menjaga keseimbangan karbon di dalam lingkungan [4].

Dalam kasus penelitian gas di *greenhouse* ini terdapat permasalahan berupamemonitoring kadar gas CO₂ dan O₂ untuk mengukur efektivitas banyaknya buah melon yang dapat tumbuh di dalam *greenhouse*. Karena kadar gas sangat berpengaruh pada pertumbuhan melon. Dalam mengukur efektivitas banyaknya melon yang dapat tumbuh di *greenhouse* menggunakan data yang didapat dari hasil monitoring kadar CO₂ dan O₂. Data tersebut merupakan hasil dari menggunakan sensor MQ-135 dan I2C Oxygen Sensor[5][6].

Fuzzy logic adalah pendekatan matematis yang memungkinkan penanganan ketidakpastian dan kompleksitas dalam pengambilan keputusan[7]. Berbeda dengan logika boolean tradisional yang hanya mengenal nilai benar atau salah, fuzzy logic memperkenalkan konsep keanggotaan parsial, di mana suatu pernyataan dapat memiliki tingkat kebenaran yang beragam antara nol dan satu. Dalam kasus penelitian gas di *greenhouse* ini, fuzzy logic digunakan untuk mengartikan data sensor menjadi variabel linguistik seperti "rendah", "sedang", atau "tinggi"[8][9]. Selanjutnya, aturan-aturan yang telah ditentukan berdasarkan pengetahuan ahli digunakan untuk menghubungkan variabel-variabel tersebut. Proses inferensi fuzzy menghasilkan keluaran fuzzy yang kemudian diubah menjadi nilai numerik melalui proses defuzzifikasi. Dengan demikian, fuzzy logic memberikan kerangka kerja untuk mengambil keputusan yang lebih nuansa dalam situasi di mana ketidakpastian dan kompleksitas hadir, seperti dalam memantau dan mengatur kadar CO₂ dan O₂ untuk pertumbuhan optimal tanaman melon di dalam *greenhouse*. Dari hasil data tersebut akan mendapatkan hasil berapabanyaknya buah melon yang dapat tumbuh di dalam *greenhouse*.

II. METHOD



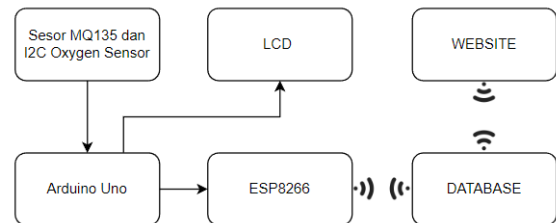
GAMBAR 1. PROSEDUR PENELITIAN

Gambar 1 menggambarkan langkah-langkah yang diikuti dalam penelitian ini. Dimulai dengan tahap studi literatur, analisis mendalam dilakukan terhadap teori, konsep, dan praktik yang relevan dengan pengembangan sistem. Proses perumusan masalah dalam tahap ini membantu merinci isu yang akan diteliti dan memberikan landasan untuk menetapkan tujuan serta batasan penelitian. Dengan demikian, langkah ini menjadi panduan yang membantu mengarahkan fokus penelitian dan memahami kerangka pemecahan masalah yang akan dijalankan.

Fase perancangan sistem menjadi tahap esensial berikutnya, di mana rancangan perangkat lunak dan perangkat keras

diuraikan secara mendetail. Setiap aspek yang diperlukan dalam sistem diimplementasikan, mengubah konsep dari studi literatur menjadi solusi teknis yang konkret. Setelah implementasi, tahap pengujian fungsionalitas dan kinerja sistem dilakukan untuk mengumpulkan data terkait penyerapan gas CO₂ dan O₂ oleh tanaman melon berbasis IoT. Data yang diperoleh menjadi landasan untuk tahap analisis, di mana data tersebut diselidiki secara menyeluruh untuk menghasilkan kesimpulan yang didukung oleh bukti empiris yang dihasilkan dari penelitian ini.

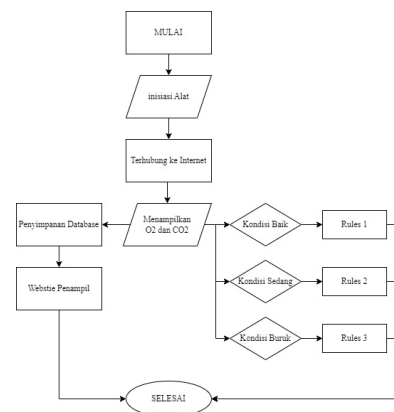
A. Diagram Blok Sistem



GAMBAR 2. DIAGRAM BLOK SISTEM

Pada Gambar 2, dapat diketahui bagaimana desain sistem agar terhubung dan berkomunikasi satu dengan yang lain. Arduino berfungsi sebagai mikrokontroler untuk terorganisasi dengan sensor I2C Oxygen Sensor dan MQ135 yang berguna untuk mendeteksi kadar Gas Oksigen dan Karbondioksida dalam Internet of Things. Kemudian data secara realtime akan langsung di tampilkan pada LCD. ESP8266 digunakan sebagai pengambil data dari mikrokontroler yang kemudian akan diunggah ke database lokal untuk disimpan dan akan ditampilkan pada web monitoring yang telah di sediakan.

B. Diagram Alir Sistem

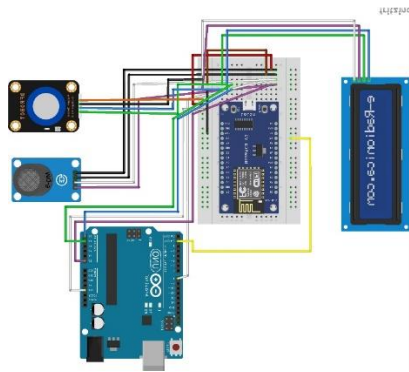


GAMBAR 3. DIAGRAM ALIR SISTEM

Diagram Alir Sistem pada Gambar 3.3 menggambarkan langkah-langkah operasional perangkat dalam menganalisis penyerapan gas CO₂ dan O₂ oleh tanaman melon. Tahap inisiasi perangkat keras dan perangkat lunak melibatkan komponen yang disebutkan pada Gambar 3.2 ditambah dengan Fuzzy Logic untuk pengambilan keputusan berdasarkan data dari sensor melalui mikrokontroler. Setelah terkoneksi dengan internet dan daya listrik, semua perangkat bekerja bersama untuk mengambil data secara real-time. Pengambilan data ini penting untuk memahami perubahan suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan lainnya. Fuzzy Logic berperan saat data real-time masuk, menggunakan konsep kabur untuk mengambil keputusan adaptif. Ini memungkinkan solusi cerdas dalam pengelolaan Internet of

Things, memberikan saran yang kontekstual dan sesuai dengan dinamika lingkungan di dalamnya.

C. Desain Perangkat Keras



GAMBAR 4. DESAIN PERANGKAT KERAS

Pada perancangan perangkat keras Analisis penyerapan gas karbondioksida dan oksigen oleh tanaman melon berbasis Internet of Things terdiri dari berbagai bagian yaitu mikrokontroler ESP8266, Arduino Uno, MQ135, I2C Oxygen Sensor dan ada dua inputan tegangan listrik. Skema perancangan perangkat keras Analisis penyerapan gas karbondioksida dan oksigen oleh tanaman melon berbasis Internet of Things dapat dilihat pada gambar 3.3. Perangkat tersebut dihubungkan dengan breadboard sebagai penghubung antar sensor dan perangkat, kemudian dari breadboard terhubung ke mikrokontroler untuk menangkap data yang di dapatkan. ESP32 berfungsi sebagai pengirim data dari mikrokontroler ke database untuk ditampilkan ke website penampil. Data yang ditampilkan sebelumnya telah di proses oleh Fuzzy Logic sebagai pengambil keputusan, dimana nantinya output data sudah lengkap bersama dengan saran yang di berikan oleh Fuzzy Logic.

D. Diagram Blok Pengolahan Data



GAMBAR 5. DIAGRAM BLOK PENGOLAHAN DATA

Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan Fuzzy Logic sebagai metode untuk memberikan saran yang telah ditetapkan, seperti mempertahankan, mengurangi, atau menambah jumlah tanaman. Data dari sensor diberikan parameter batas dan dibagi ke kategori rendah, sedang, dan tinggi sesuai ambang batas yang ditentukan. Setelah pengolahan, Fuzzy Logic menentukan saran sesuai dengan parameter data tersebut sebelum data ditampilkan pada LCD atau Website penampil. Gambar 5 menggambarkan bagaimana Fuzzy Logic mengolah data sebelum memberikan saran yang relevan.

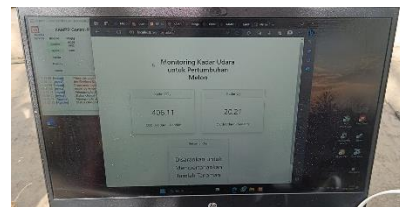
III. RESULT

A. Perancangan Hardware



GAMBAR 6. TAMPILAN PERANGKAT KERAS

Pada tahap perancangan hardware, komponen-komponen utama dihubungkan untuk saling berkomunikasi dan mendapatkan pasokan listrik. Komponen utama yang terhubung meliputi I2C Oxygen Sensor, Arduino, LCD16x2 + I2C Adapter Charger 2 Slot, Sensor MQ-135, ESP8288, Kabel Micro USB, dan Kabel Type B.



GAMBAR 7. TAMPILAN WEBSITE

Dalam perancangan ini, juga diperlukan elemen pendukung seperti BreadBoard, Kabel Jumper, dan Box Project. Ini diperlukan untuk pengujian sistem dan implementasi IoT serta pengolahan data. Desain akhir dari alat ini memiliki 3 lubang keluar kabel: 2 untuk pasokan daya Arduino dan ESP8266, dan 1 untuk kabel yang menghubungkan ke LCD di bagian atas alat. Untuk penggunaan yang lebih mudah, disediakan pula sebuah website lokal yang menampilkan data O2, CO2, dan rekomendasi dari hasil fuzzy logic. Gambaran keseluruhan perancangan ini dapat dilihat pada gambar 6 untuk komponen hardware dan website yang menampilkan saran pada gambar 7.

B. Pencarian Nilai Aturan

Dalam penelitian ini, dilakukan percobaan untuk menentukan bagaimana sistem merespons perubahan tingkat CO2 dan O2, yang berperan penting dalam pertumbuhan tanaman. Hasil eksperimen dan penelitian menunjukkan bahwa kombinasi tingkat CO2 dan O2 mempengaruhi kualitas udara yang berkaitan dengan pertumbuhan tanaman.

TABEL 1. ATURAN FUZZY LOGIC

No.	Kategori	Kondisi CO2[6]	Kondisi O2[7]	Keterangan
1	1	CO2 di Udara - Rendah	O2 di Udara - Rendah	Disarankan untuk Mengurangi Jumlah Tanaman
2	2	CO2 di Udara - Rendah	O2 di Udara Sedang	Disarankan untuk mempertahankan Tanaman

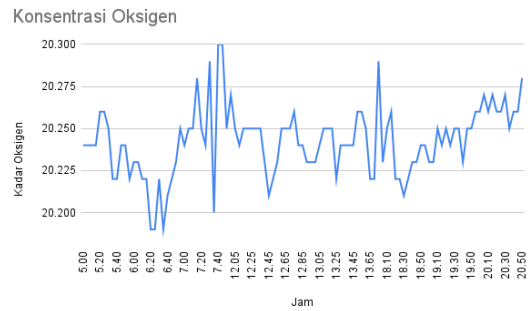
3	3	CO2 di Udara - Rendah	O2 di Udara - Tinggi	Disarankan untuk mempertahankan Tanaman
4	4	CO2 di Udara - Sedang	O2 di Udara - Rendah	Disarankan untuk menambah Tanaman
5	5	CO2 di Udara - Sedang	O2 di Udara - Sedang	Disarankan untuk menambah Tanaman
6	6	CO2 di Udara - Sedang	O2 di Udara - Tinggi	Disarankan untuk Mempertahankan Jumlah Tanaman
7	7	CO2 di Udara - Tinggi	O2 di Udara - Rendah	Disarankan untuk Menambahkan Jumlah Tanaman
8	8	CO2 di Udara - Tinggi	O2 di Udara - Sedang	Disarankan untuk Menambahkan Jumlah Tanaman
9	9	CO2 di Udara - Tinggi	O2 di Udara - Tinggi	Disarankan untuk Menambahkan Jumlah Tanaman

Proses inferensi dalam logika fuzzy memberikan bukti adaptasi sistem terhadap input dan output. Contohnya, saat CO2 rendah dan O2 sedang, sistem merekomendasikan mempertahankan tanaman karena rendahnya CO2 mengindikasikan kebutuhan perawatan lebih lanjut. Dari analisis ini, ditetapkan aturan-aturan fuzzy yang memandu saran sistem seperti pada Tabel 1. Tabel tersebut menghubungkan kondisi CO2 dan O2 dengan tindakan yang dianjurkan terhadap tanaman, seperti menambah, mempertahankan, atau mengurangi.

Namun, dalam implementasinya, batasan nilai input dan output harus sesuai dengan tujuan sistem. Fungsi keanggotaan "Low," "Medium," dan "High" menggambarkan nilai dalam rentang yang ditetapkan. Fungsi-fungsi ini dibentuk berdasarkan batasan sensor dan berperan dalam aturan fuzzy. Aturan ini menghubungkan tingkat CO2 dan O2 ke tindakan spesifik terhadap tanaman. Dalam implementasi alat, aturan fuzzy ini juga disesuaikan dengan rentang keanggotaan untuk tindakan terhadap tanaman.

C. Hasil dan Analisa

Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi kinerja sensor dalam mendeteksi kadar oksigen di lingkungan yang terhubung dengan Internet of Things (IoT). Hasil pengujian sensor I2C Oxygen Sensor akan diuraikan secara komprehensif. Data dari sensor akan diambil dan dianalisis untuk memberikan informasi tentang konsentrasi oksigen dalam lingkungan IoT. Hasil pengujian ini akan menjadi dasar untuk menginterpretasikan keberhasilan dan efektivitas sensor dalam memberikan informasi penting tentang kualitas udara di lingkungan yang dimonitor. Kesimpulan dari pengujian ini akan memberikan wawasan mendalam tentang kemampuan sensor I2C Oxygen Sensor dalam aplikasi IoT dan implikasinya terhadap perbaikan dan pengembangan selanjutnya.

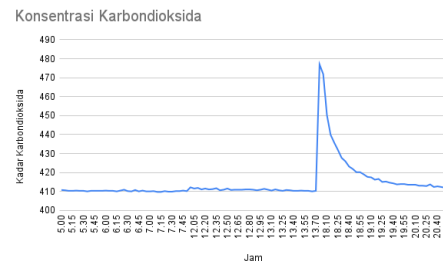


GAMBAR 8. HASIL PENGUKURAN OKSIGEN

Pengujian dilakukan pada tiga waktu berbeda: pagi, siang, dan malam. Dalam masing-masing pengambilan data, diambil 35 data interval waktu setiap 5 menit, dimulai dari pukul 05:00 untuk pagi, pukul 12:00 untuk siang, dan pukul 18:00 untuk malam. Hasil pembacaan oksigen pada pagi hari menunjukkan variasi yang naik-turun. Namun, pola perubahan tidak konsisten dan tidak ada tren naik atau turun yang jelas. Pada akhir periode pagi, terjadi peningkatan relatif dalam tingkat oksigen, mencapai puncaknya pada pukul 7:45 dengan nilai 20.30. Selama periode siang, terjadi penurunan tingkat oksigen dengan fluktuasi sporadis. Meskipun terjadi variasi, pola ini menunjukkan penurunan secara umum. Nilai tertinggi tercatat pada awal siang, yaitu pukul 12:00, dengan nilai 20.27.

Hasil pembacaan oksigen selama malam hari menunjukkan pola yang lebih kompleks. Tidak ada tren naik atau turun yang konsisten, tetapi ada peningkatan yang tidak bisa diabaikan. Nilai tertinggi tercatat pada pukul 18:00 dengan angka 20.29. Hal ini mengindikasikan variasi kompleks dalam tingkat oksigen selama malam, yang memengaruhi respons lingkungan terhadap faktor-faktor eksternal.

Dari data yang diperoleh, terlihat bahwa nilai pembacaan kadar oksigen stabil sekitar 20.24 hingga 20.28. Fluktuasi dalam data sangat minim dan nilai-nilai ini relatif konstan selama periode pengamatan. Ini menunjukkan bahwa lingkungan yang diukur memiliki tingkat oksigen yang stabil dan tidak mengalami perubahan yang signifikan. Dengan demikian, hasil pengukuran menunjukkan bahwa kondisi kadar oksigen dalam lingkungan yang diamati cenderung tetap dan tidak mengalami fluktuasi yang mencolok.



GAMBAR 9. HASIL PENGUKURAN KARBONDIOKSIDA

Pengujian sensor MQ135 dilakukan untuk mendeteksi kadar karbondioksida di dalam ruang greenhouse. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi kadar oksigen dalam greenhouse. Pengambilan data dilakukan sebanyak 35 kali dengan interval waktu dari jam 5 pagi hingga 7:50 pagi. Hasil pengujian ini diukur dalam satuan ppm (parts per million).

Pada periode pagi hari, terjadi fluktuasi yang signifikan dalam tingkat CO₂ tanpa pola konsisten. Nilai tertinggi tercatat pada pukul 6:25 pagi dengan angka 410.96.

Selama periode siang hari, terjadi penurunan tingkat CO₂ dengan beberapa kenaikan sporadis. Nilai tertinggi tercatat pada pukul 12:00 siang dengan nilai 412.22. Pada periode sore hari, terjadi penurunan konsisten dalam tingkat CO₂ tanpa tren kenaikan yang signifikan. Nilai tertinggi tercatat pada pukul 18:00 dengan angka 477.01. Data menunjukkan variasi dalam konsentrasi CO₂ dalam satuan ppm selama pengamatan. Terdapat tren umum penurunan konsentrasi CO₂ seiring waktu, namun juga fluktuasi tidak stabil dalam beberapa nilai pengukuran. Analisis ini mengindikasikan variasi dalam sirkulasi udara di dalam greenhouse serta respons cepat terhadap perubahan lingkungan.

Studi ini menerapkan pendekatan logika fuzzy dalam menguji kondisi lingkungan pada tiga periode waktu yang berbeda: pagi, siang, dan malam. Fokusnya adalah pada pengukuran tingkat karbondioksida (CO₂) dan oksigen (O₂) dalam lingkungan tertentu. Hasil pengujian ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi tindakan yang tepat berdasarkan aturan fuzzy yang telah diatur sebelumnya.

Pada setiap periode waktu, informasi yang dikumpulkan disajikan dalam bentuk tabel, mencakup data pengukuran CO₂ dan O₂. Langkah pertama adalah melakukan fuzzifikasi terhadap nilai-nilai masukan ini. Dalam kasus ini, CO₂ dan O₂ dipartisi menjadi tiga himpunan kabur (low, medium, high) dengan fungsi keanggotaan yang sesuai. Berdasarkan hasil fuzzifikasi, setiap masukan memiliki tingkat keanggotaan dalam setiap himpunan kabur yang telah ditentukan.

Selanjutnya, aturan fuzzy diterapkan untuk menghubungkan masukan-masukan kabur dengan keluaran kabur. Aturan-aturan ini mencerminkan pengetahuan yang ada mengenai bagaimana tingkat CO₂ dan O₂ memengaruhi lingkungan. Dalam studi ini, sembilan aturan fuzzy telah didefinisikan untuk menghubungkan kedua masukan dengan tiga keluaran kabur yang mewakili tindakan yang mungkin diambil: "Reduce", "Maintain", dan "Increase". Setiap aturan memiliki bobot tertentu yang mencerminkan tingkat kepentingannya dalam pengambilan keputusan.

Langkah selanjutnya adalah mengagregasi keluaran kabur dari aturan-aturan yang berlaku. Ini melibatkan menggabungkan kontribusi masing-masing keluaran kabur berdasarkan bobot aturan. Hasil agregasi ini memberikan gambaran tentang tindakan yang paling diindikasikan oleh informasi masukan.

Tahap akhir dari proses ini adalah defuzzifikasi, yang mengubah keluaran kabur menjadi nilai tegas yang dapat diterima. Dalam kasus ini, metode yang digunakan adalah defuzzifikasi dengan titik pusat dari setiap keluaran kabur. Hasil defuzzifikasi ini adalah rekomendasi tindakan akhir berdasarkan kondisi lingkungan yang diamati.

Hasil pengujian ini juga dibandingkan dengan pengujian menggunakan alat komputasi Matlab. Kesesuaian hasil antara alat fisik dan komputasi menggambarkan keakuratan dan validitas model fuzzy yang dikembangkan dalam mengartikan fenomena lingkungan. Hal ini juga memberikan keyakinan pada keandalan model dan implementasinya dalam

menyediakan panduan tindakan berdasarkan kondisi lingkungan yang terukur.

Kesimpulannya, pengujian dengan logika fuzzy telah membuktikan efektivitas model dalam memberikan rekomendasi tindakan yang konsisten dalam berbagai periode waktu. Dengan memanfaatkan konsep fuzzifikasi, penerapan aturan, agregasi output, dan defuzzifikasi, model ini mampu mengolah informasi masukan menjadi langkah-langkah konkret yang dapat diambil dalam merespons perubahan lingkungan..

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat penyerapan gas karbondioksida dan oksigen oleh tanaman melon di dalam lingkungan *Internet of Things* IT Telkom Surabaya. Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa tanaman melon dapat menyerap gas karbondioksida dan menghasilkan oksigen melalui proses fotosintesis. Penelitian ini menggunakan sistem yang terdiri dari mikrokontroler, ESP8266, sensor MQ135, fuzzy logic, website, dan LCD sebagai komponen utama. Sistem ini dapat memantau dan mengendalikan parameter lingkungan yang mempengaruhi penyerapan gas karbondioksida dan oksigen oleh tanaman melon. Sistem ini juga dapat dipantau dengan dua cara, yaitu melalui website atau dengan melihat langsung pada LCD yang ada pada perangkat.

Berdasarkan dari pengalaman yang di peroleh selama penelitian ini ada beberapa hal yang harus di sempurnakan lagi untuk pengembangan penelitian kedepanya, antara lain :

1. Gunakan sensor pendeteksi gas karbondioksida yang lebih baik, seperti MQ137 atau lainnya, agar pendeteksian kadar gas karbon semakin akurat.
2. Tanamkanlah sistem pengendali jarak jauh, jadi kedepanya diharapkan dapat dikembangkan dengan menambahkan pengendali jarak jauh. Supaya ketika meghidupkan alat tidak perlu menuju lokasi *Internet of Things*.

TABEL 2. HASIL FUZZY LOGIC

No	Periode Waktu	Rekomendasi Tindakan
1	Pagi	Aturan 2 Mempertahankan Jumlah Tanaman
2	Siang	Aturan 2 Mempertahankan Jumlah Tanaman
3	Malam	Aturan 2 Mempertahankan Jumlah Tanaman

Studi ini menerapkan pendekatan logika fuzzy dalam menguji kondisi lingkungan pada tiga periode waktu yang berbeda: pagi, siang, dan malam. Fokusnya adalah pada pengukuran tingkat karbondioksida (CO₂) dan oksigen (O₂) dalam lingkungan tertentu. Hasil pengujian ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi tindakan yang tepat berdasarkan aturan fuzzy yang telah diatur sebelumnya.

Pada setiap periode waktu, informasi yang dikumpulkan disajikan dalam bentuk tabel, mencakup data pengukuran

CO₂ dan O₂. Langkah pertama adalah melakukan fuzzifikasi terhadap nilai-nilai masukan ini. Dalam kasus ini, CO₂ dan O₂ dipartisi menjadi tiga himpunan kabur (low, medium, high) dengan fungsi keanggotaan yang sesuai. Berdasarkan hasil fuzzifikasi, setiap masukan memiliki tingkat keanggotaan dalam setiap himpunan kabur yang telah ditentukan.

Selanjutnya, aturan fuzzy diterapkan untuk menghubungkan masukan-masukan kabur dengan keluaran kabur. Aturan-aturan ini mencerminkan pengetahuan yang ada mengenai bagaimana tingkat CO₂ dan O₂ memengaruhi lingkungan. Dalam studi ini, sembilan aturan fuzzy telah didefinisikan untuk menghubungkan kedua masukan dengan tiga keluaran kabur yang mewakili tindakan yang mungkin diambil: "Reduce", "Maintain", dan "Increase". Setiap aturan memiliki bobot tertentu yang mencerminkan tingkat kepentingannya dalam pengambilan keputusan.

Langkah selanjutnya adalah mengagregasi keluaran kabur dari aturan-aturan yang berlaku. Ini melibatkan menggabungkan kontribusi masing-masing keluaran kabur berdasarkan bobot aturan. Hasil agregasi ini memberikan gambaran tentang tindakan yang paling diindikasikan oleh informasi masukan.

Tahap akhir dari proses ini adalah defuzzifikasi, yang mengubah keluaran kabur menjadi nilai tegas yang dapat diterima. Dalam kasus ini, metode yang digunakan adalah defuzzifikasi dengan titik pusat dari setiap keluaran kabur. Hasil defuzzifikasi ini adalah rekomendasi tindakan akhir berdasarkan kondisi lingkungan yang diamati.

Hasil pengujian ini juga dibandingkan dengan pengujian menggunakan alat komputasi Matlab. Kesesuaian hasil antara alat fisik dan komputasi menggambarkan keakuratan dan validitas model fuzzy yang dikembangkan dalam mengartikan fenomena lingkungan. Hal ini juga memberikan keyakinan pada keandalan model dan implementasinya dalam menyediakan panduan tindakan berdasarkan kondisi lingkungan yang terukur.

Kesimpulannya, pengujian dengan logika fuzzy telah membuktikan efektivitas model dalam memberikan rekomendasi tindakan yang konsisten dalam berbagai periode waktu. Dengan memanfaatkan konsep fuzzifikasi, penerapan aturan, agregasi output, dan defuzzifikasi, model ini mampu mengolah informasi masukan menjadi langkah-langkah konkret yang dapat diambil dalam merespons perubahan lingkungan.

REFERENCES

- [1] Produksi Tanaman Buah-buahan 2022, "Produksi Tanaman Buah - Buah". Bps.go.id, 2022. <https://www.bps.go.id/indicator/55/62/1/produksi-tanaman-buah-buahan.html> (accessed Aug. 15, 2023). [Online].
- [2] Lalu Teguh Permana, Rahadi Wirawan, and Nurul Qomariyah, "RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI PENYERAPAN GAS KARBONDIOKSIDA (CO₂) OLEH TUMBUHAN MENGGUNAKAN SENSOR MH-Z19," Indonesian Physical Review, vol. 4, no. 2, pp. 86–86, May 2021, doi: <https://doi.org/10.29303/ipr.v4i2.81>. [Online].
- [3] Nuril Hidayati, M. Reza, Titi Juhaeti, and M. Mansyur, "Serapan Karbondioksida (CO₂) Jenis-Jenis Pohon Di Taman Buah 'Mekar Sari' Bogor, Kaitannya Dengan Potensi Mitigasi Gas Rumah Kaca," Indonesian Journal of Biology, vol. 7, no. 1, p. 75600, May 2019, doi: <https://doi.org/10.14203/jbi.v7i1.3134>. [Online].
- [4] Triadiati Triadiati, Mafrikhul Muttaqin, and Nelly Saidah Amalia, "Growth, Yield, and Fruit of Melon Quality Using Silica Fertilizer," Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia, vol. 24, no. 4, pp. 366–374, Oct. 2019, doi: <https://doi.org/10.18343/jipi.24.4.366>. [Online].
- [5] Dwinata, F. I., Permanasari, I. N. P., & Darmawan, M. Y. "Aplikasi Sensor Cahaya Bhl750 Sebagai Sistem Pendeteksi Longsor Berbasis Pergeseran Tanah". *Journal of Science and Applicative Technology*, xx (xx), 1-8. 2019. [Online].
- [6] Mustanti, L. F. "Kesadahan total dan alkalinitas pada air bersih sumur bor dengan metod. Titrim. Di pt sucofindo drh. Provinsi sumatera utara". pp. 44–48. 2018. [Online].
- [7] U. Satish et al., "Is CO₂ an Indoor Pollutant? Direct Effects of Low-to-Moderate CO₂ Concentrations on Human Decision-Making Performance," Environmental Health Perspectives, vol. 120, no. 12, pp. 1671–1677, Dec. 2012, doi: <https://doi.org/10.1289/ehp.1104789>. [Online].
- [8] ScanTech Technical Consulting - CIH, CSP, BSEE, CHMM, CHP (Pending), "Indoor Air Quality Testing Oxygen Levels Deprivation Effects," EMF Testing / EMI Pacemaker Surveys, RF Cellular & Nuclear Radiation Studies, Environmental & Occupational Health and Safety Consulting - "The Unusual Problem Specialists Since 2002!" - EMF Studies, Surveys & EMI Consulting, RF & Nuclear Radiation Testing, Noise & Photometric Lighting Testing Surveys, Sep. 18, 2015. <https://emfsurvey.com/indoor-air-oxygen-levels-and-oxygen-deprivation-effects/> (accessed Aug. 16, 2023). [Online].
- [9] Kristiantya, Y. N., Setiawan, E., & Prasetyo, B. H. "Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air pada Kolam Ikan Air Tawar menggunakan Logika Fuzzy berbasis Arduino". *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN*, 2548, 964X. 2022. [Online].