

SISTEM KONTROL DAN MONITORING PADA TANAMAN BAWANG MERAH BERBASIS IOT

Kevin Fernanda Bagaskara, Ali Mahmudi, Yosep Agus Pranoto
Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia
1818128@scholar.itn.ac.id

ABSTRAK

Tanaman bawang merah merupakan tanaman hortikultura yang memiliki banyak manfaat dan bernilai tinggi dan merupakan salah satu komoditas tanaman yang ditetapkan sebagai produk pertanian yang digunakan sebagai pengendali inflasi. Ada beberapa variabel lingkungan yang sangat penting dalam proses pertumbuhan tanaman bawang merah seperti suhu, kelembapan tanah, lama penyinaran, pH tanah dan kelembapan udara harus diperhatikan dalam masa tanam tanaman bawang merah. Pengendalian beberapa faktor lingkungan akan lebih mudah dilakukan dengan menggunakan konsep *greenhouse* dikarenakan tanaman bawang merah rentan terhadap air hujan yang dapat menyebabkan tanaman menjadi busuk. Untuk mengatasi permasalahan tersebut peneliti mengembangkan sebuah sistem monitoring dan kontroling *greenhouse* otomatis dengan mengimplementasikan logika fuzzy. Parameter yang dimonitor dalam penelitian ini adalah suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah dan ketinggian air tangki air. Inputan yang digunakan dalam metode *Fuzzy* adalah kelembapan tanah dan suhu udara. Inputan yang sudah diproses logika *Fuzzy* akan digunakan untuk menentukan output yang berupa kecepatan pompa penyiraman air dan kecepatan kipas angin sebagai pendingin ruangan. Hasil pembacaan sensor dapat dimonitor menggunakan website. Hasil dari pengujian suhu menggunakan sensor DHT11 menunjukkan tingkat error 3.54%. Sedangkan kelembapan udara memiliki error sebesar 2.54%. Pengujian logika *Fuzzy* menunjukkan bahwa target output nilai PWM dengan hasil output *mikrokontroler* telah menunjukkan hasil yang sama. Sedangkan untuk notifikasi pada aplikasi Telegram apabila terjadi suatu kondisi abnormal telah terkirim dengan baik.

Kata kunci : *greenhouse, bawang merah, Internet of Things, logika Fuzzy*

1. PENDAHULUAN

Tanaman bawang merah merupakan tanaman hortikultura yang memiliki banyak manfaat dan bernilai tinggi dan merupakan salah satu komoditas tanaman yang ditetapkan sebagai produk pertanian yang digunakan sebagai pengendali inflasi. Ada beberapa variabel lingkungan yang sangat penting dalam proses pertumbuhan tanaman bawang merah. Kondisi seperti suhu, kelembapan tanah, lama penyinaran, pH tanah dan kelembapan udara harus diperhatikan dalam masa tanam tanaman bawang merah. Kondisi lingkungan yang tidak stabil dapat menyebabkan tanaman bawang merah terserang penyakit dan dapat mati. Pengendalian beberapa faktor lingkungan akan lebih mudah dilakukan dengan menggunakan konsep *greenhouse* dikarenakan tanaman bawang merah rentan terhadap air hujan yang dapat menyebabkan tanaman menjadi busuk.

Masalah yang dihadapi petani dalam menjalankan proses tanam bawang merah salah satunya adalah tidak bisa mengendalikan proses penyiraman. Hal ini menyebabkan kondisi tanah tidak stabil. Selain itu suhu udara tidak stabil, serangan hama dan penyakit, kurangnya sinar matahari dan pemakaian pestisida yang tidak terkontrol menjadi permasalahan yang dihadapi petani bawang merah. Kelembapan tanah yang kurang akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman, sementara kelembapan tanah yang berlebihan akan menurunkan kualitas umbi dari tanaman bawang merah.

Di era modern seperti sekarang ini membutuhkan peran IOT (Internet of Things) yang mampu beradaptasi dan mengubah pendekatan untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Cuaca yang tidak dapat diprediksi seperti musim hujan dan musim kemarau di daerah tropis membuat penggunaan *greenhouse* menjadi solusi untuk memastikan tanaman dapat berproduksi tanpa terpengaruh musim dan terhindar dari serangan hama dan penyakit.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut penelitian Zamaniah dkk, turunnya produktivitas bawang merah dipengaruhi oleh kondisi iklim yang tidak menentu dan serangan hama dan penyakit menjadi permasalahan para petani. Curah hujan yang tinggi mengakibatkan tingginya rendaman air ataupun busuk yang menyebabkan turunnya kualitas bawang merah. Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas bawang merah diantaranya adalah penggunaan media tanam yang tepat yaitu, media tanam yang memiliki kandungan organik tinggi, serta memiliki fisik tanah yang ringan dan gembur. [1]

Menurut penelitian Ontowirjo dkk, diketahui bahwa suhu penanaman bawang merah yang direkomendasikan adalah 26°C-29°C dan nilai kelembapan udara berkisar 70%-80%. Bawang merah dapat membentuk umbi pada lingkungan dengan suhu udara rata-rata 22°C, tetapi hasilnya tidak optimal

pada lingkungan yang lebih panas. Bawang merah tidak akan berumbi di bawah suhu 22°C, sehingga lebih menyukai tumbuh di dataran rendah dengan cuaca cerah.[2]

Menurut penelitian Putra dkk, kelembapan udara pada tanaman dapat dipengaruhi oleh suhu dan cahaya matahari yang cukup dibutuhkan untuk perkembangan dan pertumbuhan tanaman yang baik. Pada penelitian ini penulis membuat alat yang komponennya terdiri dari mikrokontroler yang berupa Arduino Uno R3 dan menggunakan beberapa sensor yaitu sensor cahaya, sensor suhu dan sensor kelembapan udara serta menggunakan aplikasi *blynk* untuk memantau keadaan *greenhouse*. Cara kerja alat ini adalah pengendalian suhu ruangan agar berada pada suhu optimal untuk tumbuhan bawang merah yaitu pada suhu 20°C-30°C. Pengaturan suhu dilakukan oleh sensor suhu dibantu dengan adanya kipas dan ventilasi untuk siklus udara. [3]

Menurut Pangga, sistem penyiraman taman bisa dikontrol menggunakan logika fuzzy yang didasarkan pada informasi suhu dan kelembapan tanah. Hasil dari informasi suhu dan kelembapan tanah akan diproses oleh logika fuzzy, yang akan digunakan oleh sistem untuk melakukan penyiraman taman menjadi otomatis dan mengaktifkan pompa air secara otomatis. Ada tiga mode pengukuran yaitu pendek, cukup dan lama [4]

2.1. Bawang Merah

Allium cepa var. Aggregatum L atau biasa disebut bawang merah merupakan sayuran umbi yang memiliki berbagai fungsi seperti bumbu masakan, sayuran dan obat tradisional yang memiliki kandungan anti septik senyawa anilin dan alisin. Lingkungan yang baik, ketersediaan cahaya, air, dan unsur hara yang memadai merupakan beberapa faktor untuk memperoleh hasil bawang yang optimal. Pengairan yang berlebihan dapat menyebabkan kelembapan tanah menjadi tinggi sehingga pertumbuhan pada umbi bawang tidak sempurna yang menyebabkan bawang merah menjadi busuk. [1]

Untuk tumbuh dengan optimal, tanaman bawang merah membutuhkan pencahayaan matahari sebanyak 70% atau lebih, suhu udara antara 25-32°C, dan kelembapan nisbi antara 50-70%. Tanaman bawang merah bisa membentuk umbi di lingkungan dengan suhu udara rata-rata 22°C, meskipun hasil umbinya akan lebih baik jika tumbuh di lingkungan dengan suhu udara yang lebih hangat. Jika suhu udara turun di bawah 22°C, tanaman bawang merah tidak akan berumbi. [5]

2.2. Logika Fuzzy

Metode *fuzzy Tsukamoto* sangat fleksibel dan memiliki toleransi pada data. Kelebihan dari metode *Tsukamoto* yaitu kemampuan untuk memahami sesuatu tanpa mempertimbangkan masalah dan dapat memberikan tanggapan berdasarkan informasi

yang bersifat tidak akurat. Pada metode *Tsukamoto* terdapat rule *fuzzifikasi* yaitu untuk menentukan derajat keanggotaan, sebagai output hasil dari tiap-tiap aturan berupa nilai tegas (*crisp*). Untuk hasil akhir diperoleh dengan cara melakukan *defuzzifikasi* rata-rata berbobot. [6]

2.3. NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 mengkombinasi ESP8266 dengan board kompak yang memiliki berbagai fitur seperti mikrokontroler, Wifi, dan chip komunikasi USB to serial. Sehingga, memprogram NodeMCU hanya memerlukan ekstensi kabel data USB, yang sama dengan yang digunakan sebagai kabel data dan kabel pengisian *smartphone* Android. [7]

2.4. Sensor Kelembapan Tanah

Sensor Kelembapan Tanah YL-69 adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi tingkat kelembapan dalam tanah. Sensor ini terdiri dari dua probe yang mengirimkan arus melalui tanah dan membaca resistansi untuk menentukan tingkat kelembapan. Semakin banyak air pada tanah, semakin kecil resistansi dan mudah menghantarkan listrik, sedangkan tanah yang kering memiliki resistansi besar dan sulit menghantarkan listrik. Spesifikasi tegangan input Sensor Kelembapan Tanah YL-69 adalah 3.3V atau 5V, tegangan output 0-4.2V, arus 35 mA, dan memiliki rentang nilai ADC sebesar 1024-bit yang dimulai dari 0-1023 bit. [4]

2.5. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sebuah alat yang bekerja pada prinsip pantulan sebuah gelombang suara yang digunakan untuk mendeteksi posisi objek tertentu di depannya. Frekuensi yang digunakan berkisar diantara 40KHz sampai 400KHz. Sensor ultrasonik mempunyai dua unit, yaitu unit pemancar dan penerima. [3]

2.6. Sensor DHT11

Sensor DHT11 adalah alat yang dapat mengukur suhu dan kelembapan udara pada lingkungan disekitar. Sensor DHT11 mempunyai kemampuan yang baik dalam stabilitas dan cepat dalam respon pembacaan data. Sensor ini memiliki *anti-interference* dan memiliki kalibrasi yang akurat. Ukurannya kecil tetapi namun mempunyai jangkauan pengiriman sinyal hingga 20 meter dan sangat kompatibel dengan perangkat seperti *Arduino* dan *mikrokontroler* lain. [8]

2.7. Relay

Relay adalah perangkat yang mengendalikan aliran listrik dengan cara melakukan perpindahan posisi nyala dan mati sakelar secara elektromagnetik. Terdiri dari bagian utama seperti kontaktor mekanik dan sistem induktor elektromagnetik yang terbuat dari

inti besi. Saat induktor diberi aliran listrik, maka sakelar relay atau kontraktor relay akan bergerak. [8]

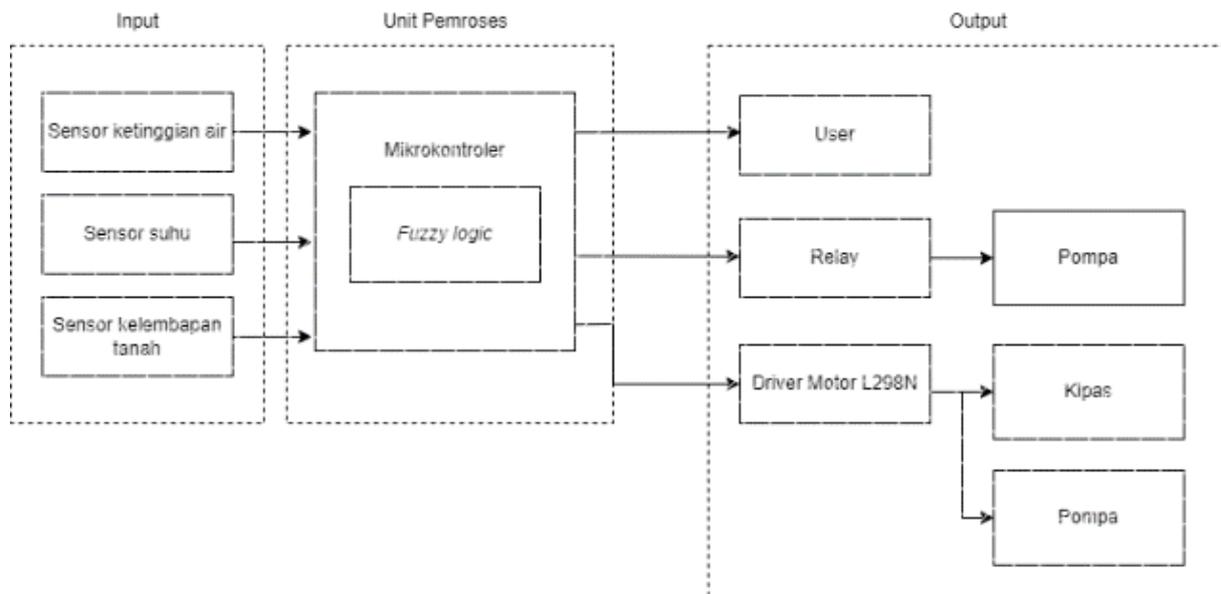
2.8. Driver Motor L298N

Driver motor L298N adalah modul yang sering digunakan untuk mengatur kecepatan dan arah putaran motor DC. IC L298 adalah tipe IC H-bridge

yang dapat mengendalikan beban induktif seperti motor DC, relay, dan motor stepper. Keunggulan dari modul ini adalah keakuratan dalam mengontrol motor sehingga lebih mudah dalam pengontrolannya. [9]

3. METODE PENELITIAN

3.1. Blok Diagram

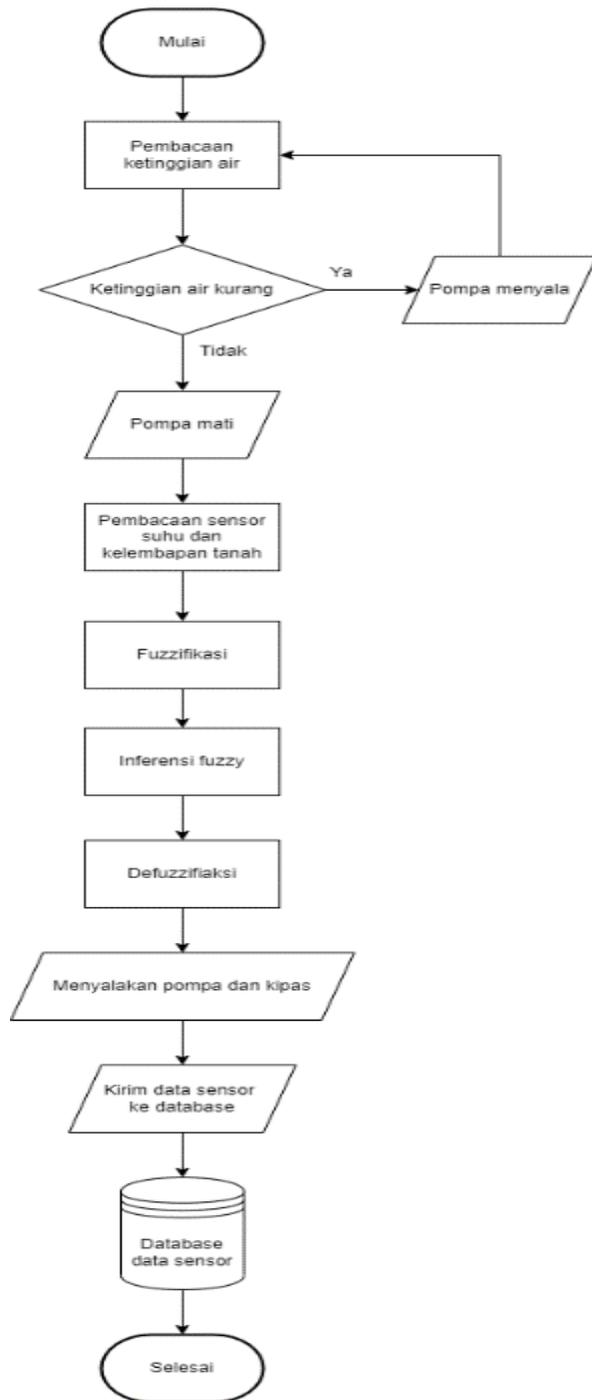


Gambar 1. Blok diagram sistem

Sistem monitoring dan kontrol menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler yang digunakan untuk memproses seluruh input dan output. NodeMCU memiliki WiFi *built in* sehingga dapat terkoneksi ke jaringan internet tanpa menggunakan modul wifi lagi. Sensor yang digunakan sebagai inputan adalah sensor ultrasonik yang digunakan untuk mengukur ketinggian air. Sementara itu sensor kelembapan tanah digunakan untuk mendeteksi kelembapan tanah. Sensor DHT11 digunakan untuk membaca kelembapan dan suhu udara dalam ruangan. Untuk outputnya terdapat relay yang nantinya akan menyalakan pompa yang digunakan sebagai pompa pengisi air tandon. Sedangkan driver motor L298N digunakan sebagai pengatur nilai PWM yang digunakan untuk mengatur kecepatan perputaran kipas dan pompa penyiraman. Nilai inputan sensor yang telah didapat oleh mikrokontroler dari beberapa sensor tadi akan dikirim ke database melalui koneksi internet yang nantinya akan ditampilkan di website.

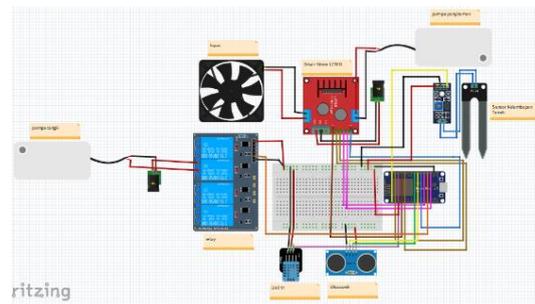
3.2. Flowchart Sistem

Proses awal pada *flowchart* adalah mengecek ketinggian air pada tandon. Jika volume air kurang, maka pompa akan menyala untuk mengisi air yang berada di tandon. Setelah volume tandon penuh, maka pompa air akan mati. Kemudian dilakukan pengambilan data sensor suhu dan kelembapan tanah oleh sensor DHT11 dan YL-69. Data yang telah didapat akan diproses oleh logika fuzzy. Pada fuzzifikasi nilai suhu dan kelembapan akan ditentukan akan masuk ke nilai keanggotaan yang telah ditentukan. Setelah pemrosesan data pada inferensi fuzzy, dilakukan defuzzifikasi untuk menentukan outputannya yang nantinya akan digunakan sebagai penggerak aktuator yaitu kipas dan pompa penyiraman.



Gambar 2. Flowchart Sistem

3.2 Wiring Design Alat

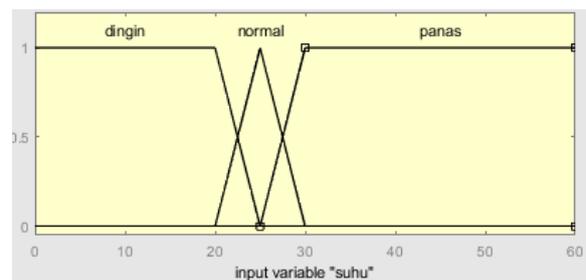


Gambar 3. Wiring design alat

Pada Gambar 3, NodeMCU digunakan sebagai mikrokontroler yang berfungsi melakukan proses yang berlangsung. Sensor yang digunakan adalah sensor kelembapan tanah, sensor DHT11, sensor ultrasonic. Sedangkan aktuatornya berupa pompa dan kipas.

3.3. Nilai Keanggotaan

Untuk suhu memiliki tiga variabel linguistik yaitu dingin, normal, dan panas. Nilai keanggotaan suhu dapat dilihat pada Tabel 1.



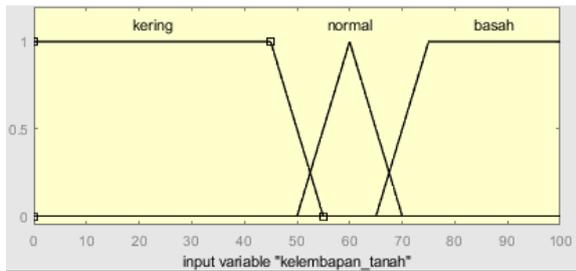
Gambar 4. Nilai keanggotaan suhu

Pada Gambar 4. merupakan grafik yang menunjukkan nilai keanggotaan suhu yang terbagi menjadi dingin, normal, dan suhu panas. Nilai keanggotaan suhu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai keanggotaan suhu

Suhu	Keterangan (°C)
Dingin	0 - 25
Normal	20-30
Panas	25-60

Pada Tabel 1. merupakan nilai keanggotaan suhu yang terbagi menjadi dingin yang bernilai 0-25°C, normal yang bernilai 20-30°C, dan suhu panas yang bernilai 25-60°C. Untuk kelembapan memiliki tiga variabel linguistik yaitu kering, normal, dan basah.



Gambar 5. Nilai keanggotaan kelembapan tanah

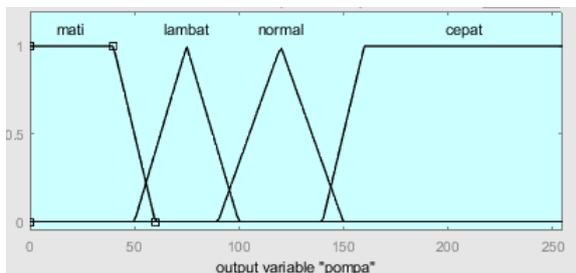
Pada Gambar 5. merupakan grafik yang menunjukkan nilai keanggotaan kelembapan tanah yang terbagi menjadi kering, normal, dan basah.

Tabel 2. Nilai keanggotaan kelembapan tanah

Kelembaban	Keterangan
Kering	0% - 55%
Normal	50% - 70%
Basah	65% - 100%

Pada Tabel 2. merupakan nilai keanggotaan kelembapan tanah yang terbagi menjadi kering yang bernilai 0-55%, normal yang bernilai 50-70%, dan suhu panas yang bernilai 65-100%.

Pada output kecepatan perputaran pompa air dibagi menjadi 4 kategori yang ditunjukkan pada grafik pada Gambar 6.



Gambar 6. Nilai keanggotaan durasi penyiraman

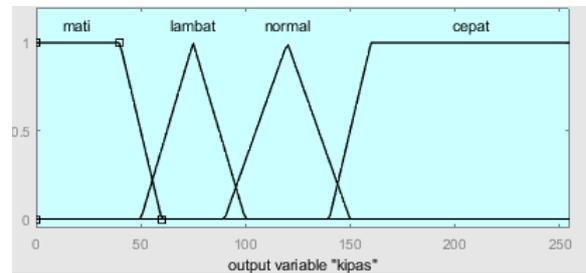
Pada Gambar 6. merupakan grafik yang menunjukkan nilai keanggotaan kecepatan perputaran pompa yang berupa nilai PWM.

Tabel 3. Nilai keanggotaan kecepatan pompa

Penyiraman	Keterangan (nilai PWM)
Mati	0-60
Lambat	50-100
Normal	90-150
Cepat	140-255

Pada Tabel 3 merupakan nilai keanggotaan kecepatan perputaran pompa yang berupa nilai PWM. Pompa mati apabila memiliki nilai PWM 0-60, pompa akan menyala lambat apabila nilai PWM 50-100, pompa akan menyala normal apabila nilai PWM 90-150, dan pompa akan menyala cepat apabila nilai PWM sebesar 140-225.

Kemudian, ditentukan himpunan output yang berupa kecepatan perputaran kipas yang dibagi menjadi 4 kategori yaitu:



Gambar 7. Nilai keanggotaan kecepatan kipas

Pada Gambar 7. merupakan grafik yang menunjukkan nilai keanggotaan kecepatan perputaran kipas yang berupa nilai PWM.

Tabel 4. Nilai keanggotaan kecepatan kipas

Kecepatan	Keterangan (nilai PWM)
Mati	0-60
Lambat	50-100
Normal	90-150
Cepat	140-255

Pada Tabel 4 merupakan nilai keanggotaan kecepatan perputaran kipas yang berupa nilai PWM. Kipas mati apabila memiliki nilai PWM 0-60, kipas akan menyala lambat apabila nilai PWM 50-100, kipas akan menyala normal apabila nilai PWM 90-150, dan kipas akan menyala cepat apabila nilai PWM sebesar 140-225.

3.3 Rule

Tabel 5. Tabel Aturan Fuzzy

No	Input		Output	
	Kelembapan Tanah	Suhu	Kipas	Pompa
1	Kering	Dingin	Lambat	Normal
2	Kering	Normal	Normal	Normal
3	Kering	Panas	Cepat	Cepat
4	Normal	Dingin	Mati	Mati
5	Normal	Normal	Normal	Mati
6	Normal	Panas	Cepat	Lambat
7	Basah	Dingin	Mati	Mati
8	Basah	Normal	Lambat	Mati
9	Basah	Panas	Normal	Lambat

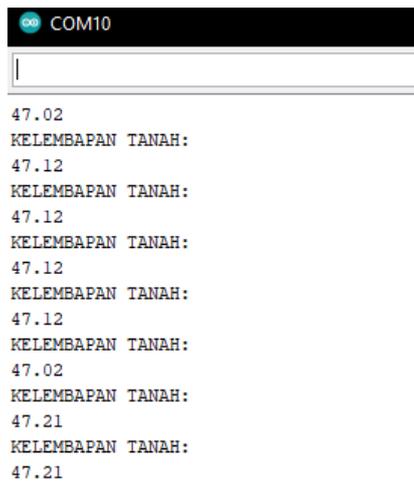
Aturan fuzzy pada Tabel 5. dijabarkan sebagai berikut:

- IF suhu = dingin AND kelembapan = kering THEN kipas = lambat AND pompa = normal
- IF suhu = dingin AND kelembapan = normal THEN kipas = mati AND pompa = mati
- IF suhu = dingin AND kelembapan = basah THEN kipas = mati AND pompa = mati
- IF suhu = normal AND kelembapan = kering THEN kipas = normal AND pompa = normal

Pada Tabel 7 yang merupakan nilai error sensor kelembapan udara DHT11 dapat disimpulkan bahwa rata-rata nilai error pada kelembapan udara sebesar 2.54%.

4.5. Pengujian Sensor Kelembapan Tanah

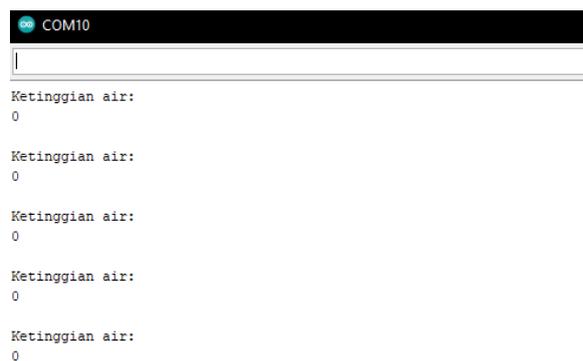
Pada pengujian sensor yang dilakukan pada tanah yang kering, didapatkan nilai yang berhasil diperoleh pada Arduino IDE sebagai berikut.



Gambar 11. Hasil deteksi sensor kelembapan tanah

Pada Gambar 11, sensor kelembapan tanah akan melakukan pembacaan kelembapan tanah, yang kemudian hasilnya akan ditampilkan pada serial monitor.

4.6. Pengujian Sensor Ultrasonik



Gambar 12. Pengujian ultrasonik saat kosong

Pada pengujian sensor ultrasonik dilakukan percobaan untuk mengukur ketinggian air. Pada percobaan pertama, tandon air tidak diisi air.

Kemudian tandon diisi oleh air sehingga sensor dapat mengecek ketinggian air yang telah masuk ke dalam tandon.



Gambar 13. Pengujian ultrasonik saat tangki diisi

Pada Gambar 13, ditunjukkan bahwa tandon air telah terisi air setinggi 7 cm yang semula kosong saat ditunjukkan pada Gambar 12.

4.6 Pengujian Output

Berikut merupakan pengujian output kecepatan perputaran pompa air dan kipas angin yang ditentukan oleh output hasil defuzzifikasi dari suhu dan kelembapan tanah yang didapat oleh sensor.

Tabel 8. Pengujian Output

No	Input		Target Output (Nilai PWM)		Output Mikrokontroler (Nilai PWM)	
	Suhu (°C)	Kelembapan Tanah (%)	Kipas	Pompa	Kipas	Pompa
1	25	60	120	24.7	120	25
2	24	51	92.9	98.2	93	98
3	26	47	155	155	155	155
4	27	54	177	85.2	175	85
5	31	49	201	201	200	200

Pada pengujian output yang ditunjukkan pada Tabel 8, hasil defuzzyfikasi yang dilakukan mikrokontroler akan dibandingkan dengan hasil perhitungan yang dilakukan di Matlab untuk memnunjukkan apakah hasil output mikrokontroler sudah sesuai dengan target.

4.7 Pengujian Notifikasi

Notifikasi akan dikirim ke user apabila terjadi suatu kondisi abnormal yang tidak dapat di-support oleh sistem seperti tanah yang terlalu basah, suhu yang terlalu rendah dan ketinggian air yang melebihi batas. Notifikasi akan dikirim ke *smartphone* pengguna menggunakan aplikasi Telegram. Tampilan notifikasi dapat dilihat pada Tabel 7 yang berupa scenario kondisi beserta notifikasi yang akan dikirim.

Tabel 9. Pengujian Notifikasi

No	Skenario	Hasil
1	Kelembapan tanah sebesar 83% yang merupakan melebihi batas normal 70%	

2	Suhu tanah sebesar 17° yang merupakan kurang dari suhu optimal sebesar 22°	
3	Kelembapan tanah sebesar 77% yang merupakan melebihi batas normal 70%	
4	Suhu tanah sebesar 18° yang merupakan kurang dari suhu optimal sebesar 22°	
5	Suhu tanah sebesar 20° yang merupakan kurang dari suhu optimal sebesar 22°	
6	Ketinggian air melebihi batas normal 15 cm	

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari pengujian dan analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa presentase error sensor suhu dan kelembapan berturut-turut adalah 3.54% dan 2.48% dan mengeluarkan output nilai PWM yang diinginkan. Pada pembacaan sensor yang diterima website, data sensor sudah terbaca dengan baik dengan delay sebesar 5 detik. Sedangkan pada notifikasi, apabila terjadi kondisi abnormal, notifikasi sudah dapat diterima oleh pengguna melalui aplikasi Telegram. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah menggunakan sensor yang lebih akurat dan menggunakan kipas pendingin yang lebih baik karena proses pendinginan ruangan yang cukup lama.

DAFTAR PUSTAKA

[1] L. Zamaniah, "Pengaruh Hujan Ekstrem Terhadap Produktivitas Bawang Merah di Kabupaten Probolinggo Jawa Timur," *Pros. Semin. Nas. Pendidik. Geogr. FKIP UMP*, pp. 173-183, 2018.

[2] V. C. P. P. D. M. a. R. F. R. F. Y. Ontowirjo, "Implementasi Internet of Things Pada Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Pada Ruangan Pengereng Berbasis Web," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, pp. 331-338, 2018.

[3] G. M. Putra and D. Falza, "Pengendali Suhu, Kelembapan Udara, dan Intensitas Cahaya pada Greenhouse untuk Tanaman Bawang Merah Menggunakan Internet of Things (IOT)," pp. 11404-11419, 2022.

[4] A. S. Pangga, "Perancangan Mesin Penyiraman Taman Menggunakan Fuzzy Logic," *INAJET: Volume 01 Nomor 01*, 2018.

[5] Rismunandar, *Membudidayakan lima jenis bawang*, Penerbit Sinar Baru Bandung, 1986.

[6] D. W. Putranto, "Perancangan Sistem Irigasi Otomatis Menggunakan Fuzzy Logic berbasis Wireless Sensor Network (WSN)," 2018.

[7] S. Sirmayanti, K. Fitri, S. A. Dachlan and Yuniarti, "Watering Stimulation of Allium cepa L Plants Based on IoT Through the ESP32 Microcontroller and MQTT Protocol," *JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)*, pp. 343-354, 2021.

[8] M. Masyudi, Sotyohadi and F. Y. Limpraptono, "SISTEM KONTROL DAN MONITORING KONDISI TANAH DAN KETINGGIAN AIR PADA TANAMAN BAWANG MERAH BERBASIS WEB DENGAN MENGGUNAKAN WIRELESS SENSOR NETWORK," 2019.

[9] Widiharto, "Sistem Penyiram Tanaman Yang Dapat Dimonitor Dengan Komputer Dan Perangkat Mobile," 2017.

[10] D. Setiadi and M. N. A. Muhaemin, "PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IoT) PADA SISTEM MONITORING IRIGASI (SMART IRIGASI)," *Jurnal Infotronik Vol.3, No. 2*, 2018.