

Otomatisasi Pada Parameter Media Tanam Pembibitan Teh Terintegrasi Berbasis Fuzzy Logic

1st Arfemilano Muflih E
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
arfemilano@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Fiky Y. Suratman
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
fysuratman@telkomuniversity.ac.id

Brahmantya Aji P
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
brahmantyaajip@risti.net

Abstrak

Tanaman teh dapat tumbuh optimum pada suhu 13-25°C, kelembapan (Rh) 70% dan kadar air tanah (SC) diatas 30%. Tanaman ini sensitif terhadap perubahan lingkungan sehingga cepat kering dan mati. Untuk membuat media tanam yang ideal bagi tanaman teh, sistem otomatisasi pada parameter media tanam teh terintegrasi berbasis *fuzzy logic* merupakan solusi dalam pengendalian parameter media tanam serta monitoring kondisi parameter media tanam. Dengan adanya sistem ini, nilai kondisi parameter media tanam bibit teh dapat terkendali menjadi ideal, serta memudahkan petani dalam pembibitan teh secara optimal dan efisien dari jarak jauh.

Kata Kunci : Sistem kendali suhu dan kelembapan udara, sistem kendali kadar air tanah, *fuzzy logic Sugeno*.

Abstract

Tea plants can grow optimally at a temperature of 13-25°C, humidity (Rh) 70% and soil moisture content (SC) above 30%. This plant is sensitive to environmental changes, so it quickly dries and dies. To create an ideal planting medium for tea plants, an integrated tea nursery media parameters automation based on fuzzy logic is a solution in controlling the parameters of the growing media and monitoring the condition of the media parameters. With this system, the parameter values of the seedling planting media can be controlled to be ideal and help farmers to breed tea remotely optimally and efficiently.

Keywords: Air temperature and humidity control system, soil moisture control system, *fuzzy logic sugeno*

I. PENDAHULUAN

Tanaman teh berasal dari daerah subtropis yang dapat tumbuh optimum pada suhu 13-25 °C, kelembapan (Rh) 70%, pH 4,5-5,6 dan curah hujan yang tidak kurang dari 2000 mm. Tanaman teh tidak tahan terhadap kekeringan dan pertumbuhan pucuk tanaman teh sangat dipengaruhi oleh curah hujan serta penyinaran matahari [1].

Kekeringan merupakan suatu ketiadaan partikel air diudara atau singkatnya tidak lembab. Kelembapan udara dapat berubah-ubah sesuai dengan kondisi angin pada lokasi, karena pergantian udara jenuh dengan uap air dan udara yang lebih kering sangat bergantung pada kecepatan angin [2].

Dampak kekeringan secara bertahap terhadap tanaman teh yang dapat dilihat dengan kasat mata

bermula pada tahap layu sementara, layu permanen, didukung suhu udara dan kelembapan yang tinggi akan mengakibatkan gugur daun, kering pucuk, dan ranting muda hingga mengakibatkan kematian pada tanaman [3].

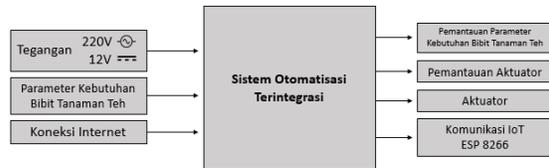
II. KAJIAN TEORI

Petani tradisional dapat memenuhi kebutuhan pertumbuhan pada bibit dan tanaman teh dengan cara menyiram secara langsung ke lahan pertanian. Serta dalam pengawasannya petani juga harus melihat secara langsung ke ruang lingkup tanaman teh, tidak bisa dengan pengamatan dari jarak jauh sehingga tujuan dari penelitian ini ialah membuat sistem otomatisasi pada parameter (suhu udara, kelembapan udara dan kadar air tanah) media tanam pembibitan tanaman teh yang langsung terintegrasi dengan

aplikasi monitoring pada *smartphone* dengan bantuan IoT.

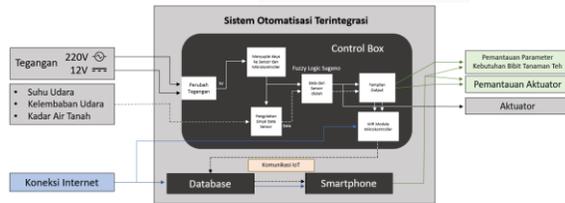
III. METODE

Perencanaan dalam pembuatan alat sebagai solusi dalam permasalahan ini adalah satu set sistem Otomatisasi Pada Parameter Media Tanam Pembibitan Teh Terintegrasi Berbasis *Fuzzy Logic* media tanam pada bibit tanaman teh. Sistem otomatisasi ini dapat memantau dan mengontrol parameter (suhu udara, kelembapan udara dan kadar air tanah). Desain konsep solusi untuk penelitian ini ialah mengambil dan mengumpulkan data parameter yang kemudian akan diolah oleh sistem otomatisasi untuk menghasilkan keluaran aktuator serta data pemantauan dari LCD dan juga aplikasi di *smartphone*. Gambar ringkasan desain konsep sistem otomatisasi teritegrasi dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini :



Gambar 3. 1 Desain Konsep Sederhana

Kemudian untuk desain konsep solusi sistem otomatisasi teritegrasi secara menyeluruh dapat dilihat pada Gambar 3.2 dibawah ini :



Dalam pengembangan kualitas dan mutunya, banyak percobaan telah dilakukan untuk memahai karakteristik pertumbuhan teh dengan konsep dan metode yang berbeda-beda.

Dari tahun 2020 sudah ada tiga penelitian yang dilakukan dari Universitas Telkom untuk meneliti pertumbuhan yang optimal pada bibit tanaman teh dengan metode yang berbeda-beda. Penilitan yang telah dilakukan khususnya mengenai pengendalian parameter untuk bibit tanaman teh dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini.

Gambar 3. 2 Desain Konsep Menyeluruh
 Dari Gambar 3.2 Desain Konsep Solusi Menyeluruh, dapat kita lihat sistem otomatisasi dapat berjalan dengan baik jika mendapat tiga masukan, yaitu tegangan sebagai daya untuk menghidupkan seluruh sistem dan koneksi internet sebagai jaringan untuk mengirimkan data secara komunikasi IoT. Kemudaian masukan lainnya ialah tiga parameter utama yang mempengaruhi pertumbuhan bibit tanaman teh yang akan dijadikan parameter acuan untuk diubah dengan sistem kendali pada sistem otomatisasi.

A. Tanaman Teh

Tanaman teh merupakan salah satu tanaman yang menghasilkan produk dengan peminat yang banyak, sehingga tanaman ini termasuk tanaman yang menyumbang banyak pemasukan Negara.

Industri teh nasional saat ini mengalami banyak kendala diantaranya seperti produktivitas kebun teh yang relatif rendah, penurunan luas areal perkebunan teh, serta mutu teh yang belum memenuhi standar internasional [4].

Suhu udara ideal untuk pertumbuhan tanaman teh adalah 13 °C – 25 °C, kemudian kelembapan yang ideal adalah diatas 70%, serta kadar air tanah yang ideal ialah diatas 34% untuk itu tanaman ini harus diperhatikan kondisi lingkungannya agar tidak kurang dan melebihi parameter ideal ini [5].

Tabel 2. 1 Penelitian Terhadap Pertumbuhan Tanaman Teh.

Judul Penelitian	Sensor	Metode	Tahun
Sistem Kendali Suhu Dan Kelembapan Udara Pada Pembibitan Tanaman Teh Di PPTK (Pusat Penelitian Teh dan Kina) Gambung Jawa Barat [6].	Sensor suhu, Sensor kelembapan udara	Fuzzy Logic & Histeresis	2020
Judul Penelitian	Sensor	Metode	Tahun

Perancangan Sistem Kontrol Derajat Keasaman Tanah Pada Pembibitan Teh di PPTK (Pusat Penelitian Teh dan Kina Gamboeng) [7].	Sensor pH tanah	Fuzzy Logic	2020
Sistem Pemantauan Dan Kendali Kadar Air Tanah Dan Suhu Udara Untuk Pembibitan Tanaman Teh [8].	Sensor Suhu Udara, Sensor Kadar Air Tanah	Control Closed Loop On-Off	2021

Pada tahun 2020 telah dilakukan pembuatan sistem kendali suhu dan kelembapan udara pada pembibitan tanaman teh dengan menggunakan metode *fuzzy logic* guna mendapatkan hasil pertumbuhan pada bibit teh yang optimal. Perhitungan pada penelitian tersebut menggunakan parameter acuan sebagai input pada logika *fuzzy*. Parameter yang dipakai ialah Suhu dan Kelembapan Udara [6]. Kemudian penelitian lain yang dilakukan di tahun 2020 adalah sistem kontrol pengendali derajat keasaman pada tanah bibit teh. Penelitian ini hanya menggunakan parameter tingkat keasaman tanah sebagai input yang kemudian akan diolah menggunakan metode *fuzzy logic* untuk menentukan keluaran semprotan larutan asam [7]. Penelitian terakhir yang telah di *publish* adalah sistem kendali kadar air tanah dan suhu udara dengan menggunakan metode *closed loop control on-off* [8].

B. Fuzzy Logic

Fuzzy Logic atau *Fuzzy Interference System* (FIS) merupakan salah satu pendekatan *reasoning* dalam AI. *Fuzzy Logic* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinier, mampu mengatasi masalah yang sangat kompleks, didasarkan pada bahasa formal/alami, memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat, dan mampu mempresentasikan pengetahuan pakar ke dalam basis pengetahuannya sebagai aturan-aturan yang berlaku sehingga tidak memerlukan proses *learning* [9].

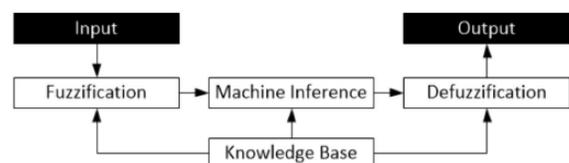
Himpunan *Fuzzy Logic* memiliki dua jenis atribut, yaitu Linguistik atau merupakan nama suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dengan menggunakan bahasa alami, misalnya label dingin, sejuk dan panas mewakili variabel temperatur. Selanjutnya atribut Numerik, yaitu suatu nilai yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, misalnya 2,7,...,dll [9].

Ada beberapa metode *Fuzzy Logic* yang dapat diterapkan untuk melakukan proses inferensi, yaitu metode Mamdani, Sugeno, dan Tsukamoto. Pada penelitian ini, metode yang digunakan ialah metode Sugeno. Perbedaan utama metode Sugeno dari metode lainnya adalah konsekuen yang digunakan adalah konstanta [10].

Fuzzy Logic terdiri dari beberapa proses, yaitu:

1. *Fuzzification*, proses merubah nilai tegas (*crisp*) inputan menjadi nilai *Fuzzy* menggunakan suatu *Membership Function* (Fungsi Keanggotaan).
2. *Knowledge Base*, merupakan kumpulan aturan-aturan (*rules*) dalam bentuk pernyataan *IF... THEN ...*
3. *Machine Inference*, merupakan proses untuk merubah inputan menjadi *output* (y_i), yang mana (y_i) adalah *output* dari *rule* ke- i dalam *knowledge base*. *Machine Inference* menggunakan fungsi implikasi *Max-Min* atau *Dot-Product* untuk memperoleh predikat dari *rule* ke- i dan *output rule* ke- i .
4. *Defuzzification*, merupakan suatu proses merubah *output* y_i yang diperoleh pada *Machine Inference* menjadi satu nilai *crisp output* (y'). Terdapat dua pendekatan /metode yang biasanya digunakan pada proses *Defuzzification*, yaitu *Average* (82) dan *Centroid* (83).

Struktur *Fuzzy Logic* terdapat pada Gambar 2.1 dibawah.



Gambar 2. 1 Struktur Fuzzy Logic [10].

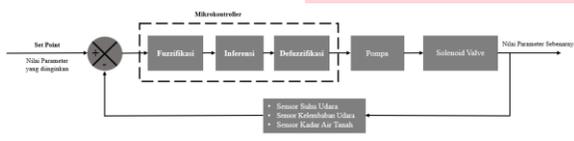
Fuzzy Logic Sugeno *knowledge base* menggunakan model rule:

$$IF (x_1 IS \alpha_1) AND/OR (x_2 IS \alpha_2) \dots AND/OR (x_n IS \alpha_n) THEN y = f(x, y) \quad (2. 1)$$

$f(x,y)$ adalah fungsi *crisp* yang biasanya merupakan fungsi linier dari x dan y . Dengan demikian setiap *output rule* berupa konstanta atau persamaan linier.

Machine Inference yang digunakan oleh *Fuzzy Logic Sugeno* adalah fungsi implikasi Min untuk memperoleh α_i yang digunakan untuk memperoleh y_i . Lalu secara standar, *Defuzzification Sugeno* menggunakan metode *Average* [9].

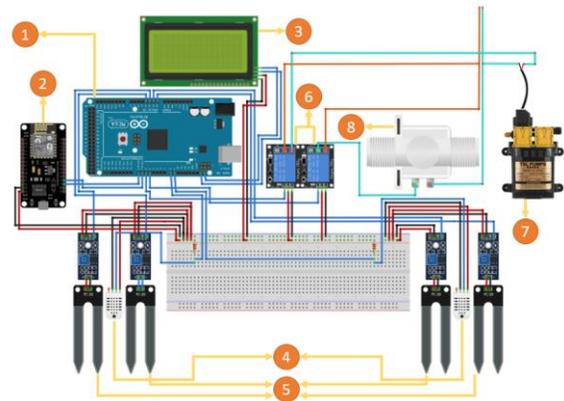
C. Diagram Blok Sistem Kendali



Gambar 3. 3 Diagram Blok Sistem Kendali

Gambar 3.3 merupakan hasil perancangan sistem otomatisasi dengan menggunakan metode *fuzzy logic Sugeno*. Input pada sistem kontrol *loop* tertutup merupakan perintah yang didapat dari *user* yang telah dimasukkan kedalam mikrokontroler sebagai *set point* dari parameter media tanam bibit teh yang baik. Kemudian nilai tersebut akan dibandingkan dengan nilai dari sensor sebagai *feedback* sebelum lanjut ke dalam pemrosesan *fuzzy logic* di mikrokontroler. Di dalam mikrokontroler tersebut, nilai perbandingan yang didapat akan memasuki tiga tahapan, yaitu fuzzifikasi, inferensi dan defuzzifikasi. Pada tahapan fuzzifikasi, nilai tersebut akan diubah menjadi nilai *fuzzy* dengan jenis keanggotaan yang telah dirancang. Selanjutnya pada tahapan inferensi, nilai *fuzzy* akan diproses menjadi *output* berdasarkan *rule* yang telah dibuat untuk menentukan fungsi implikasi *min* karena pada penelitian ini penggunaan semua penghubung *rules* adalah *and*. Kemudian dari nilai-nilai yang sudah didapat dari implikasi *min*, akan disatukan menjadi satu nilai *crisp* atau tegas dengan menggunakan pendekatan/metode *average*. Dari nilai tegas yang didapat kemudian akan masuk kedalam pompa air dan solenoid *valve* untuk menentukan keaktifan dari kedua aktuator tersebut. Seluruh proses ini akan terus berulang hingga sistem dimatikan.

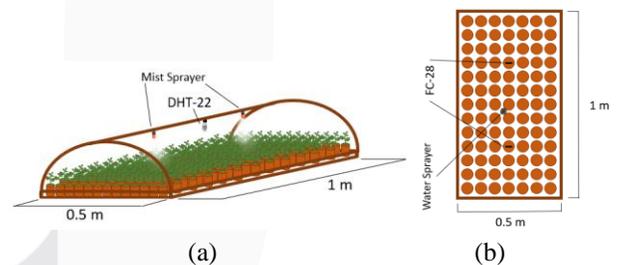
D. Desain Perangkat Keras (*Hardware*)



Gambar 3. 1 Desain Perangkat Keras

Dari Gambar 3.4 Desain Perangkat Keras, dapat dilihat jika penggunaan alat pada penelitian ini menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai controller utama yang menghubungkan sensor suhu dan kelembapan udara, sensor kadar air tanah, *relay* aktuator, serta modul esp8266 untuk konektivitas IoT.

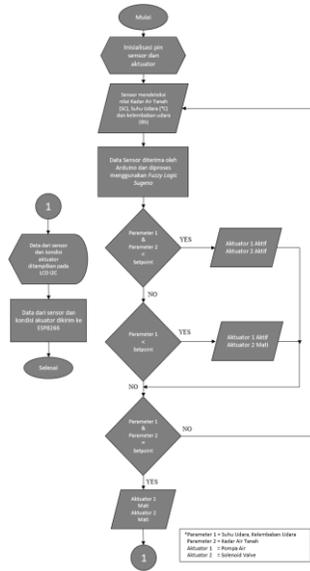
E. Desain Media Tanam Pembibitan Tanaman Teh



Gambar 3. 2 Desain Sungkup Media Tanam (a) Tampak Samping dan (b) Tampak Atas

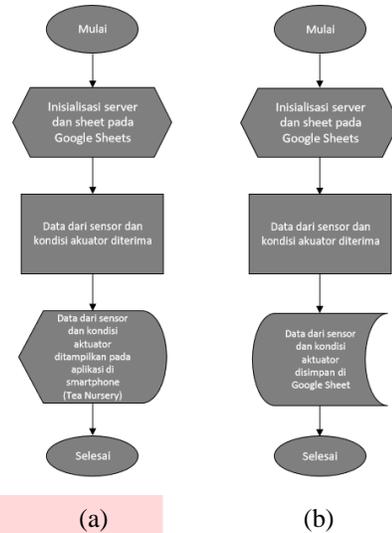
Dari gambar 3.1 Desain Sungkup Media Tanam diatas dapat kita lihat dari (a) tampak samping dan (b) tampak atas. Pada gambar (a) tampak samping terlihat jika sungkup berdimensi 1m x 0,5m dan penempatan sensor DHT-22 yang diletakkan pada posisi tengah sungkup. Kemudian untuk penempatan *nozzle mist* diletakkan masing-masing pada tengah dari setengah sungkup sehingga terbagi dua. Lalu pada gambar (b) tampak atas dapat kita lihat posisi sensor FC-28 diletakkan tegak lurus dengan *nozzle mist* untuk mendapatkan nilai kadar air tanah dengan baik

F. Desain Alur Perangkat Lunak (*flowchart*)



Gambar 3. 8 Desain Alur Perangkat Lunak Pada Arduino Mega

Pada Gambar 3.7 Desain Alur Perangkat Lunak diatas merupakan *flowchart* dari sistem otomatisasi terintegrasi bibit tanaman teh. Sistem akan dimulai dengan inisiasi pin sensor dan aktuator. Setelah itu sensor yang telah terinisiasi akan mendeteksi parameter (suhu udara, kelembapan udara dan kadar air tanah) untuk diubah menjadi sinyal data. Sinyal data tersebut kemudian akan diolah oleh mikrokontroller menggunakan *Fuzzy Logic Sugeno* untuk dipisahkan berdasarkan beberapa kriteria sesuai dengan *rules* yang telah dibuat. Jika nilai data parameter 1 dan 2 berada dibawah *setpoint* maka aktuator 1 dan 2 akan aktif, lalu jika hanya nilai data parameter 1 yang berada dibawah *setpoint* maka hanya aktuator 1 yang aktif, sedangkan aktuator 2 mati. Terakhir jika nilai data parameter sesuai dengan nilai *setpoint* maka kedua aktuator akan mati. Proses ini akan terus berputar hingga sistem otomatisasi dimatikan.

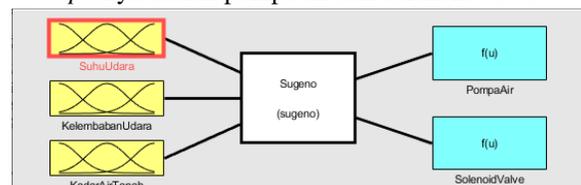


Gambar 3. 3 Desain Alur Perangkat Lunak Pada (a) Tea Monitoring System App dan (b) ESP 8266

Pada gambar 3.9 Desain Alur Perangkat Lunak diatas dapat kita lihat pada gambar (a) *Tea Monitoring System App* sistem akan dimulai dengan inisialisasi *server* dan halaman *sheet* pada Google Sheets. Kemudian data sensor dan kondisi aktuator akan diterima sehingga selanjutnya data-data tersebut dapat ditampilkan pada aplikasi *Tea Monitoring System*. Kemudian pada gambar (b) diatas merupakan *flowchart* dari ESP 8266. Sistem akan dimulai dengan menginisialisasi *server* dan halaman *sheet* pada Google Sheets. Kemudian data sensor dan kondisi aktuator dari Arduino Mega akan diterima sebelum seluruh data tersebut disimpan pada Google Sheets.

G. Pemodelan *Fuzzy Logic Sugeno*

Pada penelitian sistem otomatisasi pembibitan teh terintegrasi ini menggunakan *fuzzy logic Sugeno* dengan 3 variabel *input* dan 2 variabel *output* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.8 dibawah ini. 3 Variabel *input* yang digunakan adalah suhu udara, kelembapan udara dan kadar air tanah. Sedangkan 2 variabel *output*nya adalah pompa air dan solenoid *valve*



Gambar 3. 4 Variabel Input dan Output

Dari setiap variabel *input*, terdapat tiga himpunan atau klasifikasi yang berbeda. Pada variabel *input* suhu udara terdapat himpunan dingin, sedang dan panas. Kemudian pada variabel *input* kelembapan udara terdapat himpunan kering, sedang dan basah. Terakhir pada variabel *input* kadar air tanah terdapat himpunan kering, sedang dan basah.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Realisasi Alat



(a) (b) (c)
Gambar 4. 1 Realisasi Alat

Alat utama yang menunjang keseluruhan sistem otomatisasi terintegrasi adalah kontroller boks ini, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 diatas tampak depan layar (a), tampak belakang layar (b) dan tampak perangkat keras sistem (c). Didalam kontroller boks ini terdapat kontroller Arduino Mega 2560 sebagai pusat pemrosesan data, lalu ada ESP8266 sebagai modul *wifi* untuk pengiriman data komunikasi IoT ke *database*, selanjutnya ada dua buah *relay* sebagai pengontrol aktuator, dan yang terakhir ada LCD I2C 20x4 untuk menampilkan data parameter dan kondisi aktuator pada kontrol boks



(a) (b)

Gambar 4. 2 Sungkup Bibit Teh (a) Tertutup dan (b) Terbuka

Lalu alat selanjutnya ialah pompa air, solenoid *valve*, sensor, selang dan penyemprot embun yang berada didalam sungkup bibit teh seperti yang ditunjukkan di Gambar 4.2 diatas. Setiap sungkup terdapat dua sensor kadar air tanah FC-28, satu sensor suhu dan kelembapan udara DHT-22, serta dua *nozzle* penyemprot embun. Sensor ditiap sungkup akan mengirimkan nilai rata-rata parameter, kemudian data tersebut akan dikirimkan ke mikrokontroller. Selanjutnya mikrokontroller akan menentukan apakah aktuator akan aktif atau tidak.

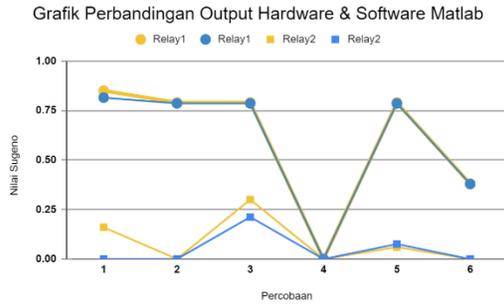
B. Pengujian Simulasi *Fuzzy Logic* Sugeno pada Matlab

Pengujian simulasi *Fuzzy Logic* ini bertujuan untuk melihat tingkat keakuratan dari keluaran program di *hardware* yang telah dirancang dengan keluaran *software* matlab sebagai acuan. Tabel 4.1 dibawah ini menunjukkan 6 data perbandingan dari hasil keluaran perhitungan di *hardware* dan *software* matlab.

Tabel 4. 1 Perbandingan Hasil Perhitungan Hardware dan Software Matlab

No	Kadar Air Tanah	Kelembapan Udara	Suhu Udara	Hardware Arduino Mega		Software Matlab		Error 1	Error 2
				Relay 1	Relay 2	Relay 1	Relay 2		
1	34,75	95,5	20	0	0	0	0	0	0
2	58	95,5	29	0,85	0	0,92	0	0,07	0
3	72	96	27	0,79	0	0,79	0	0	0
4	56,75	97	31	1	0	1	0	0	0
5	30,25	95,5	30,5	0,85	0,85	1	0,73	0,15	0,12
6	36,25	96,5	27	0,79	0,18	0,79	0,23	0	0,05
Rata-rata Seluruh Data								0,04	0,04

Dari tabel 4.1 dapat kita lihat nilai error 6 sampel dari 30 sampel data keseluruhan untuk *relay 1* dan *relay 2*. Nilai rata-rata total error dari *relay 1* dan dari *relay 2* adalah 0,04. Sehingga didapat nilai rata-rata keakuratan pada *relay 1* dan *relay 2* sebesar 99,96%. Nilai data lanjutan ada pada tabel data di lampiran B.2 Kemudian untuk penggambaran dari perbandingan nilai output *hardware* dan *software* matlab pada *relay 1* dan 2 dapat dilihat pada gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Output Hardware dan Software Matlab

C. Pengujian Sistem Kendali Monitoring Bibit Tanaman Teh

Pengujian sistem kendali dan monitoring ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat telah berjalan dengan baik dan sesuai dengan perencanaan yang telah ditetapkan atau belum. Selain itu pengujian ini juga untuk mengamati hasil dari adanya sistem ini pada media tanam bibit tanaman teh. Dalam pengujian ini diharapkan sistem dapat mempertahankan kondisi lingkungan yang pada media tanam dengan baik. Pada Gambar 4.8 dibawah ini ditunjukkan gambar saat sistem sedang aktif.



Gambar 4. 4 Sistem Sedang Berjalan

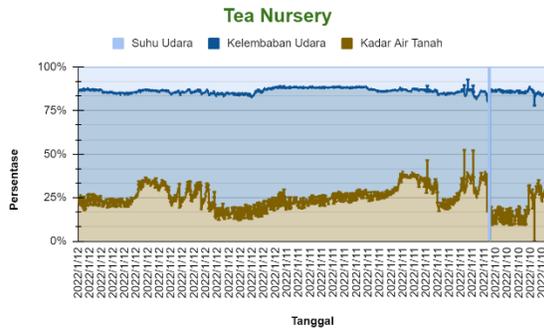
Tabel 4.3 dibawah ini merupakan sebagian dari tabel hasil pengujian keseluruhan sistem pada media tanam bibit tanaman teh yang dilakukan selama 3 hari.

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sistem

1	12 Januari 2022	12:41:51	24	95,5	60	Mati	Mati	0	0
2	12 Januari 2022	12:41:14	25	95,5	63,25	Aktif	Mati	0,59	0
3	12 Januari 2022	12:40:34	24	95,5	60,5	Mati	Mati	0	0
4	12 Januari 2022	12:39:58	25	95,5	63,5	Aktif	Mati	0,59	0
5	12 Januari 2022	12:39:22	25	95,5	60,5	Aktif	Mati	0,59	0
6	12 Januari 2022	12:38:42	25	95,5	62,5	Aktif	Mati	0,59	0
7	12 Januari 2022	12:38:07	25	95,5	58,75	Aktif	Mati	0,59	0
8	12 Januari 2022	12:37:31	24	95,5	61,75	Mati	Mati	0	0
9	12 Januari 2022	12:36:51	25	95,5	62,75	Aktif	Mati	0,59	0
10	12 Januari 2022	12:36:14	23	95,5	55,25	Mati	Mati	0	0
11	12 Januari 2022	12:35:38	24	95,5	51	Mati	Mati	0	0
12	12 Januari 2022	12:35:01	23	95,5	49,75	Mati	Mati	0	0

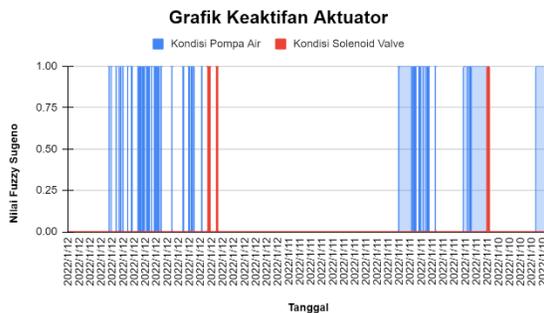
Dari Tabel 4.3 diatas, dapat kita lihat 12 sampel data sistem bekerja sesuai dengan masukan yang telah di rancang. Dari Tabel 4.3 kita juga dapat melihat jika relay 1 pompa air aktif saat suhu udara pada media tanam sudah menyentuh 25°C. Hal ini dikarenakan sistem telah diprogram untuk mempertahankan suhu udara dibawah 25°C, kelembapan udara diatas 70% dan kadar air tanah diatas 30%. Ketika salah satu parameter menyentuh angka tersebut, maka keluaran dari fuzzy logic akan membuat relay 1 atau relay 2 aktif. Kemudian untuk penggambaran dari grafik nilai suhu udara, kelembapan udara, kadar air tanah serta keaktifan dari aktuator pada sungkup media dapat dilihat pada gambar 4.9 dan 4.10 dibawah ini.

DATA PENGUJIAN SISTEM KESELURUHAN									
No	Tanggal	Waktu	Suhu Udara (°C)	Kelembapan Udara (%)	Kadar Air Tanah (%)	Relay 1 (Pompa Air)	Relay 2 (Solenoid Valve)	Nilai fuzzy logic Relay 1	Nilai fuzzy logic Relay 2



Gambar 4. 5 Grafik Suhu Udara, Kelembapan Udara dan Kadar Air Tanah

Dari gambar 4.9 diatas dan 4.10 dibawah kita dapat melihat grafik data parameter lingkungan pada media tanam bibit teh dan keaktifan dari aktuator, sama dengan Tabel di lampiran B.1 yang menunjukkan data pengujian sistem keseluruhan. Dari pengambilan data selama tiga hari didapatkan aktuator pompa air lebih sering aktif dibanding solenoid valve karena tingkat kadar air tanah yang cenderung lebih terpenuhi untuk bibit the dibandingkan dengan tingkat suhu udara dan kelembapan udara.



Gambar 4.10 Grafik Keaktifan Aktuator

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa Otomatisasi Pada Parameter Media Tanam Pembibitan Teh Terintegrasi Berbasis Fuzzy Logic yang dilakukan di PPTK Gambung, Jawa Barat, dapat disimpulkan sistem berhasil mengendalikan nilai suhu udara dalam sungkup menjadi dibawah 25°C, nilai kelembapan udara dalam sungkup menjadi diatas 70% dan nilai kadar air tanah di sungkup diatas 30% dengan kondisi relay 2 akan aktif jika relay 1 aktif, kemudian aplikasi Tea Monitoring System berhasil terintegrasi dengan IoT untuk memonitor kondisi parameter suhu udara, kelembapan udara dan kadar air tanah pada sungkup

bibit teh dari jarak jauh, dan yang terakhir ialah fuzzy logic yang digunakan pada sistem ini berhasil untuk memproses masukan parameter kebutuhan bibit tanaman teh menjadi keluaran yang dapat mengendalikan parameter tersebut dengan tingkat akurasi sebesar 99,95%.

REFERENSI

- [1] M. S. Haq, “Upaya Peningkatan Produksi Teh Melalui Penerapan Kultur Teknis,” *UPAYA PENINGKATAN PRODUKSI TEH (CAMELIA Sin. O.KUNTZE) MELALUI PENERAPAN Kult. Tek. Muthia*, vol. 24, no. 1, pp. 71–84, 2013.
- [2] J. Aminuddin, P. Kecepatan Angin Terhadap Evapotranspirasi Berdasarkan Metode Penman Di Kebun Stroberi Purbalingga, N. Fakultas Sains dan Teknologi, U. Ar-Raniry Banda Aceh, J. Aminuddin Prodi Fisika, and U. Purwokerto, “Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Evapotranspirasi Berdasarkan Metode Penman Di Kebun Stroberi Purbalingga,” *Elkawnie J. Islam. Sci. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 21–28, 2016.
- [3] E. Rezamela, S. Rosniawaty, and C. Suherman, “Respons Pertumbuhan Bibit Setek Teh (Camellia Sinensis (L.) O. Kuntze) Klom Gmb 7 pada Berbagai Interval Penyiraman,” *Agrikultura*, vol. 31, no. 3, p. 263, 2021, doi: 10.24198/agrikultura.v31i3.29192.
- [4] R. Hindersah, B. Adityo, and P. Suryatmana, “Populasi Bakteri Dan Jamur Serta Pertumbuhan Tanaman Teh (Camellia sinensis L.) Pada Dua Jenis Media Tanam Setelah Inokulasi Azotobacter,” *Agrologia*, vol. 5, no. 1, 2018, doi: 10.30598/a.v5i1.191.
- [5] I. R. D. Anjarsari, M. Ariyanti, and S. Rosniawaty, “Studi ekofisiologis tanaman teh guna meningkatkan pertumbuhan, hasil, dan kualitas teh,” *Kultivasi*, vol. 19, no. 3, pp. 1181–1188, 2020, doi: 10.24198/kultivasi.v19i3.26623.
- [6] D. Setiawan, P. D. Wibawa, and S. Yuwono, “Sistem Kendali Suhu Dan Kelembapan Udara Pada Pembibitan (Temperature and Air Humidity Control System of Tea Seedlings in Pptk (Tea and Cinchona Research Center) Gambung,” *e-Proceeding Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 218–225, 2020.
- [7] W. Ikhtiar, A. Rusdinar, and W. D. Prasetya, “Perancangan Sistem Kontrol Derajat Keasaman Tanah Pada (Design Control System of Soil Acidity on Tea Nursery in Pptk (Research Center of Tea and Cinchona

-) Gamboeng,” vol. 7, no. 1, pp. 156–161, 2020.
- [8] M. F. FAJARIADI, *SISTEM PEMANTAUAN DAN KENDALI KADAR AIR TANAH DAN SUHU UDARA UNTUK PEMBIBITAN TANAMAN TEH*. Bandung, 2021.
- [9] Budy, “Machine Learning & Reasoning Fuzzy Logic Algoritma, Manual, Matlab & Rapid.” 2015.
- [10] M. Irfan, L. P. Ayuningtias, and J. Jumadi, “Analisa Perbandingan Logic Fuzzy Metode Tsukamoto, Sugeno, Dan Mamdani (Studi Kasus : Prediksi Jumlah Pendaftar Mahasiswa Baru Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Sunan Gunung Djati Bandung),” *J. Tek. Inform.*, vol. 10, no. 1, pp. 9–16, 2018, doi: 10.15408/jti.v10i1.6810.