

**SISTEM KENDALI SUHU DAN KELEMBAPAN UDARA PADA PEMBIBITAN TANAMAN TEH DI PPTK (PUSAT PENELITIAN TEH DAN KINA) GAMBUNG JAWA BARAT**  
*(TEMPERATURE AND AIR HUMIDITY CONTROL SYSTEM OF TEA SEEDLINGS IN PPTK (TEA AND CINCHONA RESEARCH CENTER) GAMBUNG WEST JAVA*

Dody Setiawan<sup>1</sup>, Ig. Prasetya Dwi Wibawa<sup>2</sup>, Sigit Yuwono<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[dodysetiawan@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:dodysetiawan@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[prasdwiwawa@telkomuniversity.ac.id](mailto:prasdwiwawa@telkomuniversity.ac.id),

<sup>3</sup>[yuwono@telkomuniversity.ac.id](mailto:yuwono@telkomuniversity.ac.id)

**Abstrak**

Suhu udara harian pada pembibitan tanaman teh adalah 18° C - 25° C. Kelembapan yang dibutuhkan adalah diantara 70% - 90%. Derajat keasaman tanah (pH tanah) yang dibutuhkan berkisar antara 4.5 - 5.5. Sistem kendali suhu dan kelembapan udara pada pembibitan tanaman teh adalah salah satu solusi untuk memudahkan para petani teh di lingkungan PPTK (Pusat Penelitian Teh dan Kina) Gambung Jawa Barat dalam melakukan pembibitan tanaman teh khususnya dalam hal menjaga nilai suhu dan kelembapan udara agar tetap pada suhu 18° C - 25° C dan kelembapan udara pada rentang 70% - 90%.

Metode kendali yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah *fuzzy logic* dengan bantuan metode histeresis yang langsung di aplikasikan pada sistem. Berdasarkan hasil pengujian sistem kendali suhu dan kelembapan udara pada pembibitan tanaman teh, perancangan kontrol pada simulasi dan algoritma pemrograman sudah *minim* dari *error* dengan nilai *error* rata-rata pada hasil pengujian untuk sensor suhu udara adalah 0,12 dan akurasi sensor mencapai 99,59%, sensor kelembapan udara adalah 0,5625 dan akurasi sensor mencapai 99,16%, serta sensor suhu air adalah 0,3745 dan akurasi sensor mencapai 98,68%. Metode kendali (*fuzzy logic control*) yang diterapkan pada sistem memiliki nilai kesesuaian 99,98%.

**Istilah Kunci :** *Sistem kendali suhu dan kelembapan udara, Histeresis, Fuzzy Logic.*

**Abstract**

The daily temperature of the tea seedlings is 18° C - 25° C. The humidity needed is between 70% - 90%. The degree of soil acidity (soil pH) needed ranges between 4.5 - 5.5. The temperature and air humidity control system in the nursery of tea plants is one of the solutions to facilitate the tea farmers in the PPTK (Tea and Cinchona Research Center) Gambung West Java in conducting nurseries of tea plants especially in terms of maintaining the temperature and humidity value of the air to remain at temperature 18° C - 25° C and humidity in the range of 70% - 90%.

The control method used in this thesis research is *fuzzy logic* with the help of the hysteresis method which is directly applied to the system. Based on the results of testing the temperature and air humidity control system in the nursery of tea plants, the design of the control in the simulation and the programming algorithm is minimal from error with an average error value on the test results for the temperature sensor is 0.12 and the accuracy of the sensor reaches 99.59%, humidity sensor is 0.5625 and sensor accuracy reaches 99.16%, and water temperature sensor is 0.3745 and sensor accuracy reaches 98.68%. The method of control (*fuzzy logic control*) applied to the system has a conformity value of 99.98%.

**Keyword :** *Temperature and air humidity control system, Hysteresis, Fuzzy Logic.*

**1. Pendahuluan**

Tanaman teh adalah tanaman yang sangat sensitif terhadap beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman tersebut. Suhu dan kelembapan udara menjadi pengaruh utama yang dapat memacu pertumbuhan tanaman teh pada saat fase pembibitan. Beberapa hal lain yang mempengaruhi laju pertumbuhan tanaman teh adalah unsur hara. Banyak sedikitnya kandungan unsur hara pada tanah merupakan salah satu indikator tingkat kesuburan tanah yang akan mempengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tingkat kesuburan pada tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya derajat keasaman tanah (pH tanah). Unsur hara yang terkandung dalam tanah dapat dengan mudah terserap ke dalam tanaman teh pada pH 4.5 - 5.5, karena pada pH tersebut sebagian besar unsur hara akan larut dalam air.

Selain kandungan pH dalam tanah, suhu dan kelembapan udara lingkungan termasuk kedalam aspek yang berpengaruh pada proses pertumbuhan dan perkembangan bibit tanaman. Kondisi dimana suhu udara diantara

18° C – 25° C dan kelembapan udara diantara 70% - 90% dapat memacu pertumbuhan bibit tanaman teh pada kondisi terbaik. Terdapat banyak penelitian yang meneliti tentang kandungan nutrisi yang ada pada tanah sehingga menyebabkan pengaruh yang signifikan pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang di uji. Pada penelitian ini, penulis membuat alat yang terpadu untuk mengukur serta mengontrol suhu dan kelembapan udara pada pembibitan tanaman teh yang dilaksanakan di Pusat Penelitian Teh dan Kina, Gambung, Jawa Barat.

Alat yang dirancang berupa sistem kendali suhu dan kelembapan udara secara otomatis yang berbasis mikrokontroler. Jenis tanaman yang akan dijadikan objek penelitian adalah tanaman teh (bibit tanaman teh). Penelitian ini guna menjaga kestabilan nilai suhu dan kelembapan udara yang digunakan pada petak tanam (sungkup) pembibitan tanaman teh. Alasan utama mengapa penulis membuat

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Prinsip Kerja Sistem

Sistem yang akan dibuat pada penelitian tugas akhir ini berada pada sebuah sungkup (media tanam) bertutup plastik dengan ukuran panjang 2 meter, lebar 1 meter, tinggi 0.75 meter, yang mana terdapat 320 bibit tanaman teh di dalamnya. Alat ukur serta sensor suhu dan kelembapan udara terletak di dalam sungkup (media tanam) serta pengendali berada di samping dari sungkup tersebut.

Prinsip kerja sistem pada penelitian tugas akhir ini bermula dari pembacaan nilai suhu dan kelembapan udara pada sungkup oleh sensor yang telah dirancang di dalam sistem. Pembacaan nilai oleh sensor ini akan berupa nilai analog yang akan di konversi menjadi digital. Kemudian sinyal tersebut akan diproses oleh mikrokontroler sebagai otak sistem yang akan menjadikan sinyal tersebut menjadi *input* sistem. Data yang akan di olah oleh sistem adalah ketika suhu diatas dari 18° C - 25° C dan kelembapan udara kurang dari *range* 70% - 90%. Setelah input diterima oleh sistem maka sistem akan menyesuaikan *input* dengan nilai referensi yang diberikan oleh *user* kedalam *fuzzy logic controller*. Proses penghitungan akan terjadi pada logika *fuzzy* yang telah ditetapkan oleh penulis. Ketika suhu di dalam sungkup yang terbaca oleh sensor lebih dari 25° C aktuator akan menyala dengan durasi sesuai yang ditentukan pada *output* perhitungan logika *fuzzy*, begitu juga dengan keadaan ketika kelembapan udara kurang dari 70%.

### 2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Teh

Tanaman teh berasal dari daerah subtropis, yang kemudian menyebar ke berbagai bagian dunia, baik daerah subtropis maupun tropis. Dalam penanamannya di Indonesia yang beriklim tropis, agar dapat tumbuh dan berproduksi dengan optimal, tanaman teh menghendaki persyaratan iklim dan tanah yang sesuai dengan keperluan pertumbuhannya. Daerah pertanaman atau pembibitan tanaman teh yang lebih cocok di Indonesia adalah daerah pegunungan. Secara umum, lingkungan fisik yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman teh adalah keadaan iklim dan tanah.

Faktor iklim yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman teh adalah curah hujan, suhu udara, tinggi tempat, sinar matahari dan angin. Data yang disajikan penulis pada penelitian tugas akhir ini adalah data iklim yang ada di wilayah perkebunan milik PPTK Gambung Jawa Barat yang diambil dari stasiun geofisika Bandung yang terletak pada Lintang: -6,88356; Bujur 107,59733; Elevasi 791. Secara kesimpulan tanaman teh memerlukan curah hujan dalam rentang 2.000 mm – 2.500 mm, dengan jumlah hujan pada musim kemarau rata-rata tidak kurang dari 100 mm.

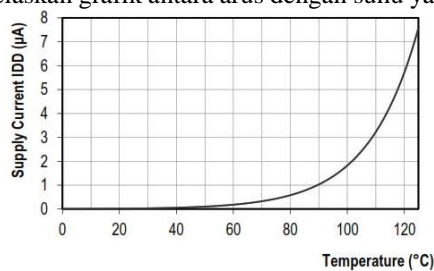
Suhu udara harian yang dibutuhkan pada tanaman teh pada saat proses pembibitan adalah 18° C – 25° C. Sedangkan kelembapan udara harian dibutuhkan pada tanaman teh pada saat proses pembibitan adalah 70% - 90%. Pada penelitian tugas akhir ini, proses pembibitan tanaman teh dilakukan di PPTK Gambung yang memiliki ketinggian tempat 1350 mdpl. Sinar matahari sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman teh. Semakin banyak sinar matahari, pertumbuhan teh semakin cepat, sepanjang curah hujan mencukupi. Kesimpulan umum adalah tanaman teh menghendaki pertumbuhan dan perkembangannya pada daerah dengan curah hujan yang tinggi, suhu cukup sejuk, kelembapan relatif cukup tinggi, angin tidak kering dan elevasi tidak memungkinkan untuk terjadinya embun beku (*night frost*).

### 2.3 Sensor Suhu

Sensor suhu merupakan suatu komponen elektronika yang berfungsi untuk merespon suhu atau *temperature* disekitar komponen tersebut. Fungsi sensor suhu adalah untuk mengubah besaran panas menjadi besaran listrik yang berfungsi untuk mendeteksi gejala perubahan suhu pada objek tertentu. Pada penelitian tugas akhir ini, penulis menggunakan sensor suhu yang termasuk kedalam jenis IC Sensor.

Sensor suhu IC (IC temperature sensor) adalah sensor suhu yang prinsip kerjanya didasarkan pada sifat atau perilaku semikonduktor PN junction silikon yang sangat *sensitive* terhadap suhu. Kesensitifan PN junction ini mungkin menjadi kerugian dalam banyak aplikasi, akan tetapi perilaku ini akan sangat menguntungkan bila digunakan pada perangkat sensor suhu. Sensor suhu IC akan menghasilkan sinyal output (tegangan, arus) yang

berbanding lurus atau linier dengan temperature. Sensor suhu IC biasa digunakan dalam suhu kisaran  $-50^{\circ}\text{C}$  sampai  $150^{\circ}\text{C}$ . Gambar II-1 menjelaskan grafik antara arus dengan suhu yang dibaca pada sensor suhu digital.



Gambar II-1. Grafik suhu terhadap suplai Arus pada Sensor Suhu Digital

Pada sensor suhu analog yang termasuk dalam kategori IC Sensor hasil tegangan keluaran berbanding lurus dengan suhu yang terbaca oleh sensor. Karakteristik tiap sensor yang dijual dipasaran memiliki perbandingan nilai tegangan terhadap satu kenaikan skala suhu yang berbeda. Penulis mengambil contoh pada sensor suhu analog LM35. Setiap kenaikan per satu  $^{\circ}\text{C}$  adalah  $10\text{ mV}$  pada daerah kerja  $-55^{\circ}\text{C}$  sampai  $150^{\circ}\text{C}$ .

$$V_{out} = T \times 10\text{ mV} \quad (\text{II-1})$$

Keterangan :

$V_{out}$  = Tegangan keluaran dari sensor (volt)

$T$  = Suhu yang dibaca oleh sensor ( $^{\circ}\text{C}$ )

#### 2.4 Sensor Kelembapan Udara

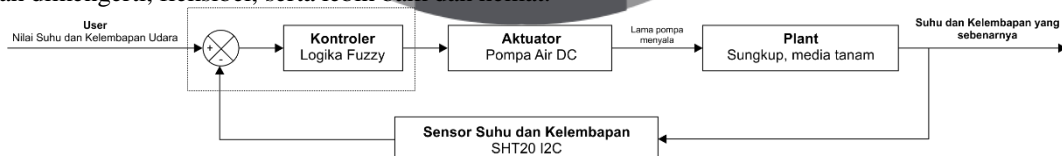
Kelembapan udara menggambarkan kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagai kelembapan mutlak, kelembapan nisbi (relatif) maupun defisit tekanan uap air. Kelembapan nisbi adalah membandingkan antara kandungan/tekanan uap air aktual dengan keadaan jenuhnya atau pada kapasitas udara untuk menampung uap air.

Sensor kelembapan udara merupakan suatu alat ukur yang digunakan untuk membantu penulis dalam proses pengukuran atau pendefinisian suatu kelembapan uap air yang terkandung dalam udara. Bagian dalam sensor tersebut terdapat kapasitansi polimer sebagai elemen untuk sensor kelembapan relatif dan sebuah pita regangan yang digunakan sebagai sensor temperature. Keluaran dari kedua sensor tersebut digabungkan dan dihubungkan pada ADC 14 bit dan sebuah interface serial pada satu chip yang sama. Informasi mengenai nilai kelembapan udara diperoleh dari proses pengukuran. Alat yang biasanya digunakan untuk mengukur kelembapan udara adalah *hygrometer*.

#### 2.5 Metode Kendali *Fuzzy Logic Controller*

Logika merupakan studi penalaran. Pada teori logika yang biasa, logika dinyatakan dengan benar atau salah. Namun, dalam kehidupan sehari-hari, sering ditemukan kasus yang tidak bisa dinyatakan sebagai benar atau salah, tapi harus dinyatakan dengan hampir benar, agak benar atau semacamnya. Dalam logika *fuzzy*, penulis dapat menyatakan hal seperti itu dengan suatu nilai, antara benar dan salah.

Logika *fuzzy* adalah logika yang kabur atau mengandung unsur ketidakpastian. Logika ini mulai dikembangkan pada tahun 1960-an di Amerika. Saat ini, logika *fuzzy* sudah banyak digunakan di negara-negara maju, terutama di Jepang. Logika *fuzzy* digunakan sebagai pengendali pada berbagai alat, misalnya pada pendingin ruangan dan mesin cuci. Logika ini cenderung lebih praktis untuk digunakan, karena sederhana, mudah dimengerti, fleksibel, serta lebih baik dan hemat.



Gambar II-2. Penggunaan kendali *fuzzy* dalam sistem

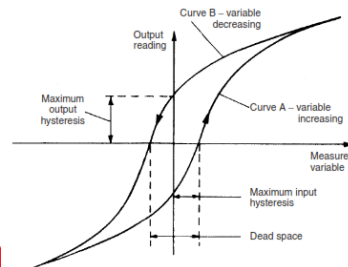
Pada dasarnya terdapat tiga proses utama dalam merancang *Fuzzy Logic Controller*, yaitu :

1. Fuzzyfikasi
2. Inferensi *fuzzy*
3. Defuzzyfikasi

Pengolahan utama *Fuzzy Logic Controller* terjadi pada proses inferensi *fuzzy* dimana masukan pada proses tersebut adalah nilai yang sudah melalui proses fuzzyfikasi dan juga rules yang sudah dibuat. Pada proses akhir defuzzyfikasi mengembalikan nilai hasil dari proses inferensi *fuzzy* kembali menjadi nilai tegas.

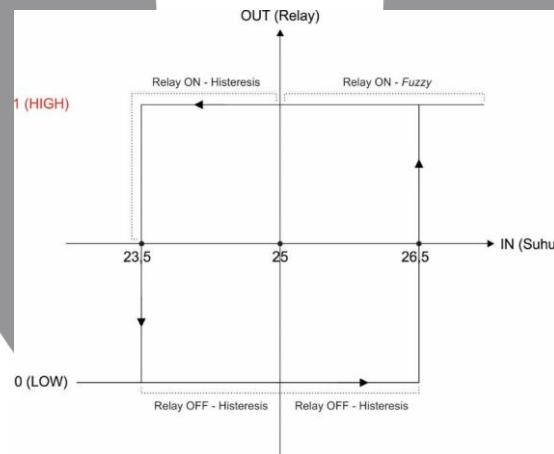
## 2.6 Histeresis

Histeresis merupakan ketergantungan sebuah sistem, tidak hanya pada keadaannya yang sekarang, tetapi juga pada keadaannya pada masa yang sebelumnya. Ketergantungan ini muncul karena sistem tersebut dapat berada di lebih dari satu kondisi internal. Untuk memproyeksikan perubahan berikutnya, baik kondisi internal maupun kondisi sebelumnya harus diketahui. Gambar II-3 menjelaskan karakteristik instrumen yang memiliki histeresis.



Gambar II-3. Karakteristik Instrumen dengan Histeresis

Histeresis dapat digunakan untuk menyaring sinyal sehingga keluarannya menghasilkan reaksi yang lambat dengan mengambil kondisi terakhir untuk diingat. Sebagai contoh, sebuah termostat yang mengontrol sebuah pemanas dapat menyala heater ketika suhu turun hingga di bawah A derajat, tetapi tidak akan mematikan pemanas sampai suhu meningkat hingga di atas B derajat (misal, bila seseorang ingin menjaga suhu di 20° C, maka orang tersebut mengatur termostat untuk menyala pemanas ketika suhu turun di bawah 18° C, dan mematikannya ketika suhu melebihi 22° C). Termostat ini mempunyai histeresis. Dengan demikian, nyala/matinya keluaran dari termostat untuk pemanas ketika suhu berada di antara A dan B bergantung pada sejarah suhunya. Ini mencegah perpindahan yang cepat, on dan off, saat suhu bergerak di sekitar titik pengaturan. Termostat adalah sebuah sistem, masukannya adalah suhu, dan keluarannya adalah kondisi pemanas. Ketika suhu berada di 21° C, maka tidak mungkin untuk mengira-ngira apakah pemanas tersebut nyala atau mati tanpa mengetahui sejarah suhunya.



Gambar II-4. Grafik Histeresis pada Sistem

Pada Gambar II-19 penulis menjelaskan tentang *rules* histeresis yang akan dipakai pada sistem. Logika histeresis digunakan pada saat suhu yang dibaca pada sensor  $\leq 25^{\circ}\text{C}$  sampai suhu  $< 23,5^{\circ}\text{C}$  dan pada saat suhu yang di baca kembali naik dari suhu  $> 23,5^{\circ}\text{C}$  sampai dengan suhu  $\geq 26,5^{\circ}\text{C}$ .

## 2.7 Aktuator

Aktuator merupakan salah satu bagian dari sistem kontrol tertutup (*close loop control*) yang bertugas menerima perintah dari pengendali untuk mengubah proses kendali dengan tujuan untuk mengurangi nilai *error* pada sistem kendali. Aktuator yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk menjaga kestabilan nilai suhu agar tetap dibawah  $25^{\circ}\text{C}$  dan nilai kelembapan udara pada rentang 70% - 90%.

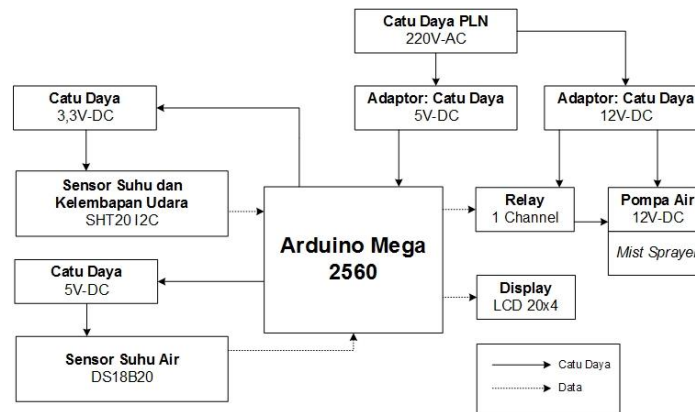
Pompa air dengan *supply* tegangan DC 12 volt yang dihubungkan dengan *mist sprayer* adalah aktuator yang digunakan dalam sistem kendali pada tugas akhir ini. Ketika pompa air menyala dengan durasi tertentu (sesuai perintah dari pengendali), pompa air yang terhubung dengan *mist sprayer* tersebut akan menyemprotkan air dalam bentuk embun. Air (fluida) yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah air dengan suhu  $15^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$ .

C yang tersimpan di dalam *plastic drum* berkapasitas 60 liter untuk menjaga suhu air tetap pada range 15°C – 20°C. Tujuan dari pengaktifan pompa air yang terhubung dengan *mist sprayer* tersebut adalah menurunkan suhu dan menambah/menaikkan kelembapan udara, dimana ketika air yang bersuhu 15°C – 20°C disemprotkan akan menurunkan suhu udara dan menambah kandungan air dalam udara yang ada pada sungkup (media tanam) saat proses pembibitan tanaman teh.

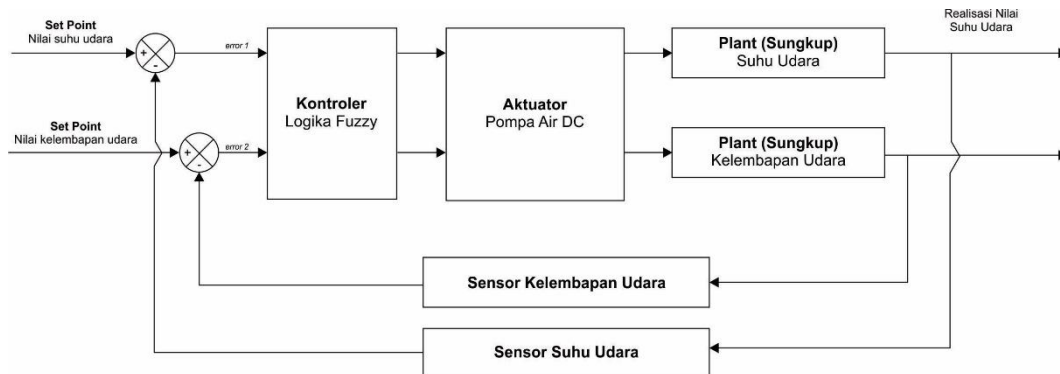
### 3. Perancangan Sistem

#### 3.1 Desain Sistem

Diagram blok sistem pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar III-1 dan Gambar III-2.



Gambar III-1. Diagram Blok Sistem Keseluruhan



Gambar III-2. Diagram Blok Sistem Kendali

#### 3.2 Desain Perangkat Keras

Gambar III-3 menunjukkan desain *control box panel* yang digunakan untuk menyimpan komponen elektronika yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini. Gambar III-4 menunjukkan desain perangkat secara keseluruhan yang sudah di aplikasikan pada sungkup tanam.



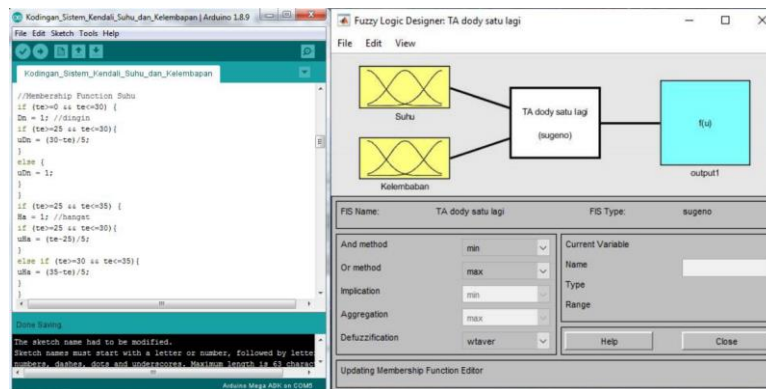
Gambar III-3. Tampak Depan Perangkat



Gambar III-4. Realisasi alat

### 3.3 Desain Perangkat Lunak

Pada tugas akhir ini menggunakan dua perangkat lunak yaitu Matlab dan Arduino IDE. Penggunaan Matlab bertujuan untuk merancang simulasi sistem kendali dengan logika *fuzzy* sebelum diterjemahkan ke dalam bahasa pemrograman Arduino IDE. Sedangkan penggunaan Arduino IDE bertujuan untuk pemrograman mikrokontroler untuk mengolah data dan mengimplementasikannya pada *hardware* yang sudah dirancang dalam tugas akhir ini. Simulasi dan algoritma pemrograman dikatakan sudah sesuai dengan aturan *rules* apabila hasil *output* yang dihasilkan sudah sesuai atau sudah minim dari *error* saat dibandingkan dengan hasil dari perhitungan manual. Gambar III-5 menunjukkan perangkat lunak (*software*) yang digunakan pada sistem.



Gambar III-5. Tampilan Arduino IDE dan Simulasi Matlab

## 4. Hasil Pengujian dan Analisa

### 4.1 Pengujian Sensor

Pengujian ini bertujuan untuk mengecek dan mengatur akurasi sensor suhu udara, sensor kelembapan udara, dan sensor suhu air yang digunakan dengan cara membandingkannya dengan *thermometer dan hygrometer* digital. Kemudian memperbaiki kesalahan (*error*) yang ada dengan melakukan *adjustment* pada *software*.

### 4.2 Pengujian Aktuator

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa debit air yang dikeluarkan saat pompa air aktif sesuai dengan datasheet yang tertera pada alat.

### 4.3 Pengujian dan Simulasi *Fuzzy Logic* pada Matlab

Pengujian dan simulasi *fuzzy logic* pada *software* Matlab bertujuan untuk mengamati dan menyesuaikan keluaran dari *hardware* yang telah dirancang dengan keluaran simulasi *fuzzy logic* yang dilakukan pada *software* Matlab.

### 4.4 Pengujian Sistem Kendali dan Monitoring

Pengujian sistem kendali bertujuan untuk mengamati hasil dari sistem yang telah dibuat dan apakah sistem sudah bekerja sesuai dengan cara kerja sistem yang ditetapkan sesuai tujuan penelitian atau belum. Selain itu, pengujian ini bertujuan untuk mengamati hasil dari monitoring suhu air. Pada pengujian ke-empat ini diharapkan dengan input suhu dan kelembapan udara yang dibaca oleh sensor dapat menjadi masukkan yang dapat menghasilkan durasi pompa untuk aktif dengan tepat beserta dengan kombinasi metode histeresis yang telah diterapkan pada sistem.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa Sistem Kendali Suhu dan Kelembapan Udara pada Pembibitan Tanaman Teh di PPTK (Pusat Penelitian Teh dan Kina) Gambung Jawa Barat, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem dapat mengendalikan nilai suhu udara di dalam sungkup menjadi di bawah  $25^{\circ}\text{C}$  dan dapat mengendalikan nilai kelembapan udara di dalam sungkup pada interval 70% - 90%.
2. Berhasil untuk mendesain sistem kendali *Fuzzy Logic* untuk mengatur lama pompa (aktuator) dengan *input* suhu dan kelembapan udara dengan nilai kesesuaian sistem kendali adalah 99,98%.
3. Alat ukur nilai suhu udara yang berupa sensor SHT20 dapat membaca nilai suhu udara dengan akurasi yang baik. Nilai akurasi sensor jika dibandingkan dengan *thermometer* digital adalah sebesar 99,59%.
4. Alat ukur nilai kelembapan udara yang berupa sensor SHT20 dapat membaca nilai kelembapan udara dengan akurasi yang baik. Nilai akurasi sensor jika dibandingkan dengan *hygrometer* digital adalah sebesar 99,16%.
5. Alat ukur nilai suhu air yang berupa sensor DS18B20 dapat membaca nilai suhu air yang tersimpan pada tangka penyimpanan dengan akurasi yang baik. Nilai akurasi sensor jika dibandingkan dengan *thermometer* digital adalah 98,68%.
6. Berdasarkan pengujian aktuator dalam satu menit pompa dapat menyemprotkan air 4,236 L dengan daerah kerja tegangan pada 12,19 Volt.
7. Berdasarkan pengujian sistem kendali suhu dan kelembapan udara, pompa akan aktif bekerja pada saat suhu lebih dari  $25^{\circ}\text{C}$  pada saat awal. Logika *fuzzy* akan bekerja pada daerah kerja suhu  $\geq 26,5^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$ . Pada saat suhu yang terbaca  $\leq 25^{\circ}\text{C}$  yang bekerja pada sistem adalah proses histeresis sampai suhu dapat mencapai  $\leq 23,5^{\circ}\text{C}$ .

8. Hitungan lama pompa menyala hanya ada pada saat logika *fuzzy* bekerja. Ketika pada saat proses histeresis yang aktif maka lama pompa hanya akan 1 atau 0.

## 5.2 Saran

Adapun tindak lanjut dan saran untuk pengembangan penelitian tugas akhir ini selanjutnya adalah :

1. Adanya sistem pengendali suhu dan kelembapan udara berbasis IoT. Sehingga pengaturan range suhu dan kelembapan udara dapat dilakukan secara jarak jauh.
2. Adanya sistem pengendali suhu air pada tangki penyimpanan air. Sehingga suhu air yang akan digunakan sebagai bantuan aktuator dapat terjaga nilai suhunya, serta dapat membantu menurunkan suhu lebih cepat (menaikkan *rise time*).
3. Sensor suhu dan kelembapan udara yang digunakan dapat dipisah menjadi 2 sensor, supaya akurasi dan presisi yang di dapat lebih baik lagi.

Pengembangan mengenai model sungkup yang lebih baik dan terintegrasi oleh sistem kendali suhu dan kelembapan udara.

## Daftar Pustaka

- [1] Setyamidjaja D, 2000, TEH. Budidaya dan Pengolahan Pascapanen, Yogyakarta: PENERBIT KANISIUS.
- [2] Laboratorium Mekatronika, "Pengantar Mikrokontroler," [Online]. Available: <https://mechatronicscrew.wordpress.com/praktikum/praktikum-mekatronika/mikrokontroler/>. [Accesed 18 Maret 2019].
- [3] Iwan Setiawan, S.T., M.T., 2009, Buku Ajar Sensor dan Tranduser. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [4] Davishare, "Sensor Kelembapan (Humidity Sensor)," [Online]. Available: <http://www.davishare.com/2015/01/sensor-kelembapan-humidity-sensor.html>. [Accesed 18 Maret 2019]
- [5] Athia Saelan, Logika Fuzzy, 2009, Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [6] Arduino, "ArduinoMega2560," Arduino Datasheet, 2014.
- [7] Tokopedia, "SKU-23 Sensor Suhu DS18B20 Waterproof Temperature Probe Sensor," [Online]. Available: <https://www.tokopedia.com/bestcomputer/sku-23-sensor-suhu-ds18b20-waterproof-temperature-probe-sensor>. [Accesed 28 Maret 2019]
- [8] DFRobot Datasheet, "SHT20 I2C Temperature & Humidity Sensor (Waterprrof Probe) SKU: SEN0227," SHT20 Datasheet.
- [9] Handson Technology, "4 Channel 5V Optical Isolated Relay Module," Relay Datasheet.
- [10] EKT, "Water Pump 12V Model: DC30A-1230," EKT2.com
- [11] Tokopedia, "12V High Power Electric Auto Diaphragm Water Pump 5L/min".
- [12] Lighting Ever, "36W Power Adaptor for LED Strip, 12V 3A US Plug Transformers, Non-waterproof Power Supply".
- [13] Santoso dkk, "Petunjuk Kultur Teknis Tanaman Teh, 2006, Pusat Penelitian Teh dan Kina.
- [14] Morris Alan S, "Measurement & Instumentation Principles", 2001, Oxford.