

Implementasi Metode Artificial Neural Network pada Rancangan Kumbung Jamur Tiram dengan Mengatur Suhu Ruangan, Kelembapan Ruangan, dan Kelembapan Tanah.

NOPAN ANGGARA¹

¹Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: nopananggara@gmail.com

Received 03 02 2023 | Revised 10 02 2023 | Accepted 10 02 2023

ABSTRAK

Indonesia adalah salah satu negara yang mayoritas penduduknya berprofesi sebagai petani. Seiring berjalannya waktu, lahan pertanian semakin berkurang. Hal ini mendorong orang-orang untuk melakukan kegiatan bercocok tanam didalam rumah yang sering disebut dengan urban farming. Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) merupakan salah satu jamur yang dapat dimakan (edible) dan memiliki rasa yang khas. Proses pertumbuhan dari tanaman Jamur Tiram sendiri memiliki beberapa faktor yang harus diperhatikan agar dapat tumbuh secara maksimal. Jamur tiram dapat tumbuh pada kisaran temperatur 25 – 28 °C dan kelembapan 70 – 80 %. Untuk mendukung kegiatan urban farming tersebut, maka dibuatlah sebuah kumbung jamur tiram yang dapat mengatur suhu dan kelembapan di dalam kerangka dan kelembapan tanah pada media tanam. Seluruh fungsi tersebut didukung dengan menggunakan metode klasifikasi jaringan saraf tiruan Backpropagation feed-forward. Sensor DHT22 digunakan untuk melakukan pembacaan suhu ruangan dengan tingkat rata-rata error pembacaannya sebesar 2,99% dan dengan tingkat rata-rata error pembacaan kelembapan ruangan sebesar 2,35% dibanding dengan thermometer digital hygrometer. Sensor YL69 digunakan untuk melakukan pembacaan kelembapan tanah hasil pembacaan sensor kelembapan tanah memiliki akurasi 5 sama dari 6 kali percobaan. Nilai pembacaan dari masing-masing sensor kemudian masuk ke dalam program klasifikasi, dimana program ini membutuhkan waktu selama 0,551 detik untuk melakukan klasifikasi setelah dilakukan 20 kali pengujian.

Kata kunci: Jaringan Syaraf Tiruan, Backpropagation, Sensor Suhu Ruangan, Sensor Kelembapan Ruangan, Sensor Kelembapan Tanah, Mikrokontroler.

ABSTRACT

Indonesia is a country where the majority of the population work as farmers. Over time, agricultural land is decreasing. This encourages people to carry out farming activities in the house which is often referred to as urban farming. Oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) is an edible mushroom and has a distinctive taste. The growth process of the Oyster Mushroom plant itself has several factors that must be considered in order to grow optimally. Oyster mushrooms can grow well in the temperature range of 25 – 28

°C and humidity of 70 – 80%. To support these urban farming activities, an oyster mushroom house was made which can regulate the temperature and humidity within the framework and soil moisture in the planting medium. All of these functions are supported by using the Backpropagation feed-forward neural network classification method. The DHT22 sensor is used to take room temperature readings with an average reading error rate of 2.99% and with an average room humidity reading error rate of 2.35% compared to a digital hygrometer thermometer. The YL69 sensor is used to take soil moisture readings. The results of the soil moisture sensor readings have fairly good accuracy compared to digital soil readings. The reading value of each sensor is then entered into the classification program, where this program takes 0.551 seconds to classify after 20 tests.

Keywords: Artificial Neural Network, Backpropagation, Room Temperature Sensor, Room Humidity Sensor, Soil Moisture Sensor, Microcontroller.

1. PENDAHULUAN

Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) merupakan salah satu kelompok jamur yang termasuk ke dalam jamur yang sudah dikenal oleh masyarakat dengan baik karena bentuk dan ukuran tubuh buahnya sangat familiar di masyarakat (Alexopoulos, Mims, & Blackwell, 1996). Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) merupakan salah satu jamur yang dapat dimakan (edible) dan memiliki rasa yang khas. Jamur tiram merupakan salah satu jamur kayu yang banyak tumbuh pada pokok-pokok kayu yang sudah lapuk, syarat tumbuh jamur tiram tergantung dari sumber nutrisi, suhu, kelembapan, air, cahaya, udara dan keasaman (Muchroji, Bakrun, & Y.A., 1999). Jamur tiram dapat tumbuh dengan baik pada kisaran temperatur 25 – 28 °C dan kelembapan 70 – 80 %. Untuk menjaga temperatur dan kelembapan dalam kumbung jamur maka petani menyiramkan air dengan menggunakan hand sprayer secara manual pada pagi dan sore hari (Suharjo, 2015). Namun, dengan menggunakan hand sprayer mengalami kendala yaitu seperti waktu penentuan penyiraman hanya mengandalkan waktu pagi, siang dan malam menurut perkiraan petani dan hal ini cukup menguras tenaga pembudidaya jamur tiram karena harus bolak-balik menyiram jamur demi memperoleh suhu dan kelembapan yang sesuai kebutuhan jamur tiram. Oleh karena itu, para pembudidaya jamur tiram membutuhkan suatu alat yang dapat membantu meringankan kegiatan menyiram jamur tiram.

Metode yang digunakan untuk melakukan klasifikasi data pada sistem ini adalah metode jaringan saraf tiruan. Metode ini biasa digunakan untuk membantu program dalam mengambil keputusan berdasarkan beberapa data yang telah diketahui sebelumnya. Salah satu jenis klasifikasi yang sering digunakan adalah jaringan saraf tiruan *backpropagation feed-forward*. *backpropagation* adalah jenis arsitektur jaringan saraf tiruan yang memerlukan pelatihan data dengan cara *supervised learning*. Artinya *backpropagation* harus dilatih terlebih dahulu menggunakan data latih yang telah diketahui hasilnya. Tingkat akurasi arsitektur ini akan lebih baik apabila menggunakan data latih dalam jumlah yang banyak dan variatif (Siang, 2009).

Berdasarkan dari latar belakang yang telah dijelaskan. Diperlukan sebuah sistem yang dapat membantu tanaman jamur tiram agar tumbuh secara maksimal meskipun dengan menggunakan konsep bercocok tanam. Sistem ini bekerja dengan cara mengatur suhu di dalam kumbung jamur dengan menggunakan kipas. Lalu terdapat pompa DC 12 Volt yang digunakan sebagai alat untuk penyiraman air berdasarkan kelembapan pada media tanam. Selain itu, terdapat lampu yang akan membantu kumbung jamur tiram tidak terlalu lembap berdasarkan dari kelembapan ruang yang ada di kumbung jamur tiram tersebut. Seluruh

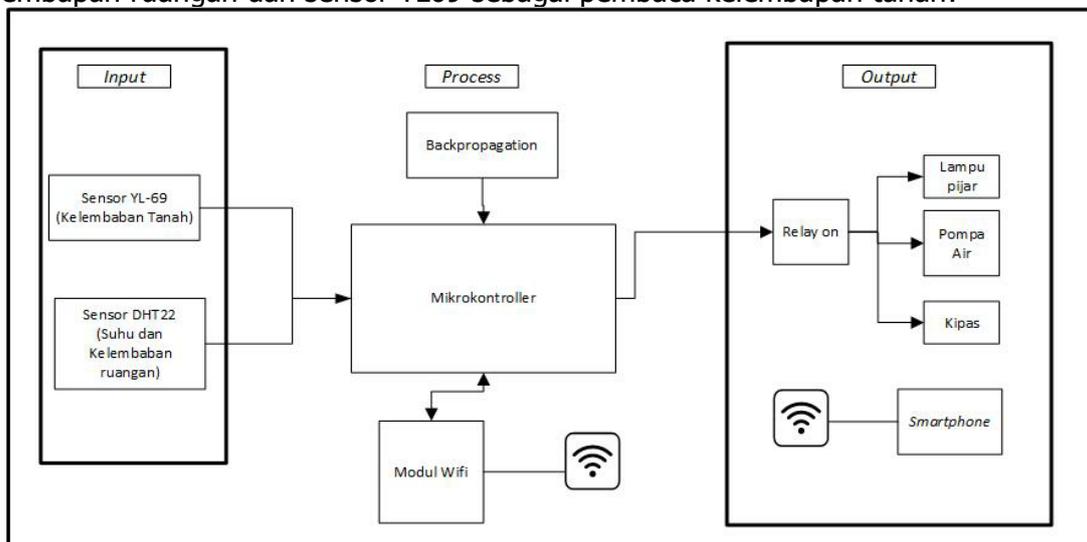
Implementasi Metode Artificial Neural Network pada Rancangan Kumbung Jamur Tiram dengan Mengatur Suhu Ruangan, Kelembapan Ruangan, dan Kelembapan Tanah

sistem tersebut menggunakan *mikrokontroler* dan menggunakan metode jaringan saraf tiruan *backpropagation feed-forward* sebagai metode klasifikasi data dari masing-masing sensor yang digunakan untuk mengambil keputusan yang perlu dilakukan oleh sistem. Dengan adanya sistem ini mampu mengurangi biaya produksi karna petani tidak perlu membayar tenaga untuk memantau dan menyiram kumbung secara berkala. Maka dari itu pentingnya suatu alat yang dapat memantau, mengontrol serta menjaga suhu dan kelembapan kumbung jamur tiram yang telah terkomputerisasi demi kelangsungan tumbuh kembang jamur tiram untuk meringankan dan membantu pekerjaan petani jamur tiram.

2. PERANCANGAN & IMPLEMENTASI

2.1 Gambaran Umum Sistem

Gambar 1 adalah gambaran dari bagaimana sistem ini bekerja. Lebih jelasnya, sistem akan bekerja dengan menggunakan 2 sensor yaitu sensor DHT22 sebagai pembaca suhu dan kelembapan ruangan dan sensor YL69 sebagai pembaca kelembapan tanah.

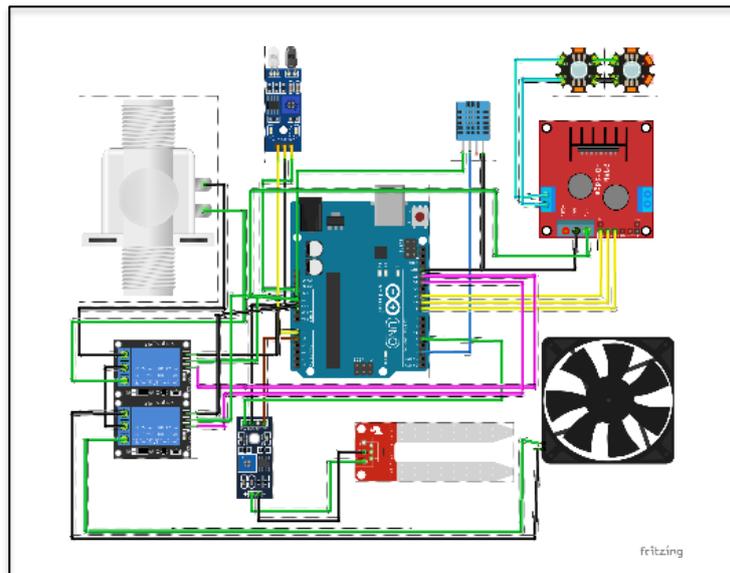


Gambar 1 diagram blok sistem

Hasil pembacaan data oleh masing-masing sensor tersebut akan masuk ke *mikrokontroler* Arduino yang selanjutnya akan dilakukan klasifikasi menggunakan metode jaringan saraf tiruan. Hasil dari klasifikasi data tersebut selanjutnya akan digunakan sebagai acuan untuk mengirimkan data pada *smartphone* dan menyalakan aktuator yang berupa, kipas, pompa air, dan juga lampu.

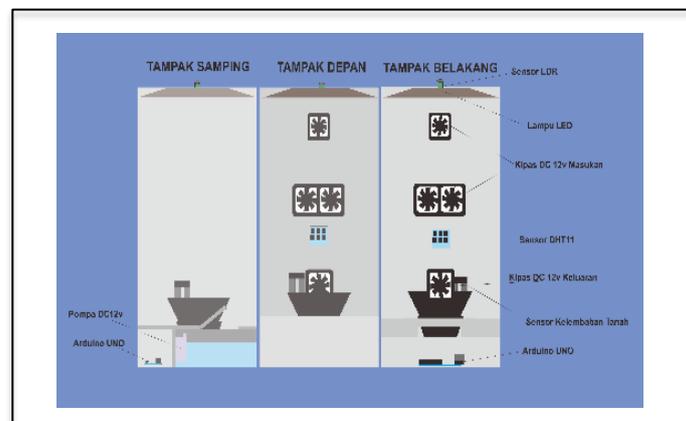
2.2 Perancangan Perangkat keras

Rangkaian yang digunakan dalam pembuatan sistem ini dapat dilihat pada gambar 2. Berdasarkan gambar tersebut terdapat komponen-komponen yang masing-masing tersambung dengan *mikrokontroler* esp8266. Beberapa komponen yang digunakan adalah sensor suhu dan kelembapan ruangan dan kelembapan tanah. Lalu terdapat lampu, pompa, dan kipas yang berfungsi sebagai *aktuator*.



Gambar 2 rangkaian sistem

Gambar 3 dibawah ini. merupakan gambaran secara utuh dari sistem ini. komponen-komponen yang telah dijelaskan sebelumnya terpasang pada kerangka yang dibuat menggunakan bahan akrilik transparan dengan tebal 1mm.

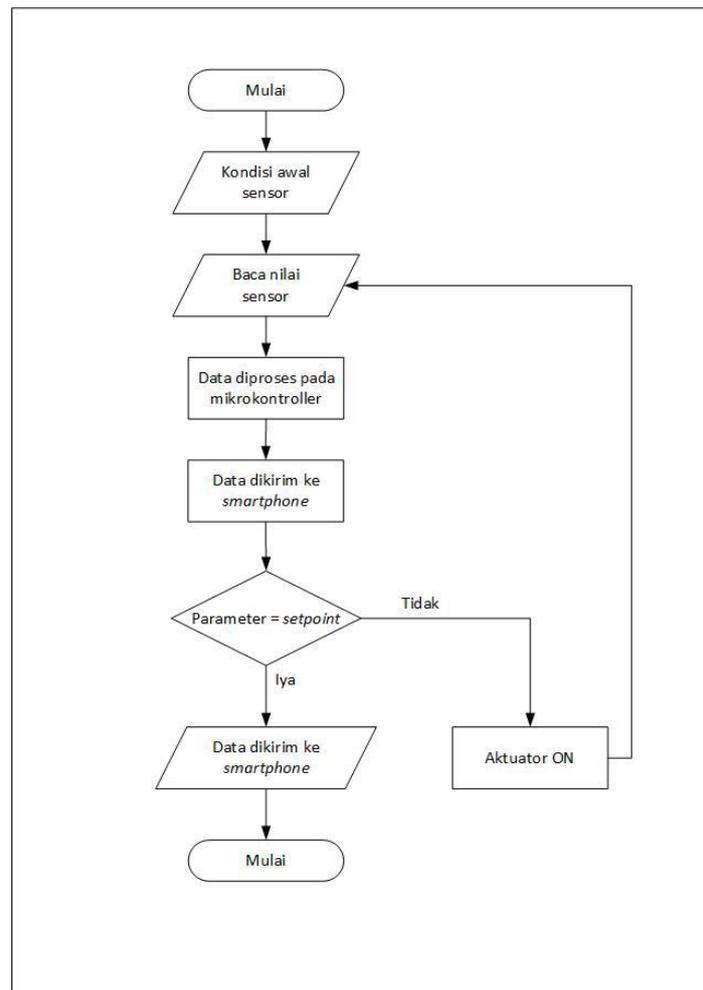


Gambar 3 gambar keseluruhan bentuk sistem

2.3 Perancangan perangkat lunak

Gambar 4 menjelaskan tentang alur dari program pada sistem ini. Proses awal dari program pada sistem ini adalah inialisasi dari masing-masing pin sensor yang digunakan oleh sistem. Sensor-sensor yang telah aktif tersebut selanjutnya melakukan pembacaan data berdasarkan dari fungsi masing-masing sensor seperti sensor DHT22 akan melakukan pembacaan suhu ruangan dan kelembapan ruangan dan sensor YL69 akan melakukan pembacaan kelembapan tanah di dalam media kumbung jamur. Pembacaan sensor akan selalu berjalan hingga serial monitor menerima masukan "g", dimana masukan tersebut akan menyimpan hasil pembacaan sensor yang selanjutnya akan dilakukan klasifikasi menggunakan metode jaringan saraf tiruan *backpropagation feed-forward*.

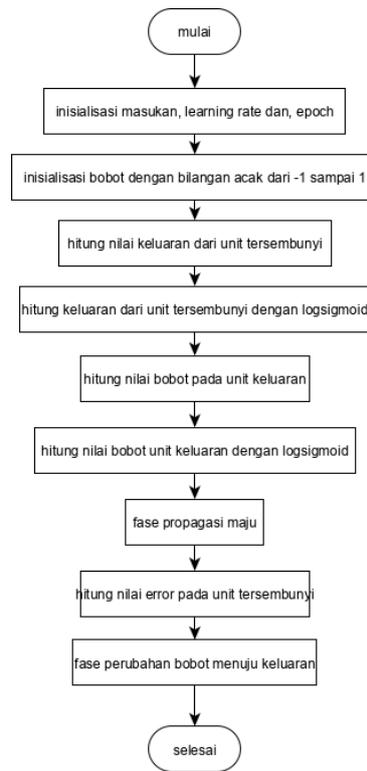
Implementasi Metode Artificial Neural Network pada Rancangan Kumbung Jamur Tiram dengan Mengatur Suhu Ruangan, Kelembapan Ruangan, dan Kelembapan Tanah



Gambar 4 diagram alir pengambilan data

Hasil pembacaan dari sensor yang berupa data akan digunakan sebagai data masukan untuk klasifikasi dengan menggunakan jaringan saraf tiruan *backpropagation feed-forward*. proses dari klasifikasi data tersebut dapat dilihat pada gambar 5. Berdasarkan gambar tersebut proses klasifikasi data dimulai dengan menentukan nilai *learning rate* dan *epoch*. Lalu menentukan nilai bobot dari masing-masing neuron yang akan digunakan untuk menghitung keluaran dari lapisan tersembunyi dan juga lapisan keluaran. Setelah hasil dari masing-masing lapisan diketahui lalu dilakukan propagasi maju untuk melakukan *update* nilai bobot dari masing-masing neuron.

Nopan Anggara



Gambar 5 diagram alir klasifikasi jaringan syaraf tiruan

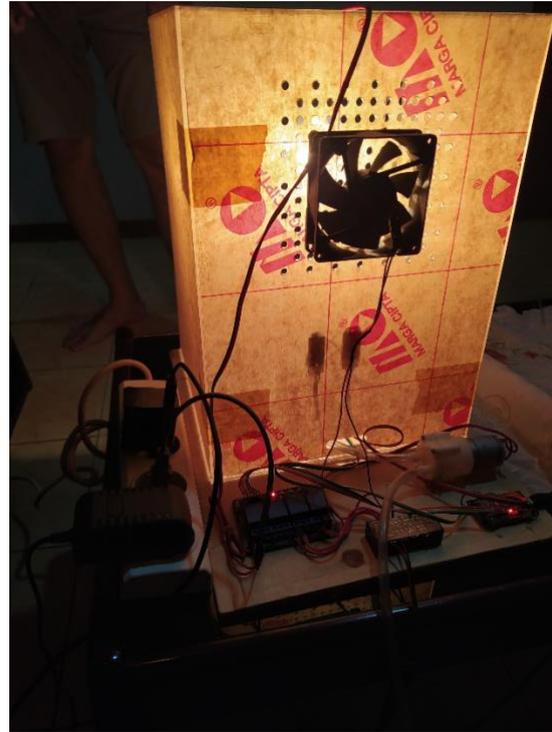
2.4 Implementasi Perangkat Keras dan Alat

Gambaran dari seluruh sistem yang telah dijelaskan pada gambar 3 kemudian dilakukan perancangan dari sistem. Hasil dari implementasi gambar 3 tersebut dapat dilihat pada gambar 6. Berdasarkan gambar tersebut *mikrokontroler* telah tersambung dengan ketiga sensor dan juga komponen pendukung aktuaternya. Dalam penerapan perangkat keras dari kumbung jamur ini menggunakan kerangka dari bahan akrilik bening dengan ketebalan bahan 1mm. proses penerapan perangkat keras di dalamnya mencakup beberapa komponen elektronik seperti ESP8266, sensor suhu dan kelembapan ruangan, dan sensor kelembapan tanah yang ditancapkan pada media tanam di dalam media tanam. Selain beberapa sensor tersebut, terdapat juga lampu, kipas DC 12 Volt, dan juga pompa air DC 12 Volt. Seluruh alat elektronik tersebut disambungkan ke adaptor DC 12 Volt sebagai sumber tenaganya. Beberapa komponen tersebut kemudian dirangkai menjadi 1 bagian dengan menggunakan bread board yang di hubungkan sesuai dengan gambar 6 dan gambar 7.

Implementasi Metode Artificial Neural Network pada Rancangan Kumbung Jamur Tiram dengan Mengatur Suhu Ruangan, Kelembapan Ruangan, dan Kelembapan Tanah



Gambar 6 gambar rangkaian tampak depan belakang



Gambar 7 gambar rangkaian tampak

3. PENGUJIAN

Pengujian yang diujikan pada sistem ini adalah pengujian akurasi pembacaan masing-masing sensor dan juga pengujian kecepatan program untuk melakukan simulasi pelatihan data dan melakukan klasifikasi data. Berdasarkan selisih nilai tersebut akan diketahui berapa besar nilai error dari sensor dengan melakukan perhitungan dari persentase *error* pada saat pengujian menggunakan persamaan berikut

$$\text{Persentase error} = \left| \frac{HT - HS}{HT} \right| \times 100\%$$

HT: Hasil pembacaan alat konvensional

HS: Hasil Sensor

Menentukan rata-rata *error*(%) dengan menggunakan rumus :

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{jumlah hasil}}{\text{jumlah percobaan}}$$

3.1 Pengujian Sensor Suhu Ruangan

Pengujian dilakukan untuk mengetahui akurasi hasil pembacaan sensor dengan cara melakukan perbandingan hasil pembacaan sensor dengan hasil pembacaan dari *thermometer digital hygrometer*. berikut adalah prosedur pengujiannya :

1. Menghubungkan *mikrokontroler* dan sensor ke perangkat laptop untuk mengunggah program dari Arduino IDE.
2. Melakukan pengukuran suhu pada tempat dan cara yang sama antara sensor suhu dan thermometer.

Pengambilan data sensor suhu dan thermometer dilakukan secara bersamaan. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

DHT22 (°C)	HTC-2 Digital Thermometer Hygrometer (°C)	Error %
25	26	3.84
30	29	3.44
27	27	0
28	26	7.69
28	28	0
	Rata-rata	2.99

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor Suhu

Berdasarkan tabel 1 diatas nilai *error* pembacaan dari sensor suhu dan *thermometer digital* rata-rata sebesar 2,99%.

3.2 Pengujian Sensor Kelembapan Ruangan

Pengujian dilakukan untuk mengetahui akurasi hasil pembacaan sensor dengan cara melakukan perbandingan hasil pembacaan sensor dengan hasil pembacaan dari *thermometer digital hygrometer*. Prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut.

1. Menyambungkan *mikrokontroler* dan sensor kelembapan tanah pada perangkat laptop untuk mengunggah file program dari Arduino IDE.
2. Melakukan pengukuran dengan cara menancapkan probe dari sensor kelembapan tanah dan hygrometer pada media tanam ditempat yang sama.
3. Pengambilan data dari sensor kelembapan tanah dan *thermometer digital hygrometer* ini dilakukan secara bersamaan.

Setelah melakukan pengujian, maka didapatkan hasil seperti pada tabel 2.

DHT22 (%)	HTC-2 Digital Thermometer Hygrometer (%)	Error %
69	71	2.81
73	75	2.66
79	78	1.28
81	79	2.53
82	80	2.5
	Rata-rata	2.35

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor kelembapan ruangan

Berdasarkan tabel 2 diatas nilai *error* pembacaan dari sensor suhu dan *thermometer digital* rata-rata sebesar 2,35%.

3.3 Pengujian Sensor Kelembapan tanah

Implementasi Metode Artificial Neural Network pada Rancangan Kumbung Jamur Tiram dengan Mengatur Suhu Ruangan, Kelembapan Ruangan, dan Kelembapan Tanah

Pengujian dilakukan untuk mengetahui akurasi hasil pembacaan sensor dengan cara melakukan perbandingan hasil pembacaan sensor dengan hasil pembacaan dari *Digital Soil*. Prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut.

1. Menyambungkan *mikrokontroler* dan sensor kelembapan tanah pada perangkat laptop untuk mengunggah file program dari Arduino IDE.
2. Melakukan pengukuran dengan cara menancapkan probe dari sensor kelembapan tanah dan *digital soil* pada media tanam ditempat yang sama.
3. Pengambilan data dari sensor kelembapan tanah dan *Digital Soil* ini dilakukan secara bersamaan.

Setelah melakukan pengujian, maka didapatkan hasil seperti pada tabel 3.

YL-69 (%)	Digital Soil (%)	Sensor	Alat Ukur
54	4	Lembap	Kering
45	5	Kering	Lembap
31	3	Kering	Kering
65	6	Lembap	Lembap
64	6	Lembap	Lembap
53	8	Lembap	Lembap

Tabel 3 Hasil Pengujian Sensor kelembapan tanah

Berdasarkan tabel 3 diatas nilai *error* dengan tingkat skala dari 1-3 adalah kering, 4-7 adalah lembap dan 9-10 adalah kering. Dapat disimpulkan bahwa dari tabel tersebut didapatkan pembacaan dari sensor kelembapan tanah dan *digital soil* memiliki akurasi 5 sama dari 6 percobaan.

3.4 Pengujian Jaringan Saraf Tiruan pada Matlab

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang diperlukan oleh program untuk melakukan pelatihan data berdasarkan data latih yang telah ditentukan.. Prosedur yang dilakukan untuk pengujian ini adalah.

1. Membuka perangkat lunak matlab pada laptop.
2. Membuka kode program dari jaringan saraf tiruan yang telah dibuat.
3. Pengujian dilakukan dengan mengubah kombinasi besaran *learning rate* dan jumlah *epoch*.
4. Menganalisa hasil dari keluaran program berdasarkan waktu yang diperlukan untuk melakukan pelatihan data.

Setelah dilakukan 9 pengujian dengan perbedaan *learning rate* dan *epoch*. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 4. Berdasarkan tabel tersebut waktu yang diperlukan oleh program untuk melakukan pelatihan data adalah rata-rata 0,2 detik.

<u>Learning rate</u>	<u>Epoch</u>	<u>Waktu</u>

0,1	1000	0.3131809
0,1	10000	0.2479917
0,1	100000	0.2083824
0,01	1000	0.2019657
0,01	10000	0.4725556
0,01	100000	0.2105814
0,001	1000	0.2259415
0,001	10000	0.2339055
0,001	100000	0.2338448

Tabel 4 Hasil Pengujian

3.5 Pengujian Jaringan Saraf Tiruan pada Arduino

Pengujian dilakukan untuk mengetahui waktu yang diperlukan oleh program untuk melakukan klasifikasi data berdasarkan dari masukan yang berbeda-beda. Prosedur yang dilakukan untuk pengujian ini adalah.

1. Menyambungkan *mikrokontroler* dan sensor kelembapan tanah pada perangkat laptop untuk mengunggah file program dari Arduino IDE.
2. Menjalankan program pada perangkat laptop
3. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan pengukuran menggunakan sensor-sensor yang terpasang.
4. Menganalisis hasil keluaran program yang ditampilkan di *serial monitor*.

Setelah melakukan 20 kali pengujian dengan nilai masukan yang berbeda-beda. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 5. Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 5, *Mikrokontroler* membutuhkan waktu 551 milidetik untuk menjalankan program dan melakukan klasifikasi data.

Pengujian	Waktu Komputasi (ms)
Uji Program 1	553
Uji Program 2	549
Uji Program 3	549
Uji Program 4	554
Uji Program 5	557
Uji Program 6	551

Implementasi Metode Artificial Neural Network pada Rancangan Kumbung Jamur Tiram dengan Mengatur Suhu Ruangan, Kelembapan Ruangan, dan Kelembapan Tanah

Uji Program 7	553
Uji Program 8	554
Uji Program 9	549
Uji Program 10	549
Uji Program 11	549
Uji Program 12	549
Uji Program 13	551
Uji Program 14	552
Uji Program 15	552
Uji Program 16	551
Uji Program 17	551
Uji Program 18	554
Uji Program 19	554
Uji Program 20	554
rata-rata	551,75

Tabel 5 Hasil Pengujian

Setelah melakukan 20 kali pengujian yang telah dilakukan oleh penulis, maka dapat diambil kesimpulan bahwa, waktu pemrosesan data dari sistem untuk melakukan komputasi dan melakukan klasifikasi adalah rata-rata sebesar 551,75 *millisecond* atau bila dijadikan satuan detik menjadi 0,551 detik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan. maka dapat disimpulkan bahwa. Maka didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan dari hasil pengujian oleh Sensor DHT22 memiliki tingkat kesalahan pada saat pembacaan suhu ruangan dengan rata-rata 2.99% dan untuk kesalahan saat pembacaan kelembapan ruangan dengan rata-rata 2.35%. Sehingga kinerja dari sensor suhu ini dapat dikatakan telah sesuai dengan fungsi dari sistem ini. Lalu hasil pengujian dari sensor kelembapan tanah YL-69 yang memiliki sejumlah kesalahan pada saat melakukan pembacaan kelembapan tanah yang hasilnya dibandingkan dengan pembacaan dari digital soil. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan pada hasil pembacaan dari sensor dan dari digital soil. Namun meski demikian, kinerja dari sensor kelembapan tanah ini telah sesuai dengan fungsi dari sistem ini.
2. Pada sistem kumbung jamur tiram untuk smart garden atau urban farming dengan mengatur suhu ruangan, kelembapan ruangan dan kelembapan tanah ini menggunakan algoritma Jaringan saraf tiruan Backpropagation feed-forward. Dimana semua sensor dan aktuatornya dapat berfungsi sesuai dengan hasil dari proses klasifikasi yang dilakukan dengan menggunakan algoritma jaringan saraf tiruan Backpropagation feed-forward yang menghasilkan 2 klasifikasi kondisi yaitu lembap dan kering.
3. Sensor kelembapan tanah juga terdapat beberapa perbedaan pembacaan nilai dengan *hygrometer*. namun dapat dikatakan selisih pembacaan antara sensor dan hygrometer tidak terlalu jauh.

4. Pada pengujian kecepatan pelatihan data dari jaringan saraf tiruan pada Matlab. Dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan struktur jaringan saraf tiruan dengan model seperti pada sistem tersebut tidak terdapat perbedaan yang mencolok pada waktu yang dihasilkan pada saat melakukan pelatihan data. Meskipun telah melakukan perubahan dari learning rate dan juga jumlah epoch pada kode program. Pengujian yang telah dilakukan dengan adalah sebanyak 9 kali.
5. Pada pengujian kecepatan pengolahan data menggunakan jaringan saraf tiruan pada arduino dapat disimpulkan bahwa kecepatan pengolahan data tersebut selama 0,551 detik. Catatan waktu tersebut didapat dengan melakukan pengujian sebanyak 20 kali.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashshiddiqi, A. J., Indriati, & Sutrisno. (2018). *Implementasi Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Memprediksi Jumlah Penduduk Miskin di Indonesia dengan Optimasi Algoritme Genetika*. Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya.
- fathurrahman, i. (2019). *Identifikasi Kematangan Buah Mentimun Berbasis Citra Digital Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*. STMIK Triguna Dharma, Medan, Indonesia.
- Muchroddji, Bakrun, M., & Y.A., C. (1999). *Jamur Tiram*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nurhani, L., Gunaryati, A., Andryana, S., & Fitri, I. (2018). *JARINGAN SYARAF TIRUAN DENGAN METODE BACKPROPAGATION*. Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika Universitas Nasional.
- Rebriyanto, P. D. (2018). *Rancang Bangun Sistem kontrol dan Monitoring Kelembapan dan Temperature ruangan pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis Internet Of Things*.
- Tri, R. A., & Rusimamto, P. W. (2018). *RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL KELEMBAPAN PADA MINIATUR KUMBUNG*. Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.