

SISTEM PENGONTROLAN PENGAIRAN BUDIDAYA TANAMAN TOMAT BERDASARKAN KELEMBABAN DAN SUHU TANAH BERBASIS ARTIFICIAL INTELLIGENCE

IRRIGATION CONTROL SYSTEM FOR TOMATO FARMING BASED ON SOIL MOISTURE AND TEMPERATURE WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Nida Nur Afifah¹, Ir. Porman Pangaribuan, M.T.², Rizki Ardianto Priramadhi, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹nidafifah@student.telkomuniversity.ac.id, ²porman@telkomuniversity.ac.id ³rizkia@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Pengairan pada tanaman tomat merupakan salah satu faktor penting dalam proses pertumbuhan dalam menjaga kesuburan. Tetapi, pemberian air yang tidak sesuai akan membuat pertumbuhan tanaman tomat kurang optimal. Seperti tanaman busuk ketika kurangnya pengairan dan terserangnya bakteri ketika pengairan berlebih. Untuk menyelesaikan permasalahan yang ada, dibutuhkannya sistem pengairan tanaman tomat dengan melihat dari tingkat kelembaban dan suhu tanah tanaman.

Pada penelitian tugas akhir ini dirancang sebuah sistem untuk mengontrol pengairan yang diterapkan pada tanaman tomat menggunakan sensor kelembaban tanah dan sensor suhu tanah dan arduino sebagai kontrol sistem. Melalui *Artificial Intelligence* diharapkan bisa mengklasifikasikan nilai-nilai mana saja yang akan membuat pompa hidup untuk mengairi dan membuat pompa mati agar berhenti mengairi dengan metode yang digunakan yaitu *Artificial Neural Network*. Untuk mengukur kelembaban tanah sensor akan ditanam dalam tanah kemudian akan membaca kadar air. Kelembaban tanah yang ideal untuk tanaman tomat berkisar 60-80%. Selain faktor Kelembaban, suhu tanah pada tanaman berpengaruh dalam proses pertumbuhan. Sensor suhu tanah juga akan ditanam dalam tanah pada kedalaman 5 cm. Tanaman tomat berkembang pada suhu 24-28°C.

Pada penelitian ini didapatkan bahwa sensor kelembaban tanah FC-28 dan sensor suhu DS18B20 *waterproof* mampu mendeteksi kelembaban dan suhu tanah yang dibutuhkan sistem untuk mengairi tanaman tomat. Nilai kelembaban yang terdeteksi untuk mengairi tanaman adalah < 60% sedangkan untuk suhu tanah adalah > 28°C. Dengan metode ANN yang digunakan pada sistem memiliki akurasi sebesar 90%.

Kata Kunci: *Tomat, Sensor Kelembaban Tanah FC-28, Sensor Suhu Tanah DS18B20 Waterproof, Pompa, Artificial Neural Network.*

ABSTRACT

Irrigation of tomato plants is an important factors in the process of plant growth in maintaining fertility. But, improper water supply will make tomato plant growth less than optimal. Like rotten plants, when there is a lack of irrigation and bacteria attack when they are over watering. Many automatic servoing gates have been made, it's just that it still has shortcomings, including when there is rain and drought, then the servo that is flowed into a rice field or flowed to another servoing because of the excess servo level in the rice field is still using the power of farmers to solve it. So farmers have to check continuously into the fields.

To solve the existing problems, a tomato plant irrigation system is needed by looking at the level of soil moisture and soil temperature of the plant. In this final project research designed a system to control irrigation applied to tomato plants using a soil moisture sensor and a soil temperature sensor and Arduino as a control system. Through Artificial Intelligence, it is expected to be able to classify which values will make the pump start to irrigate and make the pump stop to stop watering with the method used, namely the Artificial Neural Network. To measure soil moisture the sensor will be planted in the soil and then will read the moisture content. The ideal soil moisture for tomato plants ranges from 60-80%. In addition to the humidity factor, soil temperature in plants has an effect on the growth process. The soil temperature sensor will also be planted in the soil at a depth of 5 cm. Tomato plants thrive at 24-28 ° C.

In this study, it was found that the FC-28 soil moisture sensor and the DS18B20 waterproof temperature sensor were able to detect the moisture and soil temperature needed by the system to irrigate tomato plants. The detected moisture value for irrigating plants was <60% while for soil temperature was > 28 ° C. With the ANN method used in the system has an accuracy of 90%.

Keywords: *Tomato, FC-28 Soil Moisture Sensor, DS18B20 Waterproof Soil Temperature Sensor, Pump, Artificial Intelligence, Artificial Neural Network.*

1. Pendahuluan

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) merupakan sayuran buah yang tergolong tanaman semusim berbentuk perdu dan termasuk ke dalam famili *Solanacea*[1]. Berbagai faktor lingkungan dapat mempengaruhi produktivitas pertumbuhan tanaman tomat seperti kelembaban dan suhu tanah. Tomat membutuhkan tanah yang subur, gembur, dan mudah merembeskan air [2], tetapi tidak tahan dengan curah hujan yang terus menerus karena akan menyebabkan pertumbuhan yang kurang optimal.

Suhu ideal untuk pertumbuhan tanaman tomat berkisar 24-28°C, jika suhu terlalu tinggi maka pertumbuhan akan terhambat. Kelembaban tanah juga merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan karena berkaitan langsung dengan produksi tanaman. Gangguan-gangguan yang bisa terjadi pada budidaya tanaman tomat akan selalu muncul, seperti curah hujan yang tinggi membuat kelembaban tanah meningkat yang mengakibatkan tanaman terserang bakteri dan juga panas matahari yang terlalu terik akan membuat tanah kering mengakibatkan kerontokan bunga dan pecah-pecah pada buah tomat yang dihasilkan. Agar produksi tanaman tomat tidak terganggu, dibutuhkan pengairan atau penyiraman yang teratur dan terukur. Pengairan merupakan salah satu faktor penting dalam proses pertumbuhan tanaman. Proses pertumbuhan tanaman tidak terlepas dari pengairan yang membuat tanaman menjadi subur.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dibutuhkan suatu sistem pengairan yang bisa mengontrol kelembaban dan suhu tanah sesuai dengan kebutuhan tanaman tomat. Selain itu, bisa membantu para petani dalam menentukan kadar air yang sesuai dengan tanaman dan mengurangi beban para petani dalam proses pengairan agar tidak memakan waktu. Dengan sistem pengairan ini, saat kondisi kelembaban dan suhu tanahnya tidak terpenuhi maka alat akan berfungsi menyiram tanaman. Metode pada sistem ini menggunakan *Artificial Neural Network* dipadukan dengan mikrokontroler dan sensor kelembaban dan suhu tanah.

2. Dasar Teori

2.1 Tanaman Tomat

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) merupakan salah satu tanaman sayuran yang dapat tumbuh disemua tempat, dari dataran rendah sampai dataran tinggi (pegunungan). Tanaman tomat dapat ditanam di segala jenis tanah, mulai tanah pasir sampai tanah lempung. Tetapi, untuk pertumbuhan yang baik, tanaman tomat membutuhkan tanah lempung berpasir subur, gembur, dan bisa merembeskan air[2] dengan kadar keasaman (pH) 5, 5-7. Tanaman tomat tidak menyukai tanah yang tergenang air atau becek. Tanah yang selalu tergenang air akan menjadikan tanaman yang kerdil dan menyebabkan akar tomat mudah busuk dan tidak mampu menghisap zat-zat hara dari dalam tanah yang mengakibatkan tanaman mati.

Untuk pertumbuhan tomat, Anomsari, S.D. dan B. Prayudi (2012) menyatakan kisaran *temperature* yang baik adalah antara 20-27°C [3]. Pada negara dua musim seperti Indonesia, tomat dapat tumbuh pada musim hujan maupun musim kemarau, namun ketika musim hujan dengan curah hujan yang tinggi tidak terjamin baik produksinya. Begitupun dengan musim kemarau dapat menghambat pertumbuhan bunga karena cuaca yang terik dan angin yang kencang [4]. Tanaman tomat mempunyai kelembaban relatif untuk pertumbuhannya yaitu 25%. Kadar air tanah atau kelembaban tanah untuk tanaman tomat berkisar 60 – 80%. Keadaan tersebut akan merangsang pertumbuhan untuk tanaman tomat yang masih muda karena asimilasi CO₂ menjadi lebih baik melalui stomata yang membuka lebih banyak. Akan tetapi, kelembaban relatif yang tinggi juga dapat merangsang mikroorganisme pengganggu tanaman [4].

Dalam proses pertumbuhan tanaman tomat, diperlukannya pengairan atau penyiraman yang cukup. Tanaman tomat tidak membutuhkan air yang terlalu banyak, namun jangan sampai kekurangan. Pemberian air yang berlebihan pada areal tanaman tomat dapat membuat pertumbuhan vegetative (daun dan batang) yang subur, tetapi akan menghambat fase generatif [5]. Selain itu tanaman tomat akan tumbuh memanjang, tidak mampu menyerap unsur hara dan mudah terserang penyakit. Sebaliknya, ketika pemberian air yang selalu kurang bisa menyebabkan kerontokan pada bunga dan pecah-pecah pada buah tomat yang dihasilkan.

2.2 Sensor Kelembaban Tanah

Kelembaban tanah merupakan kuantitas atau kadar air yang terkandung dalam tanah. kadar air secara luas digunakan diberbagai bidang ilmiah dan teknis, dan dinyatakan sebagai rasio, yang dapat berkisar dari nol atau benar-benar kering hingga nilai porositas material pada saturasi [6]. Penentuan kadar air dapat dilakukan dengan metode gravimetrik secara langsung. Kadar air tanah dinyatakan sebagai perbandingan antara massa atau berat air pada sampel tanah sebelum pengeringan dengan massa / berat sampel setelah dikeringkan pada suhu 105°C selama 24 jam. Presentase kadar air ditentukan dengan persamaan (2.1) sebagai berikut

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{berat basah} - \text{berat kering}}{\text{berat basah}} \times 100\% \quad (2.1)$$

Berat basah yaitu berat sampel tanah sebelum dikeringkan. Berat kering merupakan berat sampel tanah yang sudah dikeringkan pada suhu 105°C selama 24 jam. Berat sampel tanah dinyatakan dalam satuan gram. Standar atau acuan dalam mengukur kelembaban tanah, yaitu *American Standard Method* (ASM). Prinsip dalam metode ini adalah dengan cara melakukan perbandingan antara massa air dengan massa butiran tanah (massa tanah dalam kondisi kering) yang ditunjukkan oleh persamaan berikut (2.2)

$$RH = (ma - mt) \times 100 \% \quad (2.2)$$

Keterangan :

RH = Kelembaban Tanah (%)

ma = Massa Air (Gram)

mt = Massa Tanah (Gram)

Massa butiran tanah diperoleh dengan menimbang tanah kering. Sedangkan massa air adalah selisih dari massa butiran tanah yang telah diberi air dengan massa butiran tanah [7]. Pengukuran kadar air bisa menggunakan sensor kelembaban tanah. Prinsip kerja penggunaan sensor ini adalah *moisture probe* dimasukkan ke dalam tanah yang akan diukur kelembabannya dan dihubungkan dengan generator sinyal. Bila kadar air (kelembaban) tanah berubah, maka *probe* akan menghasilkan perubahan nilai kapasitansi, akibat permitivitas dielektriknya berubah [8].

2.3 Sensor Suhu Tanah

Suhu tanah merupakan suatu konsep yang bersifat luas, karena dapat digunakan untuk menggolongkan sifat-sifat panas dari suatu sistem. Suhu tanah mempengaruhi proses biologis seperti perkecambahan biji, pertumbuhan benih dan perkembangannya, perkembangan akar, maupun aktivitas mikrobial di dalam tanah [6]. Suhu tanah sangat mempengaruhi proses pertumbuhan, karena setiap jenis tanaman mempunyai suhu batas minimum, optimum, dan maksimum untuk setiap tingkat pertumbuhan. Ada beberapa faktor yang membuat tinggi rendahnya suhu tanah. Salah satunya yaitu terdapat dari faktor dalam yaitu kadar air tanah.

Pentingnya suhu tanah diantaranya mempengaruhi perkembangan akar, perkecambahan biji dan pertumbuhan kecambah. Mengendalikan suhu tanah dapat dilakukan dengan cara penambahan atau pengurangan air. Mengendalikan suhu tanah dapat dilakukan dengan cara penambahan atau pengurangan air. Suhu tanah dapat diukur menggunakan sensor suhu DS18B20 *waterproof*. Dengan kemampuan tahan air, sensor ini mampu mengukur suhu pada tempat yang sulit atau basah seperti didalam tanah. Keluaran yang dihasilkan dari sensor berupa data digital berbentuk data suhu dalam satuan °C. Untuk pembacaan suhu, sensor menggunakan protokol 1 *wire communication* atau hanya menggunakan kabel yang sedikit. DS18B20 menyediakan 9 bit hingga 12 bit yang dapat dikonfigurasi data. Karena setiap sensor DS18B20 memiliki *silicon serial number* yang unik, maka beberapa sensor dapat dipasang dalam 1 bus yang memungkinkan pembacaan suhu dari berbagai tempat [9]. Cukup ditancapkan ditanah pada kedalaman 5 cm, sensor akan membaca nilai suhu.

2.4 Artificial Intelligence

Kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI) merupakan bidang ilmu komputer yang mencakup cara manusia mengetahui, memahami, memprediksi, dan melakukan manipulasi terhadap hal-hal yang lebih besar dan lebih rumit dari yang pernah ada (Budiharto & Suhartono). Menurut John McCarthy, 1956, *Artificial Intelligence* adalah untuk mengetahui dan memodelkan proses-proses berpikir manusia dan mendesain mesin agar dapat menirukan perilaku manusia. *Artificial Intelligence* merupakan bidang studi yang luas dan mencakup teori, metode, dan teknologi. Salah satu metode dari *Artificial Intelligence* yaitu *Artificial Neural Network* (ANN).

2.4.1 Artificial Neural Network

Artificial Neural Network (ANN) atau jaringan syaraf tiruan (JST) adalah sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi [19], yang merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba menstimulasi proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Jaringan syaraf tiruan dibentuk sebagai generalisasi model matematik dari pemahaman manusia (*human cognition*). Jaringan syaraf tiruan dapat belajar dari pengalaman, melakukan generalisasi atas contoh-contoh yang diperolehnya dan mengabstraksi karakteristik esensial *input* bahkan untuk data yang tidak relevan [10]. Dalam prakteknya, Jaringan syaraf tiruan atau *artificial neural network* terutama sangat berguna bagi klasifikasi dan permasalahan-permasalahan yang dapat mentolerir ketidaktepatan, yang memiliki banyak data pelatihan, namun memiliki aturan-aturan yang tidak dapat diaplikasikan secara mudah [11].

2.4.2 Arsitektur Artificial Neural Network

Struktur *artificial neural network* terdiri dari tiga lapisan yaitu :

1. Lapisan *Input* (*Input Layer*)

Dimana menerima *input* dari dunia luar yang merupakan penggambaran dari suatu masalah.

2. Lapisan Tersembunyi (*Hidden Layer*)

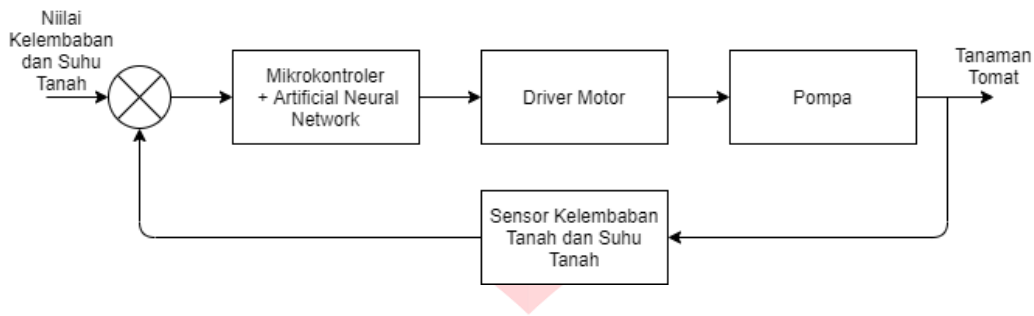
Dimana *output* dari lapisan ini tidak secara langsung dapat diamati.

3. Lapisan *Output* (*Output Layer*)

Dimana *output* dari lapisan ini merupakan *output* jaringan syaraf tiruan terhadap suatu masalah.

3. Perancangan Sistem

3.1 Diagram Blok Sistem



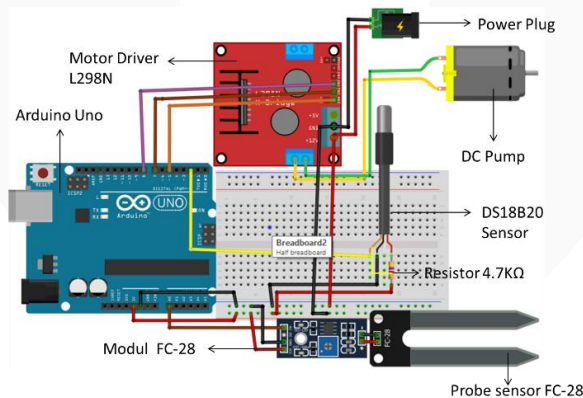
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 3.1 menunjukkan diagram blok dari sistem pengairan tanaman tomat berdasarkan kelembaban tanah dan suhu yang akan dirancang pada tugas akhir ini. Masukan pada sistem berupa nilai kelembaban dan suhu tanah dengan pengolahan data dalam mikrokontroler. *Driver* motor dan Pompa air sebagai aktuator yang akan memberikan keluaran berupa pengairan tanaman tomat. Sensor kelembaban dan suhu tanah sebagai umpan balik yang akan mengeluarkan nilai kelembaban dan suhu tanah yang terbaca.

3.2 Desain Perangkat Keras

3.2.1 Skematik Rangkaian

Skematik rangkaian pada alat penyiraman budidaya tanaman tomat ditunjukkan pada gambar 3.2 dan penjelasan hubungan antar komponen bisa dilihat pada Tabel 3.1



Gambar 3.2 Skematik rangkaian

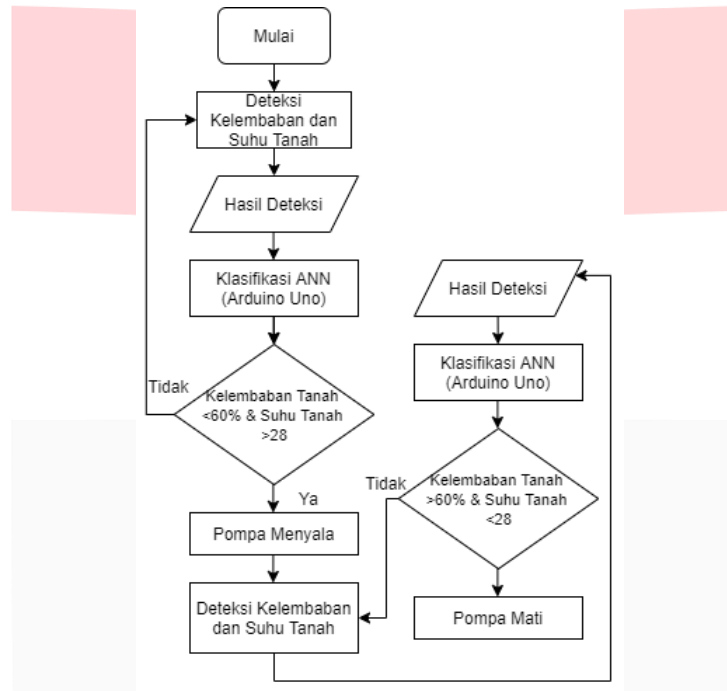
Tabel 3.1 Hubungan Antar Komponen

Sensor Pin	Arduino Uno R3
DS18B20 <i>Waterproof</i> (Garis Kuning)	Pin 2
FC-28 Pin A0 (Garis Coklat)	Pin A0

L298N Driver Motor Pin ENA (Garis Orange)	Pin Digital 5
L298N Driver Motor Pin IN 1 (Garis Coklat)	Pin Digital 7
L298N Driver Motor Pin IN2 (Garis Ungu)	Pin Digital 8

3.3 Desain Perangkat Lunak

3.3.1 Diagram Alir Sistem

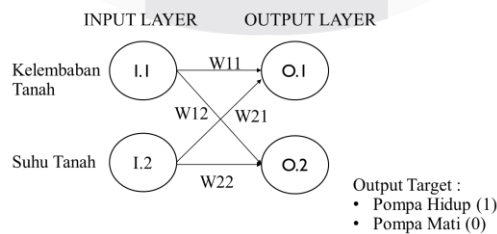


Gambar 3.3 Diagram Alir Sistem

Pada Gambar 3.10 merupakan diagram alir atau *flow chart* pada sistem pengairan budidaya tanaman tomat berdasarkan kelembaban dan suhu tanah. Proses dimulai ketika pendeteksian kelembaban dan suhu tanah oleh kedua sensor. Setelah itu, hasil dari pendeteksian akan diklasifikasikan oleh ANN, kemudian apabila hasil pembacaan dari sensor menunjukkan kelembaban tanah dan suhu kurang maka pompa akan hidup dan mengairi tanaman. Sebaliknya, ketika kelembaban tanah dan suhu melebihi nilai yang diinginkan maka pompa akan terhenti dan tidak terjadi penyiraman.

3.3.1 Desain Arsitektur Artificial Neural Network

Pada desain arsitektur *artificial neural network* (ANN) ini berisi arsitektur untuk pengolahan data masukan yang akan digunakan untuk melakukan *training* data. Desain arsitektur ANN sistem bisa dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.4 Desain Arsitektur ANN

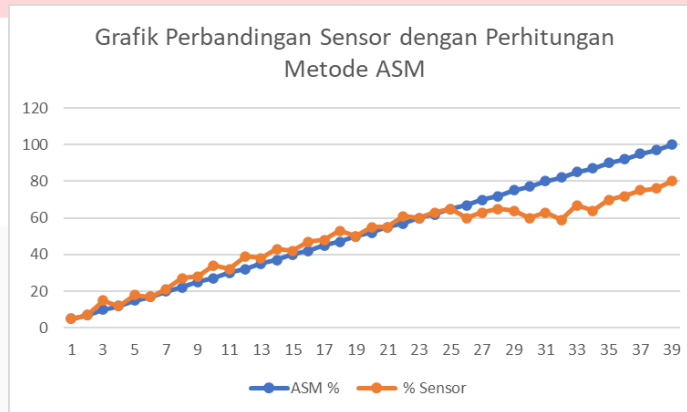
Pemilihan 2 input didasari oleh *input* yang digunakan oleh sistem yang berasal dari sensor kelembaban dan sensor suhu tanah. Sedangkan, pemilihan 1 *output* didasari oleh *output* sistem yakni pengairan tanaman yang diklasifikasi menjadi 2 kondisi yaitu pompa hidup dan pompa mati. Arsitektur yang digunakan pada sistem yaitu *Single Layer Perceptron* yakni jaringan syaraf tiruan yang paling sederhana. Jaringan ini terdiri dari 1 *layer input*, 1 *layer output*, dan 1 lapisan bobot koneksi dengan *layer input* disusun oleh beberapa *neuron* yang dihubungkan oleh bobot menuju *layer output* dalam satu alur maju dan tidak sebaliknya. Jaringan akan *training* dengan sekumpulan contoh-contoh yang diketahui *input* dan *output*. Selama proses belajar tersebut jaringan akan menyesuaikan nilai bobotnya agar menghasilkan *output* yang diinginkan. Pada sistem ini, *training* data dilakukan pada *microsoft excel*.

4. Hasil dan Analis

4.1 Kalibrasi sensor Kelembaban Tanah

Sensor yang dikalibrasi pada sistem ini adalah sensor *kelembaban tanah* FC-28 dan sensor suhu DS18B20 *waterproof*.

A. Kalibrasi Sensor Kelembaban Tanah FC-28



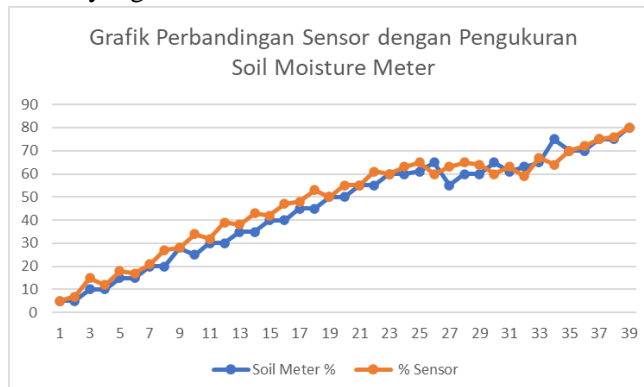
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Nilai Sensor dengan Metode ASM

Gambar 4.1 merupakan hasil kalibrasi sensor kelembaban FC-28 dengan metode ASM (American Standard Method). Didapatkan rata-rata *error* 7.61 % yang dicari dengan persamaan (4.2) dari perhitungan awal dengan persamaan (4.1). Rata-rata *error* yang didapat masih relatif cukup besar dikarenakan pada pengukuran ASM sudah mencapai tingkat kelembaban 80%, sedangkan sensor masih menunjukkan tingkat kelembaban 63%. Jadi perlu disesuaikan pengukuran ASM yang dihasilkan dengan menggunakan ADC yang lebih besar bit nya.

$$\% \text{ Error} = |\text{nilai ASM} - \text{nilai sensor}| \tag{4.1}$$

$$\text{Rata-rata Error} = \frac{\sum \text{Error}}{\text{Data Uji Coba}} \tag{4.2}$$

Selain membandingkan pengukuran ASM dengan sensor, dilakukan juga perbandingan tingkat kelembaban tanah menggunakan sensor dengan *soil moisture* meter yang ditancapkan pada tanah yang sudah diberikan air.

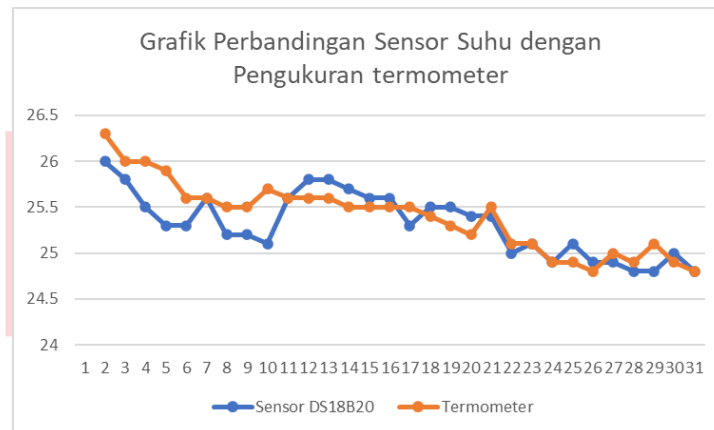


Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Nilai Sensor dengan Soil Meter

Didapat rata-rata *error* sebesar 3,5% dari persamaan (4.3) dari perhitungan awal dengan persamaan (4.5).

$$\%Error = |\text{nilai soil meter} - \text{nilai sensor}| \quad (4.3)$$

B. Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20 Waterproof



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Nilai Sensor Dengan Termometer

Pengukuran dilakukan dengan membandingkan sensor DS18B20 dengan termometer (PT100) yang diletakkan pada pot dengan sumber suhu dari penambahan air secara bertahap kedalam tanah. Dari pengukuran didapat nilai rata-rata *error* 0,2 dari persamaan (4.5) dengan perhitungan awal pada persamaan (4.4) dan rata-rata % *Error* 0,6% dari persamaan (4.6) dengan perhitungan awal pada persamaan (4.5)

$$Error = | \text{Suhu Sebenarnya} - \text{Suhu Terukur} | \quad (4.4)$$

$$\text{Rata-rata Error} = \frac{\sum Error}{\sum \text{Data Uji Coba}} \quad (4.5)$$

$$\% Error = \left| \frac{\text{Nilai Termometer} - \text{Nilai DS18B20}}{\text{Nilai Termometer}} \right| \times 100\% \quad (4.6)$$

4.3 Klasifikasi Pengairan Berdasarkan ANN

Setelah pengambilan data yang dapat dilihat pada lampiran 5, dilakukan pengklasifikasian oleh metode ANN yang dirasa cocok dengan sistem ini karena klasifikasi *output* yang digunakan hanya berdasarkan hidup dan mati pompa saja. Lalu dilakukan *training* data untuk mendapatkan nilai bobot yang akan digunakan pada program arduino. Berikut merupakan proses *training* dalam *microsoft excel*. Penggunaan *microsoft excel* dinilai lebih mudah, efektif, dan tidak memerlukan waktu *training* yang lama. Berikut merupakan proses dalam *training* yaitu :

1. Normalisasi Data

Normalisasi data dilakukan untuk mengubah nilai pada data awal ke bentuk baru agar menghasilkan nilai dengan skala yang lebih kecil. Selain itu, perlu dilakukan klasifikasi *output* dengan menganggap 1 adalah nilai untuk kondisi pompa hidup sedangkan 0 adalah nilai untuk kondisi pompa mati.

2. Training Data

Training merupakan proses pembelajaran terawasi suatu ANN untuk mencari nilai pembobot (*w*) terbaik. *Training* data yang dilakukan untuk klasifikasi ANN pada sistem pengairan ini menggunakan *microsoft excel*.

a. Menentukan *Learning Rate*

Learning rate dilakukan untuk proses laju pembelajaran ANN. Pada sistem ini telah ditentukan bahwa *learning rate* = 1. Nilai tersebut didapatkan karena pada saat proses *training* berlangsung nilai 1 membuat proses *training* menjadi lebih cepat mencapai kestabilan.

b. Menentukan *Threshold* / Bias

Threshold/bias yaitu nilai yang berada diantara dua garis asimtot 0 sampai 1 atau -1 sampai 1. batas tersebut bermanfaat dalam menjaga agar supaya *output* dari proses elemen-elemen senantiasa berada dalam keadaan dinamis yang handal. Pada sistem ini telah ditentukan bahwa *threshold* = 1. Nilai tersebut didapatkan karena karena *output* yang dihasilkan mempunyai *range* 0 sampai 1.

c. Bobot Nilai (W)

Dari proses *training* didapat bobot nilai kelembaban dan suhu tanah sebagai berikut :

$$W_k = E_{n-1} + J_{n-1} \tag{4.9}$$

$$W_s = F_{n-1} + K_{n-1} \tag{4.10}$$

d. Update Nilai (Z)

Dari proses *training* didapat nilai yang ter-*update* dari nilai awal sebagai berikut :

$$Z_k = C \times (I - H) \times \text{threshold} \tag{4.11}$$

$$Z_s = D \times (I - H) \times \text{threshold} \tag{4.12}$$

e. Value (K)

$$K = (C \times E) + (D \times F) \tag{4.13}$$

f. Dugaan Pengairan (L)

Jika, $K \geq \text{threshold}$ maka 1 (Pompa Hidup)

Jika, $K \leq \text{threshold}$ maka 0 (Pompa Mati)

g. Prediksi ANN

Jika, $K = I$ maka Benar

Jika, $K \neq I$ maka Salah

Keterangan :

C = Nilai Kelembaban

D = Nilai Suhu

E = Bobot Kelembaban

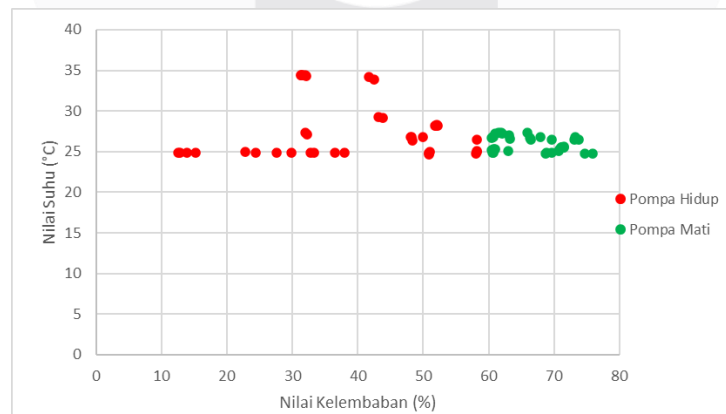
F = Bobot Suhu

J = *Update* Kelembaban

K = *Update* Suhu

H = Dugaan ANN (1 atau 0)

I = Realita Kondisi Pompa (1 atau 0)

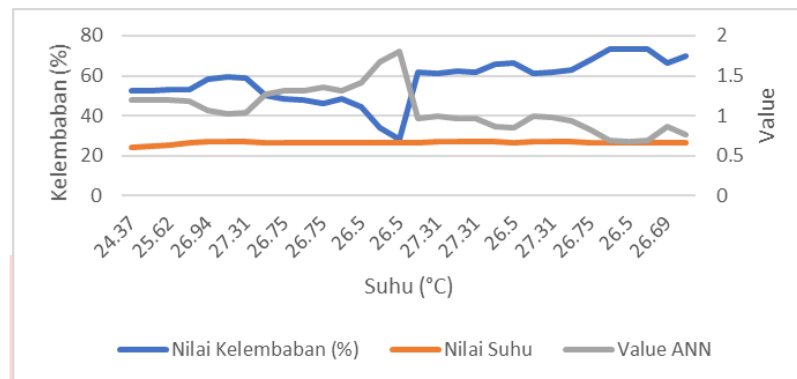


Gambar 4.4 Klasifikasi Pengairan Berdasarkan ANN

Gambar 4.4 Menunjukkan hasil *training* data yang sudah dilakukan dengan Microsoft excel dengan menganggap 1 adalah nilai untuk kondisi pompa hidup sedangkan 0 adalah nilai untuk kondisi

pompa mati.

4.4 Pengujian Pengairan Berdasarkan Metode ANN



Gambar 4.5 Hasil Pengujian Akhir Pengairan berdasarkan metode ANN

Dari hasil pengujian alat dengan metode ANN berdasarkan nilai kelembaban dan suhu tanah dapat dilihat pada grafik pada Gambar 4.6. Hasil pengujian menunjukkan target dari *output* yang diinginkan sudah sesuai dengan respon ANN yang dikeluarkan. Namun, ada beberapa target pengairan yang berbeda dengan hasil klasifikasi dari ANN, yaitu memiliki respon ANN yang tidak sesuai dengan target, tetapi sesuai dengan kondisi pompa. Hal ini menjelaskan, bahwa hasil ANN cenderung lebih dominan terhadap respon menyiram. Saat *value* yang dihasilkan ANN > 1 maka respon ANN akan menyiram, sedangkan saat *value* < 1 respon ANN tidak menyiram. Oleh karena itu, hasil dari perbedaan antara target ANN yang ditentukan dengan nilai *output* ANN yang dihasilkan didapat tingkat ketelitian sistem menggunakan metode ANN ini sebesar 90% yang dicari berdasarkan Persamaan (4.14)

$$\text{Akurasi \%} = \frac{\text{Jumlah Data Benar}}{\text{Jumlah Total Data}} \times 100\% \quad (4.14)$$

5. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil perancangan dan pengujian pada sistem alat pengontrolan pengairan budidaya tanaman tomat berdasarkan kelembaban dan suhu tanah berbasis *artificial neural network*, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Perangkat yang sudah dirancang pada Tugas Akhir ini dapat menggunakan sensor kelembaban FC-28 sebagai pengukur kadar air tanah, sensor DS18B20 *waterproof* sebagai pengukur suhu dalam tanah, dan mikrokontroler arduino uno. Parameter yang digunakan yaitu kering, lembab, dan basah untuk kelembaban tanah. Penggunaan *Artificial Neural Network* juga membuat sistem dapat bekerja baik dengan akurasi 90%.
2. Sistem sudah bekerja dengan baik yakni jika dilihat dari segi kelembaban tanah, pengairan terjadi ketika pompa hidup dengan nilai sensor < 60% dan pompa mati ketika nilai > 60%. Jika dilihat dari segi suhu tanah, pengairan terjadi ketika nilai sensor > 28°C. Pengairan terjadi ketika salah satu dari nilai kelembaban dan suhu tanah tidak terpenuhi.

6. Saran

Pada Penelitian ini, masih banyak hal yang dapat dikembangkan untuk meningkatkan kinerja dari alat sistem pengairan yaitu sebagai berikut :

1. Untuk meningkatkan akurasi dari sistem alat pengairan budidaya tanaman tomat, dapat mengganti sensor dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi

2. Dapat menambah jumlah sensor dalam sistem agar pembacaan nilai kelembaban dan suhu tanah lebih menyeluruh.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jendral Kementrian Pertanian, "Outlook Komoditi Tomat", Desember 2014.
- [2] Hamidi Akram, "Budidaya Tanaman Tomat".
- [3] Ulya. (n.d.). Syarat Tumbuh Tanaman Tomat dan Metode Pemupukannya. Retrieved Oktober 25, 2019, from Ulyadays.com: <http://ulyadays.com/tanaman-tomat/>
- [4] Nurhayati, S. (2017). PRODUKSI TANAMAN TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.) F1 HASIL INDUKSI MEDAN MAGNET YANG DIINFEKSI *Fusarium oxysporum* f.sp. 13.
- [5] Panduan Teknis Budidaya Tomat. (n.d.). Retrieved Oktober 25, 2019, from alamtani.com: <https://alamtani.com/budidaya-tomat/>
- [6] Monitoring moisture of soil using low cost homemade Moisture Sensor and Arduino UNO
- [7] Sulistiawan, M. H. (2017). Sensor Kelembaban Tanah Multi Point Nirkabel Dengan Tampilan Grafik. 4-5.
- [8] Widiyantoro, H. (2013). MEDIA PEMBELAJARAN SENSOR DAN TRANSDUSER PADA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK
- [9] I. Sasmita, "BAB II Landasan Teori," 2018. [Online]. Available: <https://docplayer.info/65011651-Bab-2-landasan-teori-di-bab-ini-akan-dijelaskan-komponen-komponen-yang-digunakan-untuk-merancang.html>. [Diakses 15 Agustus 2020].
- [10] Wiranto, B. I. Setiawan dan S. K. Saptomo, "SISTEM KONTROL IRIGASI OTOMATIS NIRKABEL," *Jurnal Irigasi*, 2014.
- [11] P. D. H. Ardana, "Artificial Neural Network dalam Hidrologi, Suatu Pengantar," *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*.