

SISTEM KONTROL PENGGERAK ATAP OTOMATIS PADA BUDIDAYA TANAMAN TOMAT BERBASIS ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

AUTOMATIC ROOF DRIVER CONTROL SYSTEM FOR TOMATO CULTIVATION BASED ON ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Tri Utari¹, 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
¹triotari@student.telkomuniversity.ac.id, ²porman@telkomuniversity.co.id,
³rizkia@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Melindungi tanaman tomat dari keadaan sekitar merupakan salah satu faktor penting dalam proses pertumbuhan tanaman tomat. Karena kemampuan tomat untuk dapat menghasilkan buah sangat tergantung pada interaksi antara pertumbuhan tomat dengan kondisi lingkungannya. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kualitas pertumbuhan tomat adalah saat terjadi perubahan cuaca yang tidak menentu. Banyak tanaman tomat yang mati terserang penyakit pada saat kondisi tersebut. Untuk menyelesaikan permasalahan yang ada, dibutuhkan sistem perlindungan dengan atap otomatis untuk melindungi tanaman tomat. Pada penelitian tugas akhir ini dirancang sebuah sistem penggerak atap untuk melindungi tanaman tomat menggunakan sensor LDR dan sensor hujan FC 37 sebagai pendeteksi intensitas cahaya dan curah hujan dan arduino uno sebagai mikrokontroler sistem. *Artificial neural network* akan mengklasifikasikan apakah cahaya dan curah hujan yang terdeteksi tergolong baik untuk tanaman tomat atau tidak. Intensitas cahaya ideal untuk tanaman tomat sebesar 10.000-30.000 lux sedangkan intensitas curah hujan ideal sebesar 100-200 mm/bulan. Kemudian hasil dari pendeteksian sensor akan menggerakkan buka tutup atap melalui motor servo. Pada penelitian ini didapatkan bahwa sensor LDR dan sensor hujan FC 37 mampu mendeteksi intensitas cahaya dan intensitas curah hujan yang dibutuhkan sistem untuk melindungi tanaman tomat. Nilai analog sensor LDR yang terdeteksi saat pergerakan penutupan atap adalah ≥ 361 atau setara dengan 29900 lux. Nilai analog sensor hujan yang terdeteksi saat pergerakan penutupan atap adalah ≤ 396 atau setara dengan 6,5 mm.

Kata Kunci : Tomat, Arduino Uno, Sensor LDR, Sensor Hujan FC 37, Motor Servo, *Artificial Neural Network*.

Abstract

Protecting tomato plants from the surrounding conditions is an important factor in the growth process of tomato plants. Because the ability of tomatoes to be able to produce fruit depends on the interaction between tomato growth and environmental conditions. One of the factors that can affect the quality of tomato growth is during erratic weather changes. Many tomato plants die from disease during these conditions. To solve the existing problem, a protection system with an automatic roof is needed to protect the tomato plants. In this final project research designed a roof drive system to protect tomato plants using the LDR sensor and the FC 37 rain sensor as detectors of light intensity and rainfall and arduino uno as a microcontroller system. *Artificial neural network* will classify whether the detected light and rainfall is good for tomato plants or not. The ideal light intensity for tomato plants is 10,000-30,000 lux while the ideal rainfall intensity is 100-200 mm / bulan. Then the results of the sensor detection will move the roof and lid open through the servo motor. In this study, it was found that the LDR sensor and the FC 37 rain sensor were able to detect light intensity and rainfall intensity needed by the system to protect tomato plants. The analog value of the LDR sensor detected during the movement of the roof covering is ≥ 361 or equivalent to 29900 lux. The analog value of the rain sensor detected when the roof closure movement is ≤ 396 or equivalent to 6.5 mm.

Keywords: Tomatoes, Arduino Uno, LDR Sensor, FC 37 Rain Sensor, Servo Motor, *Artificial Neural Network*

1. Pendahuluan

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) merupakan sayuran yang tergolong tanaman semusim berbentuk perdu dan termasuk kedalam *famili Solanaceae* [1]. Tanaman tomat juga banyak ditanam di dataran tinggi dengan suhu yang rendah [2]. Berbagai kondisi lingkungan dapat mempengaruhi produktivitas pertumbuhan tanaman tomat salah satunya adalah perubahan cuaca yang tidak menentu. Tomat membutuhkan air yang cukup untuk pertumbuhannya tetapi tidak tahan terhadap curah hujan tinggi dan disertai angin yang kencang secara terus menerus karena akan mendatangkan penyakit pada tanaman tomat salah satunya hawar daun. Intensitas curah hujan yang ideal untuk tanaman tomat adalah sebesar 100-200 mm/bulan. Keadaan tersebut berhubungan erat dengan ketersediaan air tanah bagi tanaman, terutama di daerah yang tidak terdapat irigasi teknis.

Disamping itu, tanaman tomat sangat membutuhkan sinar matahari yang penuh sepanjang hari untuk produksi yang menguntungkan namun sinar matahari yang sangat terik tidak disukainya. Hal tersebut akan membuat tanaman tomat mengalami kekeringan sehingga mudah terserang penyakit dan akan menyebabkan buah tomat akan rusak dan gagal panen. Penyerapan unsur hara yang maksimal oleh tanaman tomat akan dicapai apabila pencahayaan selama 12-14 jam/hari, sedangkan intensitas cahaya yang ideal untuk tanaman tomat adalah 10.000-30.000 lux [3].

Pada penelitian sebelumnya, sistem ini menggunakan jendela kaca nako karena memiliki kesamaan pada prinsip kerja pengeringan. Dalam hasil penelitiannya, penulis terdahulu mengalami kendala dan kekurangan dalam menggerakkan atap otomatis karena jendela kaca nako dapat memperbesar beban kerja motor [6]. Oleh karena itu, metode pada sistem pergerakan atap ini menggunakan fiber sebagai atap pelindung agar dapat memperkecil beban kerja motor dan tanaman mendapatkan intensitas cahaya yang lebih tinggi. Sistem ini juga dilengkapi dengan metode *artificial neural network*.

Artificial Neural Network merupakan salah satu dari metode *artificial Intelligence* yang digunakan sebagai teknik pengidentifikasi atau melaksanakan perintah sesuai dengan tujuan awal sistem. Metode ANN telah banyak digunakan dalam bidang pertanian maupun kehutanan. Diana Laily Fithri (2013) menggunakan metode ANN untuk mendeteksi penyakit pada daun tembakau. Muh Aunu Rofiq (2017) menggunakan metode ANN untuk peramalan komoditas strategi pertanian cabai. Dengan metode ANN, sistem mampu melakukan komputasi dengan mempelajari pola-pola yang diajarkan sehingga membuat sistem mampu memutuskan *output* yang diinginkan sesuai dengan tujuan digunakannya ANN pada sistem. Oleh karena itu, sistem pergerakan atap untuk melindungi tanaman tomat ini juga dipadukan dengan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pengendali sistem, sensor cahaya dan sensor hujan serta dilengkapi dengan adanya penerapan algoritma *artificial Neural Network*.

2. Dasar Teori

2.1 Tanaman Tomat

Kemampuan tomat untuk dapat menghasilkan buah sangat tergantung pada interaksi antara pertumbuhan tomat dengan kondisi lingkungannya. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kualitas pertumbuhan tomat adalah adanya perubahan iklim. 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. Tanaman ini memerlukan sinar matahari minimal 8 jam per hari dengan curah hujan berkisar antara 750-1250 mm per tahun atau 100-220 mm perbulan [4]. Angin yang sangat kencang dan musim hujan yang berkepanjangan merupakan kondisi lingkungan yang tidak mendukung pertumbuhan tomat karena dapat menyebabkan ranting dan dahan mudah patah. Saat musim hujan, tanaman tomat umumnya rentan terhadap serangan berbagai penyakit. Penyakit yang menyerang daun tanaman tomat (*foliar diseases*) seperti hawar daun (*Phytophthora infestans*) dan bercak bakteri (*bacterial spot/Xanthomonas* sp.) merupakan jenis penyakit yang intensitas serangannya sangat tinggi. Di samping itu, penyakit yang menyerang bagian akar seperti fusarium dan layu bakteri juga kerap menyerang tanaman tomat. Begitupun dengan musim kemarau dapat menghambat pertumbuhan bunga karena cuaca yang terik. Disisi lain, tanaman tomat memerlukan sinar matahari yang cukup. Kekurangan sinar matahari dapat menyebabkan tanaman tomat terserang penyakit, tetapi sinar matahari yang terik tidak akan disukai oleh tanaman tomat [5]. Bila tidak segera diatasi maka akan berdampak pada menurunnya kualitas dan kuantitas hasil panen tanaman tomat. Intensitas cahaya optimum untuk tanaman tomat 10.000-30.000 lux per hari[3]. Demi mendapatkan kualitas

pertumbuhan tomat yang baik tanaman tomat membutuhkan kondisi lingkungan dapat menjamin pertumbuhan dan produksi tanaman secara optimum.

2.2 Pengukuran Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya merupakan banyaknya energi cahaya yang dipancarkan ke suatu arah. Dengan demikian pengertian intensitas yang dimaksud sudah termasuk lama penyinaran, yaitu lama matahari bersinar dalam satu hari. Lux merupakan satuan yang digunakan untuk mengukur intensitas atau kecerahan cahaya. Implementasi dari pengukuran intensitas cahaya pada sistem atap ini ialah menggunakan sensor LDR. Prinsip kerja dari sensor cahaya ialah merubah resistansi yang menerima perubahan intensitas cahaya. Perlu diketahui bahwa nilai resistansi dari sensor ini sangat bergantung pada intensitas cahaya. Semakin banyak cahaya yang mengenainya, maka akan semakin menurun nilai resistansinya dan tegangan yang diterima pin analog pada arduino akan semakin besar dan sebaliknya.

2.3 Pengukuran Intensitas Curah Hujan

Hujan yang sampai ke permukaan tanah dapat diukur dengan jalan mengukur tinggi air hujan tersebut dengan berdasarkan volume air hujan per satuan luas. Hasil dari pengukuran tersebut dinamakan dengan curah hujan. Curah hujan merupakan salah satu unsur cuaca yang datanya diperoleh dengan cara mengukurnya dengan menggunakan alat penakar hujan yaitu ombrometer, sehingga dapat diketahui jumlahnya dalam satuan millimeter (mm) [6]. Implementasi pengukuran curah hujan pada sistem atap penggerak ini menggunakan sensor hujan. Cara kerja dari sensor hujan ini yaitu saat air hujan mengenai panel sensor, maka akan terjadi proses elektrolisis karena air hujan termasuk kedalam cairan elektrolit yaitu cairan yang dapat menghantarkan arus listrik.

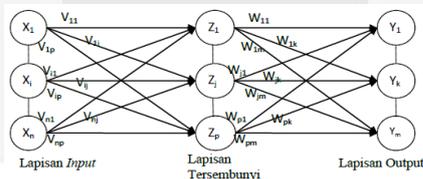
2.4 Artificial Neural Network (Jaringan Syaraf Tiruan)

Artificial Neural Network (ANN) atau Jaringan Syaraf Tiruan merupakan sebuah pendekatan pengolahan informasi yang terinspirasi oleh cara kerja sistem saraf biologis, khususnya pada sel otak manusia dalam memproses informasi. Tujuan utama dari ANN adalah menjadikan sistem yang memiliki kemampuan kemampuan problem solving dan dapat melakukan proses pembelajaran. Sistem ini meniru cara kerja jaringan neural biologis yang ada pada manusia. Jaringan saraf tiruan atau ANN tidak untuk menghasilkan keluaran tertentu. Semua keluaran atau kesimpulan yang ditarik oleh jaringan didasarkan pengalamannya selama mengikuti proses pembelajaran. Pada proses pembelajaran, ke dalam jaringan saraf tiruan dimasukkan pola-pola masukan dan keluaran lalu jaringan akan diajari untuk memberikan jawaban yang bisa diterima [7].

2.4.1 Arsitektur Artificial Neural Network

Secara umum, lapisan pada ANN dibagi menjadi tiga bagian:

1. *Input Layer* (Lapisan Masukan) terdiri dari neuron yang menerima data masukan dari X.
2. *Hidden Layer* (Lapisan Tersembunyi) terdiri dari neuron yang menerima data dari lapisan masukan.
3. *Output Layer* (Lapisan Luaran) terdiri dari neuron yang menerima data dari lapisan tersembunyi atau langsung dari lapisan masukan yang nilai luarannya melambangkan hasil kalkulasi dari X menjadi nilai Y.

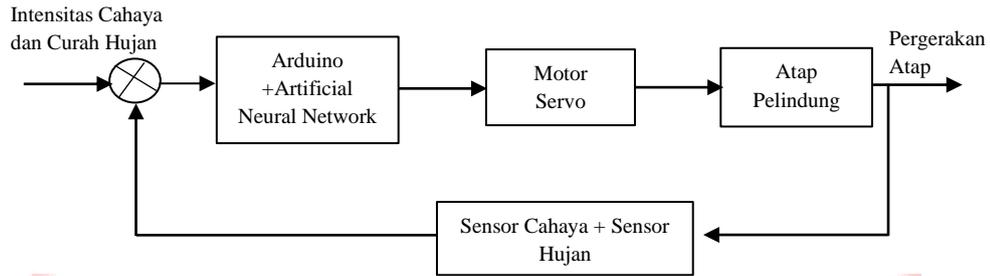


Gambar 2.1 Arsitektur ANN

3. Perancangan Sistem

3.1 Diagram Blok Sistem

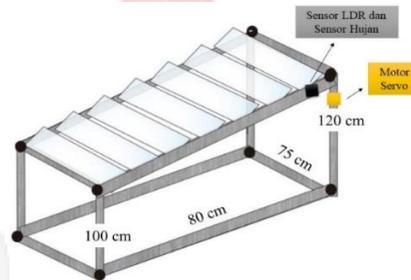
Sistem kendali pada sistem atap otomatis ini menggunakan sistem kendali *closed loop* dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

3.2 Arsitektur Perangkat Keras

Sistem kontrol penggerak atap ini di desain dengan bahan yang digunakan pada kerangka alat adalah besi dan fiber. Sirip atap berjumlah 4 buah dan berbahan fiber karena dapat melindungi tanaman tomat agar tidak terpapar sinar matahari dengan intensitas yang tinggi dan disaat cuaca tidak menentu namun tetap terasa sejuk untuk tomat.

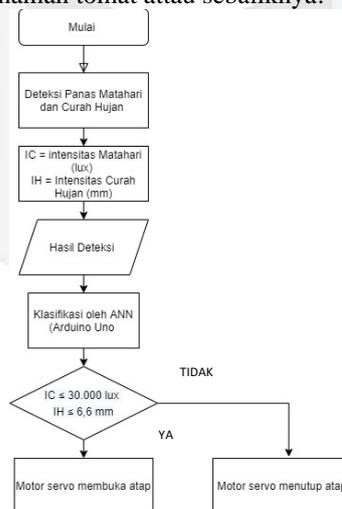


Gambar 3.2 Desain Alat

3.3 Diagram Perangkat Lunak

1. Diagram Alir Sistem

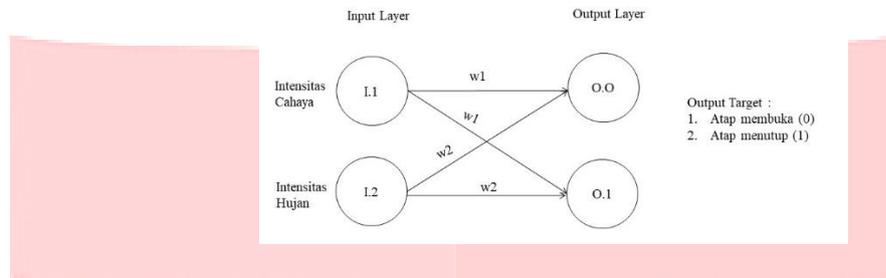
Pertama akan diset terlebih dahulu intensitas cahaya dan curah hujan yang optimal untuk pertumbuhan tanaman tomat lalu ketika alat ini dinyalakan, sensor LDR dan sensor hujan FC 37 yang ada pada sistem akan mendeteksi intensitas cahaya dan curah hujan yang masuk. Hasil dari pembacaan kedua sensor akan diolah oleh arduino kemudian apabila hasil pembacaan dari sensor menunjukkan intensitas cahaya lebih dari 10.000-30.000 lux atau intensitas curah hujan lebih dari 200mm/hujan mengenai sistem maka akan diklasifikasi oleh ANN apakah atap pelindung akan bergerak menutup melindungi tanaman tomat atau sebaliknya.



Gambar 3.3 Diagram Alir Sistem

2. Arsitektur ANN

Arsitektur ANN yang digunakan pada sistem adalah *single layer network* dengan fungsi aktivasi *sigmoid biner* karena memiliki *output* dengan *range* 0 sampai 1. Pemilihan 2 *input* didasari oleh *input* yang digunakan oleh sistem yang berasal dari sensor LDR dan sensor hujan. Sedangkan, pemilihan 2 *output* didasari oleh klasifikasi ANN *output* sistem yakni pergerakan terbuka dan tertutup.



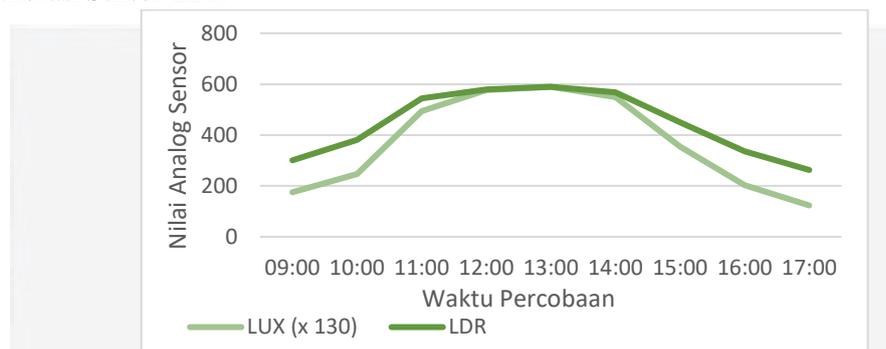
Gambar 3.4 Arsitektur ANN

4. Hasil Pengujian dan Analisis

4.1 Kalibrasi Sensor

Sensor yang dikalibrasi pada sistem ini adalah sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) dan sensor hujan FC 37.

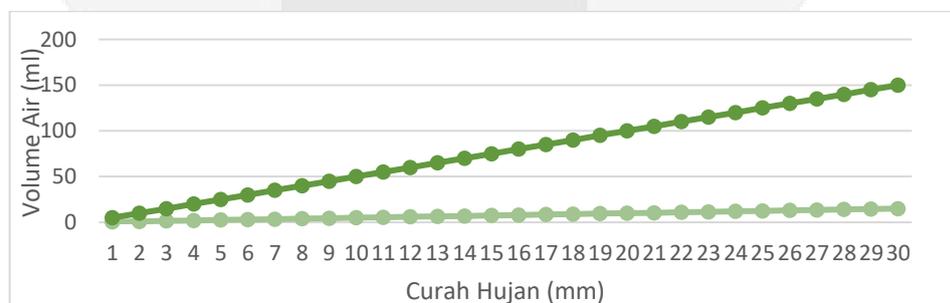
A. Kalibrasi Sensor LDR



Gambar 4.1 Grafik Rata-Rata Harian Intensitas Cahaya Matahari

Gambar 4.1 merupakan hasil kalibrasi sensor LDR dengan luxmeter dengan rata-rata nilai analog sensor dan luxmeter harian yang dilakukan selama 30 hari dimulai dari waktu 09:00- 17:00 WIB.

B. Kalibrasi Sensor Hujan



Gambar 4.2 Kalibrasi Sensor Hujan

Gambar 4.2 menunjukkan proses kalibrasi sensor hujan dilakukan dengan cara melakukan penyemprotan air sebanyak 5 ml disetiap percobaan pada panel sensor hujan sesuai dengan persamaan alat ukur hujan yaitu ombrometer

$$\text{Curah Hujan (mm)} = \frac{\text{Air Tertampung (ml)}}{100 \text{ cm}^2} \quad (4.1)$$

4.2 Klasifikasi Pergerakan Atap Berdasarkan ANN

Training data pergerakan atap berdasarkan ANN yang dilakukan menggunakan sebanyak 150 x. *Training* data harus dilakukan secara berulang agar sistem ANN dapat melakukan proses pembelajaran sampai sistem menjadi akurat dan sesuai dengan kondisi yang seharusnya dengan langkah sebagai berikut :

- **Normalisasi Data**
Pada langkah ini, nilai sensor yang didapat harus dibagi 1000 agar menghasilkan data dengan skala yang lebih kecil. Selain itu, perlu dilakukan klasifikasi output dengan menganggap 1 adalah nilai untuk kondisi atap tertutup sedangkan 0 adalah nilai untuk kondisi atap terbuka.
- **Menentukan *Learning Rate***
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.
- **Menentukan Threshold**
Pada sistem ini telah ditentukan bahwa *threshold* = 1 karena output yang dihasilkan mempunyai *range* 0 sampai 1. Hasil perhitungan bobot akan dibandingkan dengan threshold melalui fungsi aktivasi setiap neuron. Apabila input tersebut melewati nilai threshold, maka neuron tersebut akan diaktifkan, tetapi kalau tidak, maka neuron tersebut tidak akan diaktifkan.
- **Menentukan Bobot Nilai (W)**

$$W_{\text{LDR}} = G_{n-1} + N_{n-1} \quad (4.2)$$

$$W_{\text{Hujan}} = H_{n-1} + O_{n-1} \quad (4.3)$$

- **Update Nilai (Z)**

$$Z_{\text{LDR}} = C \times (L - M) \times \text{threshold} \quad (4.4)$$

$$Z_{\text{LDR}} = 0,853 \times (1 - 1) \times 1 = 0$$

$$Z_{\text{hujan}} = D \times (L - M) \times \text{threshold} \quad (4.5)$$

$$Z_{\text{hujan}} = 0,572 \times (1 - 1) \times 1 = 0$$

- **Value (K)**

$$K = (C \times G) + (D \times N) \quad (4.6)$$

$$= (0,853 \times 1) + (0,572 \times 1) = 1,425$$

- **Dugaan Pergerakan Atap (L)**

$$\text{Jika, } K \geq \text{threshold ; maka } L = 1 \text{ (atap tertutup)} \quad (4.7)$$

$$\text{Jika, } K \leq \text{threshold; maka } L = 0 \text{ (atap terbuka)}$$

- **Prediksi ANN**

$$\text{Jika, } K = M \text{ ; maka prediksi ANN Benar} \quad (4.8)$$

$$\text{Jika, } K \neq M \text{ ; maka prediksi ANN Salah}$$

Keterangan :

C = Nilai Sensor LDR

D = Nilai Sensor Hujan

G = Bobot LDR

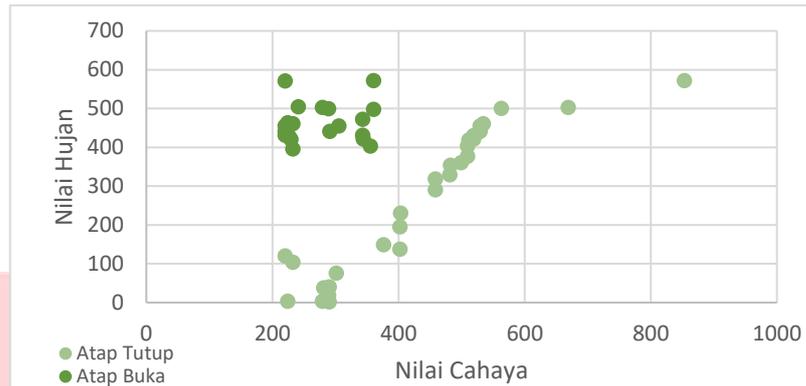
N = Update LDR

H = Bobot Hujan

O = Update Hujan

L = Prediksi Atap oleh ANN (1 atau 0)

M = Kondisi Atap (1 atau 0)

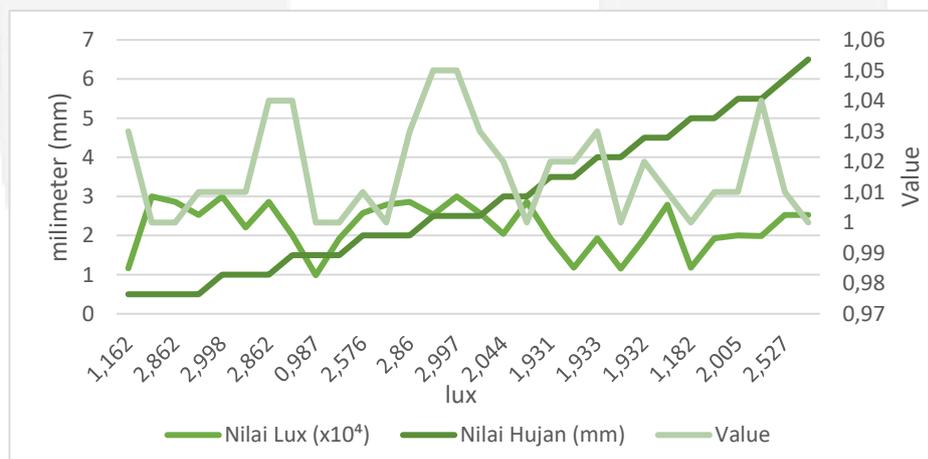


Gambar 4.4 Klasifikasi Pergerakan Atap Berdasarkan ANN

Gambar 4.4 Menunjukkan hasil *training* data yang sudah dilakukan dengan Microsoft excel dengan menganggap 1 adalah nilai untuk kondisi atap tertutup sedangkan 0 adalah nilai untuk kondisi atap terbuka.

4.4 Pengujian Pergerakan Atap Berdasarkan ANN

Pada proses ini, pengujian dilakukan pagi hari dan siang hari. Untuk membuat nilai analog $LDR \leq 397$ penulis menutup sensor LDR untuk mensimulasikan kondisi tidak terik. Sedangkan untuk pengujian pada sensor hujan, penulis mensimulasikan kondisi deras dan tidak deras dengan cara menyemprotkan air ke panel sensor hujan. Sama dengan sebelumnya, pada proses pengujian kali ini penulis juga mensimulasikan keadaan dengan 4 kondisi, yaitu : 1. Atap tertutup dengan kondisi terik dan deras 2. Atap tertutup dengan kondisi terik dan tidak deras 3. Atap tertutup dengan kondisi tidak terik dan deras 4. Atap terbuka dengan Kondisi Tidak terik dan tidak deras. Pada proses pengujian kali ini, atap sudah melakukan proses pergerakan sesuai dengan klasifikasi ANN yang sudah ditraining sebelumnya. Jika value < 1 maka atap tertutup, sebaliknya jika mencapai value ≥ 1 maka atap terbuka.



Gambar 4.5 Hasil Pengujian Akhir Pergerakan Atap Setelah Training Data

5. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisis pada Tugas Akhir diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Perancangan alat atap pelindung pada budidaya tanaman tomat berdasarkan intensitas cahaya dan curah hujan yang dibutuhkan tanaman tomat dapat menggunakan sensor LDR sebagai pengukur intensitas cahaya, sensor hujan FC 37 sebagai pengukur intensitas curah hujan, dan mikrokontroler arduino uno. Penggunaan *Artificial Neural Network* juga membuat sistem dapat membuat keputusan buka tutup atap berdasarkan *training* yang sudah dilakukan.

2. Sistem sudah bekerja dengan semestinya yakni jika dilihat dari segi perlindungan dari intensitas cahaya matahari, atap pelindung tertutup saat nilai analog sensor LDR mencapai nilai ≥ 361 sebanding dengan 29900 lux. Jika dilihat dari segi perlindungan dari intensitas curah hujan, atap pelindung tertutup saat nilai analog sensor hujan mencapai nilai ≤ 396 sebanding dengan 6,5 mm. Hal ini dapat dikatakan bahwa sistem sudah melindungi tanaman tomat sesuai dengan intensitas cahaya dan curah hujan yang dibutuhkan oleh tanaman tomat.

6. Saran

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisis pada Tugas Akhir ini terdapat kekurangan yang dapat dijadikan saran untuk pengembangan Tugas Akhir ini kedepannya. Berikut saran dari penulis.

- 1) Untuk meningkatkan akurasi dari sistem dapat mengganti sensor dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi dan menambah jumlah sensor dalam sistem agar pendeteksian intensitas cahaya matahari dan curah hujan lebih menyeluruh.
- 2) Penambahan sistem IOT agar lebih mudah dalam hal pengontrolan sistem dan dapat dilakukan secara jarak jauh.

Daftar Pustaka

- [1]. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jendral Kementerian Pertanian, "Outlook Komoditi Tomat", Desember 2014.
- [2]. Tugiyono Hery. (1999). Bertanam Tomat. Depok : Niaga Swadaya.
- [3]. Smart Garden UNPAD. (2019). Variabel Ideal. Tersedia : <http://smartgardenunpad.github.io/dashboard/>
- [4]. Hanifah, Triyani Izul (2018) RESPON PERTUMBUHAN TANAMAN SAYUR : SAWI (*Brassica juncea* L.), TOMAT (*Lycopersicum esculantum*) DAN CABAI (*Capsicum annum* L.). TERHADAP FREKUENSI PEMBERIAN PUPUK HAYATI. Bachelors Degree (S1) thesis, University of Muhammadiyah Malang. Tersedia : <http://eprints.umm.ac.id/40666/3/BAB%20II%20TINJAUAN%20PUSTAKA.pdf>
- [5]. Gafur Syamsyiah, Maskar (2006). Budidaya Tomat. Sulawesi Tengah : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian.
- [6]. Herdian Chandra, Heri Suprpto (2016). Sistem Informasi Intensitas Curah Hujan Di Daerah Ciliwung Hulu.
- [7]. Puspitaningrum, Diyah. 2006. Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan. Yogyakarta: Andi.
- [8]. Haryati, D.F., Abdillah, G., & Hadiana, A. I. (2016). *Klarifikasi Jenis Batubara Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dengan Algoritma Backpropagation*. Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi

