

**SISTEM KENDALI KADAR AIR TANAH UNTUK TANAMAN TOMAT
CERI MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32 DENGAN DEEP
NEURAL NETWORK**

SKRIPSI

Diajukan untuk penulisan sebuah skripsi untuk memenuhi salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Sains Departemen Pendidikan Fisika
Program Studi Fisika



Oleh
Naufal Al-Hakim
1704582

**PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2022**

SISTEM KENDALI KADAR AIR TANAH UNTUK TANAMAN TOMAT
CERI MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32 DENGAN DEEP
NEURAL NETWORK

Oleh:
Naufal Al-Hakim

Skripsi yang diajukan sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Sains Program
Studi Fisika
FPMIPA UPI

© Naufal Al-Hakim
Universitas Pendidikan Indonesia
2022

©Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak
ulang, difotokopi, atau cara lain tanpa izin dari penulis

LEMBAR PENGESAHAN

**SISTEM KENDALI KADAR AIR TANAH UNTUK TANAMAN TOMAT
CERI MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32 DENGAN DEEP
NEURAL NETWORK**

Oleh:

Naufal Al-Hakim
1704582

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:
Pembimbing I,



Dr. Ahmad Aminudin, M.Si.

NIP. 197211122008121001

Pembimbing II,

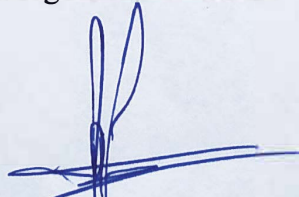


Dr. Mimin Iryanti, M.Si.

NIP. 197712082001122001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Fisika



Dr. Endi Suhendi, M.Si.

NIP. 197905012003121001

SISTEM KENDALI KADAR AIR TANAH UNTUK TANAMAN TOMAT CERI MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32 DENGAN DEEP NEURAL NETWORK

Naufal Al-Hakim

1704582

Pembimbing I: Dr. Ahmad Aminudin, M.Si.

Pembimbing II: Dr. Mimin Iryanti, M.Si.

Departemen Pendidikan Fisika, FPMIPA-UPI

ABSTRAK

Kadar air tanah merupakan parameter penting yang dalam pertumbuhan tanaman, khususnya tanaman tomat ceri untuk tumbuh dan hasil panen dari tanaman tomat ceri. Tetapi sistem pengairan tumbuhan khususnya tomat ceri di Indonesia masih banyak pengairan secara manual menjadikan salah satu alasan tidak terukurnya parameter pada pertumbuhan tomat ceri serta kurang efisien dalam perawatan tomat ceri. Pengembangan sistem kendali menggunakan sensor serta alat elektronik untuk mengetahui parameter untuk pertumbuhan tanaman tomat ceri secara otomatis dan efisien sehingga dapat dikendalikan di mana saja dan kapan saja pemilik berada. Perancangan dan implementasi dari sistem kendali kadar air dalam tanah tumbuhan tomat ceri menggunakan sensor DHT-22 dan sensor kadar air dalam tanah berbasis kapasitif serta aktuator menggunakan *stepper motor* sebagai pengendali kadar air dalam tanah. Sensor dan aktuator terhubung dengan mikrokontroler ESP32 untuk mendapatkan parameter kendali, memproses dan mengirimkan nilai parameter menuju jaringan internet dengan protokol HTTP. Pembacaan parameter dan sistem kendali dapat diakses di mana saja secara *realtime*. Dari data selama 27 hari dapat mengimplementasikan algoritma *Deep Neural Network* untuk memberikan otomatisasi dengan klasifikasi biner mendapatkan tingkat keakurasian tertinggi sebesar 96,85% dibandingkan dengan algoritma k-Nearest Neighbor, Random Forest, dan Decision Tree serta pertumbuhan dengan implementasi sistem kendali memiliki pertumbuhan tomat ceri tertinggi dibandingkan tumbuhan tomat ceri lainnya sebesar 18,5 cm.

Kata Kunci: Sistem Kendali, *Deep Neural Network*, *Binary Classification*, HTTP, Tomat Ceri.

**CONTROL SYSTEM OF SOIL WATER LEVELS FOR CHERRY
TOMATO PLANTS USING ESP32 MICROCONTROLLER WITH DEEP
NEURAL NETWORK**

Naufal Al-Hakim

1704582

Pembimbing I: Dr. Ahmad Aminudin, M.Si.

Pembimbing II: Dr. Mimin Iryanti, M.Si.

Departemen Pendidikan Fisika, FPMIPA-UPI

ABSTRACT

Soil moisture content is one of the biggest influences on plant growth, especially cherry tomato growth and yield. However, the irrigation system for plants, especially cherry tomatoes in Indonesia is still dominated by manual irrigation, which is one of the reasons for the unmeasured parameters of cherry tomato growth and inefficient treatment of cherry tomatoes. The development of a control system using sensors and electronic devices to determine the parameters for the growth of cherry tomato plants automatically and efficiently so that it can be controlled anywhere and anytime. The design and implementation of the water content control system in the cherry tomato plant soil using a DHT-22 sensor and a capacitive-based soil moisture sensor and actuator using a stepper motor as a controller of the water content in the soil. Sensors and actuators are connected to the ESP32 microcontroller to get control parameters, process, and send parameter values to the internet network with the HTTP protocol. Parameter readings and control systems can be accessed anywhere in real-time. From the data for 27 days, it can implement the Deep Neural Network algorithm with binary classification to get the highest level of accuracy of 96,85% compared to k-Nearest Neighbor, Random Forest, and Decision Tree algorithms. Growth with the control system implementation has the highest growth of cherry tomatoes compared to other cherry tomato plants of 18,5 cm.

Keywords: Control System, Deep Neural Network, Binary Classification, HTTP, Cherry Tomato.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, Berkat nikmat iman, islam, ihsan, dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*SISTEM KENDALI KADAR AIR TANAH UNTUK TANAMAN TOMAT CERI MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32 DENGAN DEEP NEURAL NETWORK*” sebagai syarat kelulusan serta memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia.

Bersama skripsi ini juga penulis ucapkan rasa terima kasih kepada pihak yang telah membantu penulisan skripsi ini, sesungguhnya penulisan proposal skripsi ini juga tidak luput dari bantuan orang tua, serta teman dalam kontribusi dan dukungan. Semoga diberikan balasan yang terbaik oleh Allah SWT.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna karena keterbatasan ilmu yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan dan penyempurnaan skripsi sehingga mendekati tahap sempurna. Semoga skripsi ini bermanfaat khususnya bagi penulis dan juga bermanfaat, menambah wawasan, dan sebagai sumbangsih yang berarti bagi ilmu pengetahuan dunia sekarang dan yang akan datang.

Bandung, 18 Juli 2022

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji serta Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas ridho dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi dengan baik dan lancar. Tidak lupa rasa syukur penulis sampaikan dari hati yang terdalam bahwa penulis tidak dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi tanpa adanya bantuan, bimbingan, serta petunjuk dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si. Dan Dr. Winny Liliawati, S.Pd., M.Si., selaku Ketua dan Sekretaris Departemen Pendidikan Fisika yang telah memfasilitasi berbagai aspek perkuliahan penulis.
2. Dr. Endi Suhendi, M.Si., selaku Ketua Program Studi Fisika yang selalu membantu, membimbing dan juga memperhatikan penulis selama menjadi mahasiswa dalam Program Studi Fisika maupun Kampus Merdeka.
3. Dr. Ahmad Aminuddin, M.Si. sebagai pembimbing I serta dosen instrumentasi yang selalu membimbing dari setiap matakuliah hingga memberikan arahan pada saat penelitian skripsi.
4. Dr. Mimin Iryanti, M.Si. sebagai pembimbing II serta pembimbing akademik, yang memberikan motivasi kepada penulis untuk tetap bersemangat pada kuliah, memberikan arahan pada saat penulisan skripsi maupun perkuliahan pada umumnya, serta mengingatkan penulis untuk tetap semangat dalam segala sudut pandang perkuliahan.
5. Bapak Usman Syihab dan Muniroh, sebagai orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan berupa doa, ridho maupun moril ataupun material sehingga penulis dapat membuat sistem kontrol sehingga penulis tetap berusahlah selama lima tahun suka maupun duka.
6. Rekan mahasiswa KBK Fisika Instrumentasi 2017 maupun 2018, yang selalu memberikan dukungan dan menjadi tempat membahas berbagai persoalan yang berkaitan terhadap instrumentasi maupun masa depan.
7. Rekan mahasiswa Fisika angkatan 2017 yang telah memberikan warna kepada penulis selama 4 tahun bersama dari suka maupun duka.

8. Rekan Student Independent Bangkit 2021, yang telah memberikan ilmu yang diterapkan pada skripsi ini, serta jawaban yang membantu penulisan skripsi.

Hendaknya atas semua yang diberikan kepada penulis dapat menjadi manfaat untuk semua makhluk dan dibalas kebaikannya oleh Allah SWT.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I : PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II : KAJIAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tomat Ceri.....	6
2.2 Tanah.....	7
2.3 Kadar Air Dalam Tanah.....	7
2.4 Sensor.....	8
2.4.1 Sensor Temperatur Udara dan Kelembaban Udara (DHT 22).....	9
2.4.2 Sensor Kadar Air Tanah berbasis Kapasitif (<i>Capacitive Soil Moisture Sensor</i>).....	11
2.5 Stepper Motor Nema 17.....	12
2.6 Mikrokontroler.....	13
2.6.1 Xtensa Tensilica LX6.....	14
2.6.2 ESP32 Dev-Kit.....	14
2.6.3 Arduino IDE.....	14
2.7 Machine Learning.....	15
2.8 Classification (Klasifikasi).....	16
2.9 Clustering (Klasterisasi).....	16

2.10	Algoritma <i>Machine Learning Deep Neural Network</i>	17
2.11	Fungsi Aktivasi.....	19
2.12	Optimizer	22
2.13	<i>Evaluation Measurement (Pengukuran Evaluasi)</i>	24
BAB III : METODE PENELITIAN		27
3.1	Desain Penelitian.....	27
3.2	Prosedur Penelitian.....	28
3.2.1.	Studi Literatur	29
3.2.2.	Perancangan Perangkat Keras dan Lunak.....	29
3.2.3.	Pembuatan Perangkat Keras dan Lunak.....	29
3.2.4.	Uji Sensor dan Aktuator	29
3.2.5.	Pengujian Alat dan Sistem.....	30
3.2.6.	Pengambilan Data dan Analisis Data	30
3.2.7.	Uji coba algoritma dan Kesimpulan	31
3.3	Alat dan Bahan	31
3.3.1.	Sensor DHT22	32
3.3.2.	Sensor Kadar Air dalam Tanah berbasis Kapasitansi	33
3.3.3.	ESP32.....	33
3.3.4.	DRV8825.....	34
3.3.5.	Nema 17 Stepper Motor 1,8.....	35
3.4	Diagram Blok Sistem Data.....	36
3.5	Persiapan Uji Sampel.....	39
3.6	Uji Stepper Motor Kran Air.....	40
3.7	Perancangan dan Desain Alur Pemrograman.....	41
3.8	Pembersihan data, Analisis data dan Pembuatan Model	43
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN.....		46
4.1.	Tahapan Pengujian.....	46
4.2.	Kebutuhan Air Tomat Ceri	48
4.3.	Pengujian Sensor DHT22.....	49
4.4.	Pengujian <i>Capacitive Soil Moisture Sensor</i> dan Sampel Tanah	52
4.5.	Pengujian Kran yang dikendalikan oleh Stepper Motor.....	59
4.6.	Pengujian Sistem Database.....	61
4.7.	Implementasi Sistem Kendali via Website.....	63

4.8.	Implementasi Sistem Kendali Keseluruhan pada <i>Greenhouse</i>	66
4.9.	Hasil Implementasi Tumbuhan Tomat Ceri	77
4.10.	Implementasi Prediksi Menggunakan Deep Neural Network	78
4.11.	Perbandingan Performa dengan Algoritma Lainnya	81
BAB V : SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI		88
5.1.	Simpulan	88
5.2.	Rekomendasi	88
DAFTAR PUSTAKA.....		90
LAMPIRAN		94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konstruksi sensor DHT22	9
Gambar 2. 2 Struktur sensor kelembaban DHT22.....	10
Gambar 2. 3 Bentuk sensor NTC di dalam DHT22 dan karakteristiknya	10
Gambar 2. 4 Struktur sensor kelembaban tanah	12
Gambar 2. 5 Sensor kadar air dalam tanah berbasis kapasitif.....	12
Gambar 2. 6 Konstruksi stepper motor	13
Gambar 2. 7 Ilustrasi pengelompokan biner dan multinomial	16
Gambar 2. 8 Ilustrasi K-Means Clustering.....	17
Gambar 2. 9 Ilustrasi arsitektur dari <i>neural network</i> dan <i>deep neural network</i> ...	18
Gambar 2. 10 Ilustrasi perbandingan performa deep learning dengan algoritma machine learning lainnya	18
Gambar 2. 11 Ilustrasi fungsi sigmoid.....	20
Gambar 2. 12 Ilustrasi fungsi aktivasi tangent hiperbolik	20
Gambar 2. 13 Ilustrasi perbedaan fungsi aktivasi Softplus, Rectifier, Parametric dan Leaky	22
Gambar 3. 1 Diagram Prosedur Penelitian.....	28
Gambar 3. 2 Sensor DHT-22.....	32
Gambar 3. 3 Capacitive Soil Moisture Sensor.....	33
Gambar 3. 4 ESP32 (Espressif, 2020).....	33
Gambar 3. 5 DRV8825 (Texas Instrument, 2022).....	34
Gambar 3. 6 Rangkaian Stepper Motor Nema 17 1,8.....	35
Gambar 3. 7 Diagram Blok Sistem Data Tanaman Tomat dan Metode EDA	36
Gambar 3. 8 Diagram sistem kendali air tanah	37
Gambar 3. 9 Rangkaian Sistem Perangkat Keras Sistem Kontrol Kadar Air dalam Tanah.....	38
Gambar 3. 10. Diagram alur pemrograman sistem kendali pada ESP32.....	41
Gambar 3. 11 Alur pengiriman dan pengambilan data	42
Gambar 3. 12 Diagram alur proses pembuatan model algoritma.....	44
Gambar 4. 1 Tahapan uji.....	46
Gambar 4. 2 Kebutuhan air tomat ceri setiap harinya dengan luas tanah 1 m ²	48
Gambar 4. 3 Kebutuhan air tomat ceri setiap harinya dengan pot berdiameter 20 cm	49
Gambar 4. 4 Sistem uji DHT22	50
Gambar 4. 5 (a). Grafik temperatur DHT22, AC, dan ambient.....	51
Gambar 4. 6 Sampel uji dengan variasi tanah; (a) Media Tanah, (b) Pasir Bangunan	53

Gambar 4. 7 Sistem uji sensor kadar air tanah berbasis kapasitif pada (a). Sampel Media Tanah (b). Sampel Pasir	53
Gambar 4. 8 Visualisasi hasil pengujian sensor pada sampel pasir dan media tanah	54
Gambar 4. 9 Perbandingan nilai aktual pada tanah berbanding MS-7001	56
Gambar 4. 10 Hasil regresi linear dari MS-7001 dengan bantuan tensorflow	57
Gambar 4. 11 (a). Visualisasi uji stepper motor dan kran air, hasil dari uji stepper motor dan kran dengan bukaan (b). 30°, (c). 35°, (d). 40°	59
Gambar 4. 12 Grafik perbandingan volume air pada waktu uji 10 detik	60
Gambar 4. 13 Grafik Perbandingan Volume Air pada Waktu Uji 20 detik	60
Gambar 4. 14 Paket data JSON yang akan dikirimkan oleh ESP32	61
Gambar 4. 15 Paket data JSON berisi hasil pembacaan sensor,	62
Gambar 4. 17 Implementasi sistem kendali berbasis web	63
Gambar 4. 16 Pemantauan data sistem kendali	64
Gambar 4. 18 Sistem kendali berbasis web	65
Gambar 4. 19 Implementasi alat keseluruhan pada greenhouse	67
Gambar 4. 20 Grafik minggu pertama (a). Kadar air dalam tanah dan kelembaban udara, (b). Aktivasi stepper motor, (c). Temperatur greenhouse	69
Gambar 4. 21 Grafik minggu kedua (a). Kadar air dalam tanah dan kelembaban udara, (b). Aktivasi stepper motor, (c). Temperatur greenhouse	71
Gambar 4. 22 Grafik minggu ketiga (a). Kadar air dalam tanah dan kelembaban udara, (b). Aktivasi stepper motor, (c). Temperatur greenhouse	73
Gambar 4. 23 Grafik minggu keempat (a). Kadar air dalam tanah dan kelembaban udara, (b). Aktivasi stepper motor, (c). Temperatur greenhouse	75
Gambar 4. 24 Pertumbuhan Tomat Ceri	77
Gambar 4. 25 Tanaman pada hari ke-1 (a). Pohon 1, (b). Pohon 2, (c). Pohon 3, (d). Pohon 4, (e). Pohon 5	78
Gambar 4. 26 Tanaman pada hari ke-27 (a). Pohon 1, (b). Pohon 2, (c). Pohon 3, (d). Pohon 4, (e). Pohon 5.	78
Gambar 4. 27 Diagram alur pembuatan model	79
Gambar 4. 28 Nilai training data dan validasi data (a). Akurasi model (b). Loss model	80
Gambar 4. 29 Contoh penggunaan model prediksi	81
Gambar 4. 30 Nilai Akurasi Algoritma KNN, SVM, Naïve Bayes, Random Forest, Decision Tree	82
Gambar 4. 31 Visualisasi Prediksi dari Data Uji dengan algoritma Decision Tree	83
Gambar 4. 32 Hasil Uji Model Decision Tree Menggunakan <i>Confusion Matrix</i> ..	83
Gambar 4. 33 Prediksi dari Data Uji dengan algoritma k-NN	84
Gambar 4. 34 Hasil Uji Model k-NN Menggunakan <i>Confusion Matrix</i>	84
Gambar 4. 35 Prediksi dari Data Uji dengan algoritma Random Forest	86
Gambar 4. 36 Hasil Uji Model Random Forest Menggunakan <i>Confusion Matrix</i>	86

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Confussion Matrix</i>	25
Tabel 3. 1 Komponen Penyusun Perangkat Keras Sistem Kendali Tumbuhan Tomat Ceri.....	31
Tabel 3. 2 Alat dan bahan sampel uji.....	32
Tabel 3. 3. Konfigurasi Pin Komponen terhadap ESP32 dan DEV8825.....	38
Tabel 4. 1. Variasi kadar air tanah sampel uji	55
Tabel 4. 2 Nilai pembacaan kadar air dalam tanah menggunakan sensor kadar air berbasis kapasitif.	58
Tabel 4. 3 Lokasi pengetesan akses laman website	66
Tabel 4. 6 Hasil pembacaan data rata-rata satu minggu pertama pada greenhouse	70
Tabel 4. 7 Hasil pembacaan data rata-rata minggu ke-2 pada greenhouse	72
Tabel 4. 8 Hasil pembacaan data rata-rata minggu ke-3 pada greenhouse	74
Tabel 4. 9 Hasil Pembacaan Data Rata-Rata Minggu Ke-4 Pada Greenhouse	76

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, N. N., & Pangaribuan, P. (2020). Sistem Pengontrolan Pengairan Budidaya Tanaman Tomat Berdasarkan Kelembaban Dan Suhu Tanah Berbasis Artificial Intelligence | Afifah | eProceedings of Engineering. *e-Proceeding of Engineering*, 7. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/14201>
- Albawi, S., Mohammed, T. A., & Al-Zawi, S. (2018). Understanding of a convolutional neural network. *Proceedings of 2017 International Conference on Engineering and Technology, ICET 2017, 2018-January*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICENGTECHNOL.2017.8308186>
- Alordzinu, K. E., Jiuhaio, L., Appiah, S. A., Aasmi, A. A. L., Blege, P. K., & Afful, E. A. (2021). *African Journal of Agricultural Research Water stress affects the physio-morphological development of tomato growth*. 17(5), 733–742. <https://doi.org/10.5897/AJAR2021.15450>
- Anusha. (2017). *Humidity Sensor - Types and Working Principle*. Electronics Hub. <https://www.electronicshub.org/humidity-sensor-types-working-principle/>
- Arduino. (2021). <https://www.arduino.cc/>
- Astija, A. (2020). *Soil pH influences the development of tomato root organ (Solanum lycopersicum L.)*.
- ASTM D4643-00. (2000). *Standard Test Method for Determination of Water (Moisture) Content of Soil by the Microwave Oven Method*. 5. <https://doi.org/10.1520/D4643-00>
- Badan Pusat Statistik. (2020). <https://www.bps.go.id/indicator/55/61/1/produksi-tanaman-sayuran.html>
- Baluta, G. (2007). Microstepping mode for stepper motor control. *ISSCS 2007 - International Symposium on Signals, Circuits and Systems, Proceedings*, 2, 609–612. <https://doi.org/10.1109/ISSCS.2007.4292799>
- Budhiani, S. M. (2011). *Penerapan Good Agriculture Practice (GAP) pada produksi tanaman tomat cherry (Lycopersicon esculentum var. cerasiforme) di PT. Saung Mirwan, Megamendung, Bogor, Jawa Barat*. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/51173>
- Camburu, O.-M. (2021). *Explaining Deep Neural Networks*.
- CircuitSchools. (2022). *Interface Capacitive Soil moisture sensor v1.2 with Arduino, LCD and OLED – Circuit Schools*. <https://www.circuitschools.com/interface-capacitive-soil-moisture-sensor-v1-2-with-arduino-lcd-and-oled/>
- Dangi, N. (2017). *Monitoring environmental parameters: humidity and temperature using Arduino based microcontroller and sensors Microcontroller based building monitoring system*.
- Desai, C. (2020). Comparative Analysis of Optimizers in Deep Neural Networks. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 5. https://www.researchgate.net/publication/345381779_Comparative_Analysis_of_Optimizers_in_Deep_Neural_Networks
- Driyunita, D. (2018). *Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tomat Ceri*

Naufal Al-Hakim

SISTEM KENDALI KADAR AIR TANAH UNTUK TANAMAN TOMAT CERI MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32 DENGAN DEEP NEURAL NETWORK

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- (*Lycopersicon Esculentum*, Mill) Terhadap Pemberian Bokashi Pupuk Kandang Ayam Pedaging. 9(1), 1–6. <https://doi.org/10.47178/AGRO.V9I1.565>
- Enyinna Nwankpa, C., Ijomah, W., Gachagan, A., & Marshall, S. (n.d.). *Activation Functions: Comparison of Trends in Practice and Research for Deep Learning*.
- Febryani Sri Waranti, -. (2020). *ANALISIS EFEKTIVITAS APLIKASI SENSOR ULTRASONIK DENGAN INTERFACE BERBASIS INTERNET OF THINGS MENGGUNAKAN MQTT PROTOCOLS*. <http://repository.upi.edu>
- Grossi, E., & Buscema, M. (2007). Introduction to artificial neural networks. *European Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 19(12), 1046–1054. <https://doi.org/10.1097/MEG.0B013E3282F198A0>
- Hatfield, J. L., & Prueger, J. H. (2015). Temperature extremes: Effect on plant growth and development. *Weather and Climate Extremes*, 10, 4–10. <https://doi.org/10.1016/J.WACE.2015.08.001>
- Heuvelink, E. (Ed.). (2005). *Tomatoes* (1st ed.). CAB International.
- Hrisko, J. (2020). *Capacitive Soil Moisture Sensor Theory, Calibration, and Testing. Insight Into How DHT11 DHT22 Sensor Works & Interface It With Arduino*. (2021). <https://Lastminuteengineers.Com/Dht11-Dht22-Arduino-Tutorial/>. <https://lastminuteengineers.com/dht11-dht22-arduino-tutorial/>
- Kale, V. S., & Kulkarni, R. D. (2016). Real Time Remote Temperature & Humidity Monitoring Using Arduino and Xbee S2. *INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE RESEARCH IN ELECTRICAL, ELECTRONICS, INSTRUMENTATION AND CONTROL ENGINEERING*, 4, 2321–5526. <https://doi.org/10.17148/IJREEICE.2016.4640>
- Karthikeyan, P. R., Chandrasekaran, G., Kumar, N. S., Sengottaiyan, E., Mani, P., Kalavathi, D. T., & Gowrishankar, V. (2021). IoT Based Moisture Control and Temperature Monitoring In Smart Farming. *Journal of Physics: Conference Series*, 1964(6), 062056. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1964/6/062056>
- Kingma, D. P., & Ba, J. L. (2014). Adam: A Method for Stochastic Optimization. *3rd International Conference on Learning Representations, ICLR 2015 - Conference Track Proceedings*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.1412.6980>
- Kumar, P. C. P., Prasanth, P. P., Hemalatha, P., & Kulakarni, K. J. (2020). A Framework for Fully Automated Home using IoT Reliable Protocol Stack and Smart Gateway. *International Journal of Robotics and Automation Technology*, 7, 56.
- Lidyawati, L., Kristiana, L., Darlis, A. R., Jambola, L., & Susana, R. (2020). Remotely Garden Irrigation for Residential Area Based on Internet of Things (IoT). *REKA ELKOMIKA: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 1(1), 35–44. <https://doi.org/10.26760/rekaelkomika.v1i1.35-44>
- Liu, Q., & Wu, Y. (2012). Supervised Learning. *Encyclopedia of the Sciences of Learning*, 3243–3245. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_451
- M, H., & M.N, S. (2015). A Review on Evaluation Metrics for Data Classification Evaluations. *International Journal of Data Mining & Knowledge Management Process*, 5(2), 01–11. <https://doi.org/10.5121/IJDKP.2015.5201>
- Nedelkovski, D. (2016). *DHT11 & DHT22 Sensor Temperature and Humidity*

- Tutorial*. <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/dht11-dht22-sensors-temperature-and-humidity-tutorial-using-arduino/>
- Nicola, S., Tibaldi, G., & Fontana, E. (2009). Tomato production systems and their application to the tropics. *Acta Horticulturae*, 821, 27–33. <https://doi.org/10.17660/ACTAHORTIC.2009.821.1>
- Pack Kaelbling, L., Littman, M. L., Moore, A. W., & Hall, S. (1996). Reinforcement Learning: A Survey. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 4, 237–285.
- Pallavi Patil, M., Patil, D. D., & Patil, Y. S. (2020). Smart Plant Watching System: A Inexperienced Future. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 07(06), 4374–4378. www.irjet.net
- Prasetyo, A., Firmansyah, E., & Teknik Elektro UGM, J. F. (2016). PERANCANGAN DAN PENGUJIAN UNJUK KERJA SISTEM MONITORING KADAR LENGAS BERBASIS GYPSUM BLOCK UNTUK MEMANTAU DINAMIKA TANAH POLIETILEN, POLISTIREN DAN OTHER. *JURNAL TEKNOLOGI TECHNOSCIENTIA*, 8(2), 100–106. <https://doi.org/10.34151/TECHNOSCIENTIA.V8I2.158>
- Rong, S., & Bao-Wen, Z. (2018). The research of regression model in machine learning field. *MATEC Web of Conferences*, 176. <https://doi.org/10.1051/MATECCONF/201817601033>
- Ruder, S. (2016). *An overview of gradient descent optimization algorithms*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.1609.04747>
- Sarker, I. H. (2021). Deep Learning: A Comprehensive Overview on Techniques, Taxonomy, Applications and Research Directions. *SN Computer Science* 2021 2:6, 2(6), 1–20. <https://doi.org/10.1007/S42979-021-00815-1>
- Shamshiri, R. R., Jones, J. W., Thorp, K. R., Ahmad, D., Man, H. C., & Taheri, S. (2018). Review of optimum temperature, humidity, and vapour pressure deficit for microclimate evaluation and control in greenhouse cultivation of tomato: a review. *Int. Agrophys*, 32, 287–302. <https://doi.org/10.1515/intag-2017-0005>
- Sharma, S., Sharma, A., Goel, T., Deoli, R., & Mohan, S. (2020). Smart Home Gardening Management System: A Cloud-Based Internet-of-Things (IoT) Application in VANET. *2020 11th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies, ICCCNT 2020*. <https://doi.org/10.1109/ICCCNT49239.2020.9225573>
- Shi, N., Liu, X., & Guan, Y. (2010). Research on k-means clustering algorithm: An improved k-means clustering algorithm. *3rd International Symposium on Intelligent Information Technology and Security Informatics, IITSI 2010*, 63–67. <https://doi.org/10.1109/IITSI.2010.74>
- Veihmeyer, F. J., & Hendrickson, A. H. (2003). Soil Moisture in Relation to Plant Growth. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.pp.01.060150.001441>, 1(1), 285–304. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV.PP.01.060150.001441>
- Watjanatepin, N. (2020). Urban gardening system for home organic vegetables: Led artificial light and irrigation control. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 52(6), 805–820. <https://doi.org/10.5614/J.ENG.TECHNOL.SCI.2020.52.6.3>
- Yahwe, C., Yahwe, C. P., Isnawaty, I., & Aksara, L. . F. (2016). RANCANG

BANGUN PROTOTYPE SYSTEM MONITORING KELEMBABAN TANAH MELALUI SMS BERDASARKAN HASIL PENYIRAMAN TANAMAN “STUDI KASUS TANAMAN CABAI DAN TOMAT.” *semanTIK*, 2(1). <http://ojs.uho.ac.id/index.php/semantik/article/view/721>

Zhang, Q., Yang, Y., & Wu, Y. N. (2019). *Unsupervised Learning of Neural Networks to Explain Neural Networks (extended abstract)*. <https://arxiv.org/abs/1901.07538v1>