

Pemodelan Kontroler-Otomatik dengan Intervensi pada Pengendali Temperatur Tanah dan Kelembaban

S.N.M.P. Simamora

*Program Studi Teknik Informatika, Institut Digital Ekonomi LPKIA
Jl. Soekarno Hatta No.456, Bandung, Indonesia - 40266*

snmpsiamora@lpkia.ac.id

DOI: 10.58918/lofian.v3i2.241

Abstrak

Kesuburan tanah dipengaruhi oleh dua parameter dominan yakni temperatur tanah dan kelembaban. Apabila salah satu melewati dari nilai-rujukan, maka dipastikan akan mempengaruhi tingkat dan level kesuburan tanah. Disamping nutrisi juga harus diperhatikan; namun parameter temperatur dan kelembaban adalah dua faktor utama yang harus diperhatikan agar level kesuburan ideal dapat dipertahankan. Perlu adanya sebuah instrumen untuk mengontrol dan mengendalikan agar nilai temperatur tanah dan kelembaban dapat selalu terjaga; dengan alasan dorongan kebutuhan untuk menghindari keputusan bias jika tidak didasarkan pada nilai empiris. Pada penelitian ini telah dilakukan serangkaian pengujian menggunakan kontroler-otomatik, yakni suatu instrumen yang dibangun dan dirancang, memiliki kapabilitas untuk mengendalikan temperatur tanah dan kelembaban. Digunakannya suatu sensor yang spesifik dapat mendeteksi perubahan sensitivitas pada tanah, untuk parameter temperatur dan kelembaban. Adapun hasil pengujian menunjukkan bahwa pada serangkaian uji-coba dengan menggunakan sepuluh skenario pengujian; diperoleh bahwa setiap kondisi lingkungan yang diubah dengan intervensi langsung pada sensor menunjukkan kontroler-otomatik dapat secara cepat dan real-time memberikan umpan-balik berupa visualisasi dan bunyi sebagai peringatan bahwa telah terjadi perubahan lingkungan signifikan, sehingga harus dilakukan tindakan untuk mengembalikan kondisi tanah kepada nilai-rujukan.

Kata Kunci: kontroler-otomatik, temperatur tanah, kelembaban, sensor, intervensi.

1. Pendahuluan

Secara umum kelembaban tanah terklasifikasi menjadi tanah kering, yakni dengan persentase 0 sampai dengan 30; tanah basah yakni dengan persentase 30 sampai dengan 60 dan tanah terlalu basah dengan tingkat persentase lebih dari 60 [1][2]. Parameter temperatur dan kelembaban tanah hubungannya adalah berbanding-terbalik. Maksud dari berbanding-terbalik, yakni jika nilai temperatur semakin naik, maka nilai kelembaban semakin menurun.

Kelembaban tanah yang baik (sesuai dengan jenis dan teksturnya) menciptakan kesuburan tanah yang sangat dibutuhkan oleh tanaman. Oleh alasan ini mengapa dibutuhkan sejumlah metode dan prosedur agar kelembaban tanah dapat terjaga dengan baik [3][4].

Beberapa tanaman membutuhkan persentase kelembaban yang spesifik, misalkan: Mangga, Durian, dan Alpukat dengan persentase 60 sampai dengan 80; sedangkan Jeruk dengan persentase 50 sampai dengan 70 [5][6][7].

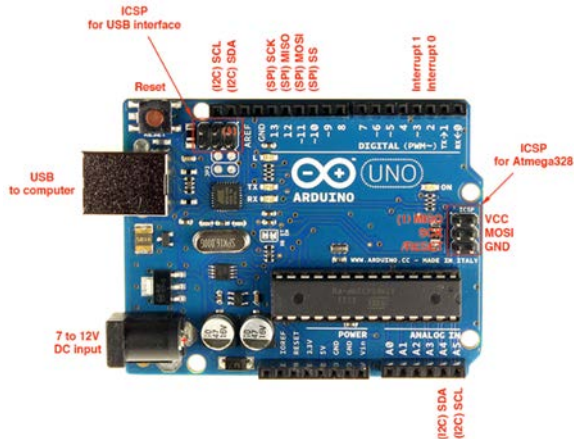
Salah satu instrument yang mudah dalam mengatur berbagai environment sebuah systems adalah kontroler-otomatik, yang umum disebut dengan microcontroller [8][9]. Sejumlah jenis mikrokontroler yang umum digunakan seperti: Arduino, Raspberry Pi, PIC (Peripheral Interface Controller) dikembangkan oleh Microchip Technology, AVR (Atmel namun saat ini Microchip Technology), STM32 (mikrokontroler berbasis ARM Cortex-M), ESP8266 dan ESP32 (dikembangkan oleh Espressif Systems), TI MSP430 (Texas Instruments), FPGA (Field-Programmable Gate Array) [10][11][12].

Peranan kontroler-otomatik pada bidang pertanian atau bidang sejenis, untuk menjaga temperatur dan kelembaban tanah; yakni saat salah satu parameter berubah dari nilai-rujukan, maka kontroler-otomatik akan menggerakkan actuator untuk mengembalikan kondisi lingkungan kepada nilai-rujukan. Umumnya temperatur tanah yang subur berkisar antara 18o hingga 24o Celsius (atau 64o hingga 75o Fahrenheit) [3][5][13].

2. Metode Penelitian

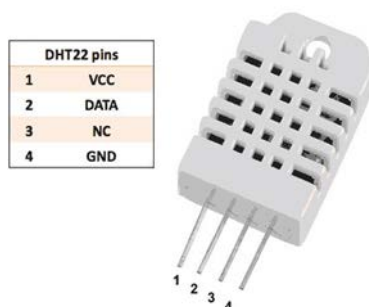
Pada penelitian ini menggunakan metodologi yakni: melakukan observasi, pengumpulan data, menetapkan hipotesis, melakukan eksperimen, dan penarikan kesimpulan. Metode penelitian yang digunakan adalah empiris dan perancangan dengan pendekatan simulasi.

Pada model yang telah dibuat dan dibangun, setiap komponen elektronika diukur besaran fisisnya, dan dibandingkan dengan nilai-rujukan untuk mendapatkan daya yang optimal. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino UNO. Mikrokontroler ini memiliki klasifikasi pin-out untuk Digital, Analog, Rx/Tx (receiver/transmitter), PWM (Pulse Width Modulation), tegangan (VIN dan GND, ground: 3.3V, 5V), komunikasi-data (I2C, Inter-Integrated Circuit; SPI, Serial Peripheral Interface); dan RST (reset, digunakan untuk me-reset (setting-ulang) microcontroller-unit (MCU) [14][15].



Gbr. 1. Arduino UNO

Untuk mengukur sentivitas temperatur tanah dan kelembaban digunakan sensor DHT22. Pada kontroler-otomatik di-set kondisi ideal tanah dengan parameter: temperatur kurang-dari atau sama-dengan 40oC dan kelembaban lebih-dari atau sama-dengan 30%. Skenario besaran fisis dan koneksi setiap pin-out pada kontroler-otomatik ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2.



Gbr. 2. Sensor DHT22

Tabel 1.

Lay-out koneksi Sensor DHT22

| DHT22 | Arduino |
|-------|---------|
| Vcc | 5 |
| Data | 2 |
| NC | N/A |
| GND | GND |

Skenario perancangan dapat diuraikan, saat toleransi melewati nilai-threshold maka kontroler-otomatik akan menyalakan buzzer sekaligus LED-Merah akan menyala; selain-itu, maka buzzer diam dan LED-Hijau menyala (kondisi ON). Dilakukan aksi intervensi secara manual untuk menguji instruksi yang telah diisikan ke memori kontroler-otomatik.

Pendekatan dan metode yang digunakan dalam menguji arsitektur dan model sistem yang dirancang adalah simulasi. Dan pada penelitian ini digunakan simulator Proteus 8. Adapun Proteus 8 merupakan sebuah software simulasi yang difokuskan pada bidang elektronika, mikroelektronika dan mikrokontroler; bahkan dapat dimanfaatkan untuk merancang desain PCB. Dan simulator ini juga sudah memiliki fitur dan kapabilitas men-simulasikan mikrokontroler jenis Arduino UNO.

Tabel 2.

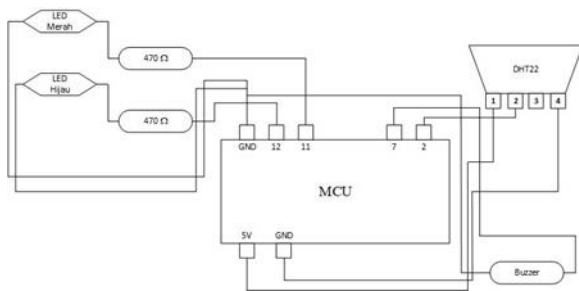
Lay-out koneksi LED-Resistor-Buzzer

| LED-Merah | Arduino |
|------------------------|-------------------|
| Anoda (+) kaki-panjang | 11 (via Resistor) |
| Katoda (-) kaki-pendek | GND |
| LED-Hijau | Arduino |
| Anoda (+) kaki-panjang | 12 (via Resistor) |
| Katoda (-) kaki-pendek | GND |
| Resistor | Arduino |
| dari LED-Merah | 11 |
| dari LED-Hijau | 12 |
| Buzzer | Arduino |
| Polar + | 7 |
| Polar - | GND |

Skenario pengujian dilakukan dengan cara melakukan intervensi manual langsung kepada sensor DHT22 dengan logika pra-kondisi sebagai berikut: jika temperatur lebih-dari 40°C atau persentase kelembaban kurang-dari 30 maka:

Nyalakan LED-Merah dan Matikan LED-Hijau;
 selain-itu:

Matikan LED-Merah dan Nyalakan LED-Hijau;



Gbr. 3. Skema Kontroler-Otomatik yang dirancang

Pemrograman digunakan untuk mengisikan instruksi ke kontroler-otomatik, menggunakan keluarga Bahasa pemrograman C/C++. Keluarga bahasa ini memiliki kapabilitas di middle-layer sehingga memudahkan untuk menyelami ke hardware-layer, khususnya microcontroller-unit (MCU) [10][16].

3. Hasil dan Pembahasan

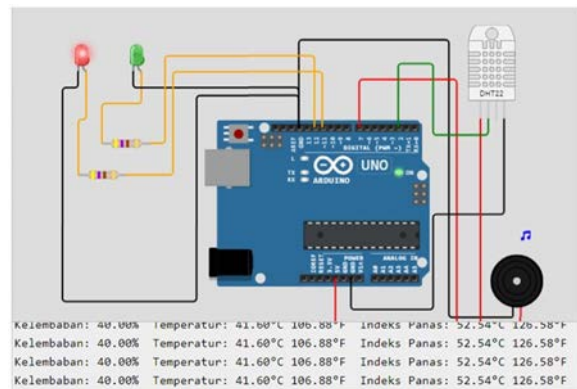
Dilakukan serangkaian pengujian untuk melakukan evaluasi instrumen yang dibangun, apakah sudah sesuai dengan rencana dan sasaran yang ingin dicapai. Ada sepuluh skenario pengujian yang diterapkan pada berbagai nilai temperatur tanah dan kelembaban, dan diperlihatkan pada Tabel 3.

Adapun hasil jalannya demo instrumen diperlihatkan pada Gambar 4, untuk skenario-1; Gambar 5, untuk skenario-2; dan Gambar 6, untuk skenario-10. Dan juga diperlihatkan perubahan temperatur dan kelembaban yang dilakukan dengan intervensi nilai kepada sensor DHT22.

Tabel 3.

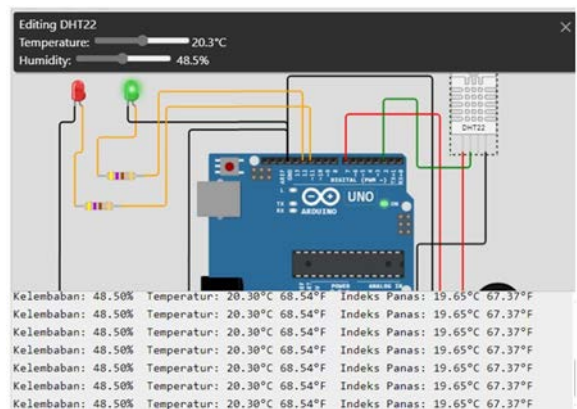
Hasil Uji-perbandingan Simulasi dan Demo

| skenario | temperatur (°C) | kelembaban (%) | Pra-kondisi | | Hasil Simulasi | |
|----------|--------------------|-------------------|-------------|-----------|----------------|-----------|
| | | | LED Merah | LED Hijau | LED Merah | LED Hijau |
| 1 | 41,6 | 40 | ON | OFF | ON | OFF |
| 2 | 20,3 | 48,5 | OFF | ON | OFF | ON |
| 3 | 15 | 65 | OFF | ON | OFF | ON |
| 4 | 31 | 41 | OFF | ON | OFF | ON |
| 5 | 50,1 | 25,5 | ON | OFF | ON | OFF |
| 6 | 45,8 | 35 | ON | OFF | ON | OFF |
| 7 | 35,2 | 35 | OFF | ON | OFF | ON |
| 8 | 41,6 | 30,5 | ON | OFF | ON | OFF |
| 9 | 26,7 | 35 | OFF | ON | OFF | ON |
| 10 | 31 | 29 | ON | OFF | ON | OFF |

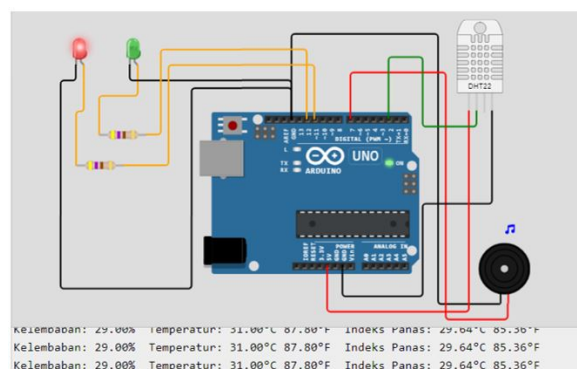


Gbr. 4. Tampilan demo instrumen pada skenario-1

Peranan buzzer dipasang pada instrumen untuk mempertegas arti dan makna visual LED-Merah dalam status menyala. Kondisi ini memberi makna 'warning', sehingga dengan adanya umpan-balik respon dalam bentuk suara akan lebih menekankan peringatan bahwa lingkungan mengalami kondisi yang harus dilakukan perbaikan; yakni tanah harus dikembalikan pada temperatur tanah dan kelembaban yang normal.



Gbr. 5. Tampilan demo instrumen pada skenario-2



Gbr. 6. Tampilan demo instrumen pada skenario-10

Hasil pengujian dalam bentuk demo instrumen menunjukkan bahwa buzzer berbunyi seiring dengan LED-Merah menyala. Dan kedua komponen ini aktif saat nilai temperatur dan kelembaban berada pada range yang di-set tidak sesuai nilai-referensi. Dengan demikian instrumen telah berjalan sesuai dengan fungsi dan tujuan instrumen dibangun. Kontroler-otomatik berjalan untuk mendeteksi perubahan nilai temperatur dan kelembaban bila tidak sesuai dengan lingkungan normal yang disyaratkan.

Daya listrik ditunjukkan telah optimal oleh sebab tegangan-masukan yang ditetapkan sebesar 5V. Dan selama instrumen berjalan, dengan diterapkannya sepuluh skenario; terlihat tidak ada gangguan kelistrikan yang muncul. Demikian juga saat kesepuluh skenario tersebut diimplemntasikan, kontroler-otomatik pada MCU bekerja dengan baik dan stabil.

4. Kesimpulan

Kontroler-otomatik berhasil mengendalikan perubahan temperatur tanah dan kelembaban dengan memberikan umpan-balik respon berupa LED-Merah menyala dan buzzer berbunyi. Frekuensi buzzer cukup menimbulkan perhatian sebagai tanda bahwa harus ada aksi untuk melakukan perubahan lingkungan agar keadaan tanah dibenahi untuk kembali kepada kondisi normal.

Hasil simulasi dan demo instrumen menunjukkan kontroler-otomatik telah bekerja dengan baik dan signifikan dalam mengendalikan dan mengawasi perubahan pada lingkungan. Dengan demikian jika terjadi perubahan lingkungan, harus ada tindakan untuk mengembalikan nilai temperatur tanah dan kelembaban supaya kembali pada nilai-rujukan.

Berbagai perubahan nilai temperatur tanah dan kelembaban telah diuji pada sepuluh skenario yang menunjukkan bahwa kontroler-otomatik telah dapat mengendalikan lingkungan tanah agar tetap berada pada nilai-rujukan. Dan nilai-rujukan merupakan acuan untuk mengawasi apakah temperatur tanah dan kelembaban berada pada kondisi ideal.

Referensi

- [1] G. Patrizi, dkk. "A Virtual Soil Moisture Sensor for Smart Farming Using Deep Learning". *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*. Volume: 71. 2022.
- [2] N. K. Assolihat, Karyati, M. Syafrudin. "Suhu Dan Kelembaban Tanah Pada Tiga Penggunaan Lahan Di Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur". *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*. Vol.3, No.1. p.41-49. Maret 2019.
- [3] L. A. Y. Merbawani, M. Rivai, H. Pirngadi. "Sistem Monitoring Profil Kedalaman Tingkat Kelembapan Tanah Berbasis IoT dan LoRa". *JURNAL TEKNIK ITS* Vol. 10, No. 2. 2021.
- [4] F. Requena, dkk. "Combined Temperature and Humidity Chipless RFID Sensor". *IEEE Sensors Journal*. Volume: 22, Issue: 16. 2022.
- [5] M. R. Pradana, M. H. Ichsan, S. R. Akbar. "Klasifikasi Kesuburan dan Daya Ukur Cakupan Kelembaban Tanah pada Tanaman Jambu Merah berbasis Arduino". *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. Vol. 7, No. 4, April 2023, hlm. 1797-1809.
- [6] M. R. K. Soltanian, dkk. "Variable Waist-Diameter Mach-Zehnder Tapered-Fiber Interferometer as Humidity and Temperature Sensor". *IEEE Sensors Journal*. Volume: 16, Issue: 15. 2016.
- [7] M.S. Le, L. Yuei-An. "Temperature-Soil Moisture Dryness Index for Remote Sensing of Surface Soil Moisture Assessment". *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*. Volume: 19. 2022.
- [8] S.N.M.P. Simamora, D. Anggriawan. "Sistem Pemodelan Kestabilan Daya Dalam Kendali Beban Berdasar Suhu Kamar". *IT Journal, STMIK Potensi Utama Medan*, Vol.2 No.2. Oktober 2013: hal:113-122.
- [9] Y. Sun, dkk. "Intelligent Distributed Temperature and Humidity Control Mechanism for Uniformity and Precision in the Indoor Environment". *IEEE Internet of Things Journal*. Volume: 9, Issue: 19. 2022.
- [10] S.N.M.P. Simamora, A.A. Manik, A. Fauzan. "Teknik Kontrol Otomatik Sebagai Dukungan Desain Rumah Pintar Terpadu". *Jurnal Mikrotek, Program studi Teknik Mekatronika, Univ. Trunojoyo*. Vol.1 No.3, Agustus 2014. hal.147-154.
- [11] L. Yun-Wei, L. Yi-Bing, H. Hui-Nien. "CalibrationTalk: A Farming Sensor Failure Detection and Calibration Technique". *IEEE Internet of Things Journal*. Volume: 8, Issue: 8. 2021.
- [12] R. N. Bashir, I. S. Bajwa, M. M. A. Shahid. "Internet of Things and Machine-Learning-Based Leaching Requirements Estimation for Saline Soils". *IEEE Internet of Things Journal*. Volume: 7, Issue: 5. 2020.
- [13] K. S. Patle, dkk. "Field Evaluation of Smart Sensor System for Plant Disease Prediction Using LSTM Network". *IEEE Sensors Journal*. Volume: 22, Issue: 4. 2022.
- [14] S.N.M.P. Simamora. "Terapan Embedded-Systems dalam Kebutuhan Praktis". *Koran Manado*. Edisi.11 Mei 2022.
- [15] S.N.M.P. Simamora. "Mengenal Sensor dan Actuator dalam Microcontroller". *Koran Bernas*. Edisi.18 Desember 2022.
- [16] S.N.M.P. Simamora. *Modul Belajar Praktis Algoritma dan Pemrograman*. Penerbit Deepublish, Yogyakarta. 2016.