

SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS BERBASIS FUZZY LOGIC

Eko Suropto Pasinggi¹, Willy Yafet²

¹Program Studi Teknik Informatika, ²Program Studi Agroteknologi
Universitas Kristen Indonesia Toraja
Jl. Nusantara No.12, Makale, 90123
e-mail: ¹ekopasinggi@ukitoraja.ac.id, ²willy@ukitoraja.ac.id

Abstrak

Peningkatan kebutuhan pangan menuntut adanya peningkatan teknologi dalam pengelolaan pertanian. Berbagai aspek pertanian dapat dikelola dengan penerapan teknologi informasi. Salah satu aspek tersebut adalah pengelolaan air. Kecukupan kebutuhan air tanaman berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini dirancang sebuah sistem penyiram otomatis yang mampu menentukan lama penyiraman berdasarkan nilai kelembapan tanah yang diukur dengan perangkat sensor. Penentuan lama penyiraman dihitung menggunakan fuzzy logic berdasarkan rule yang disusun. Hasil pengujian memperlihatkan kesesuaian lama penyiraman dengan kelembapan tanah. Sistem yang diusulkan ini dapat diimplementasikan untuk digunakan dalam pertanian.

Kata kunci— fuzzy logic, smart farm, irigasi, Arduino

Abstract

The increasing of food demand requires the application of technology in agricultural management. Various aspects of agriculture can be managed by applying information technology. One such aspect is water management. Adequacy of plant water has a significant effect on plant growth. Therefore, in this study an automatic irrigation system was designed which is able to determine the duration of watering based on the soil moisture value measured by several sensor devices. The determination of watering time is calculated using fuzzy logic based on several rules. The test results show the suitability of watering time with soil moisture.

Keywords— fuzzy logic, smart farm, irrigation, Arduino

1. PENDAHULUAN

Pangan sebagai kebutuhan dasar manusia harus dapat dipenuhi setiap saat. Tingkat kebutuhan pangan selalu berbanding lurus dengan jumlah populasi. Oleh sebab itu, peningkatan jumlah populasi manusia harus diimbangi juga oleh peningkatan ketersediaan pangan. Perserikatan Bangsa-bangsa (PBB) menerbitkan sebuah data proyeksi jumlah penduduk dunia yang menampilkan peningkatan jumlah penduduk dunia sampai tahun 2100. Saat ini jumlah penduduk dunia sekitar 7,2 miliar orang. Jumlah penduduk pada tahun 2050 diperkirakan bertambah menjadi 9,6 miliar orang dan pada tahun 2100 menjadi 10,9 miliar orang [1]. Keadaan ini menuntut adanya jaminan kecukupan pangan di masa depan.

Food and Agriculture Organization (FAO) memberikan rekomendasi agar semua sektor pertanian perlu dikelola dengan menggunakan teknologi inovatif. Konsep pengembangan pertanian yang banyak dikembangkan pada saat ini adalah konsep pertanian cerdas, dan biasa juga disebut smart farming. Konsep ini merujuk pada penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) pada bidang pertanian. Penerapan teknologi ini memungkinkan untuk

memperoleh data dari lingkungan pertanian, mengolah data tersebut, dan melakukan manipulasi keadaan lingkungan pertanian. Tujuan utama penerapan teknologi tersebut adalah untuk melakukan optimasi berupa peningkatan hasil (kualitas dan kuantitas) dan efisiensi penggunaan sumber daya.

Salah satu sumber daya yang sangat krusial dalam bidang pertanian adalah air. Untuk melangsungkan kehidupannya, tumbuhan sangat membutuhkan ketersediaan air setiap saat, sehingga dibutuhkan sistem manajemen yang baik untuk menjamin hal tersebut. Selain fungsi tersebut, manajemen sumber daya air yang baik juga dapat membuat penggunaan air menjadi efisien. Sistem irigasi yang digunakan secara luas saat ini belum memperhitungkan kebutuhan air tanaman secara akurat karena masih dilakukan secara manual. Selain itu, dari aspek efisiensi juga belum menjadi perhatian. Aspek ini perlu untuk diperhatikan terkait keterbatasan sumber daya air serta sumber daya lain yang dibutuhkan untuk pengadaan air.

Air sebagai salah satu kebutuhan hidup tanaman harus tersedia setiap saat. Pemenuhan kebutuhan air tumbuhan secara alami dipenuhi dari air hujan. Untuk tanaman pertanian, selain diperoleh dari air hujan, kebutuhan air dipenuhi dari penambahan air secara buatan melalui irigasi.

Tingkat kebutuhan air irigasi dipengaruhi oleh banyak faktor. Banyaknya air yang dibutuhkan tiap jenis tanaman berbeda-beda, ada tanaman yang membutuhkan banyak air dan ada pula yang hanya memerlukan sedikit air. Beberapa jenis tanaman juga membutuhkan genangan air untuk tumbuh, seperti padi. Tekstur tanah Kemiringan tanah menentukan seberapa besar kemampuan tanah menahan air. Keadaan iklim dan cuaca juga berperan besar terhadap ketersediaan air yang diperoleh dari air hujan. Selain faktor-faktor alami tersebut, kebutuhan air irigasi juga dipengaruhi oleh factor manusia, yaitu bagaimana cara pemberian air, tujuan pemberian air, keadaan saluran dan bangunan irigasi, dan cara pengolahan tanah [2], [3].

Untuk menjamin pertumbuhan yang baik, kelembaban tanah harus dijaga pada rentang level tertentu. Kekurangan air dapat menyebabkan tanaman layu, sedangkan kelebihan air dapat menyebabkan pembusukan akar dan munculnya penyakit tanaman, seperti jamur. Untuk itu dibutuhkan sistem irigasi yang baik yang dapat menjamin ketersediaan air dan mengaturnya agar tidak berlebih. Beberapa penelitian telah mengusulkan beberapa sistem irigasi. Ada sistem yang bersifat otomatis dan juga ada yang bersifat manual (keputusan diambil oleh pengguna sistem).

Tahap awal dalam masa perkembangan tanaman pertanian adalah tahap penyemaian. Pada tahap tersebut, sangat dibutuhkan untuk menjaga kelembaban tanaman. Sebuah purwarupa telah dibuat untuk menangani hal tersebut [4]. Sistem penyiraman tanaman ini terdiri dari tiga bagian utama, yaitu sensor kelembaban untuk mengetahui kondisi persemaian, Arduino sebagai pusat kendali sistem, dan sebuah pompa untuk mengalirkan air. Penyiraman dilakukan berdasarkan pada pengukuran nilai kelembaban. Pompa akan dihidupkan ketika nilai kelembaban kurang dari 50% dan akan dihentikan ketika kelembaban sudah melebihi 60%.

Sistem irigasi yang diterapkan dalam skala kebun dilakukan dalam [5]. Sistem yang diusulkan menggunakan sensor kelembaban tanah dan suhu. Jumlah sensor yang digunakan untuk tiap kebun sebanyak satu buah dengan asumsi bahwa sebuah kebun memiliki properti kelembaban dan suhu tunggal dan seragam. Komunikasi antara sensor dengan pusat kendali sistem menggunakan jaringan nirkabel Zigbee. Penyiraman dilakukan berdasarkan pada nilai ambang batas minimal kelembaban. Pengujian yang dilakukan memberikan hasil berupa penurunan jumlah air yang digunakan sebesar 50% jika dibandingkan dengan cara manual.

Sistem yang hampir serupa juga diusulkan dalam penelitian [6]. Sistem ini menggunakan lebih banyak sensor, yaitu sensor kelembaban udara, kelembaban tanah, suhu, dan cahaya. Penentuan penyiraman juga dilakukan berdasarkan nilai ambang batas minimal. Data yang diperoleh dari sensor tidak hanya digunakan untuk menentukan apakah penyiraman dibutuhkan tetapi juga disimpan ke dalam basis data. Data tersebut selanjutnya dapat digunakan untuk melakukan prediksi menggunakan metode Data Mining, yaitu Algoritma Naive Bayes.

Karakteristik sawah sedikit berbeda dengan kebun, yaitu dibutuhkannya genangan air untuk mendukung pertumbuhan padi. Sistem yang diusulkan dalam penelitian [7] menggunakan sensor kelembaban tanah dan sensor tinggi permukaan air. Katub saluran irigasi akan terbuka dan

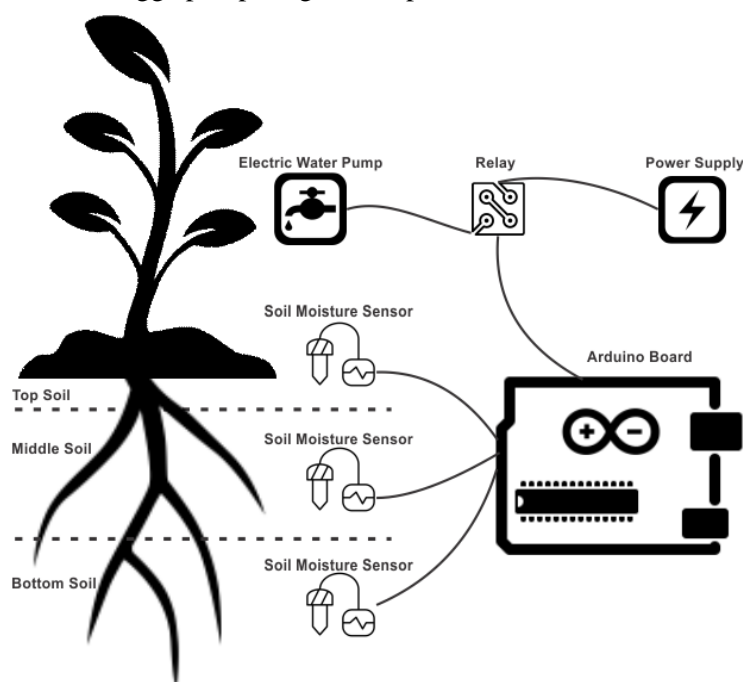
tertutup berdasarkan nilai ambang batas yang ditentukan. Setelah sebuah proses irigasi terlaksana, sistem akan mengirimkan sebuah pesan singkat (SMS) kepada petani yang berisi total waktu yang dibutuhkan untuk mengairi sawah.

Pengambilan keputusan untuk melakukan penyiraman tidak harus diserahkan kepada sistem, tetapi juga dapat berada di tangan pengguna, seperti yang diusulkan dalam penelitian [8]. Sistem ini menggunakan sensor kelembaban tanah, suhu dan aliran air. Data yang diperoleh dari sensor kemudian akan dikirimkan kepada pengguna secara langsung dengan antarmuka web. Dari data tersebut, pengguna dapat mengambil keputusan untuk mengontrol pompa air dan sprinkle melalui antarmuka yang sama.

2. METODE PENELITIAN

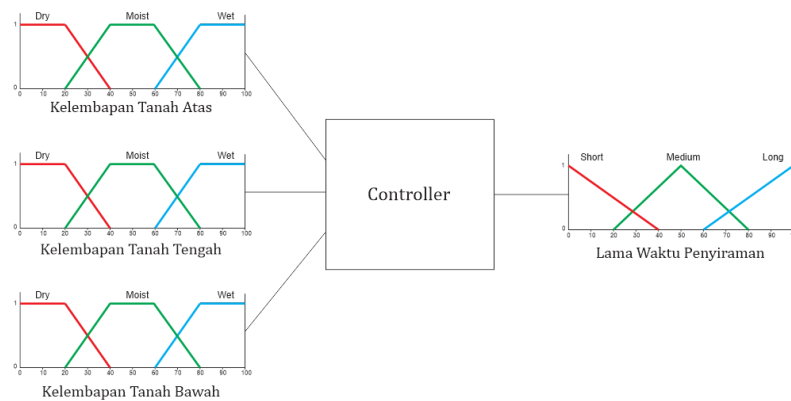
Secara umum, sistem yang diusulkan memiliki banyak kesamaan dengan sistem-sistem yang telah ada. Kesamaan tersebut dalam hal penggunaan sensor, unit pengendali dan actuator yang digunakan. Dalam sistem yang diusulkan digunakan sebuah algoritma kecerdasan, yaitu Fuzzy Logic. Penggunaan algoritma ini diharapkan dapat membuat sistem dapat menghasilkan beberapa jenis output berdasarkan variasi input dari sensor.

Sistem yang diusulkan terdiri dari 3 blok, yaitu sensor, actuator, dan unit kendali. Rancangan sistem dapat dilihat pada Gambar 1. Sensor digunakan untuk memperoleh data dari kebun percobaan. Parameter yang diukur adalah kelembaban tanah. Unit kendali terdiri dari sebuah perangkat Arduino dan beberapa modul tambahannya. Unit pengendali berfungsi untuk mengendalikan semua proses yang dilakukan sistem. Dalam unit pengendali ini dilakukan pengolahan data dari sensor dengan sebuah algoritma untuk memberikan sebuah keputusan untuk melakukan penyiraman. Ketika sistem memutuskan untuk melakukan penyiraman, relay akan diatur dalam posisi on, sehingga pompa irigasi beroperasi dalam waktu tertentu.



Gambar 1 Rancangan sistem penyiram tanaman

Dalam rancangan ini, digunakan 3 buah sensor yang masing-masing mengambil data dari satu lapisan tanah. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa kelembaban tanah pada tiap lapisan memiliki kemungkinan untuk berada pada kondisi yang berbeda. Ketiga nilai kelembaban tersebut merupakan nilai input ke dalam sistem fuzzy yang ditanamkan dalam perangkat arduino.



Gambar 2 input dan output dari unit kendali

Nilai input dari sensor yang diterima oleh arduino selanjutnya dinyatakan dalam nilai keanggotaan fuzzy. Fungsi keanggotaan untuk nilai kelembapan tanah dinyatakan dalam Gambar 2. Keadaan kelembapan tanah (Gambar 3) memiliki nilai dengan kisaran 0 – 100 % dan dikelompokkan menjadi tiga, yaitu kering (dry), lembap (moist), dan Basah (wet).



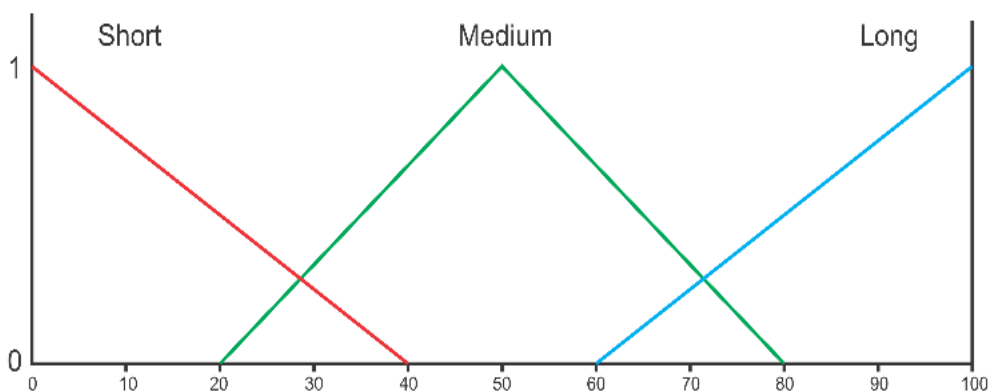
Gambar 3 Fungsi keanggotaan fuzzy dari variabel kelembapan tanah

Fungsi keanggotaan masing-masing keadaan kelembapan tanah dapat dinyatakan dalam bentuk beriku ini:

$$Dry(x) = \begin{cases} 0 & ; x \geq 40 \\ 40 - x/40 - 20 & ; 20 < x < 40 \\ 1 & ; x \leq 20 \end{cases} \quad (1)$$

$$Moist(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 20 \text{ or } x \geq 80 \\ x - 20/40 - 20 & ; 20 < x < 40 \\ 1 & ; 40 \leq x \leq 60 \\ 80 - x/80 - 60 & ; 60 < x < 80 \end{cases} \quad (2)$$

$$Wet(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 60 \\ x - 60/80 - 60 & ; 60 < x < 80 \\ 1 & ; x \geq 80 \end{cases} \quad (3)$$



Gambar 4 Fungsi Keanggotaan fuzzy dari variabel lama penyiraman

Fungsi keanggotaan masing-masing keadaan lama penyiraman dapat dinyatakan dalam bentuk beriku ini:

$$Short(x) = \begin{cases} 0 & ; x > 40 \\ 40 - x/40 & ; x \leq 40 \end{cases} \quad (4)$$

$$Medium(x) = \begin{cases} 0 & ; x < 20 \text{ or } x > 80 \\ x - 20/50 - 20 & ; 20 < x \leq 50 \\ 80 - x/80 - 50 & ; 50 < x \leq 80 \end{cases} \quad (5)$$

$$Long(x) = \begin{cases} 0 & ; x < 60 \\ x - 60/80 - 60 & ; x \geq 60 \end{cases} \quad (6)$$

Pengambilan keputusan lama penyiraman (Gambar 4) di dasarkan pada aturan (rule) yang dibangun. Dalam sistem ini digunakan tiga buah rule hubungan keadaan kelembapan tanah pada tiap lapisan dan lama penyiraman. Ketiga rule tersebut yaitu,

- IF tanahBawah = Kering OR tanahTengah = Kering THEN siramLama
- IF tanahTengah = Lembap AND tanahAtas = Kering THEN siramSedang
- IF tanahTengah = Lembab AND tanahAtas = Lembap THEN siramSebentar
- IF tanahTengah = Basah AND tanahAtas = Basah THEN siramSebentar

Inferensi yang dilakukan berdasarkan rule tersebut akan menghasilkan nilai lama penyiraman yang dinyatakan dalam satuan detik. Lama penyiraman dinyatakan dalam tiga kelompok, yaitu sebentar (short), sedang (medium), dan lama (long).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi hasil rancangan dilakukan dengan menggunakan beberapa set nilai kelembapan tanah sebagai masukan. Variasi nilai kelembapan digunakan untuk melihat kesesuaian nilai lama penyiraman yang dihasilkan dengan rule yang telah ditentukan. Tabel 1 memperlihatkan beberapa variasi nilai kelembapan, nilai fuzzy masing-masing, dan lama penyiraman yang dihasilkan.

Moist (%)	Tanah atas			Moist (%)	Tanah tengah			Moist (%)	Tanah bawah			Lama siram (detik)
	Nilai fuzzy				Nilai fuzzy				Nilai fuzzy			
	B	S	K		B	S	K		B	S	K	
20	1.00	0.00	0.00	60	0.00	1.00	0.00	50	0.00	1.00	0.00	50.00
68	0.00	0.60	0.40	41	0.00	1.00	0.00	47	0.00	1.00	0.00	13.33
34	0.30	0.70	0.00	28	0.60	0.40	0.00	71	0.00	0.45	0.55	55.39
48	0.00	1.00	0.00	75	0.00	0.25	0.75	53	0.00	1.00	0.00	17.62
71	0.00	0.45	0.55	29	0.55	0.45	0.00	93	0.00	0.00	1.00	84.80
19	1.00	0.00	0.00	71	0.00	0.45	0.55	20	1.00	0.00	0.00	52.58
64	0.00	0.80	0.20	79	0.00	0.05	0.95	30	0.50	0.50	0.00	21.18
10	1.00	0.00	0.00	80	0.00	0.00	1.00	13	1.00	0.00	0.00	50.00
42	0.00	1.00	0.00	38	0.10	0.90	0.00	82	0.00	0.00	1.00	80.98
87	0.00	0.00	1.00	43	0.00	1.00	0.00	33	0.35	0.65	0.00	32.59
52	0.00	1.00	0.00	61	0.00	0.95	0.05	24	0.80	0.20	0.00	44.22
51	0.00	1.00	0.00	26	0.70	0.30	0.00	51	0.00	1.00	0.00	61.12
10	1.00	0.00	0.00	40	0.00	1.00	0.00	78	0.00	0.10	0.90	75.87

4. KESIMPULAN

Sistem yang telah dirancang mampu memberikan nilai lama penyiraman tanaman sesuai dengan kelembapan tanah. Namun, unjuk kerja sistem ini masih perlu untuk diuji lebih lanjut melalui pengujian lapangan menggunakan kebun sesungguhnya.

5. SARAN

Pengembangan penerapan teknologi informasi di bidang pertanian masih perlu dikembangkan. Sistem ini perlu dikembangkan lebih lanjut untuk menentukan volume air yang dibutuhkan oleh tanaman. Beberapa hal yang menjadi saran untuk dilakukan dalam penelitian selanjutnya adalah sistem monitoring lahan pertanian secara *real time* dan penerapan jaringan sensor (WSN) untuk dapat memperoleh data terkait pertanian secara lebih lengkap.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada kemenristekdikti yang memberikan hibah penelitian melalui skema penelitian dosen pemula (PDP). Terima kasih juga terucap untuk Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M) Universitas Kristen Indonesia Toraja yang memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. of E. United Nations and P. D. Social Affairs, "World Population Prospects 2019: Highlights," 2019.
- [2] T. Yulawati, T. K. Manik, and R. A. B. Rosadi, "Pendugaan Kebutuhan Air Tanaman Dan Nilai Koefisien Tanaman Kedelai (Glycine Max (L) Merril) Varietas Tanggamus Dengan Metode Lysimeter," vol. 3, no. 3, pp. 233–238, 2014.
- [3] A. Priyonugroho, "Analisis Kebutuhan Air Irigasi (Studi Kasus Pada Daerah Irigasi Sungai Air Keban Daerah Kabupaten Empat Lawang)," vol. 2, no. 3, pp. 457–470, 2014.
- [4] E. N. Prasetyo, "Prototype Penyiram Tanaman Persemaian Dengan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Arduino," 2015.

- [5] R. Zaier, S. Zekri, H. Jayasuriya, A. Teirab, N. Hamza, and H. Al-Busaidi, "Design and implementation of smart irrigation system for groundwater use at farm scale," in *2015 7th International Conference on Modelling, Identification and Control (ICMIC)*, Sousse, Tunisia, 2015, pp. 1–6.
- [6] S. Ghosh, S. Sayyed, K. Wani, M. Mhatre, and H. A. Hingoliwala, "Smart irrigation: A smart drip irrigation system using cloud, android and data mining," in *2016 IEEE International Conference on Advances in Electronics, Communication and Computer Technology (ICAECCT)*, Pune, India, 2016, pp. 236–239.
- [7] A. Sathya, B. Arthi, S. Giridharan, M. Karvendan, and J. Kishore, "Automatic control of irrigation system in paddy using WSN," in *2016 IEEE Technological Innovations in ICT for Agriculture and Rural Development (TIAR)*, Chennai, India, 2016, pp. 115–118.
- [8] P. Singh and S. Saikia, "Arduino-based smart irrigation using water flow sensor, soil moisture sensor, temperature sensor and ESP8266 WiFi module," in *IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference 2016, R10-HTC 2016 - Proceedings*, 2017.