

Perbandingan antara Sistem Irigasi Manual dan Sistem Irigasi Otomatis Berdasarkan Kelembaban Tanah

M. Solichin

Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur, Indonesia

ABSTRAK

Produktivitas pangan merupakan salah satu faktor vital dari kebutuhan manusia. Saat ini, tingkat produktivitas pangan tidak berkelanjutan dengan pangan tuntutan. Kualitas dan kuantitas tanaman cenderung menurun karena iklim mulai menjadi sangat tidak menentu. Penurunan kualitas dan kuantitas juga tergantung pada jumlah petani yang semakin berkurang. Kondisi ini juga diperparah dengan kelangkaan air. Untuk mencegah kerusakan, kita perlu melihat lebih dalam apa yang penting pada pertumbuhan tanaman yang kelembaban tanah. Kelembaban tanah dapat melarutkan mineral dalam tanah untuk membantu tanaman memenuhi kebutuhan nutrisinya. Cara alternatif penelitian untuk menjaga kelembaban tanah adalah dengan sistem irigasi menggunakan mikrokontroler dan sensor kelembaban tanah. Teknologi ini dapat meningkatkan efektifitas penggunaan air pada irigasi sistem. Dari percobaan ini, kami telah mengamati bahwa sistem irigasi otomatis dapat menyediakan sumber daya air yang berkelanjutan untuk menjaga tanah kelembaban stabil. Kata kunci: air limbah, Irigasi, Karakteristik fisikokimia.

Kata Kunci : Pertanian, irigasi, teknologi pertanian.

1. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu komponen bumi yang memiliki peran mendasar dalam kehidupan suatu organisme (Deng, Wang, Li, Zhao, & Shanguan, 2016). Ketersediaan air adalah mata pencaharian utama kondisi yang membatasi komunitas tumbuhan di daratan seperti itu, luar biasa di Indonesia. Ciri-ciri tumbuhan dibedakan berdasarkan kondisi daerah masing-masing. Disamping penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penurunan kelembaban tanah menyebabkan a penurunan sebagian besar hasil (Mulyaningsih, 2014). Kurangnya kelembaban di tanah menyebabkan tanaman tumbuh lebih lambat. Namun, produktivitas lahan hasil tanaman meningkat di bawah area yang lebih basah (Alves, Pinheiro, Jong, Lier, & Jirka, 2019). Daerah yang lebih basah dapat menyediakan habitat yang lebih baik bagi yang lain organisme seperti bakteri dan jamur untuk membantu tanaman memenuhi kebutuhan nutrisi mereka. Dalam hal pertumbuhan tanaman itu sendiri, kelembaban membantu menjaga ketahanan presipitasi tanah sehingga akar dapat bercabang dan menyerap lebih banyak nutrisi daripada hanya tumbuh ke lapisan tanah yang lebih dalam untuk mendapatkan air (Colombi, Chagas, Walter, & Keller, 2018).

Kekurangan air merupakan faktor utama yang berdampak negatif pertanian (Darré, Cadenazzi, Mazzilli, Rosas, & Picasso, 2019). Pengeboran air tanah, perubahan iklim yang tidak terduga, dan deforestasi berperan sebagai penyebab percepatan tingkat kekurangan air. Menurut FAO, perubahan iklim membutuhkan berperan dalam mengancam ketahanan pangan. Gas rumah kaca (GRK) emisi dari aktivitas manusia dan ternak adalah signifikan pendorong perubahan iklim, menjebak panas di bumi atmosfer dan memicu pemanasan global. tingkat kekeringan meningkat selama beberapa tahun terakhir menyebabkan kekurangan air. Akibatnya, lapisan atas tanah kekurangan kelembaban dan tidak dapat digunakan sebagai habitat tumbuhan

Untuk mencegah terjadinya kerusakan maka diperlukan sistem irigasi untuk menjaga tingkat produktivitas pangan. Irigasi memiliki efek signifikan pada nilai pH tanah dan peningkatan pH dapat dikaitkan dengan reaksi kimia garam terlarut yang ada di tanah dan air tanah (Nawaz et al., 2019). Untuk mencapai hasil yang diharapkan, diperlukan sistem irigasi yang berkelanjutan. Makalah ini ingin memperkenalkan sistem irigasi otomatis yang memberikan pengaturan fleksibel untuk mencapai kondisi yang lebih baik bagi tanaman untuk tumbuh menggunakan sensor kelembaban tanah dan mikrokontroler dan menjelaskan perbandingan antara sistem irigasi manual dan otomatis.

2. MATERIAL DAN METODE

A. Iklim Rata-Rata

Karena Indonesia terletak di garis khatulistiwa, maka Indonesia memiliki iklim tropis. Wilayah di dataran pantai memiliki rata-rata suhu 28oC, sedangkan daerah pedalaman dan pegunungan memiliki suhu rata-rata 26oC. Selain itu, daerah yang lebih tinggi memiliki suhu rata-rata 23oC. Variabel utama yang mempengaruhi perubahan iklim di Indonesia adalah curah hujan. Di sisi lain Disisi lain, variasi curah hujan di Indonesia sendiri dipengaruhi oleh musim hujan. Makanya, karena alasan itu, Indonesia punya dua musim. Yaitu musim kemarau dan musim hujan. Awan muson bergerak ke utara dan barat wilayah Indonesia dan menyebabkan Sumatera Barat, Jawa, Bali, pedalaman Kalimantan, Sulawesi, dan Irian Jaya cenderung daerah lembab. Awan muson dapat meningkatkan kelembapan wilayah tersebut karena ketika mereka telah mencapai jarak tersebut, mereka akan sangat lembab.

B. Pengukuran Tanah In Situ

Dua sistem irigasi yang berbeda dimasukkan di dua wilayah yang berbeda. Area pertama menggunakan sistem irigasi otomatis dan yang lainnya menggunakan sistem irigasi manual. Komponen utama dari sistem irigasi otomatis adalah mikrokontroler. Komponen ini mengontrol jumlah resistensi yang diperlukan untuk tingkat kelembaban tanah tertentu. Sistem irigasi manual terdiri dari pemasangan pipa sepanjang 58 m dengan 4 buah sprinkler dan baru dinyalakan pada pukul 07.00 WIB. dan pukul 15.00 Untuk membandingkan kedua sistem tersebut, kadar air tanah awal adalah sama, yaitu pada tingkat 7 dan diukur menggunakan meteran volume air. Selama waktu percobaan, akan dilakukan pengukuran tingkat kelembaban tanah untuk melihat fluktuasi tingkat kelembaban tanah dari masing-masing sistem. Pengukur tanah dipasang di setiap sistem irigasi dengan kedalaman yang sama dengan sensor kelembaban tanah, yaitu 25 cm di bawah permukaan tanah. Pengukur tanah mengukur tingkat pH dan fluktuasi kelembaban tanah setiap 3 jam mulai pukul 07.00. sampai pukul 07.00 selama 3 hari berturut-turut.

C. Sistem Irigasi Tanah Otomatis

Irigasi air diperlukan untuk mencegah penurunan pasokan air dan stabilitas kelembaban tanah. Fluktuasi kelembaban tanah dapat distabilkan secara efisien dengan menggunakan sistem irigasi otomatis yang menggunakan sensor sebagai input dan menghasilkan output 12V untuk membuat solenoid berubah kondisinya menjadi terbuka normal dan membiarkan air yang dipompa mengalir melalui sprinkler. Tegangan hanya dapat mensuplai solenoida ketika sensor di daerahnya mendapatkan masukan resistansi yang tinggi. Semakin basah tanah, resistansi sensor akan semakin rendah dan begitu juga sebaliknya. Karena sistem irigasi otomatis mampu menstabilkan kelembaban tanah, berarti air yang digunakan untuk menjaga stabilitas kelembaban tanah akan lebih efisien. Sehingga penggunaan air untuk tanaman akan sesuai dengan kebutuhan tanah. Oleh karena itu, keuntungan dengan menggunakan sistem irigasi otomatis adalah efisiensi air dan stabilitas fluktuasi kelembaban tanah. Kelembaban tanah dibagi menjadi 10 tingkatan, yang pada setiap tingkatannya ditandai dengan kisaran tahanan yang diinput oleh sensor. Tingkat pertama kelembaban tanah melambangkan kondisi tanah yang paling kering. Sensor menunjukkan resistansi 1024 ohm. Di sisi lain, saat tanah dalam kondisi terbasah, sensor menunjukkan resistansi 0 ohm. Selain itu, setiap rentang tingkat kelembaban tanah mengandung sekitar 100 ohm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Pengukuran Kelembaban Tanah Menggunakan Metode Manual

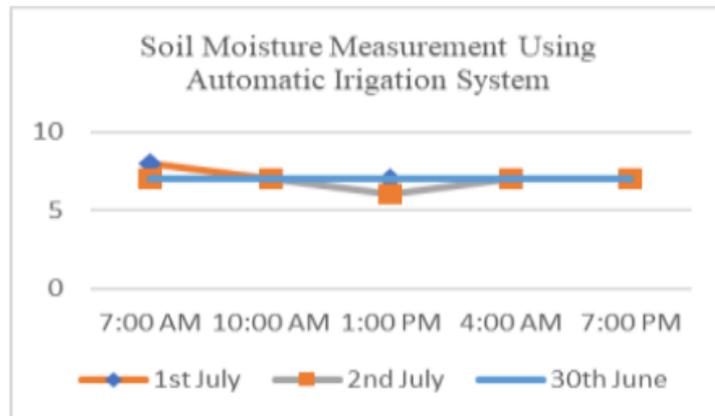
Time \ Date	30 th June	1 st July	2 nd July
7:00 AM	7	8	7
10:00 AM	5	7	4
1:00 PM	3	3	3
4:00 AM	6	5	4
7:00 PM	7	7	7

Tabel I dan II menunjukkan data kelembaban tanah yang diukur dengan meteran tanah pada kedalaman 25 cm dari permukaan tanah. Penyiraman dilakukan pada pukul 07.00 WIB. dan 15.00. Sedangkan pengairan dengan cara manual kelembaban tanah tertinggi adalah pada pukul 07.00, setelah itu kelembaban tanah tanaman akan terus menurun. Pada tanggal 30 Juni 2019, pukul 07.00 WIB. kelembaban tanah berada pada tingkat ketujuh, pada pukul 10:00 pagi. dan 13:00 kelembaban tanah tanaman berada pada tingkat kelima dan ketiga. Kelembaban tanah meningkat pada pukul 16:00. dan pukul 19.00, dengan tingkat kelembaban tanah 6 dan 7. Kondisi ini juga terjadi beberapa hari ke depan. Pada tanggal 1 Juli, pukul 07.00. ada di lantai delapan, jam 10.00 pagi. ada di lantai tujuh, jam 1 siang. ada di lantai tiga, jam 4:00 P.M. itu di lantai lima, dan pada 7:00 P.M. itu di tingkat ketujuh. Pola fluktuasi lengas tanah ini juga terjadi pada tanggal 2 Juli seperti yang ditunjukkan oleh data pada Tabel I. TABEL II. Pengukuran Kelembaban Tanah Menggunakan Sistem Irigasi Otomatis Waktu\Tanggal 30 Juni 1 Juni 2 Juli 7:00 AM 7 8 7 10:00 AM 7 7 7 1:00 PM 7 7 6 4:00 AM 7 7 7 7:00 PM 7 7 7 Tabel II Pada sistem irigasi otomatis, tingkat kelembaban tanah cukup stabil. Pada tanggal 30 Juni 2019, kadar air tanah mencapai level 7. Pada tanggal 1 Juli 2019 pukul 07.00 WIB, kadar air tanah berada pada level 8 dan kemudian stabil pada level 7. Pada tanggal 2 Juli 2019, kadar lengas tanah terukur stabil pada level 7. Hal ini menunjukkan bahwa irigasi otomatis memberikan kestabilan lengas tanah selama 3 hari berturut-turut.

Tabel 2. Pengukuran Kelembaban Tanah Menggunakan Sistem Irigasi Otomatis

Time\Date	30 th June	1 st July	2 nd July
7:00 AM	7	8	7
10:00 AM	7	7	7
1:00 PM	7	7	6
4:00 AM	7	7	7
7:00 PM	7	7	7

Namun, sistem irigasi manual hanya menyediakan tingkat kelembaban tanah yang cukup. Dalam 3 hari yang sama dengan yang otomatis, sistem irigasi manual relatif mengalami penurunan tingkat kelembaban tanah dari waktu ke waktu. Lahan dengan sistem irigasi manual hanya dapat dibasahi saat disiram atau terkena hujan. Tingkat kelembaban tanah pada sistem irigasi manual tidak konsisten karena penurunan tingkat kelembaban tanah selama percobaan ditunjukkan pada Gambar 1. Terjadi fluktuasi tingkat kelembaban tanah yang disebabkan oleh perubahan suhu. Suhu memicu penguapan air yang menyebabkan hilangnya kelembaban tanah. Seperti terlihat pada Gambar 2. yang menunjukkan suhu rata-rata di Kota Semarang, suhu maksimum pada siang hari adalah sekitar pukul 11.00 WIB. sampai pukul 13.00.

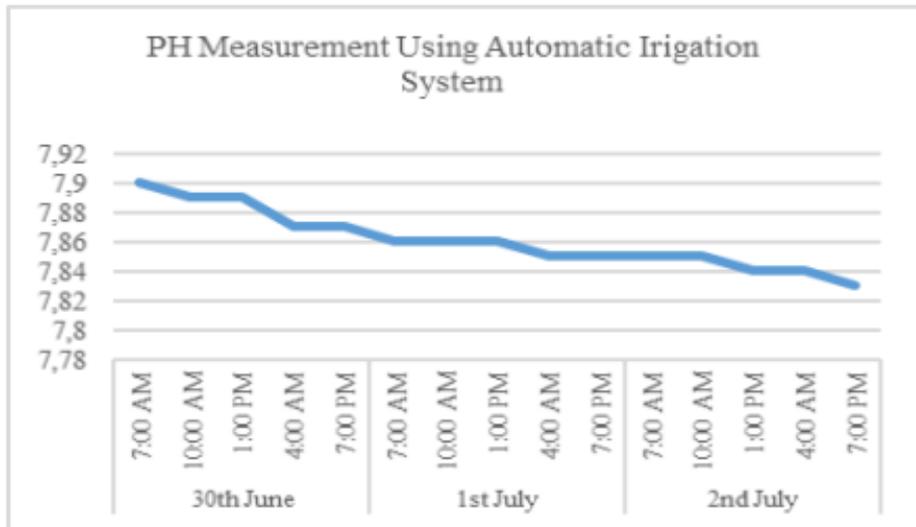


Gambar 1. Kelembaban Tanah Menggunakan Sistem Irigasi Otomatis

Perbedaan antara kedua sistem irigasi ini adalah kemampuan untuk mempertahankan tingkat kelembaban tanah. Sistem irigasi otomatis secara konsisten menjaga tingkat kelembaban tanah berada di level 7. Sensor akan memicu sistem untuk menyirami ketika tingkat kelembaban tanah menjadi terlalu rendah. Hasil, kelembaban tanah dapat dipertahankan dalam keadaan stabil. Dalam hal ini modus data kelembaban tanah berada pada level 7. Namun demikian, terdapat dua penyimpangan yang ditemukan pada tingkat kelembaban tanah yaitu pada tanggal 1 Juli pukul 07.00 WIB. dengan tingkat kelembaban tanah 8 dan 2 Juli dengan tingkat kelembaban tanah 6. Penyimpangan ini disebabkan oleh kelembaban udara pada hari yang mempengaruhi tingkat kelembaban tanah. Uap yang mengembun pada pagi hari yang terperangkap di dalam tanah dapat meningkatkan tingkat kelembaban tanah secara signifikan. Selain itu, penyimpangan yang terjadi pada tanggal 2 Juli 2019 disebabkan oleh variabel kelembaban tanah yang belum mencapai tingkat ketahanan sensor kelembaban tanah. Akibatnya, tidak ada aktivitas penyiraman.

Tabel 3. Pengukuran PH Menggunakan Sistem Irigasi Otomatis

PH Measurement Using Automatic Irrigation System		
30th June	7:00 AM	7,9
	10:00 AM	7,89
	1:00 PM	7,89
	4:00 AM	7,87
	7:00 PM	7,87
1st July	7:00 AM	7,86
	10:00 AM	7,86
	1:00 PM	7,86
	4:00 AM	7,85
	7:00 PM	7,85
2nd July	7:00 AM	7,85
	10:00 AM	7,85
	1:00 PM	7,84
	4:00 AM	7,84
	7:00 PM	7,83



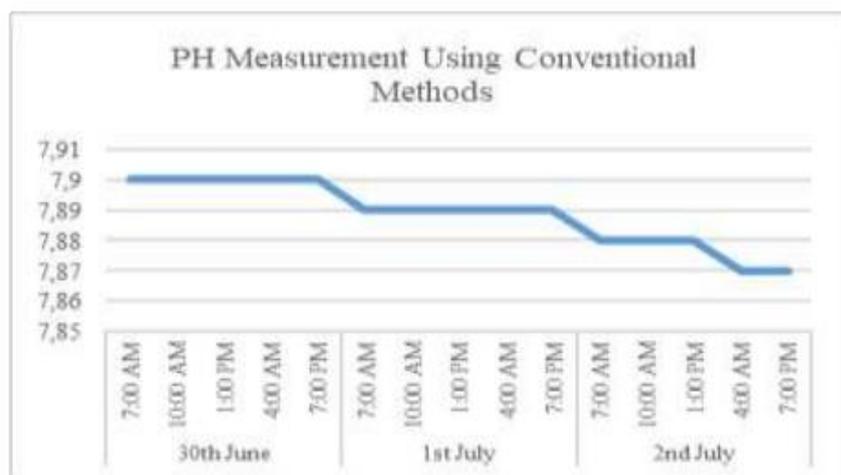
Gambar 2. Pengukuran PH Menggunakan Sistem Irigasi Otomatis

Gambar 3. menunjukkan tingkat pH tanah di setiap daerah. Penurunan pH terjadi baik pada sistem irigasi otomatis maupun sistem irigasi manual. Tingkat pH awal pada sistem irigasi otomatis dan sistem irigasi manual adalah 7,90. Pada siang hari, tingkat pH pada sistem irigasi otomatis menurun menjadi 7,89 (10.00 WIB) dan 7,87 (04.00 WIB) pada hari pertama. Hari kedua, kadar pH pertama pada pukul 07.00 WIB. adalah 7,86. Tingkat pH relatif menurun menjadi 7,85 (04.00 P.M.). Pada hari ketiga, tingkat pH awal adalah 7,83 dan juga menurun dari waktu ke waktu.

Tabel 4. Pengukuran PH Menggunakan Sistem Irigasi Konvensional

PH Measurement Using Conventional Methods

30th June	7:00 AM	7,9
	10:00 AM	7,9
	1:00 PM	7,9
	4:00 AM	7,9
	7:00 PM	7,9
1st July	7:00 AM	7,89
	10:00 AM	7,89
	1:00 PM	7,89
	4:00 AM	7,89
	7:00 PM	7,89
2nd July	7:00 AM	7,88
	10:00 AM	7,88
	1:00 PM	7,88
	4:00 AM	7,87
	7:00 PM	7,87



Gambar 3. Pengukuran PH Menggunakan Sistem Irigasi Konvensional

Pada sistem irigasi manual, tingkat pH relatif menurun setiap hari. Level pH awal 7,90. Pada hari kedua diturunkan menjadi pH 7,89 pada pukul 07.00. pada hari ketiga terjadi penurunan pH menjadi 7,87. Tingkat pH yang cocok untuk sebagian besar tanaman adalah sekitar 5,5-6,5. Tingkat pH dalam tanah berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan tanaman karena nilai pH dapat dikaitkan dengan reaksi kimia dari garam terlarut yang ada di dalam tanah (Nawaz et al., 2019). Juga tingkat pH yang sesuai menyediakan lingkungan yang baik bagi banyak mikroorganisme yang berkontribusi banyak dekomposisi kimia (Wijanarko, 2004). Berdasarkan data, kedua lahan tersebut memiliki tingkat pH tanah yang sama yaitu 7,9. Sistem penyiraman moderat mampu menjaga tingkat pH tanah. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 4., penurunan tingkat pH lebih signifikan dalam sistem irigasi otomatis daripada di sistem irigasi manual. Dalam keadaan stabil, hal ini akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman sehingga tanaman tumbuh optimal.

4. KESIMPULAN

Penerapan irigasi otomatis harus lebih dipertimbangkan sebagai pilihan untuk mewujudkan pertanian berkelanjutan di Indonesia, karena dengan menggunakan sensor sebagai kontrol irigasi, penggunaan air untuk irigasi dapat digunakan secara efisien dan fluktuasi kelembaban tanah juga stabil secara konstan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alves, E., Pinheiro, R., Jong, Q. De, Lier, V., & Jirka, Š. (2019). The role of soil hydraulic properties in crop water use efficiency: A process-based analysis for some Brazilian scenarios, 173(December 2018), 364–377. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2019.03.019>
- Colombi, T., Chagas, L., Walter, A., & Keller, T. (2018). Science of the Total Environment Feedbacks between soil penetration resistance, root architecture and water uptake limit water accessibility and crop growth – A vicious circle. *Science of the Total Environment*, 626, 1026–1035. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.129>
- Darré, E., Cadenazzi, M., Mazzilli, S. R., Rosas, J. F., & Picasso, V. D. (2019). Environmental impacts on water resources from summer crops in rainfed and irrigated systems. *Journal of Environmental Management*, 232(October 2018), 514–522. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.090>
- Deng, L., Wang, K., Li, J., Zhao, G., & Shanguan, Z. (2016). Effect of soil moisture and atmospheric humidity on both plant productivity and diversity of native grasslands across the Loess. *Ecological Engineering*, 94, 525–531. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.06.048>
- Mulyaningsih, S. (2014). (*Nicotiana tabacum* L; Solanaceae) TEMANGGUNG PADA TIGA JENIS TANAH * [Soil Moisture Effects on Agronomic Characters, Yield and Nicotine Content of Temanggung Tobacco (*Nicotiana tabacum* L; Solanaceae) at Three Types of Soil], 1–11.
- Nawaz, A., Uris, M., Kumar, R., Ahmed, I., Hussain, M., & Ahmed, S. (2019). Acta Ecologica Sinica Effects of irrigation frequencies on soil salinity and crop water productivity of fodder maize. *Acta Ecologica Sinica*. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2019.05.013>