

Optimalisasi Ketersediaan Air Tanaman dengan Sistem Otomasi Irigasi Tetes Berbasis Arduino Uno dan Nilai Kelembaban Tanah

Irfan Ardiansah^{1*}, Selly Harnesa Putri², Ardy Yusuf Wibawa³, Devi Maulida Rahmah⁴

^{1, 2, 4}Departemen Teknologi Industri Pertanian

³Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem

Fakultas Teknologi Industri Pertanian Universitas Padjadjaran

irfan@unpad.ac.id

Diterima 11 November 2018

Disetujui 21 Desember 2018

Abstrak - Irigasi tetes adalah sebuah teknik irigasi yang berguna untuk menjaga kelembaban tanah dalam kondisi optimal dengan efisiensi pemakaian air sebesar 90 – 95%, karena dengan menggunakan teknik ini air yang digunakan sangat minimal untuk mengurangi evaporasi, aliran permukaan dan perkolasi, masalah utama dari teknik ini adalah jadwal pemberian air dan jumlah air yang diberikan sebab kebutuhan air setiap tanaman akan berbeda, ide dasarnya adalah membangun sebuah sistem irigasi tetes otomatis yang mengimplementasikan sensor kelembaban tanah. Sebelum membuat kendali otomatis perlu disiapkan sebuah jaringan irigasi tetes, ukuran emitter dan posisi penempatannya. Sistem otomatis kemudian diuji dalam rumah kaca dan merekam data-data yang diperlukan, setelah dilakukan pengujian dapat disimpulkan bahwa sensor kelembaban tanah memiliki nilai korelasi 99.7% terhadap nilai kelembaban tanah teoritis, nilai efisiensi keseragaman irigasi (Cu) sebesar 96.01%, nilai keseragaman distribusi (SU) sebesar 94.85%, nilai koefisien keseragaman (CU) sebesar 93.01% dan dalam pengujian ini didapatkan bahwa 75% dari tanaman selada yang dipanen memenuhi standar dari Amazing Farm. Sewaktu sistem otomasi irigasi tetes ini diuji ditemukan pula bahwa sensor kelembaban tanah hanya bekerja baik selama 27 hari karena munculnya karat akibat terpapar oleh air.

Dengan meningkatkan efisiensi penggunaan air yang merupakan salah satu faktor penentu dalam proses produksi pertanian maka daya saing dapat ditingkatkan, oleh karena itu investasi irigasi menjadi sangat penting dan strategis dalam rangka penyediaan air untuk pertanian [2].

Keuntungan dari penggunaan irigasi tetes diantaranya adalah tidak diperlukannya perataan lahan, hanya daerah perakaran yang terbasahi, mencegah terjadinya erosi, biaya tenaga kerja rendah, suplai air dapat diatur dengan baik, dan sistem pemupukan dapat dilakukan bersamaan dengan irigasi [3].

Sistem irigasi tetes yang dirancang dan dikelola dengan baik memiliki efisiensi 90 - 95%, artinya hanya 5% air yang hilang walaupun demikian jadwal irigasi, waktu pemberian air dan jumlah air yang diberikan menjadi masalah yang sangat kompleks. Faktor utama yang mempengaruhi jadwal irigasi adalah kebutuhan air tanaman. Kebutuhan air tanaman merupakan sifat tanah yang menunjukkan kapasitas atau kemampuan menyimpan air tanaman di daerah perakaran [4].

Salah satu rancangan sistem irigasi tetes dapat menggunakan sistem kendali, baik secara manual ataupun otomasi. Sistem kendali otomasi adalah suatu alat atau kumpulan alat untuk mengendalikan, memerintah, dan mengatur keadaan dari suatu sistem. Dalam industri, sistem kendali merupakan sebuah sistem yang meliputi pengontrolan variabel-variabel seperti temperatur (*temperature*), tekanan (*pressure*), aliran (*flow*), ketinggian (*level*), dan kecepatan (*speed*). Untuk mengimplementasikan teknik sistem kendali (*Sistem Control Engineering*) dalam industri diperlukan beberapa keahlian atau keilmuan diantaranya pada bidang teknologi mekanik (*mechanical engineering*), teknik elektrik (*electrical engineering*), elektronika (*electronics*) dan sistem pneumatik (*pneumatic systems*) [5].

Tanaman yang akan diuji pada sistem irigasi tetes otomasi menggunakan tanaman selada keriting

Kata Kunci: Rumah Kaca, Kendali Otomatis, Evaporasi, Sensor Kelembaban Tanah, Efisiensi

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Laju pertumbuhan penduduk yang terus meningkat akan diikuti dengan kebutuhan pangan yang ikut meningkat. Dalam usaha meningkatkan produktivitas pertanian, pemerintah telah membuat beberapa kebijakan, diantaranya melalui intensifikasi pertanian maupun ekstensifikasi pertanian. Intensifikasi pertanian dapat dilakukan antara lain dengan pengairan yang baik. Pemakaian air yang efisien dan efektif di segala bidang merupakan bagian dari persiapan untuk mengantisipasi ketidakseimbangan antara kebutuhan dengan ketersediaan air di masa mendatang [1].

(*Lactuca sativa*). Tanaman selada merupakan salah satu tanaman yang mempunyai arti penting dalam perekonomian masyarakat Indonesia. Sejak PJPT I (Pembangunan Jangka Panjang Tahap I), tanaman selada diimpor dari luar negeri untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Pada PJPT II (Pembangunan Jangka Panjang Tahap II), perhatian akan pengembangan tanaman ini semakin pesat hingga kini komoditi selada Indonesia telah diekspor ke berbagai negara [6].

Pemilihan tanaman selada keriting karena jenis ini mempunyai bentuk yang lonjong dengan pertumbuhan yang meninggi dan daunnya lebih tegak dibandingkan daun selada yang umumnya menjuntai ke bawah. Pada tanaman sayuran 90% tubuh tanaman sayuran terdiri dari air, maka air menentukan berat dan hasil tanaman sayur. Kualitas hasil tanaman juga di tentukan oleh kualitas dan pengaturan air. Cacat yang ada pada hasil sayuran dapat ditelusur baik langsung ataupun secara tidak langsung berhubungan dengan kesalahan pengaturan pemberian air pada lahan penanaman [7]. Dengan adanya sistem kendali otomatis pada sistem irigasi tetes maka diharapkan jadwal irigasi, waktu pemberian air dan jumlah air yang diberikan dapat teratasi.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka masalah yang muncul adalah bagaimana menjaga nilai kelembaban tanah sehingga kebutuhan air tanaman selalu dalam kondisi optimum dan mengendalikannya secara otomatis.

C. Tujuan Penelitian

Membangun sistem otomatis yang mampu menjaga kebutuhan air tanaman selalu dalam kondisi optimum berdasarkan nilai kelembaban tanah.

II. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah metode rancang bangun. Proses perancangan dimulai dari pembuatan jaringan irigasi, menentukan penetes yang digunakan, menentukan posisi penetes dan pembuatan sistem kendali otomatis pada irigasi tetes.

A. Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran bertempat di Desa Ciparanje Kecamatan Jatinangor Kabupaten Sumedang dengan ketinggian rata-rata 800 meter di atas permukaan laut.

B. Alat Penelitian

1. *Arduino Mega R3*, perangkat mikrokontroler otomatis,
2. Sensor DHT22, sensor suhu dan kelembaban relatif,
3. Sensor Kelembaban Tanah, sensor kelembaban tanah,

4. Kabel Jumper, penghubung rangkaian mikrokontroler,
5. *Solenoid Valve*, katup yang menutup dan terbuka secara otomatis,
6. *Relay*, pemutus dan penyambung tegangan,
7. *Power DC 5 Volt*, sumber tegangan listrik sebesar 5 volt,
8. *Breadboard*, tempat merangkai mikrokontroler.
9. Pompa Air, sumber pendorong air ke jaringan irigasi,
10. Bak Penampung, tempat untuk menampung air irigasi,
11. *Emiter*, media pemberian air,
12. Selang, media saluran air,
13. *Arduino IDE*, membangun perangkat lunak mikrokontroler,
14. *Software AutoCad 2007* dan *Proteus*, membuat desain sistem otomatis irigasi tetes.

C. Bahan Penelitian

1. Tanaman selada keriting sebanyak 20 tanaman,
2. *Polybag* sebanyak 20 buah,
3. Pupuk organik 4 Kg,
4. Tanah sebagai media tanam.

Tanah yang digunakan adalah tanah inceptisol asal Jatinangor. Tanah inceptisol adalah tanah yang belum matang (*immature*) pada perkembangan profilnya dan lebih lemah dibanding dengan tanah matang dan masih banyak menyerupai sifat bahan induknya.

D. Perawatan Alat

Perawatan alat dilakukan guna menjaga performa dari sistem otomatis irigasi tetes. Perawatan alat dilakukan 1 sampai 3 hari sekali, berikut hal-hal yang dilakukan pada saat perawatan alat:

- Pembersihan dan pengecekan sensor kelembaban tanah,
- Pengecekan sensor suhu dan kelembaban udara,
- Pengecekan sistem irigasi tetes,
- Pengecekan ketersediaan air dalam bak penampung,
- Pembersihan tanaman dan *polybag* dari hama dan gulma,
- Rekapitulasi data kelembaban tanah, suhu dan kelembaban udara.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sistem Otomasi

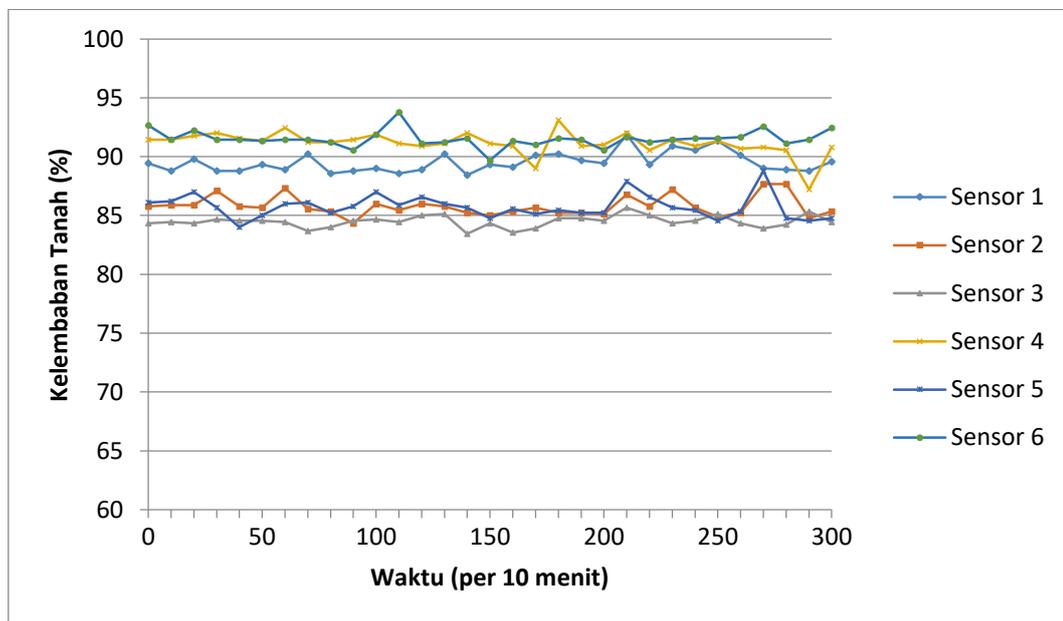
Pada sistem otomatis semua berjalan sesuai dengan fungsinya tetapi pada hari ke-27, terdapat banyak sekali kesalahan (*error*) yang terjadi terutama pada sensor kelembaban tanah. Sensor kelembaban tanah mulai tidak presisi dan akurasi, ketidak presisi dan akurasi dari sensor kelembaban tanah menyebabkan meningkatnya penggunaan air secara signifikan. Hal ini disebabkan oleh kondisi sensor kelembaban tanah

yang teroksidasi yang menyebabkan lapisan tembaga pada sensor kelembaban tanah berkurang. Kondisi sensor kelembaban tanah yang teroksidasi dapat dilihat pada Gambar 1 sensor yang mengalami oksidasi.



Gambar 1. Sensor Kelembaban Tanah yang Teroksidasi

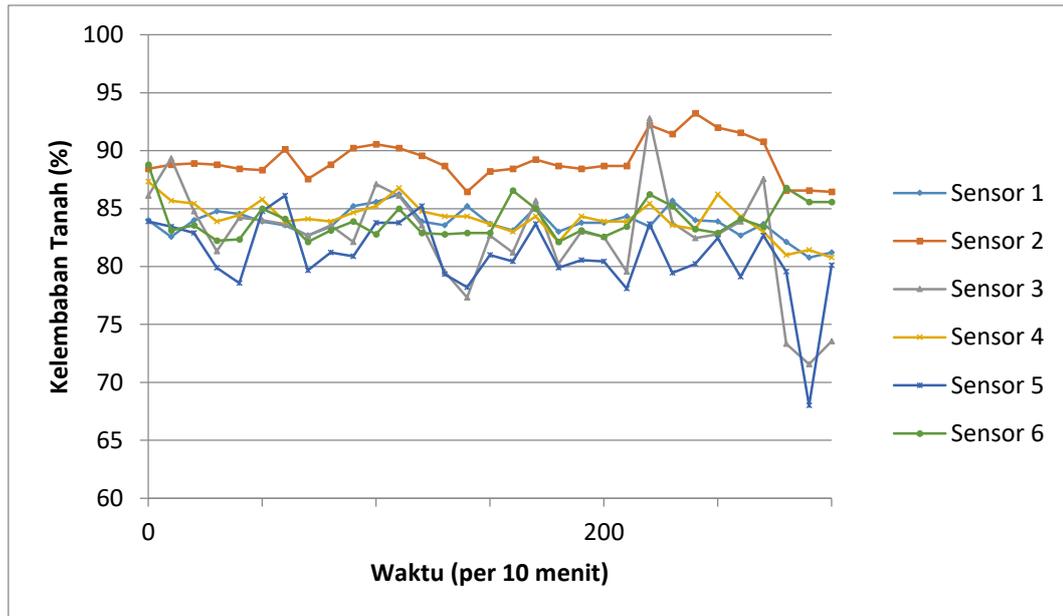
Secara tidak langsung sensor yang mengalami oksidasi mempengaruhi hasil dari akurasi dan presisi data yang didapat, hal ini dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3, terdapat perbedaan antara akurasi dan presisi dari sensor kelembaban tanah pada hari ke-3 dan hari ke-29.



Gambar 2. Grafik Data Kelembaban Tanah Sensor Pada Hari Ke-2

Gambar 2 memperlihatkan bahwa perubahan nilai kelembaban tanah setiap 10 (sepuluh) menit tidak memiliki fluktuasi yang signifikan untuk setiap sensor karena sensor kelembaban tanah masih memiliki lapisan tembaga yang utuh sehingga data yang dikirimkan sensor sesuai dengan kondisi

tanahnya, sedangkan pada gambar 3 memperlihatkan bahwa sensor yang sama memiliki tingkat fluktuasi yang tinggi pada hari ke-29 akibat adanya oksidasi pada lapisan tembaga sensor kelembaban tanah yang membuat sensor tidak dapat dengan optimal mengambil data kelembaban tanah.



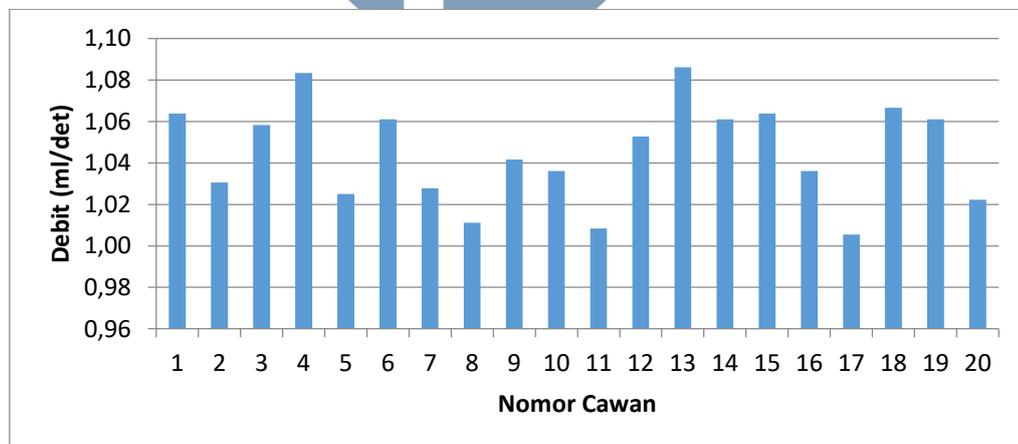
Gambar 3. Grafik Data Kelembaban Tanah Sensor Pada Hari Ke-29

B. Hasil Pengujian Sistem Otomasi Irigasi Tetes

1) Debit Air Rata-rata

Debit air merupakan banyaknya volume air yang mengalir per satuan waktu. Fungsi dari pengukuran debit yaitu mengetahui seberapa banyak air yang mengalir dan seberapa cepat air yang mengalir

dalam waktu satu detik. Pada pengukuran debit air rata-rata dilakukan sebanyak 3 kali selama 120 detik. Hasil pengukuran debit air tersebut lalu diambil nilai rata-rata dari setiap penetes per pengulangan setelah itu baru dijadikan debit rata-rata per penetes. Debit air rata-rata per penetes yang dihasilkan sebesar 1.05 ml/det, dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Debit Air Rata-Rata Per Penetes

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa terjadi fluktuasi debit antar penetes tetapi karena nilai dari fluktuasinya sangatlah kecil sekitar 0.01-0.08 ml/det, maka nilai fluktuasinya tidak terlalu berpengaruh terhadap nilai debit rata-rata yang diberikan oleh setiap penetes.

2) Koefisien Keseragaman Irigasi dan Tetesan

Keseragaman irigasi tetes dihitung dengan menggunakan persamaan Christiansen Uniformity, Coefficient of Uniformity dan Stastical Uniformity. Keseragaman irigasi dihitung dengan mengukur kedalaman air pada wadah dari setiap penetes. Keseragaman pemberian air ditentukan berdasarkan variasi debit yang dihasilkan penetes. Berdasarkan hasil analisis Christiansen Uniformity (Cu), Coefficient of Uniformity (CU) dan Stastical

Uniformity (SU) yang dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis SU, CU dan Cu

Ulangan Ke -	SU (%)	CU (%)	Cu (%)
1	95.48	94.40	96.35
2	95.20	93.30	96.39
3	93.87	91.41	95.31
Rata-rata	94.85	93.03	96.01

Sistem irigasi tetes dapat dikatakan ideal apabila keseragaman distribusi tetesan mencapai 100% sehingga setiap tanaman dapat menerima jumlah air yang sama atau merata untuk pertumbuhannya. Hasil pengukuran keseragaman tetesan berdasarkan SU dan CU menurut ASAE berada pada tahap "Sangat Baik". Salah satu faktor yang mempengaruhi keseragaman tetesan adalah kebersihan pada penetes yang digunakan, ada atau tidaknya lumut yang menggumpal. Apabila keluaran air irigasi dari emitter terhambat, maka akan mempengaruhi besarnya keseragaman tetesan pada jaringan irigasi tersebut. Pemasangan penetes harus diperhatikan jangan sampai ada air yang menetes keluar dari sambungan penetes karena akan mempengaruhi besarnya keseragaman tetesan pada jaringan irigasi tersebut.

3) Kebutuhan Air Tanaman

Evapotranspirasi pada tanaman terjadi karena adanya proses penguapan maka dari itu kebutuhan air tanaman harus dapat menggantikan jumlah air yang teruapkan pada proses evapotranspirasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah dan kebutuhan air tanaman yaitu iklim, jenis tanaman, dan tahap pertumbuhan tanaman. Kebutuhan air tanaman teoritis ini dihitung menggunakan metode Blaney-Criddle, karena data-data pendukung untuk metode Blaney-Criddle dapat dicatat dengan menggunakan data logger pada sistem kontrol otomatis yang disimpan dalam bentuk excel didalam SD card.

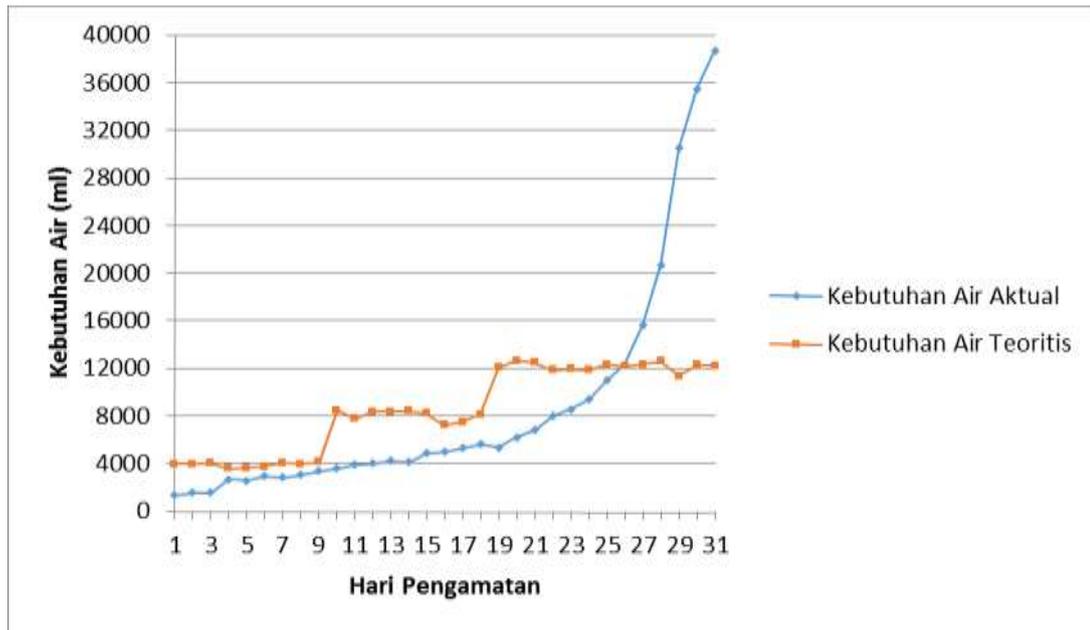
Metode Blaney-Criddle menggunakan nilai koefisien tanaman (Kc) tanaman, suhu dan rata-rata prosentase jumlah jam siang tahunan. Koordinat Jatiningor yang terletak pada 107°45'8.5" –

107°48'11" BT dan 6°53'43.3" – 6°57'41" LS menjadikan nilai rata-rata prosentase jumlah jam siang tahunan sebesar 0.288 dan suhu rata-rata pada bulan Desember 2014 sebesar 25.38 °C, pengukuran suhu dilakukan dengan sensor DHT22 lalu hasil pengukuran disimpan didalam SD card.

Nilai Kc pada tanaman selada pada periode awal pertumbuhan 0.3 lalu periode tengah pertumbuhan 0.625 dan periode akhir pertumbuhan 0.95. Tanaman selada ditanam pada polybag yang berukuran 18.4 cm². Pada nilai kebutuhan air tanaman didapat secara teoritis pada saat periode tumbuh awal sebesar 1.856 mm/hari atau 197.056 ml/hari, lalu pada periode tengah 3.970 mm/hari atau 422.038 ml/hari dan pada periode akhir sebesar 5.662 mm/hari atau sebesar 601.910 ml/hari.

Pada pengamatan terdapat beberapa perbedaan antara yang didapat secara teoritis dan aktual, pada Gambar 5 dapat dilihat kebutuhan air aktual dan kebutuhan air teoritis tidak memiliki nilai yang sama, hal ini disebabkan untuk menggunakan metode yang lebih baik membutuhkan komponen-komponen sensor yang lebih kompleks dan tidak mendukung kerja mikrokontroler, tetapi dengan metode Blaney-Criddle data-data yang dibutuhkan didapat secara baik dengan menggunakan mikrokontroler yang terhubung dengan sensor DHT22.

Perbedaan nilai kebutuhan air aktual dan teoritis menurut FAO (1984) menjelaskan bahwa nilai bersih kebutuhan air (IR_n) sama dengan kebutuhan air tanaman teoritis dikali faktor penutup tanah (shading) lalu dikurangi jumlah air yang masuk pada tanaman selain air irigasi dan ditambah jumlah air untuk melarutkan garam.



Gambar 5. Kebutuhan Air Teoritis dan Aktual Selama 31 Hari

Jumlah air untuk melarutkan garam dapat diabaikan karena penumpukan garam dianggap tidak terjadi dan jumlah air yang masuk pada tanaman selain air irigasi pun dianggap tidak ada karena pengambilan data dilaksanakan dalam rumah kaca, maka hal yang mempengaruhi perbedaan air aktual dan teoritis dipengaruhi oleh faktor penutup tanah. Faktor penutup tanah mempengaruhi hasil dari nilai kebutuhan air aktual karena atap pada rumah kaca yang digunakan tertutup oleh dedaunan hal ini menyebabkan berkurangnya kemampuan sinar matahari untuk memasuki rumah kaca.

Pada Gambar 5 dan Tabel 2, dapat dilihat bahwa nilai kebutuhan air tanaman secara aktual melonjak tinggi dan melebihi nilai kebutuhan air tanaman teoritis pada hari ke 27 hingga hari ke 31, kesalahan ini terdapat pada sistem sensor kelembaban tanah yang sudah tidak sensitif, tidak presisi dan tidak akurat hal ini diakibatkan oleh sensor kelembaban tanah yang mengalami oksidasi pada bagian lapisan tembaga sensor kelembaban tanah.

Tabel 2. Jumlah Kebutuhan Air Setiap Periode Tumbuh Tanaman Selada

Periode Tumbuh	Jumlah Kebutuhan Air Teoritis (ml/periode/20 tanaman)	Jumlah Kebutuhan Air Aktual (ml/periode/20 tanaman)
Awal	34985.379	21860
Tengah	72322.864	40590
Akhir	170447.406	199100

IV. SIMPULAN

Simpulan yang didapatkan adalah sistem otomasi masih belum bekerja dengan baik tanpa campur tangan manusia karena masih diperlukannya perawatan pada sensor kelembaban tanah tetapi tetap dapat menjaga kebutuhan air tanaman berdasarkan nilai kelembaban tanah secara optimum tanpa perlunya pengaturan jadwal irigasi, waktu pemberian air dan jumlah air pada sistem irigasi tetes, dengan menggunakan system otomasi ini terlihat bahwa kualitas selada keriting yang dihasilkan terdapat 75% tanaman selada keriting

yang sudah memenuhi standar kualitas Amazing Farm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Ardiansah, S. H. Putri, and D. M. Rahmah, "Penentuan Panjang Rekaman Data Curah Hujan Untuk Menggambarkan Kondisi Iklim Di Kecamatan Jatinangor," *AGRITECH*, vol. 20, no. 1, 2018.
- [2] A. E. R. Pepekai, L. Muta'ali, S. R. Hardoyo, S. Sudrajat, and R. Harini, "Dampak Konservasi Lahan terhadap Lingkungan Lahan Pertanian dan Strategi Adaptasi Petani di Kecamatan Mejayan, Madiun," *Maj. Geogr. Indones.*, vol. 28, no. 2, 2014.
- [3] I. Widiastuti and D. S. Wijayanto, "Implementasi Teknologi Irigasi Tetes pada Budidaya Tanaman Buah

- Naga,” *J. Keteknikan Pertan.*, vol. 6, no. 1, 2018.
- [4] I. N. MERIT, I. NARKA, and I. B. P. BHAYUNAGIRI, “Peningkatan Produksi Dan Mutu Buah Anggur Dengan Pemberian Irigasi Tetes Dan Pupuk Mineral Plus Pada Lahan Kering Kecamatan Gerokgak, Buleleng,” *Agrotrop J. Agric. Sci.*, vol. 1, no. 1, 2012.
- [5] Zaida, I. Ardiansah, and M. A. Rizky, “Rancang Bangun Alat Pengendali Suhu Dan Kelembaban Relatif Pada Rumah Kaca Dengan Informasi Berbasis Web,” vol. 11, no. 1, 2017.
- [6] F. W. Ningtyas, A. H. Asdie, M. Julia, and Y. S. Prabandari, “Eksplorasi Kearifan Lokal Masyarakat dalam Mengonsumsi Pangan Sumber Zat Goitrogenik terhadap Gangguan Akibat Kekurangan Yodium,” *Kesmas J. Kesehat. Masy. Nas.*, vol. 1, no. 1, 2014.
- [7] L. A. Díaz, “Lettuce Production Hydroponics (*Lactuca Sativa* L.) for the Promotion of Self-Management in Basic School Bolivariana ‘Los Naranjos,’” *Rev. Sci.*, vol. 2, no. 4, 2017.

