

Sistem IoT Untuk Pembuatan Nutrisi Otomatis Dengan Pengisian Air Terjadwal Dan Pengukuran EC Untuk Tanaman Melon Di Greenhouse

1st Annanta Rizky Sudiharto Putra
 Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
 Bandung, Indonesia
annantariz@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Sony Sumaryo
 Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
 Bandung, Indonesia
sonysumaryo@telkomuniversity.ac.id

3rd Yudiansyah Lubis
Business Process Management
PT. Len Industri (Persero)
 Bandung, Indonesia
yudiansyah.lubis@len.co.id

Abstrak — Permasalahan umum dalam budidaya tanaman melon di greenhouse adalah ketidaksesuaian nilai *Electrical Conductivity* (EC) dan pH larutan nutrisi akibat pencampuran manual yang tidak konsisten. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk mengotomatisasi proses pembuatan larutan nutrisi dengan pengisian air terjadwal serta pengukuran dan penyesuaian nilai EC dan pH. Sistem terdiri dari Arduino Uno dan ESP32, dilengkapi dengan sensor EC, sensor pH, sensor ultrasonik, dan modul RTC. Arduino mengontrol aktuator, sementara ESP32 bertugas mengirimkan data ke *Firebase* secara *real-time*. Metode pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap alat ukur standar. Hasil menunjukkan rata-rata *error* sensor EC sebesar 2,23% dan sensor pH sebesar 1,32%. Sistem mampu mengisi air, mencampur larutan, dan menyesuaikan nilai EC dan pH secara otomatis sesuai jadwal yang ditentukan. Kesimpulannya, sistem IoT yang dikembangkan dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengelolaan nutrisi tanaman melon, serta memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui aplikasi *mobile* yang terhubung ke *cloud*.

Kata kunci — *Internet of Things*, sistem otomatisasi, pH, *Electrical Conductivity*, larutan nutrisi, tanaman melon.

I. PENDAHULUAN

Produksi melon di Indonesia terus meningkat seiring tingginya permintaan dan manfaat gizinya. Namun, budidaya melon di greenhouse menghadapi tantangan dalam menjaga kestabilan pH dan *Electrical Conductivity* (EC) larutan nutrisi. Umumnya, pencampuran nutrisi masih dilakukan secara manual, yang memerlukan pemantauan rutin dan rawan kesalahan, sehingga berisiko menurunkan kualitas dan hasil panen [1].

Nilai EC ideal untuk tanaman melon berkisar antara 2,0–2,5 mS/cm, sementara pH optimal berada pada rentang 5,5–6,5 [1][2]. Ketidakseimbangan parameter ini dapat menyebabkan stres tanaman, penurunan penyerapan unsur hara, serta memengaruhi rasa, ukuran, dan jumlah buah [2].

Oleh karena itu, pengembangan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dilengkapi sensor EC dan pH menjadi solusi potensial. Sistem ini dapat mencampur dan mengatur larutan nutrisi secara otomatis dan terjadwal, sekaligus

memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui perangkat *mobile*. Dengan demikian, efisiensi dan kualitas budidaya melon di greenhouse dapat ditingkatkan secara signifikan [2].

II. KAJIAN TEORI

A. Tanaman Melon

Melon (*Cucumis melo*) merupakan buah dengan kandungan air tinggi ($\pm 90\%$) dan rendah kalori, sehingga efektif menjaga hidrasi dan mendukung program penurunan berat badan. Buah ini kaya vitamin C, A, B kompleks, serta mineral seperti kalsium, magnesium, fosfor, dan kalium. Kandungan seratnya juga bermanfaat untuk kesehatan pencernaan. Dengan kombinasi nutrisi tersebut, melon memberikan manfaat kesehatan signifikan jika dikonsumsi secara rutin [3].

B. Konduktivitas Listrik

Konduktivitas listrik merupakan kemampuan suatu material untuk menghantarkan arus listrik, yang menunjukkan kemudahan pergerakan elektron di dalamnya. Semakin tinggi nilai konduktivitas, semakin baik material tersebut menghantarkan listrik. Satuan SI-nya adalah siemens per meter (S/m). Konduktivitas listrik digunakan secara luas, termasuk dalam desain sirkuit dan pengukuran kualitas air [4].

C. pH

pH adalah ukuran tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan, yang merefleksikan konsentrasi ion hidrogen (H^+). Skala pH berkisar dari 0–14, dengan pH < 7 bersifat asam, pH = 7 netral, dan pH > 7 bersifat basa. Secara matematis, pH adalah logaritma negatif dari konsentrasi ion H^+ [5]. Pengukuran pH dapat dilakukan menggunakan indikator seperti kertas laksam. pH memiliki peran penting dalam berbagai bidang, termasuk kualitas air, pertanian, industri, dan kesehatan.

D. Hubungan EC dan pH pada Kandungan Nutrisi untuk Tanaman Melon

EC (*Electrical Conductivity*) dan pH saling berpengaruh dalam menentukan ketersediaan dan penyerapan nutrisi pada tanaman melon. EC menunjukkan konsentrasi ion, sementara pH memengaruhi bentuk dan ketersediaan unsur hara. pH rendah (<5,5) dapat menyebabkan toksitas unsur seperti Fe dan Mn, sedangkan pH tinggi (>6,5) menghambat penyerapan mikro-nutrien. EC yang terlalu tinggi juga mempersulit stabilisasi pH dan dapat menurunkan efektivitas penyerapan nutrisi. Oleh karena itu, pengelolaan EC dan pH secara bersamaan sangat penting untuk mendukung pertumbuhan optimal tanaman melon [6][5].

E. Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah konsep di mana perangkat fisik saling terhubung dan berkomunikasi melalui jaringan internet sebagai bagian dari sistem terpadu [7]. IoT terdiri dari sensor untuk pengumpulan data, koneksi internet sebagai media komunikasi, serta *server* untuk menyimpan dan menganalisis data. Perangkat seperti ESP32 digunakan untuk mengirim data dari sensor ke *cloud* secara *real-time*, sehingga memungkinkan pemantauan dan pengendalian sistem melalui aplikasi khusus secara efisien.

III. METODE

A. Penjelasan Umum Sistem

Sistem ini merupakan inovasi *Internet of Things* (IoT) yang dirancang untuk mengotomatiskan pembuatan larutan nutrisi bagi tanaman melon di *greenhouse*. Sistem mengontrol dan memantau parameter penting seperti pH, *Electrical Conductivity* (EC), dan ketinggian air guna menjaga kualitas nutrisi secara optimal.

Dalam sistem ini, Arduino berfungsi sebagai pengendali utama yang terhubung dengan sensor EC, sensor pH, dan sensor ultrasonik untuk memantau kepekatan larutan, tingkat keasaman, dan ketinggian air. Proses pencampuran larutan dikendalikan secara otomatis berdasarkan data sensor dan jadwal dari modul RTC (*Real-Time Clock*). Pompa untuk Nutrisi A, Nutrisi B, air, dan penyeimbang pH dikontrol melalui relay, sedangkan pencampuran dilakukan oleh *mixer* yang digerakkan motor driver.

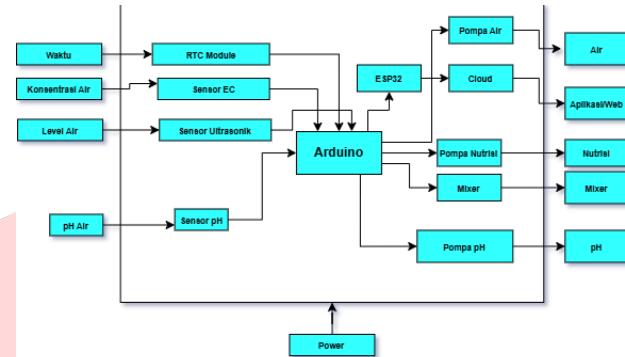
Data yang telah diproses dikirim Arduino ke ESP32 melalui komunikasi UART, lalu diteruskan ke cloud menggunakan koneksi Wi-Fi. Informasi ini dapat dipantau secara jarak jauh melalui aplikasi mobile. Sistem dirancang untuk menghasilkan larutan nutrisi secara otomatis, efisien, dan sesuai kebutuhan tanaman melon.

B. Desain perangkat keras

Dalam proses penerimaan data, sistem menerima data dari modul RTC, sensor EC, sensor pH, dan sensor ultrasonik. Arduino memproses data tersebut untuk menentukan tindakan yang diperlukan, seperti mengaktifkan pompa air, pompa nutrisi, dan pompa pH guna mengatur volume dan keseimbangan larutan. Pencampuran dilakukan oleh *mixer* yang dikendalikan Arduino.

Dalam proses penerimaan data, sistem menerima data dari modul RTC, sensor EC, sensor pH, dan sensor ultrasonik. Data dikirim ke ESP32 melalui komunikasi serial (UART), lalu diteruskan ke *cloud* agar dapat dipantau secara real-time

melalui aplikasi. Dalam struktur ini, Arduino berperan sebagai pengendali utama perangkat keras, sedangkan ESP32 menangani komunikasi data. Sistem dirancang untuk menjaga kualitas larutan secara otomatis sesuai kebutuhan tanaman ultrasonik. Arduino memproses data tersebut untuk menentukan tindakan yang diperlukan, seperti mengaktifkan pompa air, pompa nutrisi, dan pompa pH guna mengatur volume dan keseimbangan larutan. Pencampuran dilakukan oleh *mixer* yang dikendalikan Arduino.

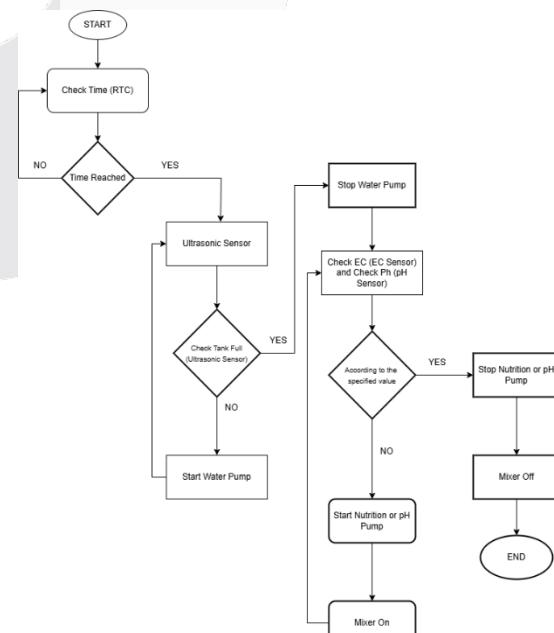


GAMBAR 1
(Diagram Blok Sistem)

C. Flowchart Sistem

Sistem ini menggunakan modul RTC (*Real-Time Clock*) untuk menjalankan proses pencampuran larutan sesuai jadwal yang ditentukan. Saat waktu tiba, pompa air akan mengisi wadah hingga ketinggian air terdeteksi oleh sensor ultrasonik, lalu pompa dimatikan secara otomatis. Selanjutnya, sensor EC dan pH memantau kualitas larutan. Jika nilai tidak sesuai, pompa nutrisi dan pompa pH akan diaktifkan untuk menyesuaikan konsentrasi dan keasaman larutan, dibantu *mixer* untuk memastikan pencampuran merata.

Setelah parameter mencapai nilai yang ditentukan, semua perangkat otomatis dimatikan. Seluruh proses dapat dikendalikan dan disesuaikan melalui aplikasi mobile berbasis IoT, sehingga sistem ini menawarkan efisiensi, akurasi, dan kemudahan dalam pengelolaan larutan nutrisi.

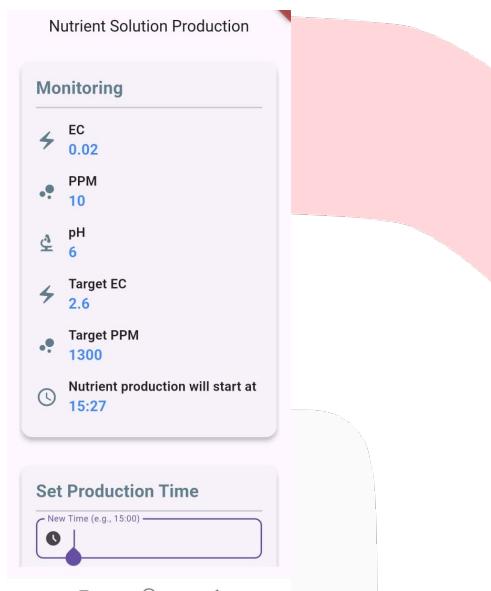


GAMBAR 2
(Flowchart Sistem)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini membahas hasil pengujian pembuatan nutrisi sebagai integrasi dari seluruh komponen sistem. Pada tahap ini, pengguna dapat mengatur target nilai EC dan waktu pembuatan nutrisi melalui aplikasi *mobile*, yang kemudian dikirim ke *Firebase*. Mikrokontroler ESP mengambil data tersebut dan mengirimkannya ke Arduino melalui komunikasi UART.

Arduino akan memproses data yang diterima dan, ketika waktu yang ditentukan tercapai, sistem secara otomatis menjalankan proses pencampuran larutan hingga mencapai nilai EC sesuai target yang telah ditetapkan.



GAMBAR 3
(Tampilan Aplikasi *Mobile*)

Pada pengujian ini, waktu pembuatan nutrisi dijadwalkan pada pukul 15.27 WIB, dengan target EC sebesar 2,6 mS/cm dan rentang pH yang diharapkan antara 5 hingga 7.

A. Pengisian Air ke Gentong Nutrisi

Pengisian Air ke Gentong Nutrisi Pada tahap awal, saat waktu pembuatan nutrisi tercapai, sistem memeriksa ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik. Jika level air belum mencapai batas yang ditentukan, pompa air akan diaktifkan hingga volume mencukupi.

TABEL 1
(Hasil Pengujian Pengisian Air ke Gentong)

No	Waktu	Target Ketinggian Air	Ketinggian Air Terkini	Pompa Air
1	15:26:45	12 cm	32 cm	OFF
2	15:27:00	12 cm	32 cm	ON
3	15:27:15	12 cm	30 cm	ON
4	15:27:30	12 cm	25 cm	ON
5	15:27:45	12 cm	20 cm	ON
6	15:28:15	12 cm	18 cm	ON
7	15:28:30	12 cm	15 cm	ON

8	15:28:45	12 cm	13 cm	ON
9	15:29:00	12 cm	11 cm	OFF

Berdasarkan tabel, sistem mulai melakukan pengecekan ketinggian air sejak pukul 15.27.00. Karena ketinggian belum mencapai target 12 cm, pompa air terus diaktifkan setiap siklus. Pada pukul 15.29.00, level air mencapai batas yang ditentukan, sehingga sistem otomatis mematikan pompa. Hasil ini menunjukkan bahwa kontrol pengisian air bekerja secara otomatis dan responsif sesuai logika yang dirancang.

B. Penambahan Larutan Nutrisi A dan B

Setelah ketinggian air mencapai batas yang ditentukan, sistem membaca nilai EC menggunakan sensor. Jika nilai EC masih di bawah target, pompa larutan A dan B diaktifkan secara bersamaan selama 1 milidetik, lalu dimatikan. Selanjutnya, *mixer* menyala selama 7 detik untuk mengaduk larutan. Proses ini berulang hingga nilai EC sesuai dengan target yang ditetapkan.

Pendekatan ini bertujuan menjaga akurasi penambahan nutrisi dan mencegah overdosis, sehingga konsentrasi larutan tetap optimal. *Mixer* memastikan larutan tercampur merata, menjaga akurasi pembacaan sensor dan distribusi nutrisi yang homogen.

TABEL 2
(Hasil Pengujian Penambahan Larutan Nutrisi A dan B)

No	Waktu	Target EC (mS/cm)	EC Terkini (mS/cm)	Pompa A & B	Mixer
1	15:29:05	2.60	0.02	ON (1 milidetik)	OFF
2	15:29:05	2.60	0.24	OFF	ON (7 detik)
3	15:29:20	2.60	0.58	ON (1 milidetik)	OFF
4	15:29:20	2.60	0.95	OFF	ON (7 detik)
5	15:29:35	2.60	1.24	ON (1 milidetik)	OFF
6	15:29:35	2.60	1.54	OFF	ON (7 detik)
7	15:29:50	2.60	1.87	ON (1 milidetik)	OFF
8	15:29:50	2.60	2.23	OFF	ON (7 detik)

9	15.30:0 5	2.60	2.57	ON (1 milidetik)	OFF
10	15:30:0 5	2.60	2.63	OFF	ON (7 detik)
11	15:30:2 0	2.60	2.63	OFF	OFF

Berdasarkan tabel, sistem secara otomatis mengaktifkan pompa larutan A dan B selama 1 milidetik saat nilai EC masih di bawah target. Setelah itu, *mixer* dinyalakan selama 7 detik untuk memastikan pencampuran merata sebelum pembacaan ulang dilakukan. Proses ini berulang hingga nilai EC mencapai 2,60 mS/cm. Setelah target tercapai, pompa dan mixer berhenti bekerja, menandakan bahwa proses pencampuran nutrisi telah selesai secara optimal.

C. Penyesuaian pH Larutan Nutrisi

Setelah nilai EC mencapai target, sistem melanjutkan dengan pembacaan pH menggunakan sensor pH. Nilai yang diperoleh dibandingkan dengan rentang target 5–7. Jika pH berada di luar rentang tersebut, pompa pH up atau pH down diaktifkan selama 5 milidetik, lalu dimatikan. Selanjutnya, mixer menyala selama 5 detik untuk mencampur larutan sebelum pembacaan ulang dilakukan. Proses ini diulang hingga pH berada dalam kisaran yang diinginkan, memastikan larutan memiliki tingkat keasaman yang sesuai.

TABEL 3
(Hasil Pengujian Penyesuaian pH)

No	Waktu	Targe t pH	pH Terkin i	Pomp a pH Up	Pomp a pH Down	Mixe r
1	15:29:0 5	5 – 7	5	OFF	OFF	OFF

Berdasarkan data pada tabel, nilai pH larutan tercatat tepat pada batas bawah rentang target, yaitu pH 5. Karena nilai tersebut masih dalam kisaran yang dapat diterima, sistem tidak mengaktifkan pompa pH up maupun pH down. Mixer juga tidak diaktifkan karena tidak terjadi perubahan komposisi larutan. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem kontrol pH berfungsi sesuai logika yang dirancang, yakni hanya melakukan penyesuaian jika nilai pH berada di luar batas yang ditentukan.

D. Perbandingan EC Larutan dengan Target EC

Pengujian ini bertujuan membandingkan nilai *Electrical Conductivity* (EC) larutan nutrisi yang dihasilkan dengan nilai target, serta memvalidasi pembacaan sensor EC pada sistem menggunakan EC meter sebagai alat ukur standar untuk memastikan akurasi.



GAMBAR 4
(Hasil Perbandingan EC Larutan dengan Target EC)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa target EC adalah 2,60 mS/cm. Sensor EC pada sistem mencatat nilai 2,63 mS/cm, yang ditampilkan secara real-time pada aplikasi mobile, sedangkan EC meter sebagai alat ukur standar menunjukkan 2,436 mS/cm. Terdapat selisih 0,194 mS/cm atau deviasi sekitar 7,96% terhadap nilai referensi.

Meskipun terdapat perbedaan, nilai pembacaan sensor masih berada dalam rentang yang dapat diterima untuk kebutuhan pemantauan otomatis larutan nutrisi.

V. KESIMPULAN

Sistem IoT yang dikembangkan berhasil mengotomatisasi pembuatan larutan nutrisi untuk tanaman melon di greenhouse, dengan integrasi kontrol pengisian air terjadwal, serta pengukuran dan penyesuaian nilai EC dan pH secara otomatis. Sistem ini menggunakan Arduino Uno dan ESP32 yang terhubung dengan sensor EC, pH, ultrasonik, serta modul RTC untuk penjadwalan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh proses berjalan responsif dan sesuai logika yang dirancang, mulai dari pengisian air, penambahan larutan nutrisi A dan B, hingga pencampuran dan penyesuaian pH.

Meskipun terdapat deviasi 0,194 mS/cm (7,96%) antara sensor EC dan EC meter standar, nilai tersebut masih dalam batas toleransi yang dapat diterima. Dukungan pemantauan jarak jauh melalui aplikasi mobile berbasis cloud turut meningkatkan efisiensi dan akurasi sistem, sekaligus mengurangi potensi kesalahan akibat pencampuran manual.

REFERENSI

- [1] P. Paryanta, W. Wendanto, and P. Mulyani, “Purwarupa Deteksi PH dan EC Larutan Nutrisi Hidroponik Berbasis Internet Of Things,” *Go Infotech J. Ilm. STMIK AUB*, vol. 27, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.36309/goi.v27i1.139.
- [2] R. N. Sesanti, “Pengaruh Electrical Conductivity (EC) Larutan Nutrisi Hidroponik terhadap Pertumbuhan Tanaman Melon (*Cucumis melo L.*),” *J. Polinela*, pp. 206–211, 2018.
- [3] Hello Sehat Editorial Team, “9 Manfaat Buah Melon, Segar dan Menyehatkan.” Accessed: Dec. 18, 2024. [Online]. Available: <https://hellosehat.com/nutrisi/fakta-gizi/manfaat-buah-melon/>

- [4] P. Lumban Toruan, Rahmawati, and A. Arif Setiawan, "Konduktivitas Listrik Ion Terlarut: Studi Kasus Di Air Sumur Tpa Sukawinatan Palembang," *J. Redoks*, vol. 7, no. 1, pp. 48–54, 2022.
- [5] R. Setiawati and N. Bafdal, "Dampak Kualitas Air Tanah Terhadap Kualitas Melon (Cucumis Melo L.)," *Agrotekma J. Agroteknologi dan Ilmu Pertan.*, vol. 4, no. 2, pp. 83–93, 2020, doi: 10.31289/agr.v4i2.2868.
- [6] I. K. Sudarma and H. M. C. Sine, "PENGARUH ELEKTROKONDUKTIVITAS NUTRISI DAN JENIS MEDIA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PEMBUNGAAN TANAMAN MARIGOLD (Tagetes ...," *Pros. Semin. Nas. Has. ...*, no. 2018, pp. 145–151, 2023, [Online]. Available: <https://ejurnal.politankoe.ac.id/index.php/psnp/article/download/263/198>
- [7] Y. Efendi, "Internet Of Things (IoT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 21–27, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i2.41.