

Plagiasi Artikel TRANSMISI

by Prodi Teknik Komputer

Submission date: 19-Nov-2024 03:01PM (UTC+0700)

Submission ID: 2524863560

File name: Template_Jurnal_Ilmiyah_Transmisi.docx (1.84M)

Word count: 3961

Character count: 24565

Penerapan Smart Indoor Farming Hidropik (Sistem HIPOI versi 2.0) pada Tanaman Selada

Musayyanah^{1*}, Harianto², Weny Indah Kusumawati³, Rizal Rahmat Maulana⁴, dan Fahrul Teddy Pradana⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Komputer, Universitas Dinamika, Surabaya, Indonesia

*Penulis korespondensi, E-mail: musayyanah@dinamika.ac.id

Abstrak

Smart Indoor Farming adalah salah satu solusi pada pertanian konvensional di era *Agriculture 4.0*. Salah satu penerapan teknologi Internet of Things (IoT) mampu mempermudah penerapan hidroponik *indoor*. Sistem HIPOI versi 2.0 merupakan pengembangan inovatif pada metode hidroponik indoor berbasis teknologi IoT. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja sensor nutrisi menggunakan metode tapis median, meningkatkan akurasi pencahayaan dengan *growlight* putih, serta menerapkan otomatisasi pemberian nutrisi melalui pompa pengaduk dan nutrisi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan filter median secara signifikan meningkatkan akurasi sensor nutrisi hingga 13,66% pada larutan air mineral dan 1,06% pada larutan campuran nutrisi. Lampu *growlight* putih memberikan hasil pertumbuhan tanaman selada terbaik dibandingkan spektrum lainnya, dengan daun yang lebih lebat dan lebar. Implementasi pompa nutrisi otomatis yang didukung pompa pengaduk berhasil mencampur nutrisi secara efisien, dengan nilai *error* sensor di bawah 5%. Sistem hipo versi 2.0 juga berhasil diterapkan untuk menumbuhkan tanaman selada dengan hasil yang sehat dan stabil. Temuan ini membuktikan bahwa teknologi ini memberikan solusi praktis dan efektif untuk pertanian cerdas di era *Agriculture 4.0*.

Kata kunci: Agriculture 4.0, Hidroponik, Indoor, IoT, Tapis Median, Selada.

Abstract

Smart indoor farming is one of the solutions for conventional agriculture in the agriculture 4.0 era. The application of Internet of Things (IoT) technology facilitates the implementation of indoor hydroponics. The HIPOI System Version 2.0 is an innovative development of the indoor hydroponic method based on IoT technology. This research aims to optimize the performance of nutrient sensors using the median filter method, improve lighting accuracy with white grow lights, and implement automated nutrient delivery through mixing and nutrient pumps. The test results show that the use of the median filter significantly improves the accuracy of nutrient sensors by up to 13.66% in mineral water solutions and 1.06% in nutrient-mixed solutions. White grow lights provide the best growth results for lettuce plants compared to other light spectrums, with wider and denser leaves. The implementation of automated nutrient pumps supported by mixing pumps successfully mixed nutrients efficiently, with sensor error values below 5%. The HIPOI System Version 2.0 has also been successfully applied to grow lettuce plants with healthy and stable results. These findings demonstrate that this technology offers a practical and effective solution for smart agriculture in the Agriculture 4.0 era.

Keywords: Agriculture 4.0, Hydroponics, Indoor, IoT, Filter Median, Selada.

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi yang signifikan mengubah cara kerja, sistem, praktik dan metode dalam industri pertanian. *Agriculture 4.0* membangun ekosistem pertanian yang terintegrasi, otomatis dan cerdas. Teknologi yang muncul pada *Agriculture 4.0* adalah IoT, robotika, kecerdasan buatan, *big data* dan *block chain*. Integrasi kelima teknologi tersebut bermanfaat untuk pengoptimalan sumber daya dan produksi hasil pertanian [1]-[2]. Sistem pertanian konvensional membutuhkan banyak sumber daya lahan, irigasi, dan tenaga kerja.

Smart indoor farming (Sif) merupakan salah satu solusi untuk mengatasi kekurangan dari pertanian konvensional. Karakteristik pertanian cerdas dalam ruang adalah *soilless farming* (pertanian tanpa tanah), *energy harvesting* (pemanfaatan energi), dan *smart technologies* (teknologi pintar). Pertanian dalam ruang dapat menjawab potensi kebutuhan revolusi pertanian pada era *Agriculture 4.0* [3]. *Sif* merupakan teknologi inovasi yang baru dan menjadi sasaran industri yang bernilai jutaan dolar [4]. Teknologi inovasi tersebut dikenal dengan *Internet of Things (IoT)*. IoT merevolusi sektor pertanian dengan berbagai solusi inovatif untuk pemantauan, pengendalian dan pelacakan, dengan beberapa tantangan yang harus dihadapi seperti biaya penerapannya, standar dan keandalan teknologi yang

digunakan [5]. Pengembangan *Sif* dalam bentuk prototipe *Indoor Farming Support as a Service* (IFSaaS) pada [6], mengerjakan integrasi perangkat keras dengan *cloud* untuk mengendalikan kondisi lingkungan. Aspek yang diperhatikan pada *Sif* adalah pencahayaan, pemberian nutrisi dan iklim/suhu. Pencahayaan sebaiknya disesuaikan dengan jenis tanaman yang ditanam, termasuk intensitas dan spektrum cahaya yang optimal untuk proses fotosintesis. Pemberian nutrisi harus disesuaikan dengan masa pertumbuhan tanaman agar tanaman memperoleh unsur hara yang cukup dan seimbang. Iklim dan suhu disesuaikan untuk menciptakan kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan tanaman, seperti kelembapan dan ventilasi, sehingga tanaman dapat tumbuh sehat tanpa risiko.

Intensitas cahaya harus dioptimalkan untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi tingkat stres dari tanaman. Penelitian yang berfokus terhadap pencahayaan pada tanaman hidroponik selada dilakukan oleh [7]. Cahaya putih dengan intensitas 300 watt memberikan hasil yang baik untuk tanaman selada. Selain itu, durasi penyinaran untuk tanaman hidroponik sekitar 18-20 jam [8]. Parameter cahaya perlu dikendalikan sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Instalasi pemberi nutrisi pada tanaman hidroponik telah diklaimkan pada paten [9], dimana instalasi tersebut menyebutkan terdapat dua wadah untuk nutrisi A dan B. Parameter nutrisi yang terlarut pada air, dibaca oleh sensor TDS. Optimalisasi pembacaan nilai ppm oleh sensor TDS tidak dibahas pada paten ini. Sama halnya pada [10] melakukan pengendalian nutrisi dengan batasan nilai kurang dari 600 ppm pompa akan mengalirkan nutrisi sampai batasan mencapai 800 ppm. Penerapan sensor TDS yang lain adalah mendeteksi jumlah zat yang terlarut untuk memantau kualitas air [11]. Dosis kadar nutrisi berpengaruh pada hasil tinggi tanaman [4], sehingga perlu dilakukan pemantauan dan kendali dari kadar nutrisi yang dituangkan.

Hasil luaran sensor TDS dipengaruhi oleh gangguan lingkungan, seperti perubahan suhu, arus listrik dan interferensi elektromagnetik. Agar hasil pembacaan nutrisi lebih akurat, maka ditambahkan metode tambahan tapis/filter, untuk menyaring data yang tidak relevan atau data yang tidak stabil. Selain itu, peningkatan kerja sensor TDS dapat ditingkatkan dengan penerapan metode Jaringan Saraf Tiruan (JST) seperti pada [12]. Penerapan JST membutuhkan perangkat spek yang tinggi sehingga membutuhkan biaya yang lebih tinggi untuk penerapannya.

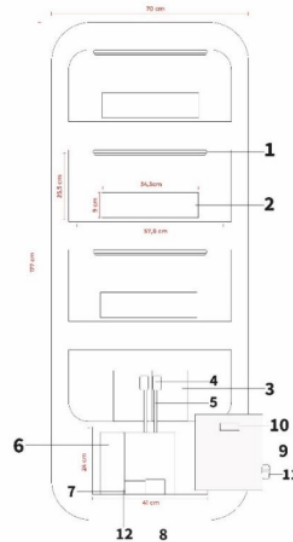
Penerapan filter Median pada perangkat sensor memberikan hasil yang lebih baik. Pada [13] menentukan intensitas sensor cahaya menggunakan algoritma filter median, berhasil meningkatkan akurasi dan mengurangi kesalahan. Filter Median juga diterapkan pada sensor tekanan [14] dan sensor garis pada Robot [15]. Filter

median dapat meningkatkan akurasi pembacaan sensor, sehingga pada artikel ini menerapkan filter median yang sangat sederhana untuk mengoptimalkan kerja sensor nutrisi.

Artikel ini merupakan kelanjutan dari penelitian sebelumnya pada [16]. Sistem HIPOI 1.0 adalah produk inovasi dari hasil penelitian, yang terdiri dari parameter nutrisi, pencahayaan, dan suhu. Sistem HIPOI 1.0 terus dikembangkan sampai versi terbarunya dibahas pada artikel ini yakni Sistem HIPOI 2.0. Kontribusi dari artikel ini adalah mengoptimalkan kerja sensor nutrisi dengan menambahkan metode tapis Filter untuk luaran sensor. Selain itu, artikel ini terdapat fitur penambahan nutrisi secara otomatis pada tanaman hidroponik dalam ruang.

2. Metode

Instalasi wadah sistem HIPOI 2.0 terlihat pada Gambar 1. Perangkat IoT terdiri dari mikrokontroler ESP 32, sensor nutrisi, modul pewaktu (RTC), lampu *growlight* yang terhubung dengan relay, dan tiga jenis pompa. Pompa1 digunakan untuk sistem sirkulasi vertikal pada peraian hidroponik. Pompa2 berjumlah dua yang terpasang pada wadah nutrisi A dan wadah nutrisi B. Pompa3 terpasang pada wadah pencampuran nutrisi, sebagai pengaduk nutrisi pada air. Keseluruhan dari instalasi perangkat sistem HIPOI 2.0 ditunjukkan pada Gambar 1.

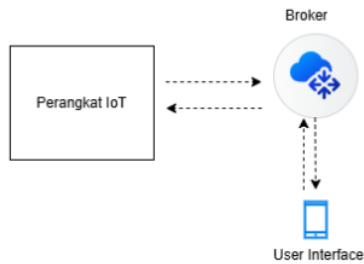


Gambar 1. Instalasi perangkat sistem HIPOI 2.0

Keterangan pada Gambar 1 menunjukkan instalasi perangkat pada wadah hidroponik indoor. Wadah hidroponik indoor terdiri dari tiga rak wadah tanaman dan dua rak terakhir untuk wadah nutrisi dan wadah pencampuran nutrisi. 1 merupakan lampu *growlight*. 2 merupakan wadah tanaman. 3 adalah wadah kedua nutrisi

AB Mix. 4 pompa nutrisi yang disalurkan lewat selang 5, yang terhubung juga pada wadah pencampuran pada 6. Sensor Nutrisi 7 ditelakkan pada wadah 6. Kotak kendali terletak pada 9 dengan LCD 10. Di samping kotak kendali 11 dipasang sensor suhu.

Sedangkan sistem HIPOI 2.0 yang terpasang pada kotak, terlihat pada Gambar 2. Perangkat IoT terhubung dengan aplikasi broker yang dikenal dengan IoT MQTT. Sistem HIPOI 2.0 terdiri dari dua fitur, yakni pemantauan dan kendali. Fitur pemantau terdiri dari kadar nutrisi. Fitur kendali terdiri dari nyala/mati lampu *growlight*, nyala/mati pompa nutrisi otomatis, nyala/mati pompa sirkulasi, nyala/mati pompa pengaduk otomatis.



Gambar 2. Keseluruhan sistem HIPOI 2.0



Gambar 3. Aplikasi Sistem HIPOI 2.0

Gambar 3 merupakan tampilan aplikasi untuk memantau hasil sensor dan melakukan aksi pada fitur pengendalian. Mode sistem terdiri dari otomatis dan manual. Mode otomatis pada sensor nutrisi, pompa nutrisi dan pompa pengaduk dilakukan sesuai dengan algoritma pada Gambar 4. Mode otomatis pada nyala lampu diatur sesuai dengan penjadwalan pada RCT. Mode manual dilakukan pada pompa dan nyala lampu.

2.1. Instalasi Sensor Nutrisi

Pemantau kadar nutrisi menggunakan sensor *Total Dissolved Solid (TDS)*. Parameter nutrisi merupakan hal krusial pada sistem hidroponik, sehingga ditambahkan Tapis Median untuk hasil luaran yang lebih akurat pada persamaan (1). Sebelum dipasang pada Gambar 1, dilakukan kalibrasi dan analisis terlebih dahulu. Hasil kalibrasi dan analisis dilakukan seperti pada Gambar 4.

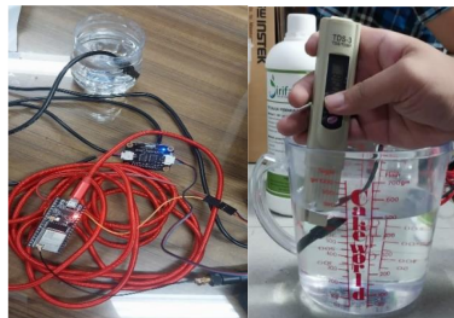
$$H_{filtermedian}(x, y) = median(H_{TDS}(x + 1, y + 1)) \quad (1)$$

Dimana:

$H_{filtermedian}$: tegangan *output* filter median

H_{TDS} : tegangan dari TDS setelah dikompensasi

x, y : data sampel dari proses median

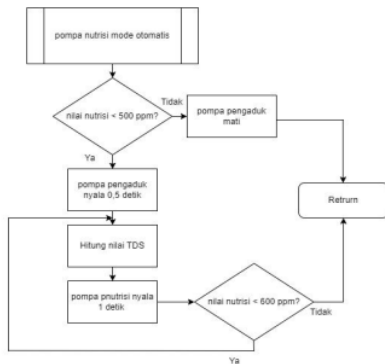


Gambar 4. Pengujian Sensor Nutrisi

Sesuai pada Gambar 4, pin sensor nutrisi terhubung dengan ESP32 melalui pin analog 35. Hasil pengujian membandingkan penerapan tapis median dengan tanpa tapis pada larutan air mineral dan air campuran nutrisi. Hasil dianalisis dengan *Mean Square Error (MSE)*.

2.1. Pemberian Nutrisi secara Otomatis

Perangkat yang berperan pada proses otomatis pemberian nutrisi adalah sensor TDS, pompa nutrisi, dan pompa pengaduk. Fitur ini merupakan kelanjutan dari sistem HIPOI 1.0, yang telah dikerjakan oleh penulis [16]. Algoritma pemberian nutrisi terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Algoritma otomatis penuangan nutrisi

Kedua pompa akan menyala ketika air pada tandon HIPOI belum dicampuri nutrisi. Prosedurnya adalah pengecekan kadar nutrisi pada wadah pencampuran kurang dari 500ppm, kemudian pompa pengaduk menyala selama 0,5 detik. Proses selanjutnya menghitung nilai TDS dengan Filter Median, kemudian pompa nutrisi menyala kembali tiap 1 detik sampai sensor terbaca lebih dari 600 ppm dan pompa pengaduk *off*.

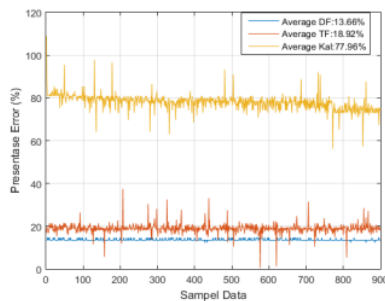
14

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan pada sistem HIPOI 2.0 terdiri dari pengujian sensor nutrisi, pengujian lampu growlight, dan pengujian perangkat pompa, dan analisis hasil tanaman Pakcoy.

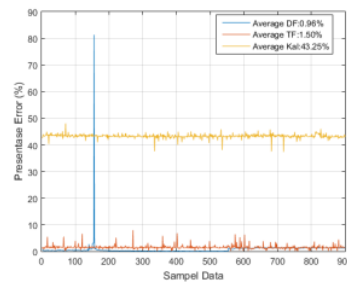
3.1. Pengujian sensor nutrisi

Pada pengujian ini, peneliti telah menerapkan beberapa metode agar kinerja sensor TDS memiliki akurasi yang tinggi dan stabil. Metode yang diterapkan adalah Filter Median dan Metode Kalibrasi. Kedua metode tersebut dibandingkan dengan hasil pembacaan TDS meter serta pembacaan dari sensor TDS tanpa menggunakan metode. Objek pengujian dilakukan pada larutan air mineral dan campuran nutrisi AB Mix.



Gambar 5. Perbandingan Tingkat kesalahan Filter Median, Tanpa Filter, dan Metode Kalibrasi pada larutan Air Mineral

Analisis penerapan filter Median untuk pembacaan nilai ppm larutan air mineral terlihat pada Gambar 5. Kurva kuning merupakan hasil pengukuran metode kalibrasi dengan rata-rata kesalahan sebesar 77.96%. Kurva *orange* adalah hasil rata-rata kesalahan tanpa filter dengan rata-rata 18.92%. Penerapan filter Median pada pembacaan nilai ppm lebih efektif dengan nilai rata-rata paling kecil sekitar 13.66%.



Gambar 6. Perbandingan Tingkat kesalahan Filter Median, Tanpa Filter, dan Metode Kalibrasi pada larutan Campuran Nutrisi

Sesuai Gambar 6, penerapan filter Median tetap menunjukkan performa yang baik dengan tingkat kesalahan terendah pada kurva biru, dengan rata-rata 1.06%. Kurva *orange* tanpa filter memperlihatkan tingkat kesalahannya mencapai 15.98%. Kurva biru mewaliki tingkat kesalahan metode kalibrasi dengan rata-rata kesalahan sebesar 22.91%.

Metode kalibrasi dan metode tanpa filter menunjukkan tingkat kesalahan yang tinggi dibandingkan dengan filter Median. Kedua metode tersebut menunjukkan variasi tingkat kesalahan yang berbeda pada jenis larutan yang berbeda. Penerapan filter Median dapat dianggap pendekatan yang terbaik untuk meminimalkan kesalahan dalam pengukuran.

3.2. Pengujian Perangkat Lampu *Growlight*

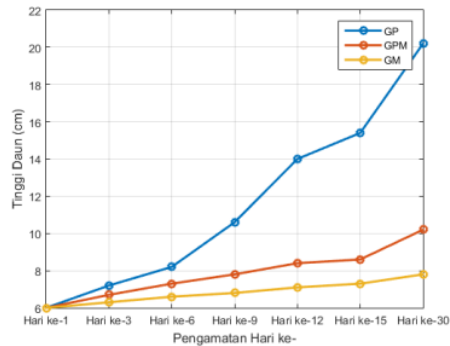
Pengujian perangkat lampu bertujuan menganalisis perbandingan cahaya putih dengan cahaya merah pada tanaman.



Gambar 7. Pengaruh warna cahaya pada pertumbuhan tanaman

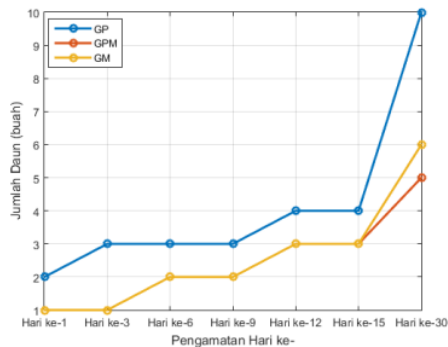
Hasil pengamatan pada Gambar 7, menunjukkan bahwa pengaruh *Growlight* Putih (GP) mempercepat pertumbuhan tanaman. Gambar 8 menunjukkan bahwa

Growlight Putih (GP) membuat tanaman lebih cepat dibandingkan dengan *Growlight* Putih Merah (GPM) dan *Growlight* Merah (GM), dengan jumlah daun yang lebih sedikit sebagai hasil dari GM, sedangkan tanaman dengan GP berdaun lebih lebar dan lebat. Dibandingkan dengan cahaya spektrum lainnya, fotosintesis terjadi lebih cepat pada tanaman hijau berklorofil tinggi dengan spektrum putih. Oleh karena itu, berdasarkan temuan uji coba ini, sistem HIPOI menggunakan GP, yang merupakan lampu Flutrum.



Gambar 8. Pengaruh warna Cahaya pada tinggi daun

Gambar 8 terlihat bahwa warna cahaya putih memiliki pertumbuhan tinggi daun signifikan dari hari pertama pengamatan sampai pengamatan terakhir. Dampak warna merah putih terlihat tinggi daun meningkat setengah dari warna putih. Pengaruh warna merah terhadap tinggi daun cenderung lebih rendah dibandingkan warna yang lain.



Gambar 9. Pengaruh warna Cahaya pada jumlah daun

Selain tinggi daun, jumlah daun dianalisis seperti pada Gambar 9. Cahaya warna putih mempengaruhi tanaman dengan daun yang lebih banyak dibandingkan dengan warna cahaya yang lain.

3.2. Pengujian Perangkat Pompa

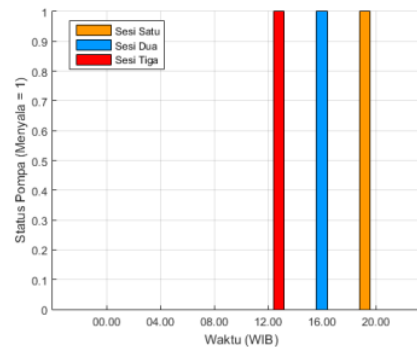
3.2.1. Pengujian Perangkat Pompa Sirkulasi

Pengujian pompa meliputi pompa sirkulasi, pompa pengaduk dan pompa nutrisi. Poma sirkulasi dan pompa pengaduk diletakkan pada wadah pencampuran nutrisi seperti pada Gambar 10. Pompa sirkulasi mendistribusikan campuran air pada wadah HIPOI ke masing-masing wadah tanaman. Pompa pengaduk digunakan untuk mencampurkan nutrisi yang tertuang ke wadah. Pompa nutrisi terpasang pada wadah nutrisi seperti pada Gambar 10. Kedua pompa nutrisi menyalurkan nutrisi sampai kadar nutrisi mencapai nilai yang ditentukan.



Gambar 10. Pompa pengaduk dan pompa sirkulasi

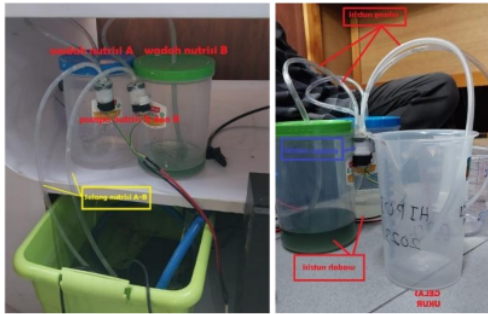
Pengujian pompa sirkulasi dilakukan dengan memantau mati nyalanya pompa sirkulasi pada sesi atau waktu yang telah diatur pada modul pewaktu RTC. Hasil pengamatan pada Tabel 2. Pengujian pompa sirkulasi dilakukan pada dua kondisi, yakni kondisi sebelum tercampur nutrisi dan kondisi setelah tercampur nutrisi. Pengujian kondisi pertama sebelum tercampur nutrisi adalah pompa sirkulasi terus menyala dari tandon HIPOI dengan volume air 5000 mL atau 5L, sampai memenuhi wadah HIPOI dari masing-masing rak. Pengujian pompa sirkulasi pada kondisi setelah tercampur nutrisi adalah dengan penjadwalan nyala dan mati pompa sirkulasi. Penjadwalan ini sesuai dengan data dari sensor RTC, yaitu sesi satu pompa mulai menyala pukul 00.00 WIB dan mati 04.00 WIB. Sesi dua pompa mulai menyala pukul 08.00 WIB dan pompa mati pukul 12.00 WIB. Sesi tiga pompa sirkulasi nyala jam 16.00 WIB dan mati pukul 20.00 WIB. Pengujian pompa sirkulasi telah sesuai dengan penjadwalan dari RTC, data pengamatan dapat ditinjau pada Gambar 11.



Gambar 11. Pengujian pompa sirkulasi

3.2. 2. Pengujian Perangkat Pompa Nutrisi

Selanjutnya pengujian pompa nutrisi dan pompa pengaduk. Selama pengujian pompa nutrisi, menggunakan gelas ukur untuk mengukur volume nutrisi dari pompa seperti pada Gambar 12.



Gambar 12. Pengujian pompa nutrisi

Pengujian ini hanya menggunakan cairan nutrisi dan tanpa melibatkan pompa sirkulasi ataupun pompa pengaduk. Pompa nutrisi dijalankan secara manual dan mode otomatis, hasil pengujiannya pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian pompa nutrisi secara manual

Nyala 1 detik setiap tiga kali nyala		Nyala 3 detik tiap satu kali nyala	
Nutrisi A	Nutrisi B	Nutrisi A	Nutrisi B
50ml	50ml	40ml	40ml
100ml	100ml	90ml	80ml
150ml	150ml	130ml	130ml
190ml	190ml	180ml	180ml
240ml	240ml	220ml	220ml
280ml	280ml	260ml	260ml
320ml	340ml	310ml	310ml
360ml	380ml	360ml	360ml

Hasil pengujian pompa nutrisi dengan mode manual, dinyalakan selama 1 detik diulangi tiga kali dan 3 detik dilakukan satu kali. Tujuan dari pengujian ini melihat besaran volume yang dihasilkan dari pompa nutrisi serta memastikan ada tidaknya endapan selama proses penyaluran nutrisi oleh pompa nutrisi. Endapan tersebut disebabkan oleh terlalu pekat kadar nutrisi yang dapat menghambat kinerja dari pompa nutrisi di kemudian hari dan mengganggu pertumbuhan tanaman. Nutrisi mulai mengendap dikarenakan konsentrasi dari kedua nutrisi terlalu pekat dan tidak adanya campuran air pada pengujian mode manual ini. Hasil Tabel 1 menunjukkan bahwa volume yang dihasilkan oleh pompa nyala 1 detik terulang tiga kali tidak beda jauh dengan nyala pompa 3 detik selama satu kali.

Data pengujian pompa nutrisi dengan mode otomatis dan tanpa pompa pengaduk pada Tabel 2, dimana pompa nutrisi akan nyala apabila pembacaan nutrisi kurang dari 500 ppm. Pengujian dilakukan pada kondisi awal sebelum pompa nutrisi menyala, kinerja sensor nutrisi sebesar

10,21%. Kondisi akhir setelah pompa nutrisi menyala tanpa pompa pengaduk, kinerja sensor nutrisi sebesar 2,95%.

Tabel 2. Hasil pengujian pompa nutrisi mode otomatis tanpa pengaduk

Kondisi	sensor TDS	TDS meter	error (%)	Keterangan
awal	299	333	10,21	belum tercampur
akhir	1081	1050	2,95	sudah tercampur

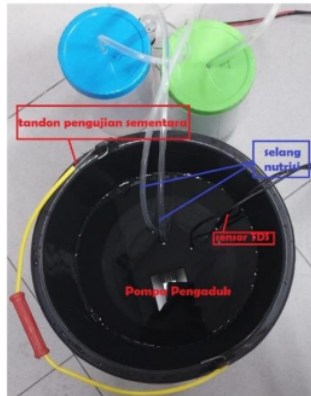
Pengujian pada Tabel 2, dinilai kurang efektif untuk mode otomatis pada sistem HIPOI karena nutrisi tidak tercampur dengan baik. Agar nutrisi tercampur dengan baik pada tandon, maka ditambahkan pompa pengaduk dengan data pengujian Tabel 3. Skenarionya dimulai dari pompa pengaduk menyala terlebih dahulu selama dua detik atau 2000milidetik, baru pompa nutrisi menyala selama satu detik atau 1000milidetik. Hasilnya lebih baik dengan penambahan pompa pengaduk dibandingkan pengujian tanpa pompa pengaduk. Kinerja sensor nutrisi lebih baik sekitar 1,51% pada kondisi awal. Kinerja sensor nutrisi lebih baik pada kondisi akhir sebesar 1,81% dengan pompa pengaduk.

Tabel 3. Pengujian pompa nutrisi mode otomatis dengan pengaduk

Kondisi	sensor TDS	TDS meter	error (%)	Keterangan
awal	326	331	1,51	belum tercampur
akhir	1082	1102	1,81	sudah tercampur

3.3. Pengujian Mode Otomatis untuk Pompa Nutrisi dan Pompa Pengaduk

Pengujian subbab ini berbeda dengan pengujian sebelumnya, dimana pengujian ini merupakan *feature* terbaru dari HIPOI 2.0, yaitu otomatisasi nutrisi. Pengujian pompa nutrisi dan pompa pengaduk dinyalakan secara bersamaan pada wadah terpisah dari tandon HIPOI, untuk mendapatkan data kuantitatif dari hasil pengujian kedua pompa tersebut. Pengujiannya memanfaatkan gelas ukur untuk mengukur volume nutrisi dan air. Skenario pengujian pompa nutrisi dan pompa pengaduk ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Pengujian mode otomatis pompa nutrisi dan pompa pengaduk

Volume air yang digunakan sebanyak 3000ml dan 5000ml untuk melihat kemampuan sensor TDS dan sensor pengaduk bekerja sesuai dengan algoritma yang dibuat oleh tim HIPOI. 9.enario tersebut menggunakan mode otomatis. Apabila sensor TDS membaca batas nilai nutrisi kurang dari 500 ppm, pompa pengaduk menyala selama 500 milidetik atau 0,5 detik. Kemudian, pompa nutrisi menyala selama 1 detik yang terulang terus sampai nilai TDS mencapai 600 ppm. Jika nilai nutrisi sudah memenuhi nilai 600 ppm, maka pompa pengaduk mati. Posisi sensor TDS jauh dari selang pompa nutrisi.

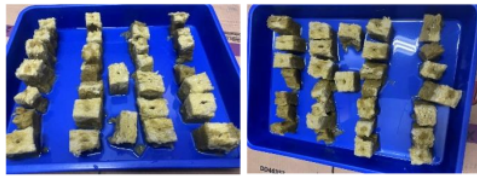
Tabel 4. Pengujian pompa nutrisi dengan pompa pengaduk

Kapasitas Air murni	Kondisi	Pembacaan		Error (%)	Keterangan
		Sensor TDS (ppm)	TDS meter (ppm)		
Air Murni 3000ml	sebelum dicampur	308	329	6,82	sensor jauh dari selang nutrisi
	setelah dicampur	1081	1140	5,46	
Air Murni 5000ml	sebelum dicampur	385	381	4,03	
	setelah dicampur	1081	1130	4,53	

Pada Tabel 4 terlihat bahwa pompa nutrisi bekerja sesuai dengan susunan algoritma yang dibuat, dimana kapasitas air dari tandon tidak mempengaruhi penyaluran nutrisi pada mode otomatis. Nutrisi tercampur dengan baik pada tandon, dikarenakan pompa pengaduk yang selalu menyala sebelum sensor mencapai nilai 600 ppm sampai mencapai tepat 600 ppm. Selain itu, hasil deteksi sensor TDS saat pengujian ini tergolong baik atau masih bisa ditoleransi, dikarenakan nilai error di bawah 10%.

3.4. Pengamatan Tanaman Selada pada sistem HIPOI 2.0

Pengujian ini mengevaluasi penerapan sistem HIPOI 2.0 pada tanaman setelah pengujian tiap-tiap komponen. Objek pengamatan menggunakan benih selada dikarenakan kebutuhan nutrisi selada sesuai dengan batas kinerja sensor TDS, yaitu 1000 ppm. Sistem final dari pengujian ini terdiri dari jarak lobang pada wadah benih diatur sebesar 15 cm, lampu diganti dengan cahaya putih/flutrum dengan pencahayaan lampu selama 12 jam dalam sehari, kontrol nutrisi dilakukan otomatis, sirkulasi dilakukan tiga kali dalam sehari sesuai jadwal yang ditentukan.



Gambar 13. Pembenihan biji selada pada rockwall

Pembenihan selada dilakukan pada rockwool pada kondisi basah. Masing-masing potongan rockwool diberikan benih selada sebanyak 2-3 biji. Setelah terlihat beberapa daun muncul, maka benih dipindahkan ke pot hidroponik wadah tanaman pada rak HIPOI, seperti Gambar 14.



Gambar 14. Penyemaian biji ke wadah HIPOI



(a). Pengamatan pertama



(b). Pengamatan kedua



(c) Pengamatan ketiga



(d) Pengamatan keempat

Gambar 15. Dokumentasi pertumbuhan tanaman selada pada sistem HIPOI 2.0

Gambar 15 merupakan pengamatan setelah penyemaian. Pengamatan pertama menandakan pertumbuhan daun kecil dan masih terbatas. Pengamatan kedua, tanaman mulai terlihat berkembang, daun lebih lebar dan jumlahnya bertambah. Pengamatan ketiga dan keempat terlihat tanaman tumbuh sehat dan stabil, dimana jumlah daun semakin banyak dan melebar dibandingkan pengamatan sebelumnya. Sesuai hasil pertumbuhan tanaman, dapat dinyatakan bahwa sistem HIPOI 2.0 berhasil diterapkan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, menunjukkan bahwa sistem hipo versi 2.0 memberikan solusi inovatif untuk hidroponik indoor dengan penerapan teknologi Internet of Things (IoT) dan metode tapis Median. Penerapan filter median meningkatkan akurasi sensor nutrisi secara signifikan, dengan rata-rata tingkat kesalahan berkurang menjadi 13,66% pada larutan air mineral dan 1,06% pada larutan campuran nutrisi. Pengujian lampu grow light menunjukkan bahwa spektrum cahaya putih menghasilkan pertumbuhan tanaman selada terbaik, dengan tinggi daun meningkat secara signifikan dari hari pertama hingga terakhir, serta jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan spektrum lainnya. Otomatisasi sistem pemberian nutrisi, dengan tambahan pompa pengaduk, berhasil mencampur nutrisi secara efisien. Pengujian menunjukkan nilai error sensor tds sebesar 1,51% pada kondisi awal dan 1,81% pada kondisi akhir, yang jauh lebih rendah dibandingkan tanpa pompa pengaduk. Hasil ini menunjukkan bahwa pompa pengaduk dan nutrisi bekerja optimal sesuai algoritma, dengan nutrisi tercampur sempurna hingga mencapai konsentrasi 600 ppm. Pengamatan pertumbuhan tanaman selada menunjukkan bahwa sistem HIPOI versi 2.0 berhasil mendukung pertumbuhan tanaman secara sehat dan stabil.

Berdasarkan temuan ini, sistem ini dapat diandalkan untuk aplikasi hidroponik skala lebih besar dengan potensi adaptasi untuk berbagai jenis tanaman. Pengembangan lebih lanjut dapat diarahkan pada peningkatan fitur kecerdasan buatan untuk prediksi pertumbuhan tanaman yang lebih presisi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih atas pendanaan Hibah Inovasi Universitas Dinamika Tahun Anggaran 2023 Nomor: 020/ST-PPM/KPJ/VII/2023. Pendanaan tersebut

12

membantu peneliti untuk melakukan penelitian secara mendalam dan menyelesaikan artikel ini.

Referensi

- [1] M. Javaid, A. Haleem, R. P. Singh, and R. Suman, "Enhancing smart farming through the applications of Agriculture 4.0 technologies," *Int. J. Intell. Networks*, vol. 3, no. July, pp. 150–164, 2022, doi: 10.1016/j.ijin.2022.09.004.
- [2] Ye Liu, Xiaoyuan Ma, Lei Shu, Gerhard Petrus Hancke, and A. M. Abu-Mahfouz, "From Industry 4.0 to Agriculture 4.0: Current Status, Enabling Technologies, and Research Challenges," *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 17, no. 6, 2021, doi: 10.1109/TII.2020.3003910.
- [3] A. J. Hati and R. R. Singh, "Smart Indoor Farms: Leveraging Technological Advancements to Power a Sustainable Agricultural Revolution," *AgriEngineering*, vol. 3, no. 4, pp. 728–767, 2021, doi: 10.3390/agriengineering3040047.
- [4] L. Sulistyowat and Nurhasanah, "Analisa Dosis AB Mix Terhadap Nilai Tds Dan Pertumbuhan Pakcoy Secara Hidroponik," *Jambura Agrinusiness J.*, vol. 3, no. 1, pp. 28–36, 2015, doi: <https://doi.org/10.37046/jaj.v3i1.11172>.
- [5] A. A. R. Madushanki *et al.*, "Internet of Things for Smart Agriculture in Nigeria and Africa: A Review," *Sustain.*, vol. 12, no. 9, pp. 1–19, 2020, [Online]. Available: www.ijltemas.in.
- [6] C. Gnauer *et al.*, "A recommendation for suitable technologies for an indoor farming framework," *Elektrotechnik und Informationstechnik*, vol. 137, no. 7, pp. 370–374, 2020, doi: 10.1007/s00502-020-00824-7.
- [7] A. Novianto and A. W. Setiawan, "Pengaruh Variasi Sumber Cahaya LED terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada dengan Sistem Budidaya Hidroponik Rakit Apung," *Agric*, vol. 31, no. 2, pp. 191–204, 2020, doi: 10.24246/agric.2019.v31i2.p191-204.
- [8] S. Maseva, P. Utama, A. H. Sodik, and I. Rohmawati, "Pengaruh Lama Penyinaran Lampu LED dan Jenis Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Microgreens Bayam Merah," *J. Pertan. Agros*, vol. 26, no. 1, p. 102, 2024, doi: 10.37159/jpa.v26i1.4204.
- [9] M.; Yudhana, Anton; Ramadhani, A. C. Subrata; H. S. Purnama; U. A. Maajid; F. Noviyanto; and R. D. Puriyanto; "Instalasi Pemberi Nutrisi pada Tanaman Hidroponik," 2023.
- [10] Y. H.; Putra, D.; Triyanto, and Suhardi; "Sistem Pemantauan Dan Pengendalian Nutrisi, Suhu, Dan Tinggi Air Pada Pertanian Hidroponik Berbasis Website," *Coding J. Komput. dan Apl.*, vol. 6, no. 3, pp. 128–138, 2018, doi: 10.26418/coding.v6i3.29041.
- [11] H. Priyatman, S. Supriono, and A. Irwanto, "Aplikasi Teknologi IoT pada WTP (Water Treatment Plant) Sistem Pendingin Air pada Mesin Pembangkit Guna Menjaga Nilai pH dan TDS untuk Kualitas Air," *Transmisi*, vol. 24, no. 3, pp. 106–113, 2022, doi: 10.14710/transmisi.24.3.106-113.
- [12] M. N. Zul Hazmi and R. Sumiharto, "Implementasi Kontrol Nutrisi Dan pH Pada Hidroponik Cerdas Berbasis Arduino Dan JST," *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst.*, vol. 13, no. 2, p. 159, 2023, doi:

- 10.22146/ijeis.86268.
- [13] J. Yu, G. ; Wang, and Q. ; Yang, "An improved median filter algorithm based on light sensor," 2012, [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6359224>.
- [14] G.-D. Park and J. Lee, "Performance Improvement of a Pressure Sensor Using Fast Median Algorithm," *Int. J. Precis. Eng. Manuf.*, vol. 23, pp. 459–468, 2022.
- [15] L. ; Mutaaranwa and M. Nleya, "An efficient median filter in a robot sensor soft ip-core," 2013, [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6757651>.
- [16] Musayyanah, Harianto, Y. R. Adrianto, and H. Budiardjo, "Sistem HIPOI 1.0: Hidroponik Indoor Berbasis Internet of Things untuk Tanaman Selada dengan Teknik NFT," *ELECTRON J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 1, pp. 59–68, 2024, doi: 10.33019/electron.v5i1.113.

Plagiasi Artikel TRANSMISI

ORIGINALITY REPORT

5%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universitas Bengkulu Student Paper	2%
2	"IoT-based Intelligent Modelling for Environmental and Ecological Engineering", Springer Science and Business Media LLC, 2021 Publication	<1%
3	conference.unsri.ac.id Internet Source	<1%
4	journal.universitaspahlawan.ac.id Internet Source	<1%
5	Irfan Ricky Afandi, Dimas Febriawan, Annisa Shifah Fauziah Faturhoman, Fasya Nazihah, Muhammad Ardhi Andreansyah, Bima Alfian. "Aplikasi SIPEDRO 1.0 untuk pemantauan hidroponik dengan platform blynk terintegrasi ESP32", TEKNOSAINS : Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika, 2023 Publication	<1%
6	garuda.ristekbrin.go.id Internet Source	<1%

7	publikaciotar.uni-bge.hu Internet Source	<1 %
8	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
9	jurnal.unmuhjember.ac.id Internet Source	<1 %
10	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	<1 %
11	repository.unsri.ac.id Internet Source	<1 %
12	repository.upi.edu Internet Source	<1 %
13	www.neliti.com Internet Source	<1 %
14	www.scribd.com Internet Source	<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On