

PERANCANGAN SISTEM SMART PLANT MONITORING (SPM) UNTUK GREENHOUSE MELON HIDROPONIK DUTCH BUCKET SYSTEM BERBASIS HUMAN MACHINE INTERFACE

*Aldi Arga Yudha¹, Munadi¹, Ismoyo Haryanto²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: aldiariga37@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini berpusat pada perancangan sebuah sistem monitoring pada budidaya melon hidroponik dengan metode *dutch bucket system*. Latar belakang penelitian ini adalah tingginya nilai ekonomi dan permintaan melon, serta tantangan dalam budidaya konvensional yang memerlukan kontrol intensif terhadap berbagai parameter pertumbuhan tanaman. Tujuan dilakukannya penelitian ini untuk merancang dan mengembangkan *Smart Plan Monitoring* (SPM) yang terintegrasi dengan *human machine interface* untuk budidaya hidroponik melon menggunakan metode *dutch bucket* dalam *greenhouse*. Sistem monitoring yang diusulkan menggunakan kombinasi sensor untuk mengukur suhu, kelembapan, intensitas cahaya, kadar oksigen terlarut, pH, dan total padatan terlarut (TDS) di dalam air. Data dari sensor dikumpulkan oleh mikrokontroler Arduino Mega dan ditampilkan melalui *human machine interface* (HMI) memungkinkan pemantauan *real-time*. Penelitian ini melibatkan kalibrasi dan validasi berbagai sensor termasuk PH4502-C, TDS, DS18B20, DF Robot D.O, SHT31, dan BH1750. *Smart Plant Monitoring* terdiri dari tiga bagian: slave, master 1, dan master 2 yang saling terhubung melalui RS485 untuk transmisi data yang efisien. Setiap sensor diuji untuk memastikan keakuratan dan konsistensi data yang dihasilkan. Penggunaan HMI memudahkan pengguna dalam memantau data sensor dan mengurangi risiko kegagalan panen. Kesimpulan utama dari penelitian ini yaitu sistem yang dikembangkan dapat beroperasi secara normal sehingga dapat memantau parameter-parameter penting untuk pertumbuhan dan perkembangan melon. Saran pengembangan meliputi penambahan sistem kontrol otomatis untuk mempertahankan parameter dalam batas normal, sehingga lebih mempermudah pengelolaan tanaman bagi petani.

Kata kunci: *greenhouse; human machine interface (hmi); smart plant monitoring*

Abstract

This research is centered on the design of a monitoring system on hydroponic melon cultivation with *dutch bucket system* method. The background of this study is the high economic value and demand for melons, as well as challenges in conventional cultivation that require intensive control of various plant growth parameters. The purpose of this study is to design and develop a *Smart Plan Monitoring* (SPM) that is integrated with the *human machine interface* for hydroponic cultivation of melons using the *dutch bucket* method in a *greenhouse*. The proposed monitoring system uses a combination of sensors to measure temperature, humidity, light intensity, dissolved oxygen levels, pH, and total Dissolved Solids (TDS) in the water. Data from the sensors is collected by the Arduino Mega microcontroller and displayed via the *human machine interface* (HMI) enabling *real-time* monitoring. The study involved calibration and validation of various sensors including PH4502-C, TDS, DS18B20, DF Robot D.O, SHT31, and BH1750. Each sensor is tested to ensure the accuracy and consistency of the data generated. *Smart Plant Monitoring* consists of three parts: slave, master 1, and master 2 which are interconnected via RS485 for efficient data transmission. The results showed that the smart plant monitoring system can monitor environmental conditions well, ensuring that important parameters for melon growth remain within optimal limits. The use of HMI allows users to monitor sensor data and reduce the risk of crop failure. The main conclusion of this study is that the system developed can operate normally so that it can monitor important parameters for the growth and development of melons. Development suggestions include the addition of an automated control system to maintain parameters within normal limits, making crop management easier for farmers.

Keywords: *greenhouse; human machine interface (hmi); smart plant monitoring*

1. Pendahuluan

Cucumis melo L. atau yang lebih dikenal dengan buah melon, merupakan salah satu buah-buahan paling digemari oleh masyarakat vitamin karena memiliki kandungan dan kadar air tinggi. Melon merupakan salah satu komoditi hortikultura yang memiliki nilai ekonomi cukup tinggi dan menguntungkan untuk dijadikan sebagai sumber pendapatan petani karena umur panennya singkat [1].

Pembudidayaan buah melon bisa dilakukan secara konvensional (lahan terbuka) maupun secara hidroponik. Hidroponik merupakan cara bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai media utamanya, tetapi menggunakan

air. Fungsi tanah digantikan oleh air yang mengalir dengan menambah nutrisi dan oksigen pada media hidroponiknya [2]. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam hidroponik buah melon adalah metode *Dutch Bucket* dengan media tanam hidroton. Keunggulan dari penggunaan media tersebut adalah drainase dan penyimpanan nutrisi yang baik serta dapat digunakan berulang-ulang sehingga dapat mengurangi biaya produksi [3].

Pembudidayaan melon secara hidroponik di dalam *greenhouse* dapat menghasilkan kualitas melon yang lebih baik dibandingkan dengan pembudidayaan konvensional di lahan terbuka. Selain itu, waktu panennya bisa lebih cepat, dikarenakan serangan hama dapat lebih mudah dikendalikan, juga kebutuhan-kebutuhan yang dibutuhkan oleh tanaman melon dalam proses pertumbuhannya bisa lebih mudah dikontrol di dalam *greenhouse* (Supriyanta, dkk, 2021). Kebutuhan dalam proses pertumbuhan melon mencakup beberapa hal seperti, pengecekan nutrisi, pH, suhu air, kelembapan, suhu lingkungan, serta intensitas cahaya, Saat ini *monitoring* kebutuhan tersebut kebanyakan masih dilakukan secara manual yang menghabiskan banyak waktu dan tenaga [4].

Padahal era revolusi industri 5.0 seperti sekarang konsep integrasi teknologi canggih seperti AI, Sensor, dan teknologi robot lain sudah banyak diterapkan di bidang industri, kesehatan, dan pertanian. Tujuan penggunaan teknologi tersebut adalah meningkatkan efektivitas produksi dan mempermudah pekerjaan. Maka dari itu, dalam penelitian ini penulis akan membuat sebuah sistem monitoring kondisi *greenhouse* hidroponik buah melon menggunakan gabungan beberapa sensor, komputasi, serta beberapa perangkat yang terhubung satu sama lain, dan nantinya dapat terhubung ke sebuah LCD *Human Machine Interface* (HMI) sehingga parameter yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh dapat diketahui.

Harapannya perancangan ini dapat lebih memudahkan petani melon dalam membudidayakan buah melon karena bisa memantau parameter yang dibutuhkan tanaman, serta kerugian-kerugian akibat gagal panen atau tanaman melon yang mati dapat diminimalisir dan proses produksi tanaman melon dapat berlangsung secara optimal.

2. Material dan Metode Penelitian

2.1 Proses pembuatan nano precipitated calcium carbonate (NPCC)

Pada proses kalibrasi ini diawali dengan mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan. Alat dan bahan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Alat dan Bahan

Alat	Bahan
<ul style="list-style-type: none"> • Laptop • pH Meter • TDS Meter • Termometer air • Sensor DO9100 • Sensor AS847 • Sensor LM-8010 	<ul style="list-style-type: none"> • HMI Nextion NX8048k050 • Gravity TDS Analog Sensor • PH 4502-C • DF Robot D.O Sensor • DS1820b • SHT 31 • BH1750 • Arduino Nano • Arduino Pro Mega 2560 • RS 485

2.2 Kalibrasi

Proses kalibrasi dilakukan untuk mengubah nilai pembacaan voltase dari sensor PH 4502-C, DF Robot D.O Sensor menjadi besaran pH dan kadar oksigen terlarut (mg/m^3). Hasil kalibrasi yang baik tidak harus tepat sesuai dengan kalibrator, tetapi sesuai dengan toleransi yang sudah ditentukan [5]. Pada proses ini, terdapat beberapa tahapan yaitu mencatat hasil pembacaan voltase pada sensor dan pembacaan alat ukur dengan beberapa variasi pengujian, kemudian membuat grafik persamaan regresi linear yang akan menjadi acuan dalam membuat program untuk menampilkan nilai pembacaan sensor.

Prosedur kalibrasi berdasarkan voltase yang dihasilkan secara keseluruhan dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Siapkan perangkat keras, perangkat lunak, dan variasi pengujian untuk kalibrasi.
2. Hubungkan rangkaian sensor yang akan dikalibrasi ke software Arduino IDE.
3. Upload coding untuk kalibrasi ke-arduino nano.
4. Lakukan pengujian ke-beberapa variasi sampel.
5. Catat pembacaan voltase sensor pada serial monitor dan pembacaan alat ukur (kalibrator).
6. Setelah didapatkan data voltase sensor terhadap kalibrator, gunakan *software* Microsoft Excel atau MATLAB untuk mendapatkan hasil persamaan regresi linearnya.
7. Persamaan linear yang sudah didapatkan menjadi dasar untuk mengkonversi nilai voltase menjadi data pembacaan sensor yang nantinya diinput kedalam coding.
8. Selesai.



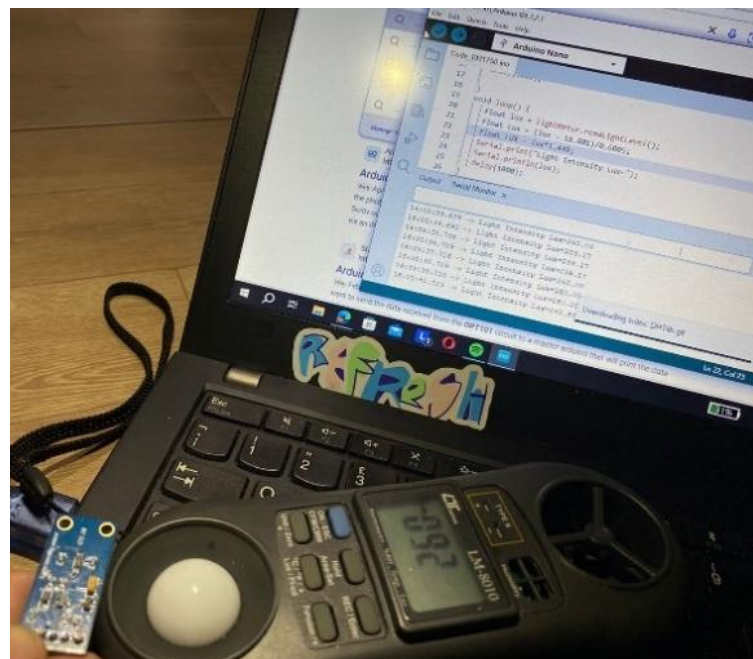
Gambar 1 Kalibrasi sensor PH4502-C

2.3 Validasi

Validasi data pembacaan sensor adalah proses yang penting pada akuisisi data dan pemrosesan data dari sistem multi sensor [6]. Proses validasi dilakukan untuk memastikan/memvalidasi nilai pembacaan sensor akurat dan presisi. Pada proses ini, terdapat beberapa tahapan yaitu mencatat hasil pembacaan sensor dan pembacaan alat ukur pembanding dengan beberapa variasi pengujian, kemudian membandingkan dan menghitung nilai eror relatifnya.

Prosedur validasi yang dilakukan secara keseluruhan dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Siapkan perangkat keras, perangkat lunak, dan variasi pengujian untuk kalibrasi.
2. Hubungkan rangkaian sensor yang akan divalidasi ke software Arduino IDE.
3. Upload coding untuk validasi ke-arduino nano.
4. Catat nilai pembacaan sensor pada serial monitor dan pembacaan alat ukur (kalibrator).
5. Setelah didapatkan data pembacaan sensor dan alat ukur, hitung eror relatif berdasarkan data yang diambil.
6. Untuk nilai eror relatif kurang dari 10% maka sensor dapat dikatakan akurat, tetapi jika nilai eror relatif lebih dari 10% sensor harus dikalibrasi ulang.
7. Selesai.



Gambar 2 Validasi sensor BH1750

3. Hasil dan Pembahasan

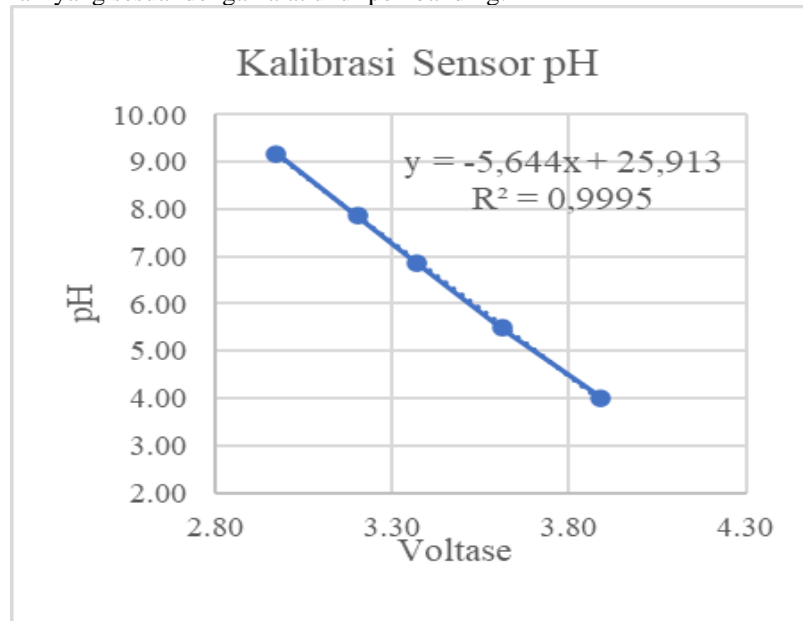
3.1 Hasil Kalibrasi dan Validasi Sensor PH4502-C

Sensor PH4502-C yang digunakan untuk menentukan nilai pH dengan skala 1 sampai 14 dikalibrasi sesuai prosedur yang sudah dijelaskan diatas [7]. Kalibrasi dilakukan dengan melakukan percobaan pada beberapa sampel air dengan pH yang berbeda-beda, kemudian sensor pH akan menampilkan nilai tegangan (voltase) yang digunakan sebagai dasar persamaan regresi linear untuk dimasukkan ke dalam coding pada Arduino Nano. Data hasil kalibrasi ditunjukkan oleh tabel 2.

Tabel 2 Data hasil kalibrasi sensor PH4502-C

Pengujian ke-	Voltase sensor	pH
1	3,89	4,01
2	3,61	5,48
3	3,37	6,86
4	3,20	7,86
5	2,97	9,18

Hasil dari kalibrasi voltase dengan pH pada tabel 2 selanjutnya diolah untuk mendapatkan persamaan linear yang dapat dilihat pada gambar 3. Persamaan linier yang didapat dari proses kalibrasi sensor PH4502-C ini adalah $y = -5,644x + 25,913$ lalu dimasukkan ke dalam *code* pada Arduino IDE. Setelah proses kalibrasi selesai, sensor PH4502-C sudah bisa membaca pH air yang sesuai dengan alat ukur pembanding.



Gambar 3 Grafik regresi linear sensor PH4502-C

Pengujian validasi pembacaan sensor PH4502-C dilakukan dengan membandingkan pembacaan pH antara sensor PH4502-C dengan pH meter. Data hasil validasi antara sensor PH4502-C dengan pH meter dapat dilihat pada tabel 3. Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat nilai rata-rata eror relatifnya sebesar 0.26%.

Tabel 3 Data hasil validasi sensor PH4502-C

Pengujian ke-	Waktu	pH meter	Sensor PH4502-C	Error Relatif (%)	Rata-rata error relatif (%)
1	11:47:53	3,97	4	0,76	0,26
2	11:57:01	5,41	5,41	0,00	
3	12:00:36	6,85	6,87	0,29	
4	12:05:50	7,88	7,86	0,25	
5	12:10:05	9,18	9,18	0,00	

3.2 Hasil Pengujian Sistem *Smart Plant Monitoring*

Smart plant monitoring menggunakan 4 sensor yang dipasang pada *dutch bucket system* dan 2 sensor yang dipasang pada lingkungan didalam *greenhouse* yang mengirimkan data ke main mikrokontroler setiap 1 detik untuk ditampilkan pada HMI. Data monitoring yang ditampilkan dari hasil pembacaan sensor pada sub-menu air adalah data temperatur air, data pH air, data kadar oksigen didalam air, dan data TDS air. Untuk sub-menu lingkungan data yang ditampilkan adalah data temperatur lingkungan, kelembapan udara, dan intensitas cahaya. HMI dapat menampilkan data pembacaan sensor dan beroperasi secara lancar. Data yang ditampilkan oleh HMI dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Tampilan HMI yang sudah dibuat

4. Kesimpulan

Penelitian ini memiliki kesimpulan bahwa kalibrasi dan validasi telah dilakukan pada seluruh sensor yang digunakan sehingga dapat diketahui keakuratan dari pembacaan sensor dengan nilai rata-rata eror relatif semua sensor kurang dari 10%. Selain itu, pengujian HMI sistem *Smart Plant Monitoring* didapatkan hasil bahwa sistem dapat beroperasi secara lancar dan optimal. Penelitian “Perancangan Sistem *Smart Plant Monitoring* (SPM) untuk *Greenhouse* Melon Hidroponik *Dutch Bucket System* Berbasis *Human Machine Interface*.” Untuk melengkapi penelitian sebelumnya [8] [9][10].

5. Daftar Pustaka

- [1] Annisa, P., & Gustia, H. (2018). Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Melon Terhadap Pemberian Pupuk Organik Cair *Tithonia diversifolia*. *Prosiding SEMNASTAN*, hal. 104–114.
- [2] Sapto Yuwono, S., & Basri, H. (2021). Kualitas Melon Hidroponik dengan Penggunaan Media Tanam dan Dosis Pemberian Unsur Magnesium. *AgriHumanis: Journal of Agriculture and Human Resource Development Studies*, 2(1), 55–60. <https://doi.org/10.46575/agrihumanis.v2i1.92>
- [3] Rosman, A. S., Kendarto, D. R., & Dwiratna, S. (2019). Pengaruh Penambahan Berbagai Komposisi Bahan Organik Terhadap Karakteristik Hidroton Sebagai Media Tanam. *Jurnal Pertanian Tropik*, 6(2), 180–189. <https://doi.org/10.32734/jpt.v6i2.3125>
- [4] Supriyanta, B., Kodong, F. R., Widowati, I., & Siswanto, F. A. (2021). *Hidroponik Melon*.
- [5] Justo Alonso M, Madsen H, Liu P, Jørgensen RB, Jørgensen TB, Christiansen EJ, et al. Evaluation of low-cost formaldehyde sensors calibration. *Build Environ*. 2022 Aug 15;222.
- [6] Pires IM, Garcia NM, Pombo N, Flórez-Revuelta F, Rodríguez ND. Validation Techniques for Sensor Data in Mobile Health Applications. Vol. 2016, *Journal of Sensors*. Hindawi Limited; 2016.
- [7] Araneta AAS. Design of an Arduino-Based Water Quality Monitoring System. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*. 2022 Mar 30;11(3):152–65.
- [8] Muhaimin MY, Rahma Annisa A, Montolalu B. Rancang Bangun Smart System Green House untuk Budidaya Melon Berbasis PLC. *Journal of Technology and Informatics (JoTI)*. 2022 Oct 31;4(1):26–30.

- [9] Nalendra A, M. Mujiono MM, Wahyudi D. IPTEK Kontrol Nutrisi dan Monitoring Lingkungan Tanaman Hortikultura Pada Kelompok Tani Melon Binaan P4S PTO Kediri. *Kontribusi: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*. 2023 Nov 30;4(1):170–81.
- [10] Salfikar I, Hamar J, Studi Mekatronika Politeknik Aceh Jl Politeknik Aceh P, Raya P, Aceh B. Rancang Bangun Alat Monitoring Nutrisi Kebun Hidroponik. *Jurnal J-Innovation*. 2021;10(2).