



OTOMATISASI SISTEM PENGENDALIAN DAN PEMANTAUAN KADAR NUTRISI AIR MENGGUNAKAN TEKNOLOGI NODEMCU ESP8266 PADA TANAMAN HIDROPONIK

Marisa¹, Carudin², Ramdani³

¹Teknik Informatika, STMIK Bani Saleh

²Manajemen Informatika, STMIK Bani Saleh

³Teknik Komputer, STMIK Bani Saleh

Bekasi, Jawa Barat, Indonesia

marisabanisaleh@gmail.com, carudin2905@gmail.com, ramdaniabenk2013@gmail

Abstract

The number of evictions of agricultural land to be used as buildings, offices and settlements has become narrow and agricultural land is reduced, so that farmers are now starting to grow a lot of crops using the hydroponic method, where this hydroponic method is a method of farming without soil elements. However, this hydroponic method requires intensive checking to monitor the condition of nutrient levels in the water so that plants grow well. This is a serious problem among hydroponic farmers because if the nutrient levels in the water do not match the needs of the type of plant, it will cause the death of the plant. Lettuce hydroponic plants require a water nutrient dose (PPM) of 560 – 840. If the PPM value exceeds the ideal value in the nutrient solution, it will result in reduced water absorption by lettuce plants so that the food formation process (photosynthesis) is disrupted. Meanwhile, if the PPM/EC value is smaller than the ideal value, the lettuce growth process will be hampered. Therefore, an automation control and monitoring system was made using the Deep Flow Technique method in adjusting the nutrient dose based on the concentration value by converting the PPM value on hydroponic plants according to the age of the plant. the system that is made can control the volume of nutrients well so as to achieve ideal nutritional conditions.

Keywords: Hydroponic, PPM (Part Per Million), Nutrition, NodeMCU ESP8266, Deep Flow Technique

Abstrak

Banyaknya pengusuran lahan pertanian untuk dijadikan gedung, perkantoran dan pemukiman menjadi sempitnya dan berkurangnya lahan pertanian, sehingga para petani saat ini mulai banyak bercocok tanaman menggunakan metode hidroponik, dimana metode hidroponik ini adalah metode bercocok tanam tanpa unsur tanah. Akan tetapi metode hidroponik ini memerlukan pengecekan secara intensif untuk memantau kondisi kadar nutrisi dalam air agar tanaman tumbuh dengan baik. Hal ini menjadi permasalahan yang serius di kalangan petani hidroponik karena jika kadar nutrisi dalam air tidak sesuai dengan kebutuhan jenis tanaman mengakibatkan kematian pada tanaman tersebut. Adapun tanaman hidroponik selada membutuhkan takaran nutrisi air (PPM) sebesar 560 – 840. Jika nilai PPM melebihi nilai ideal pada larutan nutrisi maka mengakibatkan penyerapan air oleh tanaman selada akan berkurang sehingga terganggunya proses pembentukan makanan (fotosintesis). Sedangkan jika nilai PPM/EC lebih kecil dari nilai ideal akan mengakibatkan proses pertumbuhan tanaman selada menjadi terhambat. Oleh sebab itu dibuatkan otomatisasi sistem pengendalian dan pemantauan dengan menggunakan metode *Deep Flow Technique* dalam mengatur takaran nutrisi berdasarkan nilai kepekatan dengan cara melakukan konversi nilai PPM pada tanaman hidroponik sesuai dengan umur tanaman. sistem yang dibuat dapat mengendalikan volume nutrisi dengan baik sehingga mencapai kondisi nutrisi yang ideal.

Kata kunci: Hidroponik, PPM (Part Per Million), Nutrisi, NodeMCU ESP8266, Deep Flow Technique

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia teknologi saat ini semakin pesat dari perkembangan teknologi dunia industri sampai perkembangan teknologi di dunia pertanian, di mana saat ini

petani mulai menggunakan teknologi atau metode cocok tanam menggunakan media air atau biasa disebut dengan hidroponik. Hidroponik adalah teknik menanam menggunakan media air, di mana teknik budidaya tanaman

dengan memanfaatkan akar tanaman yang tumbuh pada larutan *nutrient* dan memiliki sirkulasi sehingga tanaman dapat memperoleh *nutrient* (larutan mineral) dan oksigen [1].

Permasalahan yang timbul pada cocok tanam menggunakan media air adalah sering terjadinya keterlambatan dalam pemantauan dan pemberian cairan nutrisi ke dalam air dikarenakan pengecekan hanya mengandalkan alat TDS meter dan PH meter yang dilakukan secara manual [2]. Petani harus mengecek secara rutin untuk mengetahui kondisi kadar nutrisi dalam air, jika hasil pengecekan dihasilkan kadar nutrisi dalam air tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman maka petani harus memberikan larutan nutrisi secara manual dengan menuangkan cairan nutrisi ke dalam bak penampungan air yang kemudian di cek kembali dengan TDS meter untuk memastikan kadar nutrisi sesuai standar kebutuhan tanaman. Keterlambatan pemberian nutrisi pada tanaman hidroponik akan mengakibatkan penguningan pada daun bahkan mengakibatkan tanaman menjadi mati.

Bagaimana melakukan pengecekan kadar nutrisi dan pemberian larutan nutrisi secara otomatis sehingga tidak terjadi keterlambatan dalam pemberian cairan nutrisi ke dalam air, sehingga nutrisi dalam air tetap stabil sesuai standar kebutuhan tanaman tersebut. Untuk menjaga agar tidak terjadi keterlambatan dalam pemberian cairan nutrisi pada tanaman hidroponik perlu dibuatkan alat otomatisasi sistem pemantauan dan pengendalian kadar nutrisi dengan menggunakan metode *deep flow technique* pada tanaman hidroponik [3].

Hidroponik

Hidroponik merupakan suatu teknologi budidaya tanaman dengan mengendalikan unsur hara pada kandungan air. Dapat dilakukan tanpa menggunakan media tanah, yaitu dengan memberikan larutan nutrisi yang terkontrol, dan dapat dilakukan dengan menggunakan media tanam atau tanpa media tanam [4]. Tanaman hidroponik cocok dibudidayakan pada kalangan rumah tangga maupun kalangan industri. Hidroponik memiliki kelebihan adalah: [5]

1. Tidak membutuhkan tempat yang luas
2. Kebutuhan air, unsur hara, dan sinar matahari dapat disesuaikan dengan jenis dan kebutuhan tanaman, baik secara manual, mekanis maupun elektrik.
3. Pengendalian hama lebih mudah.
4. Kebutuhan tempat dan energi menjadi dihemat.
5. Lebih dari satu tanaman dapat ditanam.
6. Lingkungan dan tanaman lebih bersih

7. Komponen tertentu dapat digunakan berulang kali, seperti pecahan bata, perlit dan pecahan karang.

Deep Flow Technique

DFT adalah teknik hidroponik yang memanfaatkan air sebagai media tanam dengan dibuatkan kolam untuk kemudian diberikan nutrisi di dalamnya. Tanaman dengan teknik hidroponik ini dibudidayakan dalam saluran yang terus menerus dialiri larutan nutrisi dengan tinggi media air 4-6 cm, dimana akar tanaman terendam dalam larutan nutrisi. Dengan menggunakan alat bantu pipa dan pompa nutrisi dialirkan ke setiap bak tanaman secara terus menerus [6].

Preprocessing Data Part per million (PPM)

PPM (*parts per million*) adalah satuan konsentrasi, sedangkan PPB (*parts per billion*) adalah satuan yang digunakan sebagai satuan nirdimensi dari pecahan yang sangat kecil. Contohnya larutan dengan konsentrasi 21 ppm berarti setiap 1.000.000 bagian larutan hanya ada 21 bagian zat terlarut, jika dinyatakan dalam pecahan, konsentrasi yaitu $21/1000000$ atau 0.000021 . Pada satuan ini sering digunakan untuk menghindari kesulitan dalam menuliskan pecahan yang sangat kecil atau deret angka nol yang panjang.

TDS (Total Dissolve Solid) Meter

TDS Meter Adalah jenis sensor yang kompatibel yang berfungsi untuk mengukur takaran TDS pada air. TDS adalah merupakan takaran konsentrasi objek solid yang terlarut di dalam air. Semakin besar nilai takaran TDSnya maka air akan terlihat semakin keruh, begitu pula sebaliknya. Semakin kecil nilai takaran TDS nya maka air akan terlihat semakin jernih.

Memanfaatkan pin analog TDS sensor/meter dari Arduino. Sensor ini membutuhkan masukan tegangan antara 3.3 - 5V, serta *output* tegangan analog yang dihasilkan berkisar pada 0 - 2.3V. Sangat cocok untuk aplikasi manajemen kualitas air, hidroponik, dsb.[7]

Spesifikasi:

- 1) Arus kerja : 3 ~ 6 mA
- 2) Panjang Probe 83 cm
- 3) Input Tegangan: 3.3 ~ 5V
- 4) Output Tegangan : 0 ~ 2.3V
- 5) Skala TDS: 0 ~ 1000ppm
- 6) Akurasi: $\pm 10\%$ F.S. (25°C)
- 7) Modul Dimensi: 42 x 32 mm
- 8) Tipe Output: Tegangan Analog



Gambar 1. TDS Meter

NodeMCU ESP8266

NodeMCU yaitu *board* elektronik berbasis *chip* ESP8266 yang memiliki kemampuan menggantikan fungsi *microcontroller* serta dapat melakukan koneksi internet (*WiFi*). Memiliki beberapa pin *input* dan *output* sehingga dapat dikembangkan menjadi proyek yang berbasis IoT. Pada *board* NodeMCU ESP8266, terdapat *port* mini USB yang dapat mempermudah dalam proses *upload* pemrograman ke dalam *board* Nodemcu [8].



Gambar 2. Board NodeMCU

Adapun penelitian terdahulu yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Eko Agus Suprayitno, Rohman Dijaya dan M. Atho'illah (2019). Otomatisasi Sistem Hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*) Berbasis Arduino Android dengan Memanfaatkan Panel Surya sebagai Energi [9]. Hasil penelitian tersebut, antara lain:
 - a. Efisiensi penggunaan tenaga panel surya pada sistem hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*) otomatis yang telah menunjukkan hasil yang sesuai dengan perencanaan, yaitu pompa sirkulasi menyala selama 1 jam dari total estimasi perhitungan nyala pompa maksimal 2,38 jam.
 - b. Aplikasi *timer* nyala pompa otomatis berbasis android bekerja sesuai dengan perencanaan, sehingga untuk melakukan penjadwalan ulang tidak perlu mengubah program pada *microcontroller* nya, cukup dengan *smartphone* android.
2. Peneliti yang dilakukan oleh Yuga Hadfridar Putra, Dedi Triyanto dan Suhardi, Sistem Pemantauan dan

Pengendalian Nutrisi, Suhu dan Tinggi Air pada Tanaman Hidroponik Berbasis *Website* [10] Hasil penelitian tersebut adalah bahwa sistem secara keseluruhan dapat melakukan proses pengendalian dan menjaga kondisi suhu, nutrisi dan tinggi air pada pertanian hidroponik secara otomatis sesuai dengan pengaturan yang diinginkan oleh pengguna, saat tinggi air kurang dari batas minimal (5cm) maka pompa pengisian akan aktif, ketika tinggi air lebih dari batas maksimal (10cm) maka pembuangan akan aktif, saat suhu air kurang dari batas minimal (23°C) maka *heater* akan aktif, apabila suhu air lebih dari batas maksimal (27°C) maka kipas akan aktif, dan saat nutrisi kurang dari batas minimal (600ppm) maka pompa pupuk akan aktif hingga batas maksimal (800ppm).

3. Pada penelitian ini pemantauan dari nutrisi, suhu dan tinggi pada air dalam pertanian hidroponik dapat dilihat pada antarmuka berbasis *website*. Dimana proses pengiriman data dari perangkat keras ke perangkat lunak agar dapat ditampilkan pada antarmuka *website* dilakukan oleh NodeMCU.
4. Peneliti yang dilakukan oleh Zetry Buana, Oriza Candra dan Elfizon, Sistem Pemantauan Tanaman Sayur Dengan Media Tanam Hidroponik Menggunakan Arduino [11]. Hasil penelitian tersebut adalah alat sistem pemantauan tanaman sayur ini telah dibuat dan dapat digunakan serta berfungsi dengan baik. Sensor pH dapat bekerja dengan baik dalam mendeteksi keasaman (pH). Sistem pemantauan tanaman sayur ini dapat menstabilkan keasaman pada cairan nutrisi dengan bantuan pH UP dan pH DOWN.

2. METODE PENELITIAN

Hasil dari melakukan penelitian menggunakan pendekatan ilmiah yaitu suatu cara untuk mengetahui hasil dari suatu masalah tertentu, masalah ini merupakan salah satu dari permasalahan yang harus dituntaskan, maka dari itu dengan berbagai kriteria yang berbeda yang digunakan sebagai pemecahan masalah yang ada. Dari jenis metode dan dari sumber yang berbeda pula merupakan salah satu untuk memecahkan masalah [12].

Salah satu upaya untuk menyatukan persepsi tentang metode dan sistematika penelitian dalam penelitian ini adalah dengan mencari, mengumpulkan, mencatat, menganalisis dan mendiskusikan serta menemukan dan mengembangkan serta menguji kebenaran fakta dengan metode ilmiah dan metodis. tahapan detailnya adalah sebagai berikut:

2.1 Tahapan Perencanaan

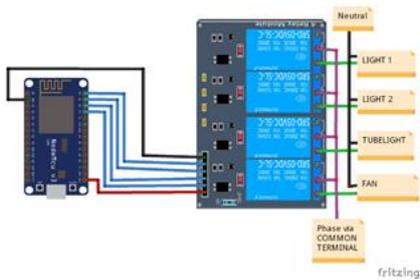
Tahapan ini menggunakan metode *prototype*, langkah-langkahnya yaitu:

a. Desain penelitian.

Tujuan dari tahapan desain yaitu bagian dari gambaran secara umum tentang sistem atau alat yang dibuat. Perancangan dimulai dengan blok diagram sistem, karakteristik perangkat keras, prinsip kerja alat, perancangan sistem, dan diagram aliran data.

b. Perancangan *Hardware*.

Dalam merancang suatu sistem untuk suatu alat hidroponik diperlukan suatu rancangan perangkat keras yang terdiri dari rangkaian NodeMCU, Relay Modul, sensor TDS meter. Berikut ini adalah gambar rangkaian perangkat keras:



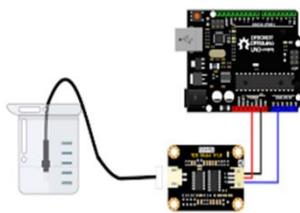
Gambar 3. NodeMcu dengan sensor meteran TDS

Di bawah ini adalah Tabel Rangkaian NodeMCU dan Relay sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel Nodemcu dan sirkuit relay

NodeMCU	Relay
VCC	5V
Pin D6	IN 2
Pin D5	IN 3
GND	GND

Dari tabel di atas, Anda dapat menggambarkan NodeMcu dengan sensor TDS meter seperti di bawah ini.



Gambar 4. NodeMcu dengan sensor meter TDS

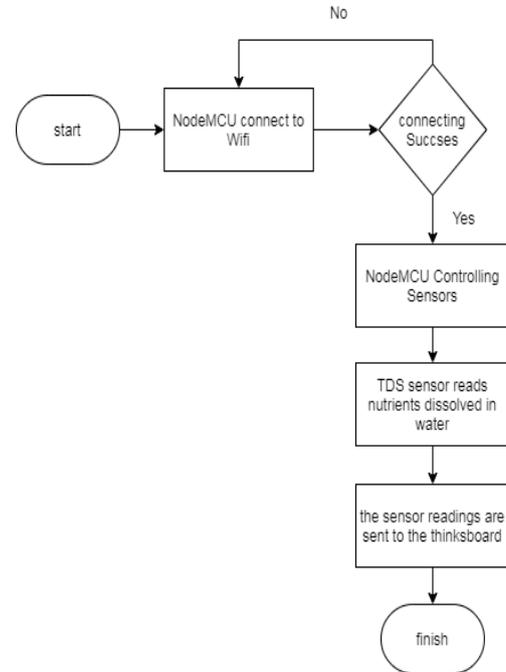
Di bawah ini adalah tabel rangkaian NodeMCU dan sensor TDS sebagai berikut.

Tabel 2. Tabel Sirkuit NodeMCU tabel dan sensor TDS

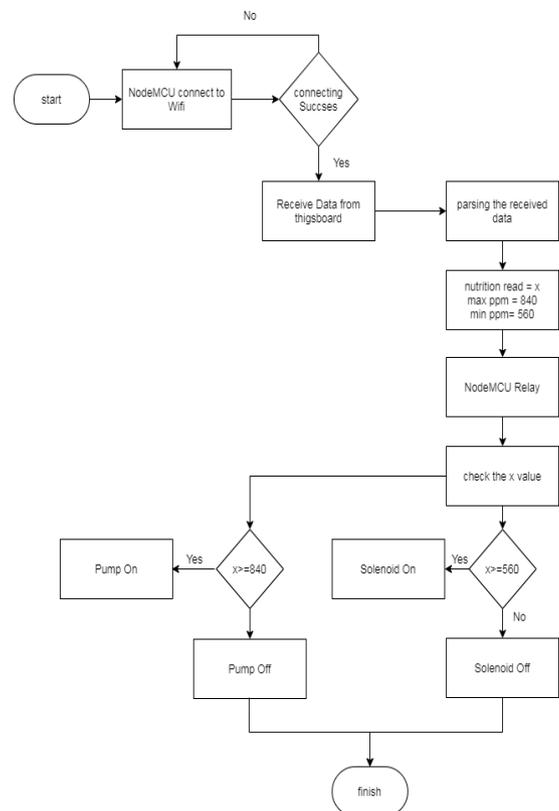
NodeMCU	Sensor TDS
A0	A

NodeMCU	Sensor TDS
GND	-
3V	+

c. Desain Sistem Software/ Kode Program.

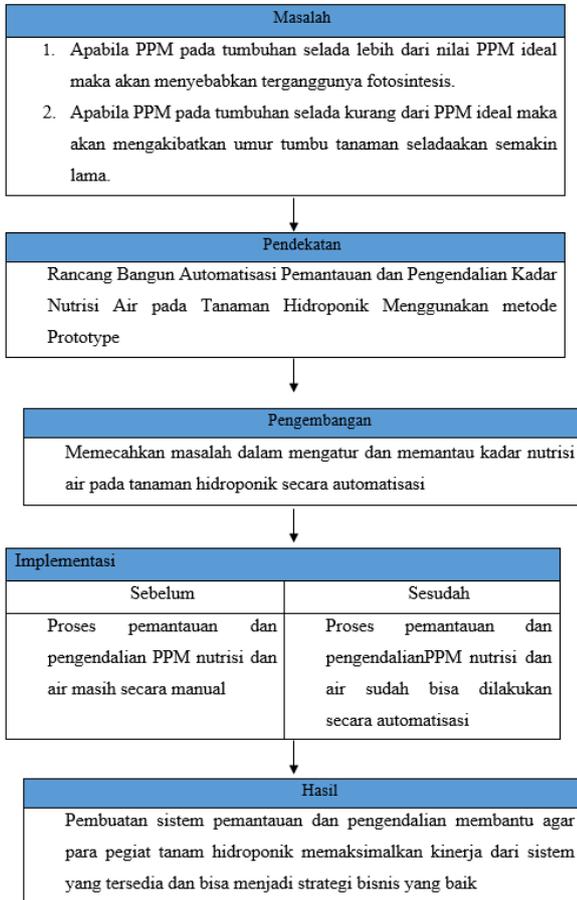


Gambar 5. Diagram alir sistem kerja sensor NodeMCU



Gambar 6. Diagram alir sistem kerja relay NodeMCU

Penelitian ini berawal dari kesulitan dalam mengumpulkan data dan informasi *monitoring* kadar hara pada tanaman hidroponik yang bersifat eksperimental sehingga data yang digunakan adalah data berdasarkan proses yang berjalan dengan sistem yang dibuat, dengan kerangka berpikir sebagai berikut : [13]



Gambar 7. Kerangka Pemikiran

2.2 Teknik Analisis

Alat ini dirancang untuk dapat mengontrol kadar nutrisi pada tanaman hidroponik pada selada. Untuk mengukur tingkat konsentrasi pada larutan nutrisi digunakan sistem PPM hidroponik sebagai penyesuaian kebutuhan dari nutrisi sesuai dengan tumbuh kembang tanaman. Alat ukur unsur hara PPM tersebut harus menyesuaikan berdasar kebutuhan usia tanaman.

Saat suhu kurang dari suhu yang disetel, alat pemanas akan menyala sebagai penghangat, kemudian sistem akan mengirimkan data ke aplikasi pada *smartphone* Android sebagai informasi pada tampilan. Berikut ini adalah permasalahan dan solusi dari sistem pengendalian dan monitoring sistem nutrisi pada tanaman hidroponik saat ini.

Tabel 3. Tabel Analisis Masalah

Masalah	Larutan
a) 366/5000, Pengendalian nilai PPM masih manual sehingga apabila nilai PPM lebih dari ideal pada selada akan mengganggu fotosintesis.	Kemudian dibuat sistem pengendali nutrisi air pada tanaman hidroponik berdasarkan nilai konsentrasi.
b) <i>Monitoring</i> nilai PPM harus dicek setiap hari agar sesuai sehingga ketika nilai PPM kurang dari ideal pada tanaman selada maka akan berakibat pada umur tumbuh tanaman selada.	

2.3 Sistem yang diusulkan

Proses pemantauan dan pengendalian PMP nutrisi air dapat dilakukan secara otomatis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perangkat Keras

Dalam mengimplementasikan bentuk fisik kerangka hidroponik menggunakan *microcontroller* NodeMcu dan *smartphone* android dengan harapan bisa bekerja dengan sesuai harapan.

Di bawah ini merupakan bentuk fisik *hardware* dan tampilan *website* alat pengontrol nutrisi air pada tanaman hidroponik menggunakan *microcontroller* NodeMcu dan *Smartphone* Android.



Gambar 8. Tampilan Perangkat Keras Bagian Dalam

3.2 Perangkat Keras Tampilan Samping

Pada bagian ini terdapat informasi tentang pengkabelan kabel dan beberapa tombol perintah *on/off* sebagai berikut:

- 1) Kabel-kabel ke solenoida
- 2) Kabel-kabel ke pompa
- 3) Kabel-kabel ke pompa sirkulasi
- 4) Tombol hidup untuk manual dan mati untuk otomatis
- 5) Pompa sirkulasi tombol *on/off*
- 6) 2 colokan untuk menjalankan NodeMcu
- 7) Dan colokan untuk memberikan perintah menggunakan kabel data di NodeMcu



Gambar 9. Perangkat Keras Tampilan Samping

3.3 Kepala Bagian Perangkat Keras Layar

Pada bagian atas terdapat beberapa tombol dan lampu LED sebagai berikut :

- 1) Tombol *on/off* untuk menghidupkan semua perangkat
- 2) Lampu LED berwarna kuning sebagai indikator manual
- 3) Lampu LED hijau sebagai indikator otomatis
- 4) Tombol hijau untuk operasi solenoida manual
- 5) Tombol kuning untuk memulai pompa secara manual



Gambar 10. Tampilan Perangkat Keras Atas

3.4. Perangkat Keras Layar Secara Keseluruhan

Pada bagian ini terdapat kabel steker untuk menghantarkan listrik sehingga perangkat dapat diatur ke *On/Off*. Serta kabel sensor TDS meter untuk mengukur kadar nutrisi dalam air pada tanaman hidroponik.



Gambar 11. Tampilan Perangkat Keras Secara Keseluruhan

Pada bagian ini terdapat:

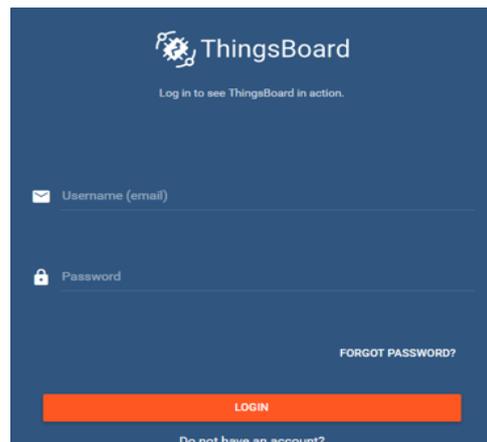
- 1) Kabel steker untuk menghantarkan listrik sehingga perangkat dapat diatur ke *on/off*
- 2) Kabel sensor TDS meter untuk mengukur kadar nutrisi dalam air pada tanaman hidroponik

3.5 Tampilan Perangkat Keras Secara Keseluruhan



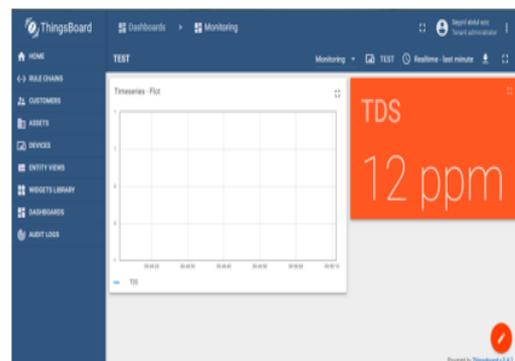
Gambar 12. Tampilan Perangkat Keras Secara Keseluruhan dengan perangkat

3.6 Tampilan *Login* di Papan Hal



Gambar 13. Tampilan *Login* pada *Thingsboard*

3.7 Tampilan *Dashboard* di Papan Hal



Gambar 14. Tampilan *Dashboard* pada *Thingsboard*

4. PENGUJIAN

Pada pengujian sistem pada penelitian ini terdapat 2 pengujian yaitu pengujian air dengan nutrisi dan pengujian data *hardware* seperti yang dijelaskan sebagai berikut :

4.1 Menguji Air dengan Nutrisi

Berikut ini adalah hasil pengujian sebelum dan sesudah air biasa dicampur dengan nutrisi AB mix untuk mendapatkan nilai PPM yang ideal menurut tanaman selada hidroponik yaitu 560 – 840 PPM, dibutuhkan waktu 30 menit dengan pompa sirkulasi berjalan terus menerus dan mendapat kestabilan nilai 612 PPM.

Tabel 4. Tabel Pengujian Air Nutrisi

No	Pengujian	Waktu	Nilai PPM	Hasil
1	Air Biasa	-	220 PPM	220 PPM
2	Nutrisi AB Mix	-	6000-8000 PPM	6000-8000 PPM
3	Air Biasa dengan Nutrisi AB Mix	5 Menit	220 PPM	282 PPM
4	Air Biasa dengan Nutrisi AB Mix	10 Menit	282 PPM	364 PPM
5	Air Biasa dengan Nutrisi AB Mix	15 Menit	364 PPM	416 PPM
6	Air Biasa dengan Nutrisi AB Mix	20 Menit	416 PPM	478 PPM
7	Air Biasa dengan Nutrisi AB Mix	25 Menit	478 PPM	540 PPM
8	Air Biasa dengan Nutrisi AB Mix	30 Menit	540 PPM	612 PPM

4.2 Menguji Data Perangkat Keras

Berikut ini adalah pengujian *black box*. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan hasil baik *Hardware* maupun *software* apakah sudah memenuhi kebutuhan atau tidak. Tabel di bawah ini menunjukkan setiap perangkat keras berfungsi dengan baik.

Tabel 5. Tabel Pengujian Perangkat Keras Data

No	Implementasi	Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1	NodeMCU	Diberikan perintah untuk koneksi WIFI yang diset dan mengirim data sensor ke <i>thingsboard</i>	Dapat tersambung WIFI dan mengirim data sensor ke web server	Sesuai Harapan
2	Sensor TDS meter	Diberikan perintah membaca nilai ppm pada air yang telah dicampur nutrisi	Memberikan nilai ppm sesuai dengan perintah pada NodeMcu dan dapat dipantau pada <i>Thingsboard</i>	Sesuai Harapan
3	Relay Pompa	Diberikan perintah untuk menyalakan solenoid sesuai ppm yang di set yaitu <= 560	Solenoid hidup sesuai data ppm yang di set yaitu <= 560	Sesuai Harapan
4	Relay Pompa	Diberikan perintah untuk menyalakan pompa sesuai ppm yang di set yaitu >= 840	Pompa hidup sesuai data ppm yang di set yaitu >= 840	Sesuai Harapan
5	Relay Pompa Sirkulasi	Diberikan tombol <i>on/off</i> untuk menyalakan dan mematikan pompa sirkulasi sesuai kebutuhan	Pompa sirkulasi mati dan hidup sesuai kebutuhan	Sesuai Harapan
6	Solenoid secara manual	Diberikan tombol <i>on/off</i> untuk menyalakan dan mematikan Solenoid sesuai kebutuhan	Pompa Solenoid mati dan hidup sesuai kebutuhan	Sesuai Harapan
7	Pompa secara manual	Diberikan tombol <i>on/off</i> untuk menyalakan dan mematikan pompa sesuai kebutuhan	Pompa mati dan hidup sesuai kebutuhan	Sesuai Harapan
8	LED warna kuning	Di set ketika Manual menyala	Lampu LED menyala ketika Manual	Sesuai Harapan
9	LED warna hijau	Di set ketika Auto menyala	Lampu LED menyala ketika Auto	Sesuai Harapan

5. KESIMPULAN

Hasil akhir pada penelitian yang telah dilakukan yaitu perancangan prototipe dan alat otomatisasi untuk pengontrolan dan pemantauan kadar nutrisi air menggunakan sensor NodeMCU dan TDS dapat mengontrol ppm air, dan hal ini sangat membantu para penggiat tanaman hidroponik dalam mengontrol ppm air. sesuai dengan tanaman yang akan ditanam. Pengujian prototipe alat otomatisasi *monitoring* dan pengontrolan kadar hara air yang telah dibuat dapat disimpulkan sebagai berikut: Pada kondisi ppm <560 Solenoid yang mengandung nutrisi akan menyala dan pada ppm > 560 Solenoid akan mati. Pada kondisi ppm > 840 pompa akan menyala dan pada ppm <840 pompa akan mati. Proses pengiriman dan penerimaan data dari *Thingsboard* terhubung ke WIFI. Web pada *Thingsboard* dapat memantau ppm dalam proses pencampuran nutrisi dan air.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Sharma, S. Acharya, K. Kumar, N. Singh, and O. P. Chaurasia, "Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: An overview," *J. Soil Water Conserv.*, 2018, doi: 10.5958/2455-7145.2018.00056.5.
- [2] C. Maucieri, C. Nicoletto, R. Junge, Z. Schmutz, P. Sambo, and M. Borin, "Hydroponic systems and water management in aquaponics: A review," *Italian Journal of Agronomy*. 2018, doi: 10.4081/ija.2017.1012.
- [3] B. König, J. Janker, T. Reinhardt, M. Villarroel, and R. Junge, "Analysis of aquaponics as an emerging technological innovation system," *J. Clean. Prod.*, vol. 180, pp. 232–243, 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.01.037.
- [4] R. Agustina, "Pengaruh Komposisi Media Dan Nutrisi Hidroponik Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Selada Hijau (*Lactuca sativa* Var. L)," *J. Agrium Unimal*, vol. 1, no. M, 2019, [Online]. Available: <https://ojs.unimal.ac.id/index.php/agrium/article/view/1938>.
- [5] I. S. Roidah, "Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik," vol. 1, no. 2, pp. 43–50, 2014.
- [6] A. Kurniawan and H. A. Lestari, "SISTEM KONTROL NUTRISI FLOATING HYDROPONIC SYSTEM KANGKUNG (*Ipomea reptans*) MENGGUNAKAN INTERNET OF THINGS BERBASIS TELEGRAM," *J. Tek. Pertan. Lampung (Journal Agric. Eng.)*, vol. 9, no. 4, p. 326, 2020, doi: 10.23960/jtep-1.v9i4.326-335.
- [7] D. Y. Ningrum, S. Triyono, and A. Tusi, "PENGARUH LAMA AERASI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN SAWI (*Brassica juncea* L.) PADA HIDROPONIK DFT (Deep Flow Technique)," *J. Tek. Pertan. Lampung*, vol. 3, no. 1, pp. 83–90, 2014.
- [8] Z. D. Dewi Lusita Hidayati Nurul, Rohmah F mimin, "Prototype Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet of Things (Iot)," *J. Tek. Inform.*, p. 3, 2019.
- [9] E. A. Suprayitno MT, R. D. M.Kom, and M. A. ST, "Otomasi Sistem Hidroponik DFT (Deep Flow Technique) Berbasis Arduino Android dengan Memanfaatkan Panel Surya sebagai Energi Alternatif," *Elinvo (Electronics, Informatics, Vocat. Educ.)*, vol. 3, no. 2, pp. 30–37, 2019, doi: 10.21831/elinvo.v3i2.21161.
- [10] Y. H. Putra, D. Triyanto, and Suhardi, "Sistem Pemantauan dan Pengendalian Nutrisi, Suhu, dan Tinggi Air Pada Pertanian Hidroponik," *J. Sist. Komput. Univ. Tanjungpura*, vol. 06, no. 03, pp. 128–138, 2018.
- [11] Dian Furqani Alifyanti *et al.*, "Alat Pendeteksi Kualitas Air Portable dengan Parameter pH , TDS dan Suhu Berbasis Arduino Uno," *J. Inov. Fis. Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 1751–1760, 2018, [Online]. Available: <https://ojs.unm.ac.id/mediaelektrik/article/view/14193%0Ahttp://ejournal.unp.ac.id/index.php/mining/article/view/102295%0Ahttps://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/inovasi-fisika-indonesia/article/view/34726/30872>.
- [12] Autoridad Nacional del Servicio Civil, "濟無No Title No Title No Title," *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., pp. 2013–2015, 2021.
- [13] O. O. Oyěwùmí *et al.*, "濟無No Title No Title No Title," *J. Mod. Afr. Stud.*, vol. 35, no. 17, p. 2104, 2016.