

OTOMATISASI SISTEM PENGENDALI HIDROPONIK DENGAN MENGGUNAKAN LAMPU LED UNTUK MEMPERCEPAT PERTUMBUHAN TANAMAN

HYDROPONIC AUTOMATION CONTROL SYSTEM USING LED LAMP FOR PROMOTING PLANT GROWTH

Davy Rachmandiaz Hartoyo¹, Randy Erfa Saputra², Fussy Mentari Dirgantara³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

davyrh@student.telkomuniversity.ac.id¹, resaputra@telkomuniversity.ac.id²,

fussymentari@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Hidroponik merupakan cara budidaya tanaman yang hanya membutuhkan air. Pada budidaya tanaman menggunakan hidroponik, pH air dan TDS (*Total Dissolved Solids*) nutrisi harus diperhatikan. Jika pH atau TDS tidak ideal maka pertumbuhan tanaman akan terhambat. Otomatisasi pada proses pemantauan dan pengendalian pH air dan TDS nutrisi akan sangat membantu pengguna. Sistem ini dirancang dengan menggunakan NodeMCU dan Arduino sebagai mikrokontroler dan sensor-sensor seperti sensor pH, sensor TDS dan sensor *ultrasonic*. Sensor berfungsi untuk memantau nilai pH, TDS, dan jarak sehingga tidak diperlukan lagi mengecek secara manual. Sistem ini menggunakan *mini water pump* untuk mengontrol nilai-nilai tersebut dengan cara memompa larutan solusi. Digunakan 7 larutan berbeda untuk menguji tingkat akurasi sensor pH dan sensor TDS. Berdasarkan pengujian tersebut, sensor pH memiliki perbedaan rata-rata 2% dari alat perbandingan, dan untuk sensor TDS memiliki perbedaan rata-rata 3.5%. Untuk pengujian sensor *ultrasonic* digunakan 11 perbandingan jarak yang sudah diukur dengan penggaris. Hasil dari pengujian sensor *ultrasonic* memiliki akurasi mencapai 100%. Untuk pengujian lampu LED, dilakukan penyemaian sawi putih dan caisim hanya menggunakan lampu. Dari hasil pengujian, pertumbuhan semai yang seharusnya 16 s.d. 18 hari dapat dipercepat menjadi 11 s.d. 13 hari. Dengan sistem ini, pengguna akan lebih dipermudah untuk menggunakan hidroponik.

Kata Kunci: Arduino, Hidroponik, NodeMCU, Sensor pH, Sensor TDS, Sensor *ultrasonic*

Abstract

Hydroponics is a method of plant cultivation that only needed water. Using hydroponic, water pH and TDS must be monitored. Plant growth will be hindered if water pH and TDS (*Total Dissolved Solids*) are not ideal. Automation in monitoring and controlling water pH and TDS will help users considerably. This system was designed using Arduino and NodeMCU as microcontrollers and sensors such as pH sensor, TDS sensor, and Ultrasonic sensor. Sensors function is for monitoring pH, TDS, and distance values, so there is no need to monitor them manually. This system uses a mini water pump to pump the solution for controlling the values. Seven different solutions were used for pH and TDS sensors accuracy testing. Based on the testing, pH sensor has a 2% average difference, and the TDS sensor has a 3.5% average difference. For ultrasonic sensor accuracy testing, used 11 different distances, which have already been measured with a ruler. The result is, the ultrasonic sensor has 100% accuracy. For LED testing, sowing Chinese cabbage and choy sum seed without being exposed to sun, only using LED. From the testing, sowing seed that takes 16 to 18 days could be 11 to 13 days faster. With this system, using hydroponic will be considerably easier for users.

Keywords: Arduino, Hydroponic, NodeMCU, pH sensor, TDS sensor, ultrasonic sensor

1. Pendahuluan

Hidroponik adalah salah satu cara budidaya tanaman yang tidak membutuhkan tanah. Pada budidaya tanaman menggunakan hidroponik, pH air dan TDS (*Total Dissolved Solids*) nutrisi harus diperhatikan secara terus menerus. Jika pH air dan TDS nutrisi tidak sesuai dengan kriteria dampak yang akan terjadi adalah tanaman tidak dapat tumbuh secara optimal. Pemantauan dan pengendalian pH air dan TDS nutrisi secara rutin sangat dibutuhkan, tetapi hal ini mungkin akan menjadi hambatan untuk kalangan yang tidak banyak memiliki waktu luang.

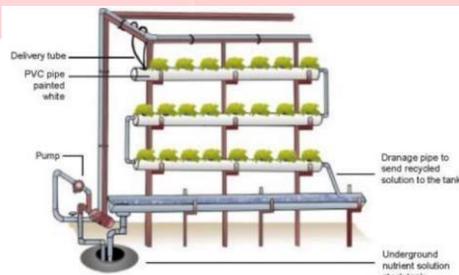
Dari permasalahan di atas, Dibutuhkan sebuah sistem yang dapat memantau dan mengendalikan pH air dan TDS nutrisi secara otomatis dan dapat mempercepat pertumbuhan tanaman. Otomatisasi pada proses pemantauan dan pengendalian pH air dan TDS nutrisi akan sangat membantu pengguna dalam budidaya menggunakan hidroponik.

Dengan demikian, pada penelitian tugas akhir ini yang berjudul “OTOMATISASI SISTEM PENGENDALI HIDROPONIK DENGAN MENGGUNAKAN LAMPU LED UNTUK MEMPERCEPAT PERTUMBUHAN TANAMAN” dilakukan dengan tujuan untuk menjawab permasalahan di atas. Dengan dibuat sistem untuk memantau pH air dan TDS nutrisi dan dapat mengendalikan TDS nutrisi secara otomatis dan mempercepat pertumbuhan tanaman menggunakan *Light Emitting Diodes (LED)*[1].

2. Dasar Teori

2.1 Hidroponik DFT

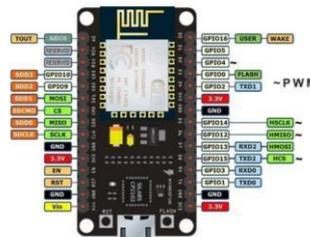
Sistem Hidroponik DFT adalah metode budidaya hidroponik dengan cara meletakkan akar tanaman pada genangan air yang ada di dalam pipa hidroponik. Pada metode DFT nutrisi akan di sirkulasi terus menerus selama 24 jam. Teknik DFT termasuk dalam teknik hidroponik tertutup. Biasanya teknik hidroponik DFT ini digunakan untuk budidaya tanaman daun dan sayur buah. Pada teknik DFT air nutrisi akan mengalir dan menggenang di dalam pipa sedalam 2 – 3 cm dan pada lubang pipa tanaman akan diletakkan menggunakan pot plastik untuk hidroponik, sehingga tanaman akan mendapatkan nutrisi yang mengalir[7].



Gambar 1. Hidroponik DFT[7]

2.2 NodeMCU

NodeMCU merupakan *firmware open-source* dan *development kit* menggunakan bahasa LUA dan biasanya digunakan untuk membuat prototipe dari proyek IoT. NodeMCU ini menggunakan ESP8266 WiFi sebagai SoC[3]. NodeMCU memiliki 17 Pin GPIO (*General Purpose Input/Output*). GPIO pin ini dapat bekerja sebagai PWM, I2C, SPI dan UART *serial communication*. Untuk memprogram mikrokontroler ini dapat menggunakan Arduino IDE[2].



Gambar 2. Pinout dari NodeMCU ESP8266[2]

2.3 Relay

Relay adalah saklar elektrik yang menggunakan elektromagnet (*coil*) dan mekanis (kontak *switch*) sebagai 2 komponen utamanya. *Relay* dapat menghantarkan arus yang lebih tinggi karena *relay* menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan saklar. Terdapat 4 jenis *relay* berdasarkan jumlah *pole* dan *throw*, yaitu *Single Pole Single Throw (SPST)*, *Single Pole Double Throw (SPDT)*, *Double Pole Single Throw (DPST)*, dan *Double Pole Double Throw (DPDT)*



Gambar 3. Relay[3]

2.4 Sensor pH SEN0161

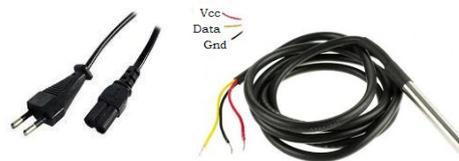
Sensor pH SEN0161 merupakan salah satu sensor utama untuk tugas akhir ini. Sensor pH SEN0161 berfungsi untuk mengukur pH air. Sensor ini dirancang untuk digunakan dengan Arduino dan memiliki koneksi dan fitur yang simpel[5]. pH adalah nilai keasaman yang dimiliki oleh larutan yang digunakan untuk menyatakan keasaman atau kebasaan larutan. pH air memiliki jangkauan dari 0 sampai 14. Jika pH air 0 maka derajat keasaman air itu tinggi, bila pH air 14 maka derajat kebasaan air tinggi[4].



Gambar 4. Sensor pH SEN0161[5]

2.5 Sensor TDS D.I.Y

Sensor TDS merupakan salah satu sensor utama dalam tugas akhir ini. Sensor TDS berfungsi untuk mengukur TDS dalam air nutrisi. TDS adalah jumlah zat terlarut dengan satuan ppm (*Parts Per Million*) dan di sini digunakan untuk mengukur konsentrasi nutrisi[8]. Pada sensor TDS D.I.Y (*Do It Yourself*) ini menggunakan juga sensor DS18B20. Sensor DS18B20 adalah sensor untuk mengukur suhu dengan rentang -55 derajat Celsius sampai 125 derajat Celsius dengan akurasi kurang lebih 5%. Sensor ini menggunakan *1 wire protocol*. Karena sensor ini menggunakan *1 wire protocol*, kita dapat menggunakan banyak sensor dalam 1 pin mikrokontroler[10].



Gambar 5. Sensor TDS D.I.Y[10]

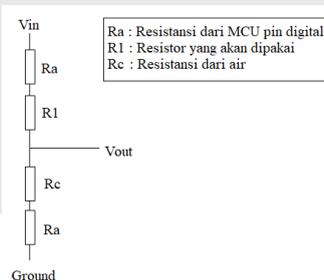
Cara kerja dari sensor TDS D.I.Y ini adalah dengan memperkirakan nilai EC (*Electrical Conductivity*) dari suatu larutan dengan cara mengukur resistansi antara pin steker ketika steker dicelupkan ke larutan. Sensor DS18B20 digunakan sebagai suhu kompensasi, karena suhu ideal untuk larutan-larutan adalah 25°C. Untuk menghitung EC pada saat suhu 25°C dapat dilakukan dengan rumus:

EC₂₅ adalah nilai EC pada saat 25°C, EC adalah nilai EC terbaca oleh sensor, T adalah nilai suhu terbaca

$$EC_{25} = \frac{EC}{(1 + a(T - 25))} \quad (1)$$

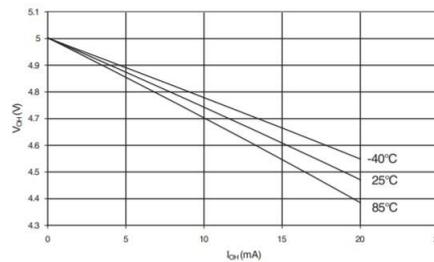
oleh sensor dan nilai a adalah 0.019°C nilai yang sering digunakan untuk larutan nutrisi.

Sensor TDS D.I.Y ini menggunakan resistor sebesar 500 ohm. Penulis menggunakan resistor 500 ohm karena menggunakan resistor 500 ohm kita dapat mengukur nilai EC dengan rentang yang lebih luas. Hal ini dapat diketahui dengan cara mencari R_a (resistansi pin digital) dan R_c (resistansi dari air)



Gambar 6. Pembagi Tegangan Rangkaian[12]

Resistansi dari R_a tidak dicantumkan dalam *data sheet*, tetapi dapat dihitung dari grafik yang berada di *data sheet* atmel 2560.



.Gambar 7. Grafik Pin Output Voltage vs. Source Current ($V_{CC} = 5V$)[12]

Berdasarkan gambar di atas maka dapat dihitung R_a dengan rumus:

$$V = I \cdot R \quad (2)$$

V adalah tegangan, I adalah Arus, dan R adalah Resistansi. Menggunakan nilai pada saat suhu 25°C , Sehingga:

$$R_a = \frac{0.4V}{15mA} \approx 25 \text{ ohm} \quad (3)$$

Untuk menghitung nilai R_c dilakukan dengan menghitung jarak nilai maksimum dan minimum dari larutan-larutan yang mau diukur serta suhu dan konstanta dari steker $K = 2.88$. Dengan suhu minimum = 0°C dan suhu maksimum = 40°C dapat dihitung nilai R_c dengan rumus:

$$R = \left(\frac{1000}{EC * K} \right) + R_a \quad (4)$$

Minimum EC:

$$EC_{min} = 0.3 * (1 + 0.019 * (0 - 25)) = 0.16 \text{ s/cm} \quad (5)$$

Maksimum EC:

$$EC_{max} = 0.3 * (1 + 0.019 * (40 - 25)) = 3.9 \text{ s/cm} \quad (6)$$

Resistansi Minimum:

$$R_{min} = \frac{1000}{EC_{max} * K} + 25 = 114 \text{ ohm} \quad (7)$$

Resistansi Maksimum:

$$R_{max} = \frac{1000}{EC_{min} * K} + 25 = 2195 \text{ ohm} \quad (8)$$

Berdasarkan data-data di atas, dapat dihitung nilai R_1 untuk mendapatkan nilai terbaik dari jarak pengukuran yang diinginkan.

Tabel 1. Pengukuran Jangkauan dari Voltage Divider

R_1 ohm	V-Drop pada 114 ohm	V-Drop pada 2195 ohm	Jangkauan Vout
300	1.3	4.36	3.06
400	1.06	4.19	3.13
500	0.89	4.03	3.14
550	0.83	3.96	3.13
600	0.77	3.89	3.12
650	0.72	3.82	3.1
700	0.68	3.76	3.08
750	0.64	3.7	3.06
800	0.61	3.63	3.02
850	0.58	3.57	2.99
900	0.55	3.52	2.97
950	0.52	3.46	2.94
1000	0.5	3.41	2.91

2.6 Arduino

Arduino adalah mikrokontroler *open source* yang dapat diprogram dengan mudah dan dapat diprogram Kembali pada setiap saat. Arduino menggunakan perangkat keras yang dikenal dengan *Arduino development board* dan perangkat lunak untuk mengembangkan *code* dikenal dengan *Arduino IDE*. Arduino terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras Arduino terdiri dari mikrokontroler, *external power supply*, *USB plug*, *internal programmer*, tombol reset, pin analog, pin I/O (*Input/Output*), dan *power and ground pins*. Perangkat lunak Arduino terdiri dari *text editor*, *message area*, *text*, dan *console toolbar* [9].



Gambar 8. Arduino Nano[9]

2.7 Sensor HC-SR04

Sensor HC-SR04 adalah salah satu dari jenis sensor *ultrasonic range finder*. Sensor ini bekerja dengan cara mengukur waktu yang diperlukan gelombang *ultrasonic* yang dipancarkan oleh *transmitter* untuk diterima oleh *receiver*. Frekuensi yang dihasilkan oleh sensor ini adalah 40 kHz. Jarak sensor dapat membaca jarak adalah sekitar 2 cm sampai 4 meter dengan sudut 15 derajat. [11].



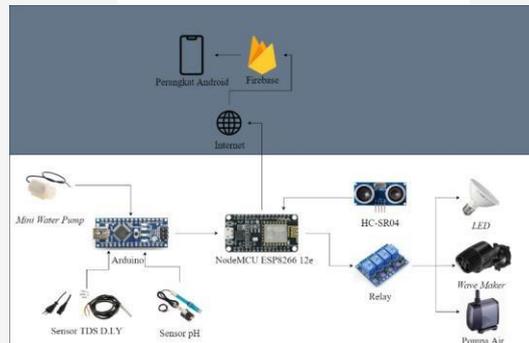
Gambar 9. Sensor HC-SR04[11]

3. Perancangan Sistem

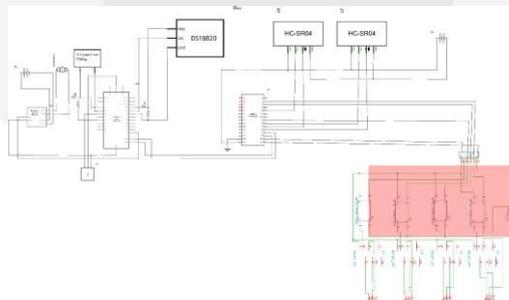
3.1 Desain Sistem

Desain sistem untuk otomatisasi sistem pengendali hidroponik dengan menggunakan sensor pH untuk mengetahui pH air, menggunakan sensor TDS untuk mengetahui ppm larutan. Ketika mikrokontroler mendapatkan *input* dari sensor TDS, maka mikrokontroler akan memproses *input* dan apabila nilai TDS tidak sesuai dengan kriteria, maka mikrokontroler akan mengaktifkan *mini water pump* untuk memompa larutan nutrisi. Mikrokontroler dapat berkomunikasi dengan Firebase untuk dapat menyalakan dan mematikan lampu, pompa tandon, dan *wave maker*. Desain sistem untuk aplikasi pengoperasian dan pemantauan sistem *smart hydroponic*. Pengguna akan *log in* terlebih dahulu. Selanjutnya, setelah pengguna berhasil *log in*, pengguna akan langsung menuju ke halaman utama aplikasi di mana pengguna dapat memantau dan mengontrol sistem *smart hydroponic*. Parameter yang dapat pengguna pantau pada halaman utama yaitu nilai pH, TDS, banyaknya air di dalam tandon, dan banyaknya nutrisi yang tersedia. Adapun perangkat yang dapat dikendalikan pada halaman utama di antara lain adalah pompa air tandon, lampu LED, dan *wave maker*.

Gambar 10. Desain Sistem



3.2 Skema



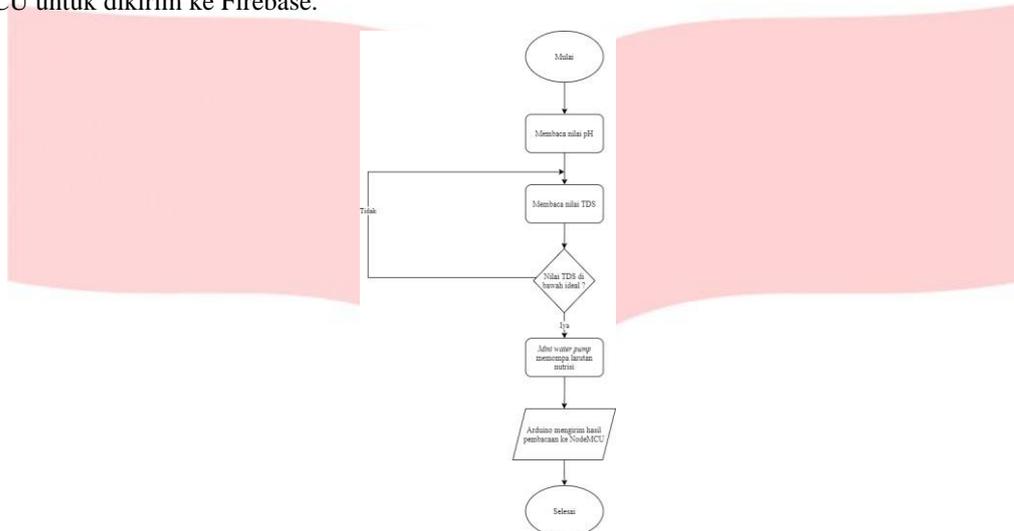
Gambar 11. Skema Sistem

Dari gambar di atas dapat dilihat pin-pin yang terhubung dengan sensor-sensor dan perangkat yang digunakan perangkat keras dalam tugas akhir ini.

3.3 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

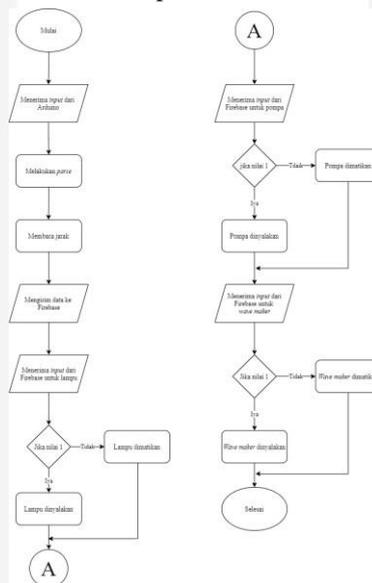
Perangkat keras yang digunakan pada tugas akhir ini adalah Arduino Nano, NodeMCU esp8266 12e, sensor pH SEN0161, sensor TDS, sensor *ultrasonic*, sensor suhu DS18B20, *mini water pump*, *relay*, *LED*, *wave maker*, catu daya.

Proses kerja Arduino dimulai dari Arduino mendapat masukan dari sensor, apabila nilai TDS di bawah ideal maka *mini water pump* akan memompa larutan nutrisi. Kemudian, pembacaan nilai sensor akan dikirim ke NodeMCU untuk dikirim ke Firebase.



Gambar 12. Flowchart Satu Iterasi Proses Kerja Arduino

Proses kerja NodeMCU untuk satu iterasi. Dimulai dari NodeMCU menerima data sensor pH dan TDS dari Arduino. Kemudian NodeMCU akan melakukan parse dan mengirim data yang telah dipisahkan ke Firebase. Setelah itu, NodeMCU akan membaca sensor *ultrasonic* dan mengirim data ke Firebase. NodeMCU akan mengambil nilai dari Firebase yang akan digunakan sebagai parameter untuk menyalakan atau mematikan lampu, pompa tandon, dan *wave maker*. Bila nilai yang diterima adalah 1 maka lampu, pompa tandon, dan *wave maker* akan menyala, bila nilai selain 1 maka akan dipadamkan



Gambar 13. Flowchart Satu Iterasi proses Kerja NodeMCU

3.4 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Berikut ini merupakan kebutuhan perangkat lunak yang digunakan untuk merancang sistem:

1. Microsoft Windows 10
Microsoft Windows 10 digunakan penulis sebagai sistem operasi pada laptop.
2. Arduino IDE
Arduino IDE digunakan sebagai platform untuk memprogram mikrokontroler yang digunakan.
3. Firebase
Firebase digunakan sebagai tempat mengirim data dari sensor untuk aplikasi

3.5 Perancangan Pengujian

Sebelum melakukan proses pengujian, penulis menyiapkan berbagai macam larutan untuk diukur oleh sensor dan alat ukur. Penulis juga menyiapkan benda-benda yang diposisikan dengan jarak tertentu untuk menguji sensor *ultrasonic*. Penulis mencatat hasil pengujian dan akan menghitung tingkat akurasi.

4. Implementasi dan Pengujian

4.1 Implementasi

Sistem yang telah dirancang diimplementasikan pada sistem hidroponik. Sistem merupakan pemantauan pH dan TDS dan pengontrolan TDS secara otomatis. Selain itu, sistem menggunakan lampu *LED* untuk mempercepat pertumbuhan tanaman. Berikut ini merupakan gambar dari implementasi.



Gambar 14. Implementasi Sistem

4.2 Pengujian Akurasi

Pada pengujian ini, diuji tingkat akurasi dari nilai-nilai yang sensor terima dengan menggunakan parameter-parameter yang dapat diterima oleh sensor. Parameter-parameter tersebut adalah pH, TDS, dan Jarak.

1. Sensor pH

Dilakukan pengujian ini dikarenakan pH air hidroponik tanaman yang di uji harus sekitar 5.5 sampai 7. Pada pengujian ini, sensor mengukur larutan dengan pH yang berbeda-beda. Hasil dari pengukuran akan dibandingkan dengan hasil pengukuran dari alat lain yang sudah dikalibrasi.

Tabel 2. Hasil Pengujian pH Seluruh Larutan

Jenis Larutan	Hasil Pengukuran pH Meter	Hasil Pengukuran Sensor pH	Persentase error
Cuka	3.5	3.6	2.9%
Larutan pH 4.01	4.0	4.12	3%
Larutan pH 6.86	6.9	6.73	2.5%
Garam	7.2	7.08	1.7%
Air PAM	8.1	8.13	0.4%
Soda kue	8.0	8.11	1.4%
Sabun	9.2	9.01	2.1%
Persentase Error rata-rata			2%

Dari hasil pengukuran dan perbandingan terdapat perbedaan rata-rata 2% antara sensor yang dipakai dengan alat perbandingan yaitu pH meter. Hal ini terjadi mungkin karena sensor yang penulis dapat kurang baik atau karena kalibrasi alat yang dilakukan kurang tepat.

2. Sensor TDS

Dilakukannya pengujian ini karena TDS yang ideal untuk tanaman sawi putih dan caisim adalah 1100 – 1400 ppm. Pengujian ini dilakukan dengan cara sensor akan mengukur nutrisi dengan nilai TDS yang berbeda-beda. Hasil dari pengukuran dibandingkan dengan hasil pengukuran dari alat yang sudah di kalibrasi. Larutan yang dipakai dalam pengujian ini dinamakan dengan larutan A, B, C, D, E, dan F. Larutan A adalah 5 mL nutrisi pekat dilarutkan dengan 250 mL air Larutan B adalah 5 mL nutrisi pekat dilarutkan dengan 500 mL air. Larutan C adalah 5 mL nutrisi pekat dilarutkan dengan 750 mL air. Larutan D adalah 5 mL nutrisi pekat dilarutkan dengan 1000 mL air. Larutan E adalah 5 mL nutrisi pekat dilarutkan dengan 1500 mL air. Larutan F adalah 5 mL nutrisi pekat dilarutkan dengan 1750 mL air.

Tabel 3. Hasil Pengujian TDS Semua Larutan

Jenis Larutan	Hasil Pengukuran TDS-3	Hasil Pengukuran Sensor TDS	Persentase error
Larutan A	2700	2791	3.4%
Larutan B	1510	1542	2.1%
Larutan C	1230	1252	1.5%
Larutan D	1090	1056	2.9%
Larutan E	902	873	3.2%
Larutan F	812	809	0.4%
Persentase Error Rata-rata			2.25%

Dari hasil pengukuran terdapat persentase error rata-rata 3.5% antara sensor TDS dan alat uji yaitu TDS-03. Hal ini mungkin terjadi karena kalibrasi kurang tepat.

3. Sensor HC-SR04

Pada pengujian ini sensor mengukur jarak benda yang sudah ditentukan sebelumnya. Hasil dari pengukuran dibandingkan dengan jarak antara benda dan sensor yang sudah diukur jaraknya.

Tabel 4. Hasil Pengujian Jarak

Jarak	Hasil Pengukuran Penggaris	Hasil Pengukuran Sensor HC-SR04
3 cm	3 cm	3 cm
5 cm	5 cm	5 cm
8 cm	8 cm	8 cm
10 cm	10 cm	10 cm
13 cm	13 cm	13 cm
15 cm	15 cm	15 cm
18 cm	18 cm	18 cm
20 cm	20 cm	20 cm
22 cm	22 cm	22 cm
25 cm	25 cm	25 cm
28 cm	28 cm	28 cm

Dari hasil pengukuran di atas, dapat dikatakan bahwa sensor HC-SR04 sudah 100% sama dengan alat pembanding untuk mengukur jarak.

4.3 Pengujian Daya Lampu

Pada pengujian ini, digunakan lampu LED 3 watt dan 10 watt sebagai pembanding untuk menentukan lampu mana yang lebih efisien dalam membantu pertumbuhan tumbuhan pada saat penyemaian. Berdasarkan pengujian, menggunakan lampu 3 watt, semai sudah dapat dinaikkan ke sistem dalam waktu 13 s.d. 15 hari. Jika dibandingkan dengan tidak memakai lampu yang membutuhkan waktu 16 s.d. 18 hari, penggunaan lampu dapat mempercepat pertumbuhan tumbuhan.

4.4 Pengujian Mini Water Pump

Pengujian ini menggunakan parameter TDS. Apabila TDS di bawah 900 maka *mini water pump* akan memompa larutan nutrisi. Apabila TDS di atas 1200 maka *mini water pump* akan berhenti memompa larutan nutrisi. Pengujian ini menggunakan 6 larutan nutrisi dengan nilai TDS berbeda

Tabel 5. Hasil Pengujian Mini Water Pump

Jenis Larutan	Pengukuran Sensor TDS	Mini Water Pump
Larutan A	2791	Mati
Larutan B	1542	Mati
Larutan C	1252	Mati
Larutan D	1056	Nyala
Larutan E	873	Nyala
Larutan F	809	Nyala

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, *Mini Water Pump* sudah dapat bekerja sesuai dengan ketentuan TDS.

4.5 Pengujian Relay

Pengujian ini menggunakan parameter dari Firebase. Apabila nilai parameter di Firebase 1 maka lampu, wave maker, dan pompa akan menyala. Apabila nilai parameter di Firebase 0 maka lampu, wave maker, dan pompa akan mati.

Tabel 6. Hasil Pengujian Relay

Parameter	Input	Status	Input	Status
pump_status	1	Nyala	0	Mati
led_status	1	Nyala	0	Mati
wave_status	1	Nyala	0	Mati

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, relay sudah dapat mematikan dan menyalakan lampu, wave maker, dan pompa.

5. Saran dan Simpulan

5.1 Simpulan

Berdasarkan implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, berikut ini merupakan kesimpulan yang dapat ditarik oleh penulis. Telah berhasil dirancang alat untuk meningkat kualitas tanaman yang dihasilkan pada sistem hidroponik dengan cara otomatisasi pemantauan pH dan TDS dan pengontrolan nilai TDS. Dengan sensor pH memiliki tingkat akurasi 98%, sensor TDS memiliki tingkat akurasi sebesar 96.5% dan Sensor SR-HC04 memiliki tingkat akurasi sebesar 100%. Berdasarkan pengujian daya lampu, Untuk mempercepat pertumbuhan tanaman pada sistem hidroponik dapat menggunakan lampu LED.

5.2 Saran

Adapun saran dari penulis dalam tugas akhir ini adalah:

1. Membuat sistem yang dapat mematikan daya sensor TDS untuk pembacaan sensor pH yang lebih stabil.
2. Menggunakan steker yang tidak berlubang.

REFERENSI

- [1] G. D. Massa, H. H. Kim, R. M. Wheeler, and C. A. Mitchell, "Plant productivity in response to LED lighting," in *HortScience*, 2008, pp. 1951–1956. doi: 10.21273/hortsci.43.7.1951.
- [2] A. al Dahoud and M. Fezari, "NodeMCU V3 For Fast IoT Application Development," *Notes*, 2018.
- [3] M. Saleh and M. Haryanti, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay," *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*, 2017.
- [4] Z. Azmi, Saniman, and Ishak, "SISTEM PENGHITUNG PH AIR PADA TAMBAK IKAN BERBASIS MIKROKONTROLLER," *SAINTIKOM*, vol. Vol.15, pp. 101–108, 2016.
- [5] T. H. Nasution, S. Dika, E. P. Sinulingga, K. Tanjung, and L. A. Harahap, "Analysis of the use of SEN0161 pH sensor for water in goldfish ponds," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2020, vol. 851, no. 1. doi: 10.1088/1757-899X/851/1/012053.
- [6] M. Martani and E. Endarko, "PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SENSOR TDS PADA PROSES PENGENDAPAN CaCO₃ DALAM AIR DENGAN METODE PELUCUTAN ELEKTRON DAN MEDAN MAGNET," *BERKALA FISIKA*, vol. 17, no. 3, pp. 99–108, Jun. 2014.
- [7] A. Prasetyo, U. Nurhasan, and G. Lazuardi, "IMPLEMENTASI IOT PADA SISTEM MONITORING DAN PENGENDALI SIRKULASI AIR TANAMAN HIDROPONIK," *Jurnal Informatika Polinema*, pp. 31–36, 2018, doi: 10.33795/jip.v5i1.241.
- [8] A. D. Susila, "Fertigasi pada budidaya tanaman sayuran di dalam greenhouse," *Direktorat Jenderal Hortikultura, Jakarta*, pp. 1–14, 2006.
- [9] L. Louis, "Working Principle of Arduino and Using it as a Tool for Study and Research," *International Journal of Control, Automation, Communication and Systems*, vol. 1, no. 2, pp. 21–29, Apr. 2016, doi: 10.5121/ijcacs.2016.1203.
- [10] M. Fezari and A. Al Dahoud, *Exploring One-wire Temperature sensor "DS18B20" with Microcontrollers*. 2019.
- [11] V. Zhmud, N. Kondratiev, K. Kuznetsov, V. Trubin, and L. Dimitrov, "Application of ultrasonic sensor for measuring distances in robotics," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1015, p. 032189, May 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1015/3/032189.
- [12] M. Ratcliffe, "Three Dollar EC – PPM Meter [Arduino]," Sep. 04, 2015. <https://hackaday.io/project/7008-fly-wars-a-hackers-solution-to-world-hunger/log/24646-three-dollar-ec-ppm-meter-arduino> (accessed Jun. 19, 2021).