

PERANCANGAN KENDALI PH DAN KETINGGIAN LARUTAN TANGKI NUTRISI UNTUK HIDROPONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS

PH NUTRITION AND SOLUTION LEVEL CONTROL SYSTEM DESIGN FOR NUTRIENT TANK OF HYDROPONIC CULTIVATION BASED ON INTERNET OF THINGS

Deddy Surya Triatmaja¹, Agung Suryo Wibowo², Dien Rahmawati³

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

¹deddysurya@student.telkomuniversity.ac.id, ²agungsw@telkomuniversity.co.id,

³dienrahmawati@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Efisiensi budidaya hidroponik saat ini masih terhambat oleh banyaknya petani yang masih melakukan pengaturan nutrisi tumbuhan dan pH larutan secara manual. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem hidroponik yang mampu mengendalikan pH dan nutrisi larutan secara otomatis untuk meningkatkan efisiensi. Selain menitikberatkan pada otomasi pH, Tugas akhir ini juga menambahkan pengaturan ketinggian dan *monitoring* berbasis *Internet of Things*.

Pada tugas akhir ini dirancang sistem kendali yang mampu mengatur pH dan ketinggian larutan tangki dan dilengkapi dengan sistem monitoring berbasis *internet of things*. *Input* yang diperoleh dari pembacaan sensor pH dan ketinggian larutan akan disesuaikan dengan *setpoint* yang bisa diatur pada sistem *monitoring*. Sistem *monitoring* menggunakan komunikasi serial secara nirkabel menggunakan *platform cloudMQTT*.

Output dari penelitian ini adalah terciptanya alat kendali pH dan ketinggian menggunakan fuzzy, dilengkapi dengan sistem monitoring dan notifikasi. Pengaturan set point pH antara 5,5-6,5 dan ketinggian larutan $\frac{3}{4}$ dari tinggi tangki dapat dilakukan pada gawai dan komputer. Sistem monitoring akan selalu menampilkan kondisi ketinggian dan pH larutan secara realtime (jeda maksimal 3 detik). Sistem notifikasi akan mengirim setiap perubahan yang terjadi pada larutan.

Kata kunci : pH nutrisi, ketinggian larutan tangki, Hidroponik, Internet of Things

Abstract

The efficiency of hydroponic cultivation is currently still hampered by the large number of farmers who are still manually adjusting plant nutrients and solution pH. Therefore, we need a hydroponic system that is able to control the pH and nutrient solutions automatically to increase efficiency. In addition to focusing on pH automation, this final project also adds altitude control and monitoring based on the Internet of Things.

In this final project, a control system is designed that is able to adjust the pH and height of the tank solution and is equipped with an internet of things-based monitoring system. The input obtained from the pH sensor readings and the height of the solution will be adjusted to the setpoint that can be set in the monitoring system. The monitoring system uses serial communication wirelessly using the cloudMQTT platform.

The output of this research is the creation of a pH and altitude control device using fuzzy, equipped with a monitoring and notification system. Setting the pH set point between 5.5-6.5 and the solution height of the tank height can be done on the device and computer. The monitoring system will always display the condition of the altitude and pH of the solution in real time (maximum pause of 3 seconds). The notification system will send any changes that occur to the solution.

Keywords: pH nutrient, tank nutrient level, Hydroponic, Internet of Things

1. Pendahuluan

Hidroponik merupakan sebuah metode budidaya tumbuhan menggunakan media air yang kaya akan larutan nutrisi [1]. Dalam pengaturan pH diperlukan pengecekan setiap jamnya secara teratur agar penyerapan nutrisi pada tanaman tetap optimal. pH optimal untuk nutrisi pengairan hidroponik antara 5.5 - 6.5 [2]. Apabila pH melebihi satuan tersebut maka penyerapan nutrisi oleh akar tanaman akan terganggu. Sehingga diperlukan sebuah instrumentasi alat yang mampu mengatur pH pada air hidroponik agar tetap stabil.

Pada alat pengatur pH, dibutuhkan alat peninjau ketinggian tangki penyuplai dari pipa tanaman hidroponik. Apabila alat mengatur pH tanpa meninjau ketinggian tangki maka dapat menyebabkan air dalam tangki akan meluap. Dalam sebuah sistem pengaturan pH dan peninjauan ketinggian larutan juga diperlukan sistem monitoring jarak jauh sebagai pemantau kondisi alat. Pada peninjauan ketinggian larutan ini diasumsikan maksimal volume

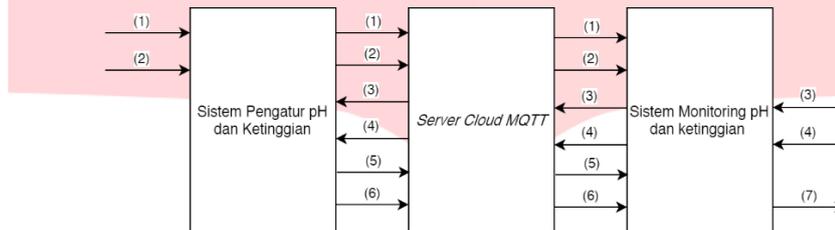
larutan dalam tangki $\frac{3}{4}$ volume tangki agar tidak melebihi kapasitas tangki. Sementara sistem monitoring jarak jauhnya diperlukan tempat penyimpanan data dari alat yang nantinya akan dikirim ke dalam gawai para petani untuk mengetahui kondisi tanaman hidroponik petani.

Dengan terciptanya sistem otomatisasi dalam pengaturan pH dan ketinggian larutan yang berbasis Internet of Things ini diharapkan mampu mempermudah pekerjaan petani hidroponik dalam melakukan budidaya tanaman tanpa harus melakukan pemantauan secara berkala setiap hari.

2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

2.1. Prinsip Kerja alat

Kendali pH dan ketinggian larutan tangki hidroponik berbasis IoT merupakan alat yang mampu mengatur kondisi keasaman dan ketinggian larutan di dalam tangki nutrisi hidroponik ditinjau dari pembacaan sensor. Mengacu pada penjelasan dari pihak petani hidroponik Cipanas, Kabupaten Cianjur, perubahan pH yang terjadi pada larutan ditentukan dari jumlah nutrisi berlebih pada tangki nutrisi. Sementara perubahan ketinggian larutan di dalam tangki ditentukan oleh banyaknya air dan nutrisi yang ditambahkan ke dalam tangki. Pada tugas akhir ini, penulis akan mengerjakan pengatur kendali dan derajat keasaman sesuai dengan set point yang telah ditentukan.

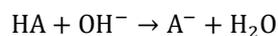


Gambar 2. 1 Diagram Fungsi Sistem

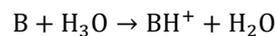
2.2. Pengasaman Larutan

Istilah pengasaman mengacu pada proses perubahan larutan dari pH netral menuju pH asam (1 - 6,9). Dalam proses pengasaman biasa dilakukan dengan menambah titran ke dalam larutan secara terus-menerus dengan menggunakan pipet tetes. Hal ini dilakukan agar mendapat hasil yang lebih akurat untuk mencapai titik titrasi. Dalam penelitian kali ini titrasi dilakukan untuk mengatur derajat keasaman larutan agar tetap optimal dalam pertumbuhan tanaman hidroponik.

dalam pengaturan derajat keasaman, pengasaman menggunakan reaksi kimia asam-basa. Terdapat sejumlah besar asam dan basa yang dapat ditentukan oleh titrimetri. Jika HA mewakili asam dan B mewakili basa, reaksinya adalah sebagai berikut:

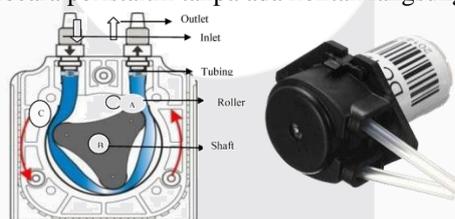


Dan



Titran pada umumnya adalah larutan standar dari elektrolit kuat, seperti natrium hidroksida dan asam klorida. Pada penelitian ini titran yang digunakan adalah Kalium Hidroksida (KOH) sebagai peningkat pH dan asam fosfat (H₃PO₄) sebagai penurun pH. Penulis menggunakan pompa peristaltik dan sensor pH dalam titrasi larutan agar dapat dilakukan secara otomatis.

Pompa peristaltik beroperasi dengan memungkinkan fluida menuju ke selang. Sebuah baling-baling selang fleksibel bekerja memompa larutan secara peristaltik tanpa ada kontak langsung dengan larutan yang dipompa.



Gambar 2. 2 Pompa Peristaltik

Berdasarkan pada teori laju fluida yang bergantung pada parameter didapatkan bahwa Diameter dalam selang (laju fluida lebih cepat dengan diameter dalam lebih besar), RPM kepala pompa. Dengan Teori laju fluida (ml/min):

$$Q = V * L * n * RPM$$

Dimana V merupakan Volume dalam selang (m³), L adalah Panjang selang (m), n adalah Jumlah putaran pada rotor (n), RPM adalah rotasi per menit dari pompa (rads/s). Dengan menggunakan pompa peristaltik, titrasi pada larutan akan lebih akurat dan presisi sehingga penyerapan nutrisi oleh tumbuhan akan berjalan secara optimal[2].

2.3. Algoritma Logika Fuzzy

Fuzzy secara bahasa diartikan sebagai kabur atau samar-samar. Sebuah nilai dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Dalam fuzzy dikenal istilah derajat keanggotaan yang memiliki rentang nilai 0 (nol) hingga 1 (satu). Berbeda dengan himpunan tegas yang memiliki nilai 1 atau 0 yang berarti ya atau tidak[3]. Metode

pengendalian berbasis logika fuzzy yang dikenal dengan istilah Fuzzy Logic Controller (FLC) dapat diterapkan, baik dengan konsep open-loop[4], [5] maupun closed-loop [6]. Himpunan pada logika fuzzy menggunakan 3 parameter untuk membentuk keanggotaan dalam himpunannya. Parameter yang digunakan adalah:

a) Variabel Linguistik

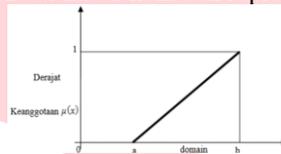
Variabel yang digunakan pada logika fuzzy untuk menggantikan variabel kuantitatif yang digunakan pada logika crisp. Variabel linguistik mempunyai nilai yang dinyatakan dengan kata-kata, misalnya untuk variabel linguistik suhu udara akan mempunyai nilai berupa nilai linguistik seperti: Asam (A), Setengah Asam (SA) dan Netral (N).

b) Fungsi keanggotaan

Hubungan-hubungan pemetaan pada nilai linguistik dan nilai keanggotaan (dari 0 sampai 1) yang digambarkan ke dalam grafik fungsi sehingga didapatkan suatu fungsi. Fungsi inilah yang disebut sebagai fungsi keanggotaan dalam himpunan fuzzy. Berikut ini adalah fungsi-fungsi yang biasa digunakan dalam fuzzifikasi [7] :

c) Representasi linear

Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada dua keadaan dari representasi linear yaitu representasi linear naik dan representasi linear turun.



Gambar 2. 3 Representasi Linear Naik

Persamaan garis dan fuzzifikasi linear naik:

$$\mu(x) = \frac{x - a}{b - a} \quad \mu(x) = \begin{cases} 0; & x < a \\ \frac{x - a}{b - a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x > b \end{cases}$$



Gambar 2. 4 Representasi Linear Turun

Persamaan garis dan fuzzifikasi linear turun:

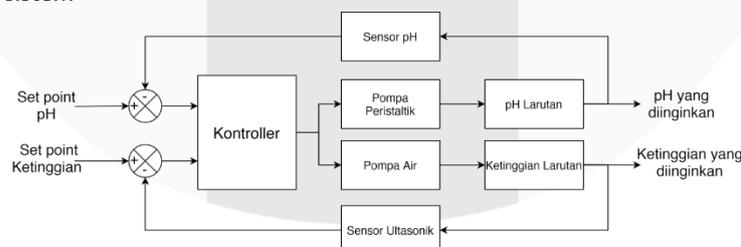
$$\mu(x) = \frac{b - x}{b - a} \quad \mu(x) = \begin{cases} 1; & x < a \\ \frac{b - x}{b - a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x > b \end{cases}$$

2.4. Internet Of Thing

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep di mana objek tertentu memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan Wi-Fi, jadi proses ini tidak memerlukan interaksi dari manusia ke manusia atau manusia ke komputer. Semua sudah dijalankan secara otomatis dengan program[8]. Pada penelitian ini terdapat tiga bagian penting dalam cara kerja IoT yaitu perangkat (sensor) yang terhubung ke mikrokontroler dan dilengkapi modul Wi-Fi, gateway seperti modem atau router, dan cloud server sebagai penyimpan aplikasi dan data. Data yang ditampilkan pada sensor yang telah dieksekusi oleh mikrokontroler kemudian ditransfer menggunakan perangkat modul Wi-Fi seperti ESP8266.

3. Pembahasan

2.1. Diagram blok sistem

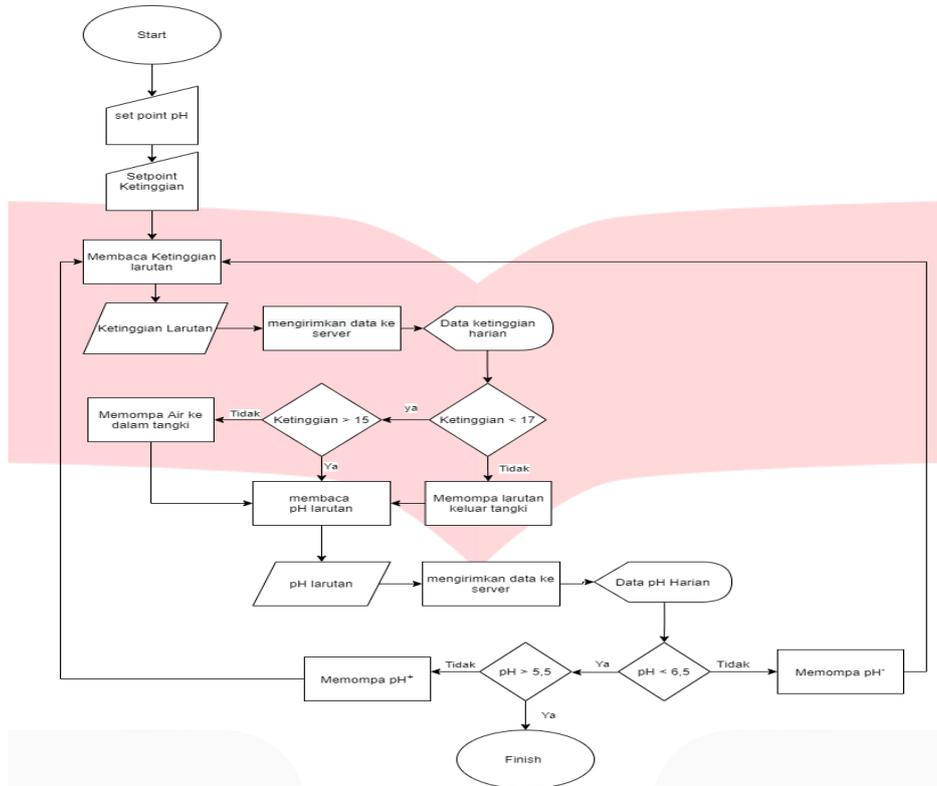


Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem Keseluruhan

Pada perancangan sistem pada Gambar 3. 1sesuai tujuannya yaitu perancangan kendali pH nutrisi dan ketinggian pada hidroponik yang bertujuan untuk mengoptimalkan penyerapan nutrisi oleh tumbuhan hidroponik dan dapat melakukan monitoring kondisi. Sebuah nilai set point yang diatur akan menjadi acuan sistem menuju output yang diinginkan. Dari set point yang diatur, komparator akan membandingkan nilai set point dengan nilai pembacaan dari sensor dan akan menghasilkan nilai error. Nilai error akan diteruskan komparator menuju kontroler, kontroler akan melakukan pengondisian dengan algoritma dan mengeluarkan tegangan yang sesuai untuk menggerakkan pompa peristaltik sebagai aktuator. Pompa peristaltik akan memompa larutan asam fosfat dan

kalium hidroksida untuk mengatur pH dari larutan nutrisi hidroponik. Saat larutan hidroponik berubah derajat keasamannya dan sensor pH akan mengonversi kondisi pH larutan dan meneruskan nilai pembacaannya menuju komparator, dan sistem akan berulang terus-menerus.

2.2. Diagram Alir Sistem

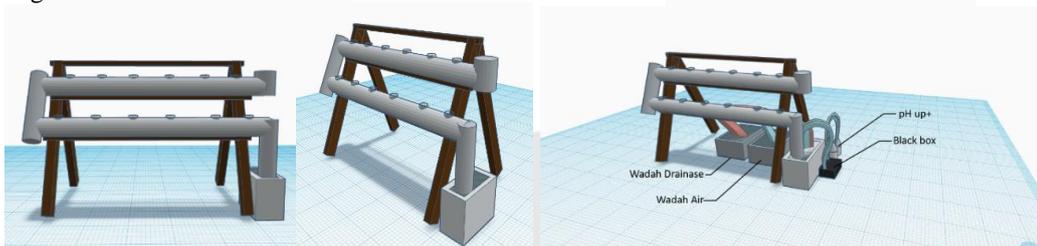


Gambar 3. 2 Diagram Alir Sistem

Gambar 3. 2 merupakan flowchart yang akan digunakan pada mikrokontroler. Pada sistem kontrol pH ini mikrokontroler berfungsi sebagai kontroller dan penghubung komunikasi antara sistem dengan platform CloudMQTT. Dikarenakan sistem ini melakukan pembacaan dengan real time sehingga pengiriman data juga harus dilakukan terus-menerus agar kondisi tanaman hidroponik dapat dilakukan monitoring dari jauh secara real time.

2.3. Desain Perangkat Keras

Pada sub bab ini, dijelaskan tentang konstruksi alat yang akan direalisasikan pada tugas akhir. Dalam satu paket kendali terdapat bagian yang diletakkan dalam kotak black box. Sementara untuk sistem hidroponik yang digunakan menggunakan metode NFT (Nutrient Flow Technique). Perancangan sistem pada tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. 3 Sistem Kendali

2.4. Desain Perangkat Lunak

Terdapat 2 perancangan fuzzy pada tugas akhir ini yaitu perancangan fuzzy ketinggian larutan dan fuzzy pH larutan. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pembuatan sistem kendali.

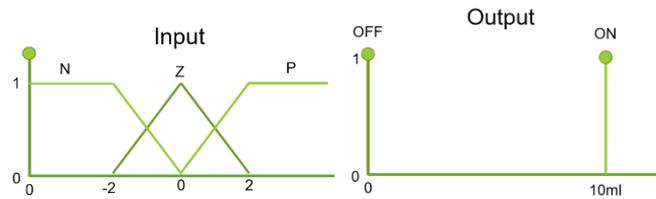
- Perancangan Fuzzy pH larutan.



Gambar 3. 4 Desain Fuzzy

Pada Gambar 3. 4 merupakan tampilan awal fuzzy editor pada aplikasi Matlab. Pada gambar tersebut ditunjukkan bahwa sistem memiliki satu input dan 2 output yang akan diolah oleh metode fuzzy logic model sugeno. Input yang digunakan berupa nilai error dari perbandingan set point pH dengan pembacaan sensor. Sedangkan output yang digunakan yaitu pH+ dan pH-.

- Input nilai error pH



Gambar 3. 5 Input dan Output pH

Pada Gambar 3. 5 diatas dapat dijelaskan bahwa kadar pH mempunyai beberapa himpunan yaitu Negatif (N), Zero (Z), dan Positif (P). skala jarak himpunan 2 satuan dari titik tengah Z. sementara untuk output pompa pH yaitu ON dan OFF. Pompa pH akan memberikan larutan pH buffer untuk menyesuaikan kadar pH di dalam tangki. Skala jarak himpunan keanggotaan dapat dilihat pada

Tabel 3. 1 Skala jarak nilai error larutan

MF	Point 1	Point 2	Point 3
N	-5	-2	0
Z	-2	0	2
P	0	2	5

Pompa	Takaran pH buffer
ON	10ml
OFF	0 ml

- Output pH+ dan pH-

Tabel 3. 2 Skala jarak Output pompa peristaltik pH+ dan pH-

- Rule Fuzzy pH

Rule berfungsi untuk menentukan desisi yang dipilih. Desisi tersebut akan menentukan Output yang aktif serta berapa besar output yang akan dikeluarkan.

Tabel 3. 3 Tabel Rule Fuzzy PH

Error / Pompa	pH+	pH-
N	OFF	ON
Z	OFF	OFF
P	ON	OFF

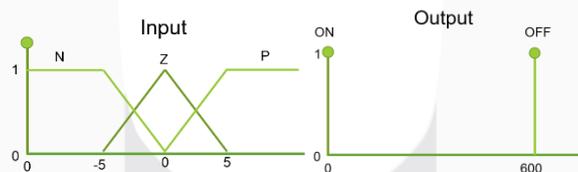
- Perancangan Fuzzy ketinggian.



Gambar 3. 6 Tampilan awal Fuzzy ketinggian

Pada model perancangan ketinggian ini tidak jauh berbeda dari perancangan pH. Perbedaan dari perancangan ini adalah skalar jarak dari masing2 anggota himpunan serta besar nilai himpunan. Untuk Input dari fuzzy ketinggian berupa nilai error dari perbandingan nilai set point dengan hasil pembacaan sensor. Sementara output dari fuzzy ketinggian berupa Pulse Width Modulation (PWM) dari pompa air dan drain.

Input dan Output Fuzzy



Gambar 3. 7 Anggota Himpunan Input dan Output

pada Gambar 3. 7 diketahui bahwa Input Error Ketinggian memiliki 3 himpunan yaitu Negatif (N), Zero (Z), dan Positif (P) dengan skala jarak 3 satuan. Sementara untuk output air dan drain memiliki 2 himpunan yaitu ON dan OFF dengan besaran 0 untuk ON dan 600 untuk OFF.

Tabel 3. 4 Tabel Input dan Output fuzzy Ketinggian

MF	Point 1	Point 2	Point 3
N	-20	-3	0
Z	-3	0	3
P	0	3	20

Pompa	PWM pompa
ON	0
OFF	100

- Rule Fuzzy

Rule berfungsi untuk menentukan desisi yang dipilih. Desisi tersebut akan menentukan Output yang aktif serta berapa besar output yang akan dikeluarkan.

Error / Pompa	Air	Drain
N	ON	OFF
Z	OFF	OFF
P	OFF	ON

4. Hasil Dan Analisis

Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil pengujian dan analisis terhadap realisasi alat sesuai dengan perancangan sistem. Parameter-parameter yang diuji adalah sebagai berikut :

4.1. Pengujian Sensor

Sistem otomasi hidroponik yang mengatur ketinggian dan tingkat keasaman larutan memerlukan sensor-sensor pendukung. Untuk mendapatkan nilai yang mendekati alat ukurnya diperlukan pengujian sensor. Berikut pengujian sensor pada sistem otomasi hidroponik.

4.1.1. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bahwa sensor ultrasonik mampu mendeteksi jarak antara sensor dengan permukaan larutan.

Ketinggian (cm)	Rerata Selisih pengukuran (cm)	Error (%)
0	0,151724	15
5	0,122576	2.27
10	-0,599526814	5.45
15	-0,06463	0.43
20	0,774468085	3.95

Tabel 4. 1 Perbandingan Nilai Sensor Ultraonik dengan Penggaris

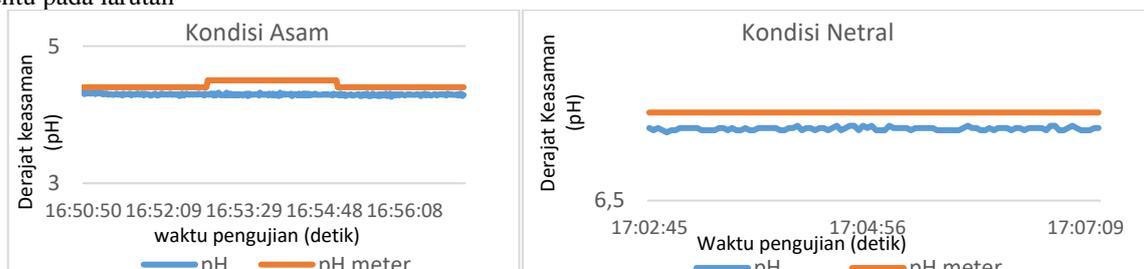
Dari tabel tersebut diketahui bahwa output kedalaman yang diukur oleh sensor memiliki nilai mendekati dengan nilai pengukuran menggunakan alat ukur pembanding (penggaris) dalam satu tangki yang sama. Nilai error diperoleh dari:

$$error = \left| \frac{\text{nilai sensor} - \text{nilai pengukuran langsung}}{\text{nilai pengukuran langsung}} \right| \times 100\%$$

Adanya perbedaan nilai dari sensor karena komponen yang digunakan memiliki nilai toleransi karena tingkat ketelitian sensor. Kondisi tersebut yang menyebabkan hasil pembacaan sensor memiliki nilai yang berbeda dengan pengukuran langsung

4.1.2. Pengujian Sensor pH

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bahwa sensor pH mampu menghasilkan tegangan pada kondisi tertentu pada larutan



Gambar 4. 1 hasil kalibrasi sensor pH

tingkat ketelitian sensor dapat berubah dengan kondisi larutan yang berbeda. Tingkat keberhasilan pengukuran sensor mencapai 99,86% dengan nilai error 0.14% dalam kondisi asam dan 99,92% dengan nilai error 0,13% dalam kondisi netral. Dimana nilai error didapatkan dari:

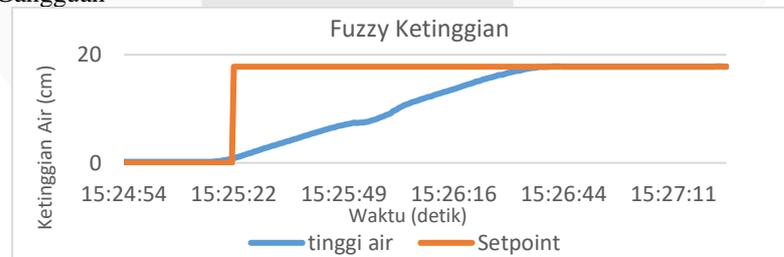
$$error = \left| \frac{\text{nilai sensor} - \text{nilai pengukuran langsung}}{\text{nilai pengukuran langsung}} \right| \times 100\%$$

Adanya perbedaan nilai dari sensor dengan pengukuran menggunakan pH meter karena memiliki tingkat kepekaan yang berbeda pada beberapa kondisi. Tingkat ketelitian sensor pH akan turun apabila tingkat asam atau basa larutan semakin tinggi.

4.2. Pengujian Fuzzy Ketinggian Larutan pada Tangki

Uji Fuzzy ketinggian ini dilakukan untuk mengetahui nilai PWM pompa dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai set point yang diinginkan. Nilai PWM pompa yang didapat akan dibandingkan dengan hasil perhitungan fuzzy. Dilakukan 2 macam pengujian yaitu dengan gangguan dan tanpa gangguan.

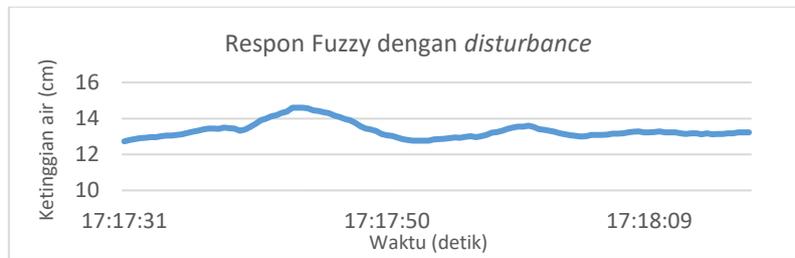
4.2.1. Uji Tanpa Gangguan



Gambar 4. 2 Perbandingan nilai set point dengan ketinggian larutan

Dari Gambar 4. 2 diketahui bahwa ketinggian larutan secara perlahan berubah mengikuti set point. Hasil dari percobaan didapatkan waktu sistem mencapai set point selama 1 menit 22 detik. Sementara waktu yang dibutuhkan menstabilkan kondisi yaitu 41 detik.

4.2.2. Uji dengan Gangguan

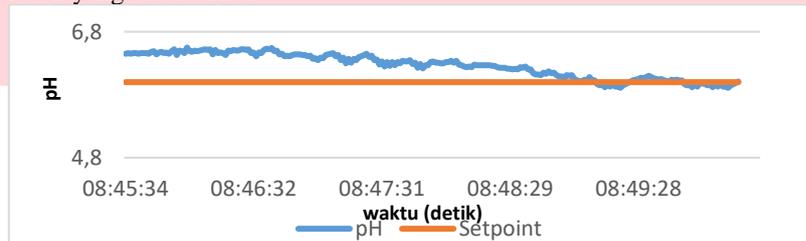


Gambar 4. 3 respon fuzzy dengan disturbance

Dari Gambar 4. 3 dapat diketahui bahwa terjadi perubahan ketinggian dari 13cm menjadi 14,5cm setelah dituangkan 500ml air ke dalam tangki. Waktu yang diperlukan sistem untuk mengubah kondisi yaitu 17 detik. Sistem dapat mengatur ketinggian air setelah mengalami penambahan.

4.3. Pengujian Fuzzy pH Larutan

Tujuan pengujian ini adalah untuk melihat respons kendali fuzzy untuk mengubah nilai pH menuju set point yang telah diatur. Kendali fuzzy membandingkan antara nilai pembacaan sensor dengan set point untuk mengatur liter pH-up atau pH-down yang dikeluarkan.



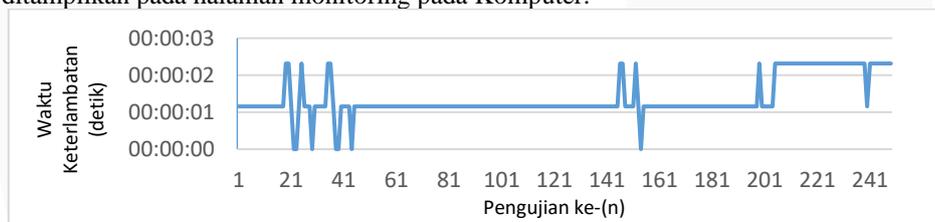
Gambar 4. 4 Grafik respon alat kendali pH

Dari Gambar 4. 4 Grafik respon alat kendali pH dapat disimpulkan bahwa sistem kendali mampu mengatur pH sesuai set point yang telah ditentukan. pH awal yang semula 6,6 dari hasil penambahan nutrisi tanaman perlahan menuju pH 6. Dari hasil pengujian tersebut juga didapatkan bahwa dibutuhkan waktu 3 menit 28 detik bagi sistem untuk menyentuh pH 6. Dan dibutuhkan waktu 1 menit 12 detik

(setelah mencapai set point) detik alat untuk menstabilkan kondisi pH larutan di dalam tangki. Total waktu yang dibutuhkan sistem kendali untuk menstabilkan pH adalah 4 menit 53 detik. Lamanya larutan pH dapat diatur sesuai setpoint karena dibutuhkan waktu sekurangnya 2 menit untuk larutan pH-up/pH-down tercampur merata.

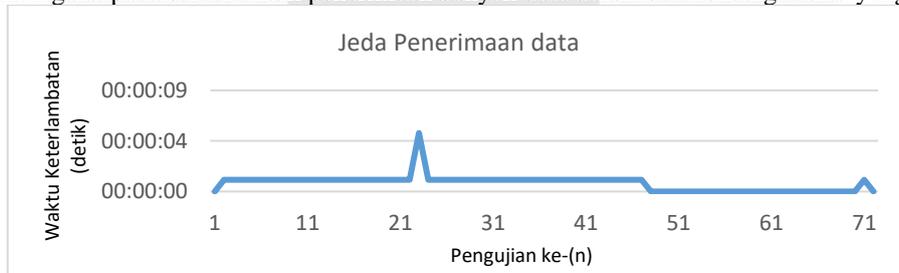
4.4. Uji Pengiriman Data ke Gawai dan Komputer

Tujuan pengujian ini adalah melihat keberhasilan pengiriman data dan melihat waktu transfer data dari data logger ke server MQTT. Waktu transfer merupakan waktu yang diperlukan mikrokontroler untuk mengirim data ke server dan ditampilkan pada halaman monitoring pada Komputer.



Gambar 4. 5 Hasil Pengiriman data per-1 detik

Pengujian dalam pengiriman per-1 detik memiliki rerata pengiriman 1 detik. terdapat jeda pengiriman selama 2 detik dalam beberapa waktu. Hal tersebut karena alat bekerja dengan waktu jeda yang terlalu cepat sehingga dapat menimbulkan galat pada server untuk penerimaan banyak data dalam satu rentang waktu yang singkat.



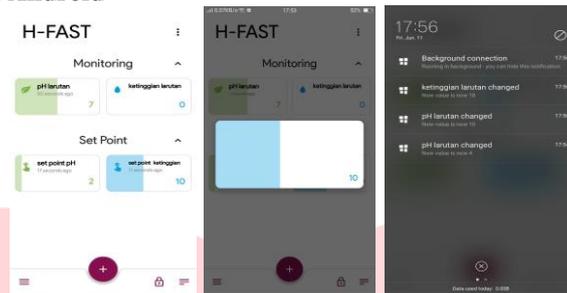
Gambar 4. 6 Hasil Pengiriman data per-5 detik.

Pada hasil pengujian Gambar 4. 6 dapat diketahui terdapat jeda pengiriman 5 detik dalam satu waktu pengiriman. Namun hasil jeda pengiriman data relatif lebih stabil dari Gambar 4. 5. Hal ini dikarenakan jeda pengiriman data tidak terlalu singkat sehingga server dapat menerima data lebih terperinci dan stabil.

4.5. Pengujian Pada Situs Halaman Lokal dan Aplikasi

Tujuan pengujian ini untuk mengetahui aplikasi android dan halaman monitoring Node-Red pada komputer dapat tersambung dan bekerja sesuai dengan fungsinya. Untuk pengujiannya dibagi menjadi 2, yaitu:

4.5.1. Uji Aplikasi pada Android



Gambar 4. 7 Tampilan via Gawai

Proses monitoring dimulai dengan membuka aplikasi MQTT Dashboard. Halaman awal akan menunjukkan monitoring dan set point yang terakhir diubah. Kendali set point pH dan ketinggian dilakukan dengan menekan tombol set point maka akan muncul tampilan kotak yang bisa kita geser nilainya. Notifikasi akan selalu muncul setiap kali terdapat perubahan data. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pengguna untuk mengetahui kondisi tanaman setiap waktu.

4.5.2. Uji Kendali pada Gawai

Uji dari sistem ini untuk mengatur pH dan ketinggian larutan yang kita inginkan, memantau kondisi pH dan ketinggian larutan, dan melihat grafik perubahan setiap harinya



Gambar 4. 8 Tampilan Sistem Monitoring via Web Node-Red

5. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis pada sistem kendali pH dan ketinggian tangki nutrisi berbasis Internet of Things dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem mampu mengatur kadar pH antara 5,5-6,5 dalam tangki nutrisi hidroponik.
2. Sistem mampu mengatur ketinggian yang diinginkan sesuai dengan batasan set poin $\frac{3}{4}$ dari ketinggian tangki.
3. Monitoring yang dilakukan dengan sistem Internet of Things dapat ditampilkan dengan jelas. Kecepatan pengiriman rata-rata 3 detik per paket data.
4. Sistem dapat dikendalikan dari komputer maupun dari gawai. Pergantian set point akan muncul pada semua perangkat yang tersambung oleh server MQTT
5. Sistem dapat menyambungkan ulang jaringan internet setelah terputus dari jaringan Wi-Fi tanpa harus melakukan reset sistem.

REFERENSI

- [1] T. Asao, *Hydroponics: A Standard Methodology for Plant Biological Researches*. Rijeka: IntechOpen, 2012.
- [2] A. Kommu, R. R. Kanchi, and N. K. Uttarkar, "Design and development of microcontroller based peristaltic pump for automatic potentiometric titration," *Int. Conf. Commun. Signal Process. ICCSP 2014 - Proc.*, pp. 157–161, 2014, doi: 10.1109/ICCSP.2014.6949819.
- [3] M. Rusli, *Dasar Perancangan Kendali Logika Fuzzy*. Malang: UB Press, 2017.
- [4] F. D. Hartanto, "Rancang Bangun Monitoring dan Kontrol Pertumbuhan Tanaman Pada Sistem Hidroponik DFT menggunakan Metode Fuzzy Logic," *Tugas Akhir Politek. Perkapalan Negeri Surabaya*, 2019.
- [5] S. Sembiring, A. Rifai, S. Sutarno, and P. A. K. Tarigan, "Perancangan Sistem Pengatur pH air akuarium menggunakan kendali logika fuzzy," *Inform. J. Komput.*, vol. 16, pp. 13–24, 2020.
- [6] D. Pancawati and A. Yulianto, "Implementasi Fuzzy Logic Controller untuk Mengatur Ph Nutrisi pada Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT)," vol. 5, no. 2, pp. 278–289, 2016, doi: <https://doi.org/10.25077/jnte.v5n2.284.2016>.
- [7] I. Ismail, "Implementasi Logika Fuzzy dan Kalman Filter untuk Kendali Lengan," Telkom University, 2015.
- [8] Y. Yudhanto and A. Azis, *Pengantar Teknologi Internet of Things (IoT)*. Surakarta: UNSPress, 2019.