METROTECH
Journal of Mechanical and Electrical Technology
Vol. 3 No. 2, Mei 2024, E-ISSN 2809-9605 | P-ISSN 2827-8097

Implementasi Sensor PH Untuk Budidaya Hidroganik pada UMKM Bengkel Mimpi Berbasis IoT

Aulia Faridatu Ma'rifatillah[1*], Gillang Al Azhar[2], Imam Saukani[3]
[1,2,3]Politeknik Negeri Malang, Malang
[*]Penulis Korespondensi, email: auliafrdt29@gmail.com

Received:23/07/2024 *Revised:25/07/2024* *Accepted:30/07/2024*

Abstract. *Hydroganic system cultivation is a form of innovation found by Bengkel Mimpi MSMEs in overcoming the problem of land reduction in Indonesia. In the hydrogenic system, there is the use of catfish ponds which in checking the water condition still uses conventional methods that are still ineffective. Catfish can survive at pH levels between 6.5-7.5 so that they are not susceptible to diseases and mass deaths. There is the use of a salt solution and pH down solution which aims to neutralize the moisture content if the pH is detected not within the required range. So this research was made to overcome this problem by integrating in the Internet of Things (IoT)-based control and monitoring system through Blynk. This system uses ESP32 to manage data to control the movement of the mist sprayer pump and the E201-C PH sensor as feedback from the PID control. By using the PID control method in this system, control parameters with the values Kp = 3.9, Ki = 0.01, Kd = 0.042 by generating a response with the values of Rise Time = 63s, Delay Time = 38s, Peak Time = 70s, dan Settling Time = 82s which results in the mist sprayer pump can work stably in dispensing the solution to neutralize the pH level and maintain the predetermined setpoint.*

Keywords: *Hydroganic, pH, PID, Blynk*

Abstrak. Budidaya sistem hidroganik merupakan bentuk inovasi yang ditemukan oleh UMKM Bengkel Mimpi dalam mengatasi permasalahan berkurangnya lahan di Inondesia. Dalam sistem hidroganik terdapat pemanfaatan kolam ikan lele yang mana dalam pengecekan kondisi airnya masih menggunakan cara konvensional yang masih kurang efektif. Ikan lele dapat bertahan hidup dalam kadar pH antara 6.5-7.5 agar tidak mudah terserang penyakit hingga kematian massal. Terdapat penggunaan larutan garam dan larutan pH down yang bertujuan menetralkan kadar air apabila terdeteksi pH tidak dalam rentang yang dibutuhkan. Sehingga dibuatnya penelitian ini untuk mengatasi masalah tersebut dengan mengintegrasikan dalam sistem kontrol dan monitoring berbasis Internet of Things (IoT) melalui Blynk. Sistem ini menggunakan ESP32 untuk mengelola data hingga mengontrol gerak pompa mist sprayer dan sensor PH E201-C sebagai feedback dari kontrol PID. Dengan menggunakan metode kontrol PID pada sistem ini daidapatkan parameter kontrol dengan nilai Kp = 3.9, Ki = 0.01, Kd = 0.042 dengan menghasilkan kurva respon sistem Rise Time = 63s, Delay Time = 38s, Peak Time = 70s, dan Settling Time = 82s yang menghasilkan pompa mist sprayer dapat bekerja stabil dalam mengeluarkan larutan untuk menetralkan kadar pH dan mempertahankan setpoint yang telah ditentukan.

Kata Kunci: *Hidroganik, pH, PID, Blynk*

I. PENDAHULUAN

Untuk mengatasi masalah penurunan lahan di sektor pertanian, UMKM Bengkel Mimpi telah menciptakan inovasi berupa sistem hidroganik. Menurut Pak Basiri sang pemilik, menyebutkan bahwa berkurangnya lahan menjadikan alasan untuk mengembangkan hidroganik, sehingga dapat meningkatkan eksistensi petani dalam sektor perekonomian [1]. Hidroganik berasal dari kata "Hidro" dan "Organik" yaitu memadukan sistem hidro dan sistem organik [2]. Sumber nutrisi utama dalam hidroganik berasal dari pupuk organik dan air kolam yang diolah menjadi nutrisi tanaman. Sehingga menghasilkan keuntungan saling bagi antara tanaman dan ikan yang ada di kolam. Sisa makanan dan kotoran dari ikan disalurkan ke media

tanam dan tanaman memberikan oksigen untuk ikan [3].

Dalam budidaya hidroganik, pH air kolam ikan lele parameter yang harus diperhatikan. pH normal untuk ikan lele antara 6,5 hingga 7,5 [4]. Apabila pH diabaikan dapat membuat ikan lele menjadi cepat terserang penyakit dan menyebabkan kematian massal[5][6]. Pengecekan pH pada UMKM ini masih dilakukan secara manual untuk memastikan kualitas air yang sesuai. Ada kalanya petani juga dalam bepergian yang membuat tidak dapat memantau secara langsung pada media hidroganik. Oleh karena itu, diperlukan Internet of Things (IoT), dimana sensor pH dikirim ke smartphone sehingga petani dapat memantau kualitas air secara real- time dan jarak jauh. [7], [8].

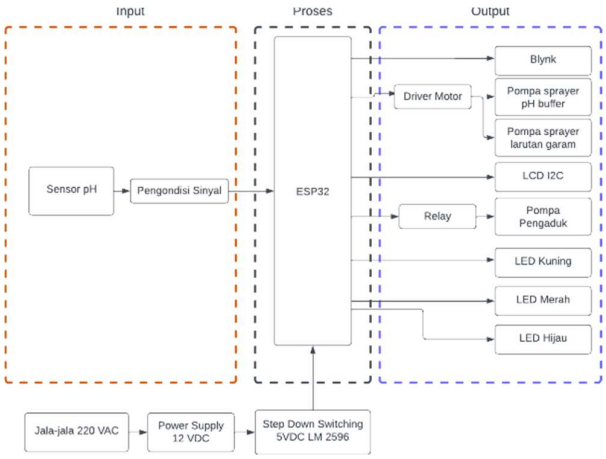
Berdasarkan penelitian Elly [9], membuat sistem pengontrol pH pada tanaman hidroponik. Cara kerja sistem yang telah dilakukan apabila mikrokontroler menerima input dari sensor pH tidak dalam range dari batas kebutuhan maka akan menggerakkan motor untuk mengalirkan cairan nutrisi. Sehingga hasil akhir, sistem yang dikembangkan berhasil mengontrol pH air secara otomatis. Hanya saja sistem belum terintegrasi pada smartphone sehingga tidak dapat membantu user terhubung dengan alat secara realtime.

Pada penelitian ini terdiri dari sensor pH 4502C, LCD 16x2 I2C, pompa mist sprayer, ESP32, Blynk, larutan garam dan pH buffer. Selain itu, sistem ini menggunakan metode kontrol PID sebagai feedback pembacaan sensor apabila pH tidak sesuai dengan setpoint. Metode yang digunakan adalah PID Ziegler Nichols. Maka dari itu, sistem ini dibuat agar petani pada budidaya hidroganik lebih efisien dan efektif dan dapat mudah mengendalikan serta memantau (monitoring) kualitas air pada kolam secara jarak jauh dan realtime[10].

II. METODOLOGI

A. Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 1 merupakan digram blok sistem yang terdapat 3 blok yaitu input, proses, dan output. Pada blok input berupa sensor pH yang digunakan untuk membaca kualitas air dengan kondisi asam (pH <6.4), basa(pH >7.6), dan netral (pH 6.5-7.5). Pada bagian blok proses terdapat ESP32 sebagai mikrokontroller yang mengolah data dari pembacaan sensor dan diteruskan untuk mengontrol output yang dihasilkan oleh sistem. Pada bagian blok output meliputi driver motor DC (pompa) sebagai penerus hasil keluaran dari kontroler PID untuk menggerakkan pompa. Driver motor pada penelitian ini menggunakan optocoupler PC817 dan MOSFET IRF540 sebagai pengaman untuk pompa motor. Pompa mist sprayer digunakan sebagai aktuator untuk menyemprotkan larutan garam saat pH dalam kondisi asam (<6.4) dan larutan pH buffer saat pH dalam kondisi basa (>7.6). LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan pembacaan data pH. LED sebagai indikator dari kondisi pH. Pompa air sebagai pengaduk untuk menetralkan.

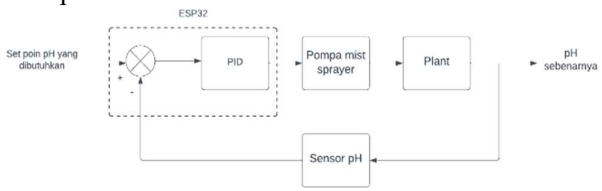


Gambar 1. Diagram blok sistem

B. Diagram Blok Kontrol

Pada perancangan blok kontrol sistem ini menggunakan *closed-loop* untuk kontrol PID. Sistem akan membaca kadar pH air yang dideteksi oleh sensor pH. Ketika output pembacaan pH tidak sesuai dengan set point yang diinginkan maka akan terdapat selisih antara output dengan set point yang telah ditentukan yang disebut error. Kemudian, eror tersebut akan membuat kontrol PID bekerja dan memberikan aksi langsung pada pompa mist sprayer untuk bekerja dan mengatur PWM dari pompa. Sehingga sensor pH akan memberikan

umpan balik secara terus-menerus hingga didapatkan error mendekati nol. Gambar 2 merupakan diagram kontrol dari sistem yang terdiri dari input, kontroler, aktuator, plant, feedback, dan output.

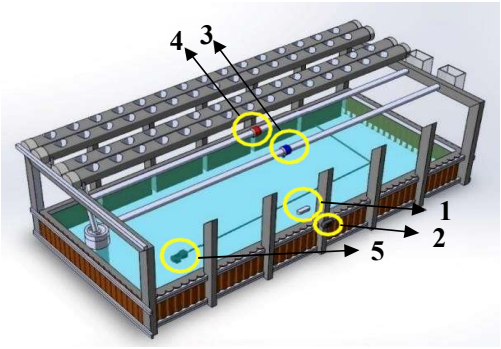


Gambar 2. Diagram blok control

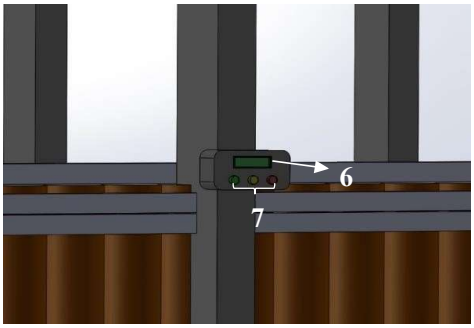
C. Perancangan Mekanik

Adapun desain dari sistem pada penelitian ini seperti pada Gambar 3 sebagai berikut :

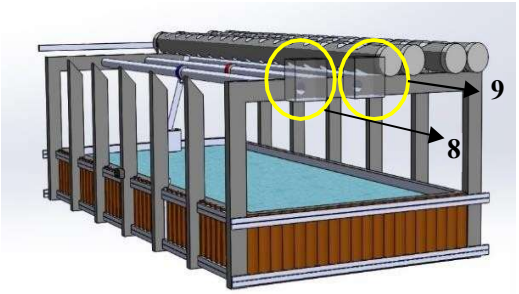
1) Sensor pH-4502C
2) Box sistem
3) Sprayer larutan pH buffer asam
4) Sprayer larutan garam
5) Pompa pengaduk
6) LCD
7) LED indikator
8) Box pH buffer asam
9) Box larutan garam



Gambar 3. Desain tampak keseluruhan



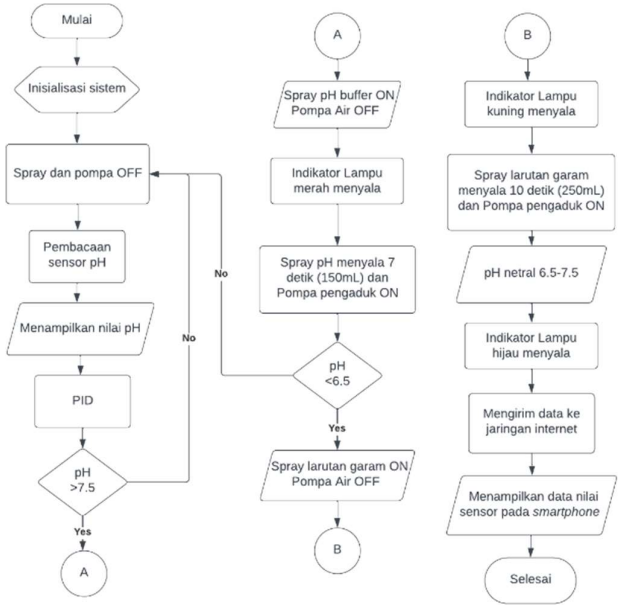
Gambar 4. Desain box sistem



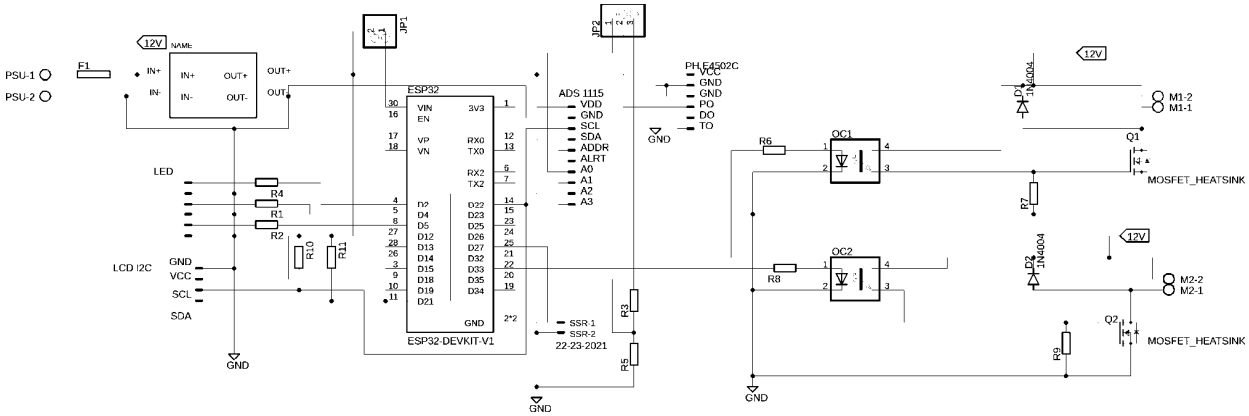
Gambar 5. Desain box larutan

D. Perancangan Elektronik

Berdasar diagram alir pada Gambar 6 dapat dijelaskan bahwa cara kerja dari sistem pembacaan pH otomatis ialah saat kadar pH mencapai set point yang sudah ditentukan maka akan menggerakkan aktuator berupa pompa DC *sprayer*. Saat awal sistem dihidupkan, sensor pH akan mendeteksi kadar pH yang ada dalam kolam. Pembacaan sensor pH terbagi menjadi 3 kondisi seperti yang sudah disebutkan. Kondisi pertama saat pH terdeteksi diatas 7.6 yang menandakan pH dalam kondisi basa maka akan menghidupkan pompa yang terhubung pada sprayer larutan pH buffer dan diikuti indikator LED merah. Pompa akan menyala terus selama pembacaan sensor pH yang dikontrol oleh kontroler PID dapat mencapai setpoint yang ditentukan yaitu kondisi netral. Kondisi netral ini terdeteksi saat pH bernilai antara 6.5 – 7.5 sebagai batas atas dan batas bawah. Dalam kondisi tersebut kedua pompa akan berhenti dan LED indikator hijau akan menyala. Kemudian, kondisi terakhir yaitu kondisi asam saat pH terdeteksi dibawah 6.4 sehingga akan menghidupkan pompa yang terhubung pada sprayer larutan garam. Pompa akan menyala hingga kontroler PID dapat mencapai setpoinnya dan diikuti dengan LED indikator kuning menyala. Semua kondisi tersebut akan ditampilkan pada LCD dan software Blynk agar dapat dipantau secara realtime oleh pengguna.



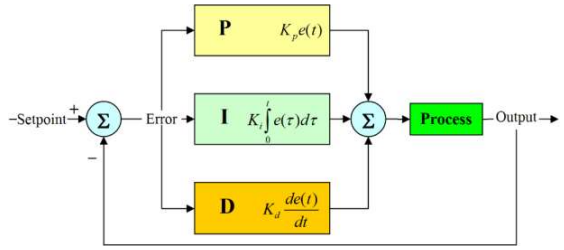
Gambar 6. Diagram alir sistem



Gambar 7. Rangkaian sistem

E. Perancangan Kontrol PID

Sistem kontrol pH dirancang untuk menjaga kesetabilan nilai pH pada kolam ikanlele agar sesuai dengan nilai set point yang diberikan. Kontrol Proportional, Integral, Derivative (PID) adalah sistem pengendali yang umum digunakan dalam berbagai macam sistem pada jangkauan industri. Kontrol PID adalah kontrol yang memanfaatkan feedback dari keluaran yang mengandung sinyal kesalahan atau selisih dari nilai yang diharapkan, sehingga kontrol ini dapat dimanfaatkan untuk menentukan presisi dari sistem yang dikendalikan.



Gambar 8. Blok diagram kontrol PID

Dari Gambar 8 didapat persamaan nilai keluaran dari kontrol PID, dirumuskan sebagai:

$$u(t) = Kpe(t) + Ki \int e(r)dr + Kd\ d\ dt\ e(t) \qquad (1)$$

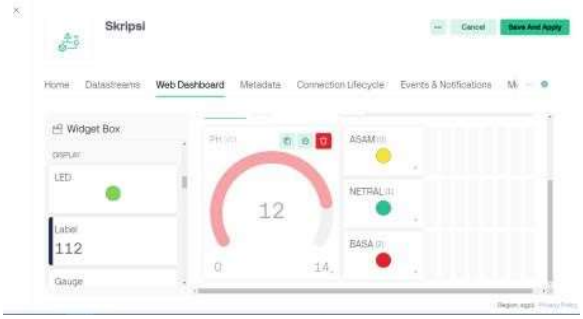
Persamaan (1) menjelaskan bahwa nilai keluaran u(t), merupakan jumlah dari gain proportional (Kp), gain integral (Ki), dan gain derivative (Kd) yang masing-masing dipengaruhi oleh error (e) dalam selang waktu (t) tertentu. Berikut merupakan rumusan penalaan parameter PID dengan mentode Ziegler Nichols 1 berdasarkan cara kurva reaksi berupa Kp, Ti, dan Td dengan keterangan L adalah Delay Time dan T adalah Konstanta waktu Tunda.

Tabel 1. Tabel Ziegler Nichlos kontrol PID

Tipe kontroler	Kp	Ki	Kd
P	T/L	~	0
PI	0.9 T/L	L/0.3	0
PID	1.2 T/L	2L	0.5 L

F. Perancangan Blynk

Dalam penggunaan Blynk dapat menentukan menu yang akan digunakan seperti widget apa saja yang dibutuhkan. Dalam sistem monitoringpH pada kolam ikan lele ini menggunakan widget berupa gauge yang mana berfungsi sebagai penampil pembacaan kadar pH. Selain itu, terdapat indikator LED berfungsi untuk keterangan dalam pembacaan kadar pH seperti LED kuning sebagai indikator kondisi asam, LED hijau sebagai indikator kondisi netral, dan LED merah sebagai indikator kondisi basa.



Gambar 9. Perancangan Blynk pada *Website*

Gambar 10. Perancangan Blynk pada *smartphone*

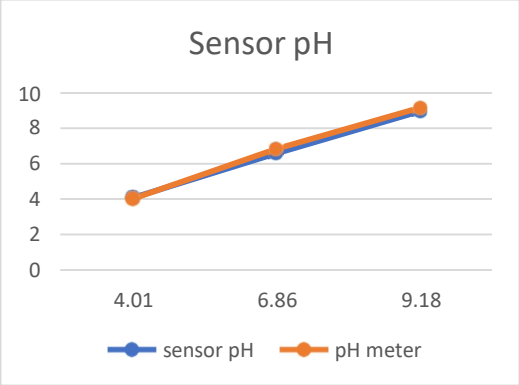
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor pH

Pengujian sensor pH dilakukan untuk mengetahui apakah sensor pH dapat bekerjadengan pembacaan yang baik dan sesuai dengankadar pH yang terukur. Pengujian dilakukandengan kalibrasi terlebih dahulu dengan mencari nilai regresi linier lalu dilakukan perbandingan pengukuran menggunakan pH meter. Sensor pH dihubungkan pada pin D35 pada ESP32 sebagai input only. Sehinggadidapatkan nilai kalibrasi sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil pengukuran sensor pH

No	Nilai Ukur pH	Sensor pH	pH meter	Selisih Nilai	*Error (%)*
1	4.01	4.07	4.00	0.07	0.017
2	6.86	6.58	6.84	0.26	0.038
3	9.18	8.96	9.15	0.19	0.02
Rata-rata error					0.025



Gambar 11. Grafik pH

Pada Tabel 2 merupakan hasil dari pengujian sensor pH E 4502C yang mana menggunakan *pH powder* sebagai acuanpembacaan sensor. Sehingga didapatkan perbandingan linier dalam pembacaan sensor pH dengan pH meter seperti padaGambar 11. Nilai error diambil dari perhitungan rumus sebagai berikut.

$$\%\ error = \frac{selisih}{nilai\ sebenarnya} x100$$

Setelah didapatkan presentase error pada setiap sampel, maka diambil rata-rata dari perhitungan error tersebut dengan rumus.

$$Rata - rata\ error = \frac{Total\ nilai\ eror}{banyak\ data}$$

Sehingga didapatkan pada pengujiansensor pH ini bahwa sensor dapat mengukur larutan dengan sesuai. Dibuktikan dengan nilai selisih yang kecil dan nilai eror antara sensor dengan nilai sebenarnya sebesar 0.025% yang berarti masih dibatas normal.

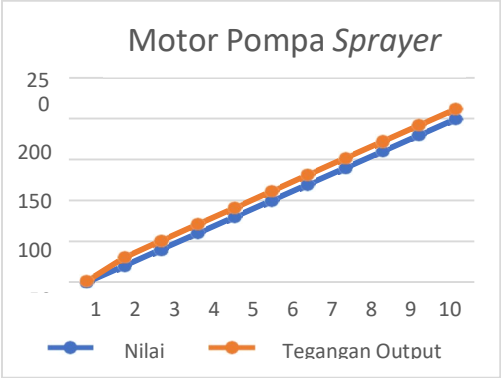
B. Pengujian PWM Motor Pompa Sprayer

Pengujian pada motor pompa ini bertujuan agar mengetahui apakah pompa dapat berkeja dengan baik melalui penggunaan driver motor yang telah dirancang. Selain itu, untuk mengetahui PWM pada pompa akan menghasilkan tegangan output bernilai berapa. Dari tegangan tersebut maka didapatkan jumlah larutan yang dikeluarkan berdasarkan besar dari nilai tegangan yang dihasilkan pada PWm motor. Pengujian motor menggunakan pin pada ESP32 yaitu D32 untuk pompa 1 dan D33 untuk pompa 2. Pengukuran dilakukan menggunakan avometer dengan mengukur pin output dari pompa yang didapatkan dari motor driver

Tabel 3. Hasil pengukuran motor pompa sprayer

No.	Nilai PWM	Output Tegangan Pompa (VDC)
1	0	1.88
2	20	10.23
3	40	10.55
4	60	10.94
5	80	11.22
6	100	11.43
7	120	11.75
8	140	11.82
9	160	11.93
10	180	12.00
11	200	12.03

Dari Tabel 3 didapatkan hasil pengukuran dari motor pompa yang di uji dari PWM 0-200. Sehingga menunjukkan bahwa driver motor dapat bekerja dengan sesuai membaca PWM motor, begitu juga dengan motor dapat menghasilkan tegangan output berdasar PWMyang didapatkan. Berikut grafik yang dihasilkan dari pembacaan PWM motor pompa.

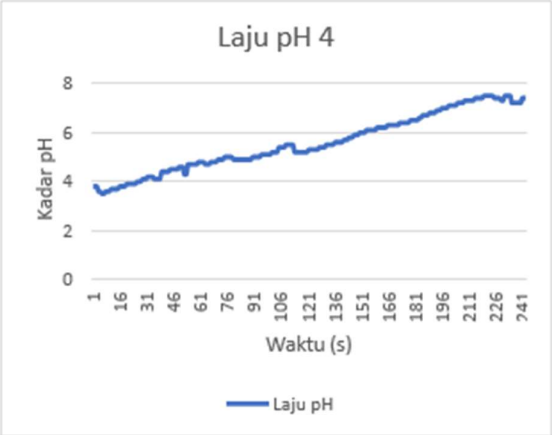


Gambar 12. Grafik Motor pompa *sprayer*

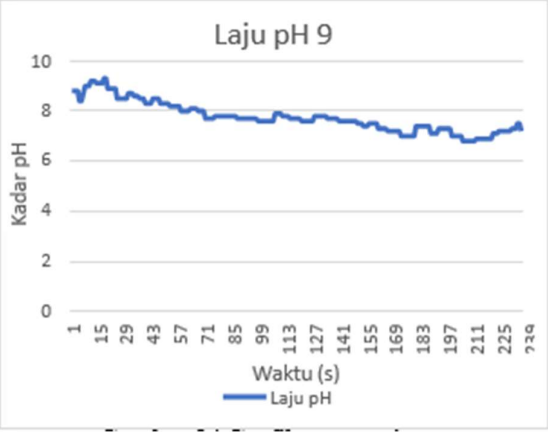
C. Pengujian Metode Kontrol pada Sistem

Pengujian sistem kontrol pembacaansensor pH ini menggunakan metode kontrol PID agar dapat melihat respon sistem. Pengujian dilakukan dengan mengukur kadar air berupa pH pada sistem lalu diberikan larutan penetral melalui pompa sprayer.

Setelah nilai pH sesuai dengan setpoint yang telah ditentukan yaitu 6.5-7.5, maka dapat distabilkan dengan kontrol PID. Pengujian dilakukan pada larutan pH 4 dan 9 yang mana masing-masing akan dilihat respon sistem dalam mencapai setpoint sebelum menggunakan kontroler.



Gambar 13. Grafik respon sistem tanpa controller pada PH 4



Gambar 14. Grafik respon sistem tanpa controller pada PH 4

Pada Gambar 13 dan Gambar 14 ditunjukkan grafik laju pH saat mencapai setpoint tanpaadanya kontroler. Dari pembacaan laju pH tersebut dapat dilihat bahwa kurva pembacaan pH 4 memiliki *rise time* sebesar 182s, *delay time* sebesar 90s, *peak time* sebesar 197s, dan *settling time* sebesar 204s. Sedangkan untukkurva pembacaan pH 9 memiliki *rise time* sebesar 153s, *delay time* sebesar 82s, *peak time*sebesar 160s, dan *settling time* sebesar 176s. Sehingga dari pembacaan tersebut dapat diambil nilai konstanta waktu tunda (L) dan konstanta waktu (T) dalam pengujian sebelum diberikan respon sistem sebagai berikut

L = 182s
T – 56s

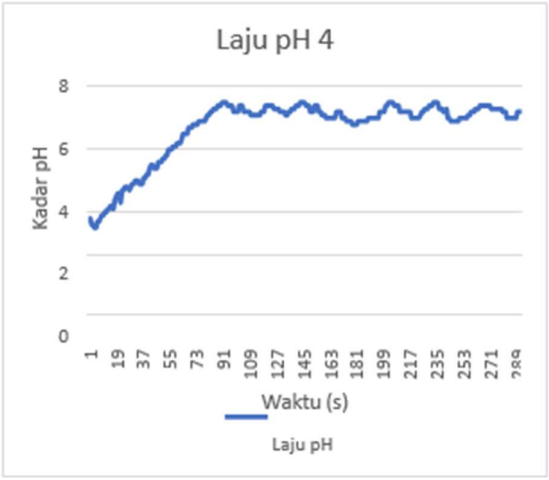
Kp = 1.2 x T/L
Kp = 1.2 x 182/56
Kp = 3.9

Ti = 2 x L
Ti = 2 x 182
Ti = 364

Ki = Kp/Ti
Ki = 3.9/364
Ki = 0.01

Td = 0.5 x L
Td = 91

Kd = Kp/Td = 3.9/91 = 0.042



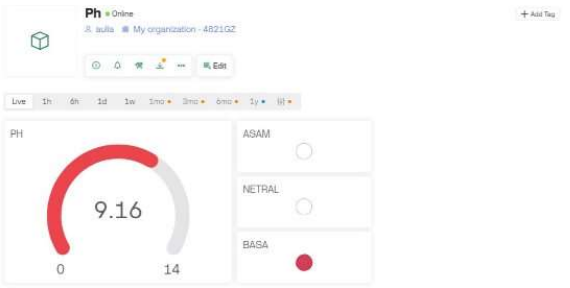
Gambar 15. Grafik respon sistem dengan kontroler

Setelah didapatkan nilai konstanta dari kontrol PID lalu grafik dari respon pengujian laju pH pada pH 4 seperti pada Gambar 15 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antarakurva grafik sebelum dan sesudah diberikan kontrol sistem PID. Perbedaan yang palingsignifikan berupa respon sistem yang lebih cepat dibandingkan tanpa penggunaan kontrol.

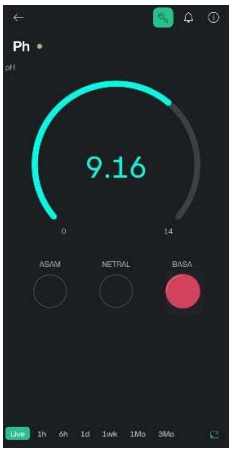
Adanya penggunaan kontrol PID membuat kurva sistem memiliki *rise time* sebesar 63s, *delay time* sebesar 38s, *peak time* sebesar 70s, dan *settling time* sebesar 82s.

D. Pengujian pH pada Blynk

Setelah dilakukan pengujian pada sensor maupun aktuator, pembacaan tersebut akan ditampilkan pada aplikasi yaitu Blynk. Aplikasi Blynk dapat di akses melalui *website* maupun *smartphone* sehingga dapat membantu pengguna dalam memantau secara *real-time.* Berikut hasil monitoring yang dihasilkan dari pembacaan pH beserta indikator yang tertampil.



Gambar 16. Tampilan pH pada *website*



Gambar 17. Tampilan pH pada *smartphone*

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan perancangan sistem kontrol dan monitoring pH pada kolam ikan lele dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu sensor pH E201C yang digunakan pada sistem ini dapat bekerja membaca kadar pH meskipun terdapat beberapa pembacaan yang tidak akurat dengan pH meter dan pembacaan yang tidak stabil. Kemudian, penggunaan kedua pompa mist sprayer dapat bekerja dengan mengeluarkan larutan sesuai dengan kebutuhan yaitu apabila kadar pH terdeteksi diatas maupun dibawah setpoint 6.5-7.5. Dengan menerapkan metode kontrol PID berupa Ziegler Nichols 1 didapatkan nilai Kp = , Ki = , Kd = yang menunjukkan kurva grafik yang jauh lebih stabil dan respon sistem yang cepat dibanding tanpa menggunakan kontrol.

Saran dari penelitian yang telah penulis lakukan adalah dapat menggunakan sensor pH dengan jenis lain seperti DFRobot. Dalam permbacaan sensor yang digunakan oleh penulis memiliki pembacaan yang tidak stabil sehingga akan berpengaruh dalam kontrol aktuator, mengingat pembacaan pH sangat krusial.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasihatas dukungan, arahan, maupun bantuan yang telah diberikan oleh dosen pembimbing BapakGillang Al Azhar, S.S.T., M.Tr.T dan Bapak Imam Saukani, S.T., M.T. Selain itu, ucapan terima kasih pada Bapak Basiri beserta teman- teman dari UMKM Bengkel Mimpi yang telahmemberikan kesempatan untuk melakukan penelitian.

REFERENSI

[1] Desaglobal.id, "Bengkel Mimpi Wujudkan Pertanian Modern Dengan Sistem Hidroganik," www.desaglobal.id/. Accessed: May 4, 2024. [Online]. Available: https://www.desaglobal.id/news/401/bengkel-mimpi-wujudkan-pertanianmodern-dengan-sistem-hidroganik#

[2] Udin, "BBPP Ketindan Kembangkan Sayuran Organik Dengan Hidroganik," swadayaonline.com. Accessed: Dec. 13, 2023. [Online]. Available: https://www.swadayaonline.com/artikel/377/BBPP-Ketindan-KembangkanSayuran-Organik-Dengan-Hidroganik/

[3] H. Budiyanto *et al.*, "Teknologi Greenhouse Hidroganik dengan Tenaga Listrik Mandiri," *Teknik Sipil dan Perencanaan*, 2019.

[4] V. N. Ut, H. Truong Giang, T. Quoc Phu, J. Morales, and N. T. Phuong, "Assessment of water quality in catfish (Pangasianodon hypophthalmus) production system in The Mekong Delta," *Can Tho University Journal of Science*, vol. 3, pp. 71–78, 2016, doi: 10.22144/ctu.jen.2016.107.

[5] A. Rahayuningtyas, D. Sagita, and N. D. Susanti, "Rancang bangun sistem monitoring dan kontrol pH air untuk budidaya ikan lele," *Agrointek : Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, vol. 17, no. 1, pp. 97–105, Feb. 2023, doi: 10.21107/agrointek.v17i1.14129.

[6] S. T. Rasmana *et al.*, "Pengendali Tingkat Keasaman Air Kolam Untuk Ikan Lele," vol. 5, no. 6, 2021, doi: 10.31764/jmm.v5i6.5451.

[7] Nurrahman, "Perancangan monitoring kualitas air pada budidaya kolam ikan berbasis sms gateway," Universitas Dinamika Bangsa, Jambi, 2018.

[8] A. S. Putra, S. Budiprayitno, and L. P. Rahayu, "Perancangan sistem kontrol pH dan suhu air menggunakan metode fuzzy dan terintegrasi dengan internet of things (IoT) pada budidaya ikan hias," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 10, 2021.

[9] E. Mufida, R. Septian Anwar, R. A. Khodir, and I. Prihan, "Perancangan Alat Pengontrol pH Air Untuk Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino Uno", [Online]. Available: http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/insantek

[10] D. Nur'aina, Arief, and Sumarna, "Rancang Bangun Sistem Kontrol pH Air pada Kolam Pembenihan Ikan Lele (Clarias gariepinus) di Balai Pengembangan Teknologi Kelautan dan Perikanan (BPTKP) Cangkringan