

SYSTEMIC: Information System and Informatics Journal

ISSN: 2460-8092, 2548-6551 (e)

Vol 6 No 2 – Desember 2020

Rancang Bangun Kontrol Keasaman pH Tanaman dalam Sistem Hidroponik menggunakan Kontrol PID Berbasis AndroidIka Indriani Retna Wardani ¹, Kunto Eko Susilo²^{1,2}) Universitas Narotama, SurabayaIkaindrianiiretnawardani.17@fasilkom.narotama.ac.id¹, kunto.eko.susilo@narotama.ac.id²**Kata Kunci***Hidroponik, IoT, MQTT, PID, Android***Abstrak**

Semakin padatnya keadaan bumi dengan manusia, tentunya berpengaruh terhadap tersedianya lahan di permukaan bumi. Tentu saja ini berpengaruh pada kestabilan bercocok tanam apalagi di daerah perkotaan. Hidroponik adalah salah satu solusi pintar yang bisa diambil untuk bercocok tanam di lahan sempit atau bahkan tanpa lahan tanah. hidroponik sangat membutuhkan lingkungan yang terkontrol untuk menghindari penurunan kualitas tanaman hingga layunya tanaman. Salah satu parameter yang penting adalah derajat keasaman (pH) larutan nutrisi, dimana pH sangat berpengaruh terhadap kelarutan dan ketersediaan unsur hara dalam larutan nutrisi. Perkembangan IoT (Internet of Things) saat ini sudah mencakup berbagai aspek salah satunya dalam dunia pertanian, dengan protokol MQTT Broker pemantauan dan pengukuran pH tanaman pada sistem hidroponik dapat dilakukan secara jarak jauh. Metode yang dilakukan adalah menggunakan PID kontrol dimana pH tanaman akan mencapai set point yang ditentukan dengan stabil. Hasil yang diharapkan adalah dapat membantu untuk melakukan kontrol pH tanaman secara jarak jauh melalui android untuk mencegah penurunan kualitas tanaman.

Keywords*Hydroponic, IoT, MQTT, PID, Android***Abstract**

The more dense condition of the earth with humans, of course, affect the availability of land on the surface of the earth. Of course this affects the stability of farming especially in urban areas. Hydroponics is one of the smart solutions that can be taken to grow crops in narrow areas or even without land. hydroponics really need a controlled environment to avoid decreasing the quality of plants until the plants wither. One important parameter is the degree of acidity (pH) of the nutrient solution, where pH is very influential on the solubility and availability of nutrients in the nutrient solution. The development of the IoT (Internet of Things) currently covers various aspects, one of which is in agriculture, with the MQTT Broker protocol monitoring and measuring plant pH on a hydroponic system can be done remotely. The method used is to use PID control where the pH of the plant will reach a set point that is determined stably. The expected result is that it can help to control plant pH remotely through android to prevent deterioration in plant quality.

1. Pendahuluan

Hidroponik adalah salah satu cara untuk menanam tanaman dalam skala besar tanpa memerlukan lahan yang sangat cocok untuk dibudidayakan di daerah perkotaan. Dimana semakin sempitnya lahan di perkotaan, hidroponik menjadi salah satu solusi. Karena hidroponik menganut sistem bercocok tanam di atas air atau tanpa tanah. Dengan munculnya solusi seperti ini, tidak akan ada lagi halangan untuk bercocok tanam dan malas untuk mengkonsumsi sayur Sistem

Hidroponik tidak memerlukan lahan yang begitu luas, penggunaan lahan yang efisien,

tanaman lebih bersih, penggunaan pupuk dan air lebih efisien. Namun disisi lain, sistem hidroponik memerlukan ketelatenan, ketelitian dan pemantauan terus-menerus. Salah satu parameter yang penting adalah derajat keasaman (pH) larutan nutrisi, dimana pH sangat berpengaruh terhadap kelarutan dan ketersediaan unsur hara dalam larutan nutrisi. Penggunaan alat ukur manual yang sebenarnya menyita waktu jika si pemilik sedang sibuk dengan pekerjaan kantornya. Pemantauan dan pengelolaan pertanian secara manual dapat menciptakan banyak masalah selama musim hujan musim seperti irigasi dan pemupukan dan kekurangan tenaga kerja. Petani akan sulit tidur malam karena mereka harus pergi

ke pertanian di malam hari dan memantau tanaman mereka[1].

Dengan masalah ini, sangat penting untuk merancang pemantauan dan kontrol cerdas secara real-time sistem. Kontrol real-time dari perangkat dunia nyata telah menunjukkan nilai komersial dan memudahkan konsumen. Informasi lingkungan real-time dapat dikumpulkan dari jarak jauh dan ditransfer ke tempat itu dan dapat diproses untuk menemukan masalah, menyimpan data, atau mengambil tindakan yang diperlukan [2]. Maka dari itu diperlukan solusi untuk memantau kondisi tanaman dan kontrol secara otomatis jika kondisi tersebut tidak sesuai dengan kondisi yang diharapkan.

Pertanian terintegrasi meningkatkan hasil panen, daur ulang nutrisi mengarah pada penguatan ketahanan lingkungan. Sistem pertanian terintegrasi terdiri dari serangkaian praktik penghematan sumber daya yang bertujuan untuk mencapai laba tinggi yang dapat diterima dan tingkat produksi yang berkelanjutan, sambil meminimalkan efek negatif dari pertanian intensif dan melestarikan lingkungan[3].

Melalui manipulasi dan pengelolaan tanaman secara hati-hati yang tumbuh pada lingkungan meliputi jumlah air, tingkat pH dan kombinasi nutrisi spesifik, tanaman dapat didorong untuk tumbuh lebih cepat[4].

Ukuran pH pada umumnya bekisar antara 0 hingga 14. Cairan akan sama jika kurang dari 7 dan akan basa jika lebih dari 7. Nilai ph 7 artinya cairan tersebut netral. Jika air terdapat banyak senyawa asam maupun basa dapat mengakibatkan korosif dan bisa mengganggu kesehatan tanaman. Rentan pH air yang diperbolehkan untuk larutan nutrisi hidroponik antara 5,5 hingga 7,5 [5] [6].

Dengan memanfaatkan kemajuan ilmu masa kini yang telah memudahkan pekerjaan manusia dilakukan pengembangan pada sistem hidroponik yaitu dengan mengontrol pH tanaman sayur media tanam hidroponik menggunakan Arduino sebagai mikrokontroler. Untuk mengatasi pada sisi kelemahan hidroponik maka dibuat rancang bangun kontrol keasamaan pH menggunakan kontrol PID berbasis android. Nutrisi akan di pantau melalui sistem yang bernama PID Control, dimana pH tanaman akan di kontrol agar mencapai kestabilan derajat keasaman pH tanaman[7].

Pengontrol PID (Proportional Integral Derivative) terdiri dari tiga komponen, yaitu komponen Proporsional (P), komponen Integral (I) dan komponen Derivatif (D). Pengontrol PID akan menghasilkan aksi kontrol dengan membandingkan kesalahan atau error yang merupakan selisih dari process variable dan set point sebagai masukan [8][9].

Melakukan kontrol terhadap pH tanaman dengan protokol MQTT dimana MQTT merupakan jembatan antara server dengan pengguna. MQTT adalah arsitektur Client-Server dengan topologi

hub-and-spoke dan sensor tujuan bertindak sebagai client yang membuat koneksi TCP ke server disebut Broker, yang bertanggung jawab untuk mengirimkan data antara pesan yang merupakan Publisher dan Subscriber. Keunikan utama dari kegunaan dari MQTT ini adalah dapat dilakukan integrasi dengan baik ke dalam perangkat berbasis Internet of Things ,karena tidak memerlukan modifikasi pada MQTT brokers atau clients [10] [11].

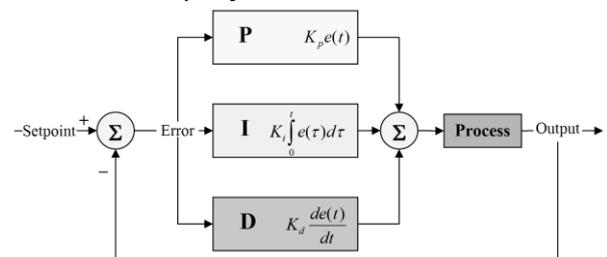
Selanjutnya data yang diterima akan ditampilkan pada sebuah aplikasi pada MQTT Dashboard. Ketika pH dimasukkan pada set point, otomatis mikrokontroler akan bekerja melakukan setting pH tanaman seperti set point yang diberikan.

2. Metode Penelitian

2.1 Teori PID

PID (Proportional, Integral dan Derivative) merupakan pengontrol konvensional yang merupakan bentuk sistematis yang baik karena dapat mengubah error menjadi nol, yaitu dengan menyamakan proses variabel sama dengan set point sehingga kestabilan pengontrolan dapat tercapai.

Setiap kekurangan dan kelebihan dari masing-masing kontroler P, I dan D dapat saling menutupi dengan menggabungkan ketiganya secara paralel menjadi kontroler proporsional plus integral plus differensial (kontroler PID). Nilai P dihasilkan dari nilai error yang masuk dalam sensor, kemudian nilai I merupakan akumulasi dari error sebelumnya, kemudian D akan memprediksi kesalahan selanjutnya.



Gambar 1. Blok Diagram Kontrol PID

1. Kendali Proporsional

Pengendali proporsional atau Gain bertindak sebagai penguat yang mampu mengubah output dari sistem secara proporsional tanpa memberikan efek dinamik pada kinerja pengendali tersebut. Kendali tersebut dinyatakan pada persamaan berikut :

$$u(t) = K_p e(t)$$

2. Kendali Integral

Pengendali integral atau Reset merupakan pengendali yang berfungsi untuk

memperbaiki respon steady state dari sistem sehingga kendali ini mampu memperbaiki error sistem. Kendali tersebut dinyatakan pada persamaan berikut:

$$u(t) = K_I \int_0^t e(t) . dt$$

3. Kendali Derivative

Pengendali derivative atau rate merupakan suatu kendali yang berfungsi untuk memperbaiki respontransien dari sistem. Kendali tersebut dinyatakan pada persamaan berikut :

$$u(t) = K_P \frac{d}{dt} e(t)$$

Pada pengontrolan PID, terdapat kontrol loop dengan cara kerja yaitu pada proses awal yaitu perhitungan dari proses variabel, sensor atau transmitter akan memperhitungkan beberapa variabel pada proses yang akan terjadi seperti temperature, suhu, tinggi, tekanan dll. Kemudian mengubah sinyal sensor kedalam transmisi ke sistem kontrol. Tahap kedua yaitu algoritma kontrol, algoritma matematika pada sistem kontrol akan mengeksekusi beberapa periode (setiap detik atau lebih) sinyal keluar untuk dilakukan transmisi ke elemen kontrol akhir. Tahap ketiga adalah elemen kontrol akhir, perangkat yang menerima sinyal dari kontroler dan memanipulasi proses, mengubah flow rate beberapa material. Tahap terakhir yaitu pada proses, proses merespon untuk mengubah variable manipulasi dengan perubahan hasil dan perhitungan variabel

2.2 Metode Perancangan Sistem

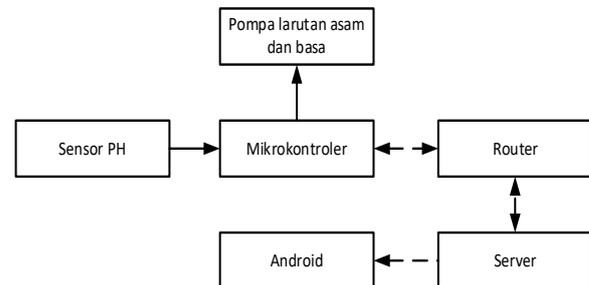
Pada perancangan penelitian ini dibutuhkan beberapa komponen seperti mikrokontroler yaitu Wemos D1 Mini, Sensor pH meter, pompa larutan asam dan basa, pengaduk, router dan android sebagai pemberi perintah.

A. Diagram Blok

Perancangan dan pembuatan alat pada penelitian ini dimudahkan dengan adanya Diagram Blok seperti pada Gambar 2. Pada diagram flow sistem ini di mana mikrokontroler melakukan perintah untuk mengirim data kepada server dan juga pompa larutan asam dan basa. Di mana pH tanaman yang belum mencapai set point sesuai masukan akan dilakukan penambahan larutan asam atau basa sesuai kebutuhan. Server dengan mikrokontroler disambung dengan supply internet dari router. Server yang digunakan disini adalah VPS di mana VPS sendiri dapat dengan mudah digunakan karena pengguna dapat mengaksesnya dimanapun dan kapanpun data pada mikrokontroler dikirimkan kepada server dengan protokol MQTT itulah mengapa pengguna atau user dapat dengan mudah mengaksesnya.

Pada penelitian ini hal yang paling utama terletak pada sensor pH dimana sensor akan melakukan pengecekan pH tanaman. Ph tanaman

harus dilakukan kontrol secara berkala karena hal ini mempunyai fungsi penting untuk melakukan cek apakah tanaman dalam keadaan baik atau tidak. Wemos D1 Mini dapat membaca sensor analog yang dikirimkan oleh sensor pH dan merubahnya kedalam digital kemudian dilakukan kontrol terhadap pompa larutan asam dan basa.



Gambar 2. Diagram Blok

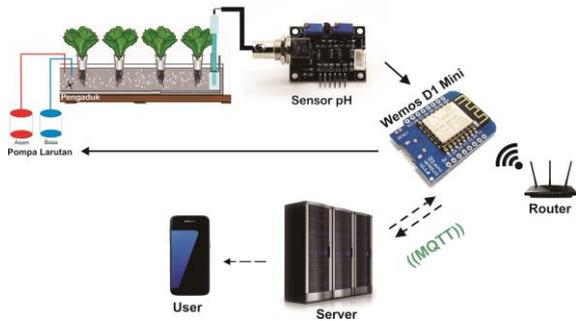
B. Perancangan Software dan Hardware Analisa Permasalahan

Dalam perancangan sistem ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam hal program aplikasi hasil dari monitoring akan ditampilkan pada MQTT dashboard atau aplikasi di mana data yang dikirim dari mikrokontroler bersifat real time.

Perancangan software disini adalah merancang sebuah program yang dimasukkan dalam mikrokontroler. Pemrograman dibuat menggunakan bahasa pemrograman dengan program Arduino IDE. Alur jalannya program pada sistem ini adalah dengan melakukan pengukuran pada larutan cairan asam dan basa pada tanaman hidroponik, hasil pengukuran akan digunakan sebagai masukan pada mikrokontroler untuk menghidupkan pompa larutan asam atau basa. Sistem akan berlangsung secara terus menerus sampai nilai pH larutan sesuai dengan setpoint yang ditentukan

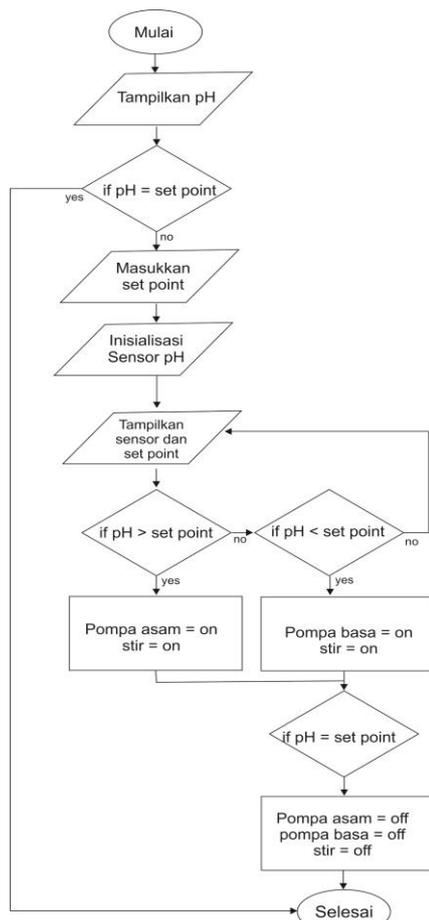
Pembuatan Hardware

Pada rancang bangun ini pada awalnya pengguna akan melakukan monitoring pH tanaman dengan menggunakan protokol MQTT di mana aplikasi telah terinstal pada smartphone ketika pH tanaman tidak pada set point yang dimasukkan pengguna melakukan set point kemudian dikirimkan untuk diterima oleh mikrokontroler menggunakan protokol MQTT kemudian akan dilakukan penambahan cairan larutan tergantung oleh set point pada pH tanaman setelah cairan diberikan pada tanaman akan dilakukan pengadukan. Kemudian pH meter akan melakukan pengecekan kembali untuk memastikan pH benar pada set point. Setelah selesai maka pompa larutan asam atau basa dan pengaduk otomatis akan mati.



Gambar 3. Desain Perancangan Alat

Berdasarkan Gambar 3 di atas menunjukkan Wemos D1 Mini mempunyai peran penting dalam melakukan kontrol dan monitoring tanaman.



Gambar 4. Diagram Alir Proram

Wemos D1 Mini akan menerima data analog dari pH meter dimana akan diterjemahkan ke dalam data digital oleh Wemos D1 Mini, kemudian diteruskan kepada server menuju user atau pengguna. Jembatan antara server dan Wemos D1 Mini menggunakan protokol MQTT digunakan untuk mensuplai internet untuk Wemos D1 Mini. Protokol MQTT menyusun konsep publish atau subscribe yang membutuhkan bandwidth relatif kecil setelah ditangkap oleh server maka akan diteruskan ditampilkan pada aplikasi. Pompa larutan asam dan basa akan menyala ketika pH

tanaman lebih set point, maka pompa larutan asam akan menyala, sebaliknya jika pH tanaman kurang dari set point, artinya pH tanaman sedang asam sehingga pompa larutan basa akan menyala. Pengaduk akan bekerja setelah penambahan cairan, setelah pH tanaman sesuai dengan set point, maka sistem akan selesai.

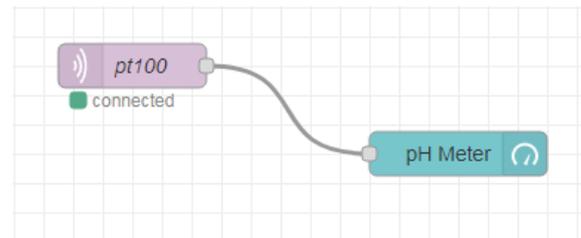
Sedangkan diagram alir pada Gambar 4 menjelaskan bahwa ketika pH tanaman tidak mencapai set point yang telah ditentukan, sistem akan terus bekerja secara sistematis sehingga mencapai set point yang dibutuhkan. Namun jika pH tanaman sudah mencapai set point yang ditentukan, sistem otomatis akan mati.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini, jelaskan hasil dari penelitian dan berikan penjelasan secara komperhensif dari hasil penelitian anda. Hasil dapat disajikan dalam bentuk grafik, tabel, gambar sehingga para pembaca dapat dengan mudah memahami hasil penelitian.

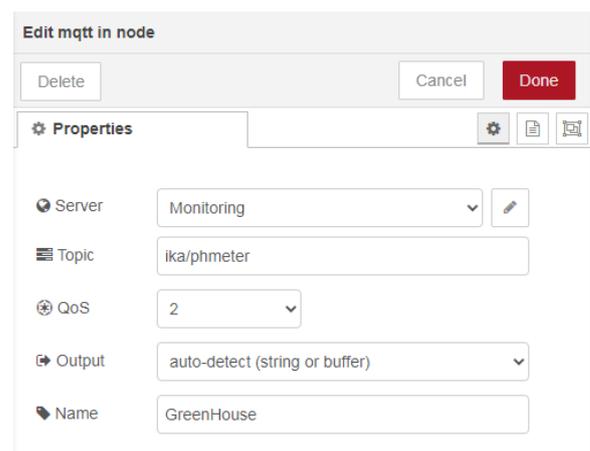
A. Konfigurasi pada MQTT

Pengujian ini memiliki tujuan memastikan bahwa sudah terpasangnya protokol MQTT agar berjalan sesuai dengan fungsinya saat nanti dijalankan.



Gambar 5. Node-red

Pada bagian ini akan ditunjukkan untuk konfigurasi sensor pH meter pada dashboard node-red. Gambar 5. merupakan gambar untuk konfigurasi dashboard ph meter. Dimana untuk sensor ph memiliki inisialisasi topik yaitu ika/phmeter.



Gambar 6. Edit node-red

B. Pengujian Sensor

Pada pengujian sensor ini dilakukan dengan tujuan untuk meastikan tingkat akurasi sensor ketika di jankan secara manual dan otomatis.

Pengujian ini dilakukan dengan dimasukkan pH buffer dengan nilai ph 5.0 perbedaan terjadi pada pengujian melalui dua ph-meter yaitu dengan Analog dan digital

Table 1. Hasil Kalibrasi Sensor pH

Sample	pH Meter Analog	pH Meter Digital
pH 5,0	5,0	5,0
pH 7,1	7,0	7,0

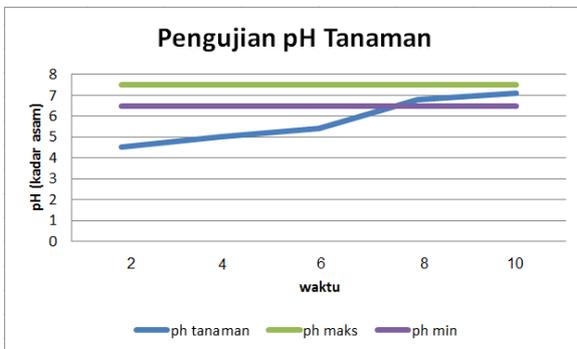
Pada pengujian selanjutnya, dimasukkan lebih banyak cairan buffer secara berkala sehingga didapat data sebagai berikut

Table 2. Hasil pengujian Sensor pH

Ph Meter Analog	pH Meter Digital	Selisih
5,0	5,0	0
5,3	5,4	0,1
5,5	5,4	0,1
6,0	6,0	0
6,5	6,2	0,3

Selisih paling tinggi yang dihasilkan pengujian pada tabel 2 sensor ph dalam percobaan adalah 0,3 sedangkan nilai tertentu adalah nol dapat disimpulkan berdasarkan tabel sensor yang digunakan dalam keadaan baik.

Pengujian Kadar Asam (pH) Tanaman

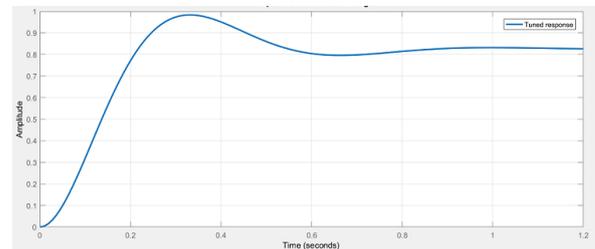


Gambar 4. Diagram Alir Proram

Dalam melakukan pengontrolan terhadap kadar pH air, saat cairan asam dan basa ditambahkan, sistem pengontrolan ini perlu menunggu beberapa saat agar cairan asam dan basa ercampur merata didalam air agar dapat diketahui perubahan kadar pH yang terjadi setelah ditambahkan cairan asam dan basa.

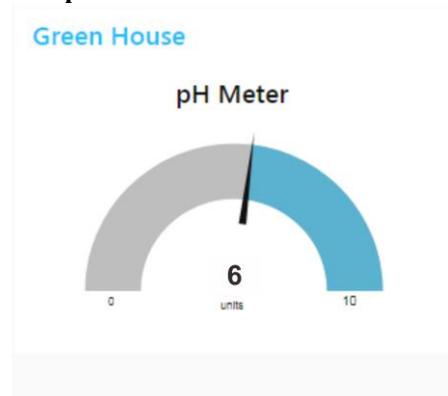
Agar pH tetap pada steady state nya inilah peran PID kontrol untuk melakukan sesuai fungsinya.

Ketika nilai sensor pH semakin mendekati nilai set point, maka respon nilai PID menjadi semakin kecil dan mendekali nilai titik nol, semakin besar nilai seslisih error antara nilai set point maka nilai sensor akan semakin menjauhi titik nol. Hasil penjumlahan antara arameter P+I+D berfungsi sebagai parameter pembanding terhadap parameter proses.



Gambar 4. PID Kontrol

C. Tampilan Akhir Sistem



Gambar 4. Tampilan Dashboard

Dengan tampilan user interface yang mudah untuk dibaca, dapat memudahkan untuk dilakukan kontrol.

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa rancang bangun yang dibuat mendapat error kecil antara 0-0,3 dari beberapa waktu yang di ambil. dengan pengujian pada penelitian ini diharapkan dapat memberi sebuah solusi untuk para petani konvensional yang masih menggunakan metode manual untuk bercocok tanam secara hidroponik.

Daftar Pustaka

[1] S. Rosminah, C. Zalina, and N. Ismail, "Increasing Productivity in Agriculture Through Integrated Smart Architecture of Irrigation Systems with LORA Technology," vol. 9, no. 11, pp. 264–274, 2019.

- [2] N. Che, S. Rosminah, and N. Omar, "IOT-Based Intelligent Green Houses (IGH) using Lo-Ra Technology," vol. 9, no. 11, pp. 274–283, 2019.
- [3] M. Suhana, A. Aziz, N. Che, and N. Ismail, "Lo-Ra Based Framework for Smart Green House Monitoring Systems," vol. 9, no. 11, pp. 251–263, 2019.
- [4] A. Ullah, S. Aktar, N. Sutar, R. Kabir, and A. Hossain, "Cost Effective Smart Hydroponic Monitoring and Controlling System Using IoT," pp. 142–154, 2019.
- [5] M. Fakhruzzaini and H. Aprilianto, "Sistem Otomatisasi Pengontrolan Volume Dan PH Air Pada Hidroponik," vol. D, pp. 1335–1344.
- [6] P. Studi, S. Teknik, F. Teknik, U. N. Surabaya, and M. S. Zuhrie, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN PENGONTROLAN PH NUTRISI PADA HIDROPONIK SITEM NUTRIENT FILM TECHNIQUE (NFT) MENGGUNAKAN PENGENDALI PID BERBASIS ARDUINO UNO Ahmad Nur Fuad."
- [7] Z. Buana, O. Candra, J. T. Elektro, F. Teknik, and U. N. Padang, "SISTEM PEMANTAUAN TANAMAN SAYUR DENGAN MEDIA," vol. V, no. 1, 2019.
- [8] F. Logic, "PERBANDINGAN SISTEM PENGONTROLAN PID KONVENSIONAL DENGAN PENGONTROLAN CMAC , FUZZY LOGIC DAN ANN PADA WATER LEVEL," vol. 17, no. 3, pp. 129–141, 2013.
- [9] J. A. Shaw, "The PID Control Algorithm How it works , how to tune it , and how to use it," 2003.
- [10] K. Kularbphettong, U. Ampant, and N. Kongrodj, "An Automated Hydroponics System Based on Mobile Application," vol. 9, no. 8, pp. 8–12, 2019.
- [11] P. Colombo and E. Ferrari, "Access Control Enforcement within MQTT-based Internet of Things Ecosystems," pp. 223–234, 2018.