

Sistem Kendali TDS untuk Nutrisi Hidroponik Deep Flow Technique Menggunakan Fuzzy Logic

(TDS Control System for Hydroponic Deep Flow Technique Nutrition Using Fuzzy Logic)

Annisa Nurul Sholihah¹, Adnan Rafi Al Tahtawi², Sarjono Wahyu Jadmiko³

Program Studi Teknik Otomasi Industri
Politeknik Negeri Bandung (POLBAN)
Jl. Gegerkalong Hilir Ds. Ciwaruga, Bandung, Indonesia 40012
annisa20400@gmail.com

Abstract

Deep Flow Technique (DFT) hydroponic system is a hydroponic system that use flat installations to create nutrient solution puddles in the installation. TDS value is one of parameters in nutrient solution DFT hydroponic that need to be controlled according to the type and the age of the plant. This study aims to design an automatic TDS control system in the Deep Flow Technique (DFT) hydroponic system based on fuzzy logic controller. In the system control, Analog TDS Sensor SKU:SEN0244 is used to detect TDS value for fuzzy logic input in the form of the error and derror value. Microcontroller Arduino mega 2560 is used for process the input by using a fuzzy logic program. While the output controls relay and water pump 12VDC. The result is an error of the TDS sensor which is relative small with an average of 0,165%. The fuzzy logic program works according to predetermined rule base. Yet, there is problem in mix water and nutrients which the water discharge and water reservoir are not balanced. So, it causes a very large error after mixing which is equal to 537ppm.

Keywords : DFT Hydroponic, TDS control, Fuzzy Logic Control

Abstrak

Sistem hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT) adalah salah satu sistem hidroponik yang menggunakan instalasi datar untuk membuat genangan air nutrisi pada instalasi. Nilai TDS adalah salah satu parameter pada nutrisi hidroponik DFT yang perlu dikontrol sesuai dengan jenis dan umur tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk merangkai sistem kendali TDS otomatis pada sistem hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT) berbasis *fuzzy logic controller*. Pada sistem kendali, Analog TDS Sensor SKU:SEN0244 digunakan untuk mendeteksi nilai TDS sebagai input *fuzzy logic* dalam bentuk error dan derror. Mikrokontroler Arduino mega 2560 digunakan untuk memproses input dengan menggunakan program *fuzzy logic*. Sementara output mengendalikan relay yang terhubung dengan pompa air 12VDC. Hasil dari penelitian ini adalah error sensor TDS terbilang kecil dengan rata-rata 0,165%. Program *fuzzy logic* bekerja sesuai dengan *rule base* yang sudah ditentukan. Tetapi, terdapat kendala pada saat pengujian pencampuran air dengan nutrisi dimana debit air dan besar penampungan air tidak seimbang. Sehingga, menyebabkan error yang sangat besar setelah pencampuran yaitu sebesar 537ppm.

Kata kunci : Hidroponik DFT, Kendali TDS, Fuzzy Logic Control

I. PENDAHULUAN

Pada zaman ini, lahan pertanian semakin sedikit sehingga muncul berbagai inovasi untuk mengembangkan budidaya pertanian dan mengatasi permasalahan lahan yang berkurang. Salah satu perkembangan dalam budidaya pertanian adalah sistem hidroponik.

Hidroponik adalah lahan budidaya pertanian dengan menggunakan air sebagai medium untuk menggantikan tanah. Sehingga sistem bercocok tanam secara hidroponik dapat memanfaatkan lahan yang sempit [1].

Hidroponik memiliki beberapa macam sistem, salah satu sistem yang sudah banyak digunakan adalah sistem DFT (*Deep Flow Technique*). Sistem hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*) adalah salah satu sistem tanam dalam hidroponik yang menggunakan genangan pada instalasi, bentuk instalasi yang digunakan pada sistem DFT (*Deep Flow Technique*) datar sehingga dapat mempertahankan air nutrisi untuk menggenang, ketinggian air nutrisi yang menggenang di dalam instalasi sekitar 4 – 6 cm atau dapat juga menggunakan ukuran $\frac{1}{4}$ dari pipa yang digunakan [2].

Pada sistem hidroponik diperlukan larutan nutrisi dengan kadar pH, dan kepekatan nutrisi tertentu agar tanaman dapat tumbuh dengan baik. Setiap kandungan nutrisi memerlukan jumlah pH antara 5,5 – 6,6 [3, 4], dan untuk kepekatan nutrisi digunakan rumus 1000 ppm sama dengan 5:5:1 atau 5ml nutrisi A, ditambah 5ml nutrisi B, lalu dilarutkan dalam 1liter air [3], setiap tanaman membutuhkan jumlah ppm yang berbeda.

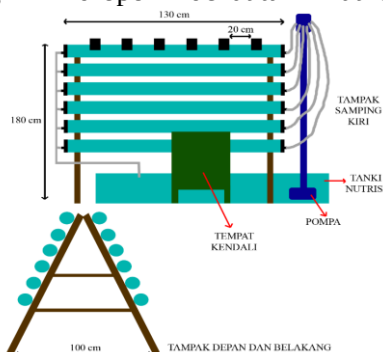
Sistem untuk mengontrol larutan nutrisi pada hidroponik suda banyak dikembangkan seperti mengatur kadar pH hidroponik pada [4, 5, 6, 7] dan mengatur TDS kepekatan nutrisi hidroponik pada [8, 9, 10] dengan menggunakan berbagai metode kontrol seperti PID (*Proportional Integral Derivative*) dan *Fuzzy Logic Controller* (FLC).

Penelitian ini bertujuan untuk mengatur kadar kepekatan nutrisi TDS pada hidroponik sistem DFT (*Deep Flow Technique*) menggunakan metode *Fuzzy Logic Controller* (FLC) agar kadar kepekatan nutrisi dapat stabil sesuai dengan kebutuhan tanaman yang ditanam. Untuk mengontrol kadar kepekatan nutrisi TDS pada larutan nutrisi digunakan Arduino Mega 2560 sebagai kontroler dengan Analog TDS Sensor sebagai input dan pompa air sebagai output.

II. METODE

A. Hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*)

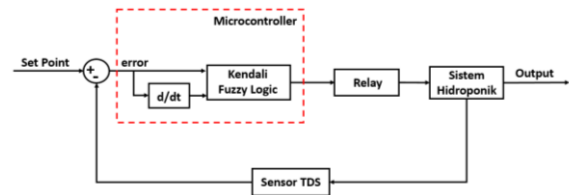
Rancangan Hidroponik DFT yang digunakan dapat dilihat pada gambar 1, model frame hidroponik yang digunakan adalah frame A. Dalam rancangan terdapat gully nutrisi, tanki nutrisi, net pot, pompa air dan penopang gully frame A. Gully nutrisi yang digunakan sebanyak 12 buah dengan panjang masing-masing gully 130cm, tinggi frame A 180cm, lebar alas frame A 100cm, jarak antara lubang net pot sepanjang 20cm, tanki air dengan daya tampung 150liter dan pompa air yang digunakan berdaya 25watt. Sistem kendali yang dibuat akan diletakkan di samping kiri hidroponik dekat tanki nutrisi.



Gambar 1. Hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT)

B. Fuzzy Logic Control

Fuzzy Logic Control (FLC) digunakan untuk menjaga agar nilai TDS pada nutrisi hidroponik sesuai dengan set point yang ditentukan atau mendekati nilai toleransi. Diagram blok pengendalian TDS dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok Pengendalian Nilai TDS

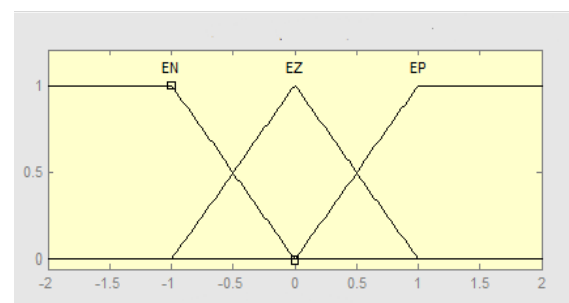
Input masukan yang digunakan adalah error dan derror (perubahan error), dengan persamaan berikut :

$$\text{error}(t) = \text{setpoint} - \text{output} \quad (1)$$

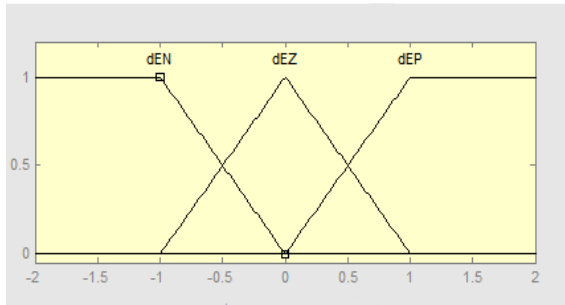
$$\text{derror}(t) = \text{error}(t) - \text{error}(t-1) \quad (2)$$

error (t) adalah nilai error, derror (t) adalah nilai error saat ini dan error (t -1) adalah nilai error sebelumnya. Hasil yang didapat dari pengolahan *fuzzy logic* akan menentukan kondisi relay yang terhubung ke pompa air ON atau OFF. Output yang dihasilkan akan dibaca oleh sensor TDS lalu diolah kembali hingga output yang dihasilkan sesuai dengan setpoint atau mencapai nilai toleransi.

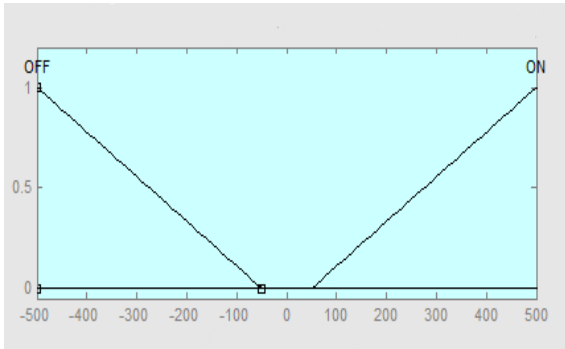
Untuk membuat sistem *Fuzzy Logic Control* diperlukan fungsi keanggotaan untuk setiap variabel input dan output. Fungsi keanggotaan input error dan derror dibuat sama dan menggunakan 3 himpunan dengan rentang -2 sampai 2, fungsi keanggotaan error yaitu EN (error negatif), EZ (error zero) dan EP (error positif) sedangkan fungsi keanggotaan derror yaitu dEN (delta error negatif), dEZ (delta error zero) dan dEP (delta error positif) dan untuk fungsi keanggotaan variabel output relay menggunakan 2 himpunan yaitu ON dengan rentang 50 sampai 500 dan OFF dengan rentang -50 sampai -500.



Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Error



Gambar 4. Fungsi Keanggotaan dError



Gambar 5. Fungsi Keanggotaan Relay

Setelah membuat fungsi keanggotaan kemudian dibuat *rule base* dengan menggunakan *if then*. *Rule base* yang digunakan seperti yang terlihat pada tabel 1. Saat error yang dihasilkan EN (error negatif) maka hasil baca sensor TDS lebih besar dibandingkan dengan setpoint, sedangkan saat error yang dihasilkan EP (error positif) maka hasil baca sensor TDS lebih kecil dibandingkan dengan setpoint dan saat error yang dihasilkan EZ (error zero) maka hasil baca sensor TDS sama dengan setpoint. Lalu, perubahan error atau derror dengan dEN (delta error negatif) perubahan error akan naik, dEZ (delta error zero) perubahan error konstan dan dEP (delta error positif) perubahan error turun. Pada tabel 1 terdapat 9 kemungkinan, 3 kemungkinan ON dan 6 kemungkinan OFF. Jika nilai TDS kurang dari setpoint relay akan ON, jika nilai TDS sama dengan atau lebih dari setpoint relay akan OFF.

TABEL 1. RULE BASE

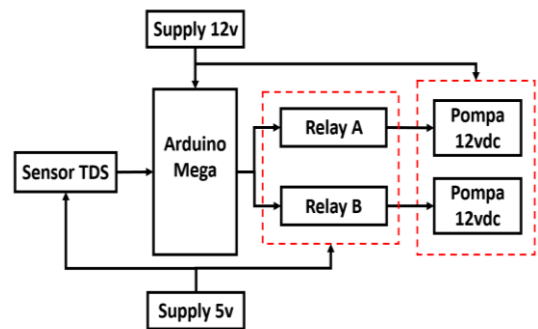
Error \ dError	dEN	dEZ	dEP
EN	OFF	OFF	OFF
EZ	OFF	OFF	ON
EP	OFF	ON	ON

Tahap terakhir adalah defuzzifikasi dimana variabel *fuzzy* yang diolah diubah kembali menjadi nilai tegas atau nilai *crisp* dengan menggunakan persamaan berikut

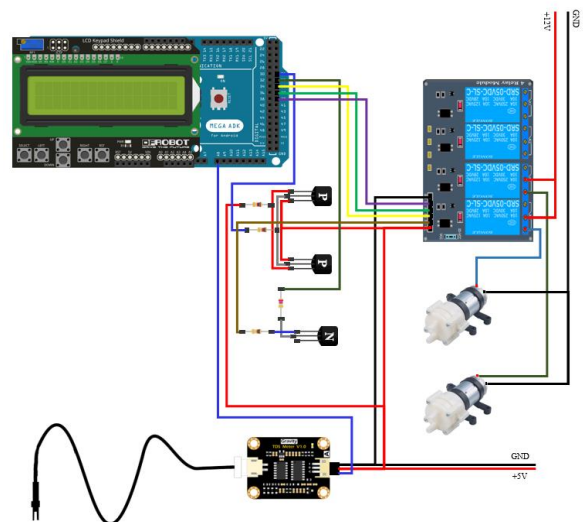
$$Z = \frac{\sum x_i \cdot \mu(x_i)}{\sum \mu(x_i)} \quad (3)$$

C. Perangkat Keras

Pengendalian nilai TDS dibuat dalam bentuk perangkat keras dengan Arduino mega sebagai kontroler. Sensor yang digunakan adalah Analog TDS Sensor SKU:SEN0244, menurut *datasheet* akurasi untuk Analog TDS Sensor SKU:SEN0244 adalah 10% pada suhu 25°C dan dapat membaca kepekatan dari 0 – 1000 ppm. Blok diagram perangkat keras dapat dilihat pada gambar 6 dan skematik rangkaian pada gambar 7



Gambar 6. Diagram Blok Perangkat Keras



Gambar 7. Skematik Rangkaian Perangkat Keras

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Implementasi Perangkat Keras

Hasil dari pembuatan perangkat keras dapat dilihat pada gambar 8. Dengan akrilik berukuran 35 x 28 cm dan tebal 0,8cm yang digunakan sebagai penopang rangkaian, di atas nya terdapat Arduino mega yang sudah tertanam program

fuzzy logic. Pada bagian supply terdapat trafo CT, adaptor dan stop kontak yang terhubung dengan sumber 220VAC, serta pada bagian kontrol terdapat relay, pompa air, sensor TDS dan LCD keypad shield.



Gambar 8. Hasil Perangkat Keras

B. Pengujian Sensor TDS

Pengujian sensor TDS dilakukan untuk melihat ke akurasian dari sensor yang digunakan. Kalibrasi sensor TDS dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan pengujian. Pengujian sensor TDS dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran sensor TDS dengan TDS meter. 5 jenis cairan digunakan untuk menguji sensor TDS. Hasil pengujian bisa dilihat pada tabel 2. Untuk mengetahui persentase error digunakan persamaan sebagai berikut

$$\%error = \frac{(dataSensor - dataMeter)}{(dataMeter)} \times 100\% \quad (4)$$

TABEL 2. HASIL PENGUJIAN SENSOR TDS

Cairan	Sensor TDS	TDS Meter	Error (%)
Le-Mineral	177	177	0
Susu	818	820	0,24
Sirup	848	849	0,117
Air Keran	721	723	0,276
Air Sabun	1034	1036	0,193
Rata - rata			0,165

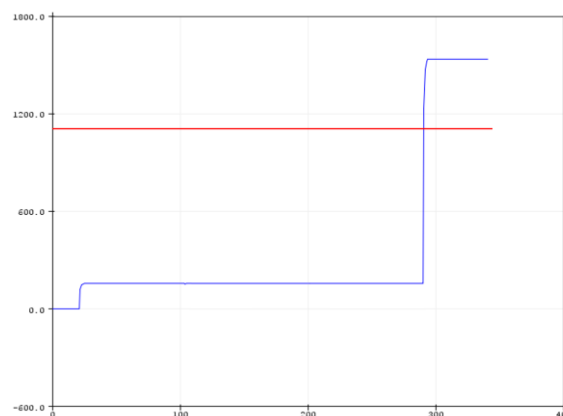
Dari hasil pengujian sensor TDS dapat dilihat rata-rata persentase error nya adalah 0,165%. Nilai error terbesar terdapat pada air keran dengan persentase error 0,267%, dan nilai error terkecil terdapat pada air Le-Mineral sebesar 0%.

C. Pengujian Sistem Fuzzy Logic Control

Pada pengujian sistem *fuzzy logic control* set point diatur sebesar 1000ppm. Grafik pengujian sistem *fuzzy logic* dapat dilihat pada gambar 9. Pada grafik dapat terlihat 2 kali kenaikan nilai, kenaikan pertama terjadi saat sensor membaca

nilai TDS awal sebelum air tercampur dengan air nutrisi, sementara kenaikan ke dua terjadi saat relay dan pompa air ON lalu air tercampur dengan air nutrisi dan ppm bertambah.

Error yang terjadi cukup besar, dimana kenaikan nilai TDS jauh melebihi setpoint dengan kenaikan ppm mencapai 1537ppm. Penampung air yang digunakan untuk menguji sistem *fuzzy logic* menggunakan botol air 1,5 liter, sementara debit air yang dialirkan oleh pompa air cukup besar, hal tersebut menyebabkan penambahan nutrisi yang berlebihan dalam waktu singkat, sehingga menyebabkan erro yang besar. Nilai TDS air hanya dapat diturunkan dengan cara *reverse osmosis*, distilasi dan deionization [11], sehingga relay hanya dibuat OFF saat nilai TDS yang terbaca sensor melebihi set point.



Gambar 9. Grafik Pengujian Sistem Fuzzy Logic

IV. KESIMPULAN

Sistem kendali TDS untuk hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*) dengan metode *fuzzy logic* berhasil dirancang dan diimplementasikan, tetapi masih terdapat beberapa kendala dalam pengujiannya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa error pembacaan sensor TDS terbilang kecil dengan rata-rata 0,165% dan program *fuzzy logic* dapat bekerja dimana saat error lebih kecil dari setpoint relay yang terhubung dengan pompa air ON dan saat error melebihi setpoint relay yang terhubung ke pompa air OFF.

Kendala dalam pengujian adalah debit air pompa yang terlalu besar sedangkan penampung air yang digunakan saat pengujian hanya botol air 1,5 liter sehingga dalam waktu singkat nutrisi yang tercampur terlalu berlebih menyebabkan sensor telat merespon dan error menjadi sangat besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. S. Roidah, "Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik," vol. 1, p. 8, 2014.
- [2] B. WN, "Kelebihan dan Kekurangan Sistem Hidroponik DFT," *HIDROPONIKPEDIA*, Aug. 06, 2018. <http://hidroponikpedia.com/kelebihan-dan-kekurang-sistem-hidroponik-dft/> (accessed Dec. 01, 2020).
- [3] "Empat Hal Penting dalam Mengelola Hidroponik," *ITS News*, Feb. 24, 2017. <https://www.its.ac.id/news/2017/02/24/empat-hal-penting-dalam-mengelola-hidroponik/> (accessed Dec. 01, 2020).
- [4] D. Pancawati and A. Yulianto, "Implementasi Fuzzy Logic Controller untuk Mengatur Ph Nutrisi pada Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT)," *J. Nas. Tek. ELEKTRO*, vol. 5, no. 2, Jul. 2016, doi: 10.20449/jnte.v5i2.284.
- [5] A. R. Al Tahtawi and R. Kurniawan, "PH control for deep flow technique hydroponic IoT systems based on fuzzy logic controller," *J. Teknol. Dan Sist. Komput.*, vol. 8, no. 4, pp. 323–329, Oct. 2020, doi: 10.14710/jtsiskom.2020.13822.
- [6] F. B. Akbar and M. A. Muslim, "Pengontrolan Nutrisi pada Sistem Tomat Hidroponik Menggunakan Kontroler PID," vol. 10, no. 1, p. 6, 2016.
- [7] H. Fakhurroja, S. A. Mardhotillah, O. Mahendra, A. Munandar, M. I. Rizqyawan, and R. P. Pratama, "Automatic pH and Humidity Control System for Hydroponics Using Fuzzy Logic," in *2019 International Conference on Computer, Control, Informatics and its Applications (IC3INA)*, Tangerang, Indonesia, Oct. 2019, pp. 156–161, doi: 10.1109/IC3INA48034.2019.8949590.
- [8] A. Azizah, A. Waris, and M. T. Sapsal, "Penerapan Sistem Fuzzy Logic pada Alat Ukur Kadar Nutrisi pada Sistem Hidroponik," *J. Agritechno*, pp. 85–93, Oct. 2019, doi: 10.20956/at.v0i0.215.
- [9] N. Nuraini, "Sistem Kontrol Nutrisi Hidroponik Dengan Menggunakan Logika Fuzzy," vol. 1, p. 9, 2009.
- [10] F. F. Dzikriansyah, R. Hudaya, and C. W. Nurhaeti, "Sistem Kendali Berbasis PID untuk Nutrisi Tanaman Hidroponik," p. 6, 2017.
- [11] R. A. Rianto, "Cara Menurunkan Kadar TDS Tinggi pada Air," *shop*, Oct. 16, 2019. <https://www.isw.co.id/post/2019/10/16/cara-menurunkan-kadar-tds-tinggi-pada-air> (accessed Dec. 06, 2020).