

RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI PEMBERIAN LARUTAN NUTRISI DAN PH PADA SISTEM HIDROPONIK *NUTRIENT FILM TECHNIQUE* (NFT) DENGAN METODE *FUZZY LOGIC* PADA TANAMAN KAILAN

DESIGN AN AUTOMATION SYSTEM TO PROVIDE NUTRIENT SOLUTIONS AND PH TO HYDROPONIC NUTRIENT FILM TECHNIQUE (NFT) SYSTEM WITH FUZZY LOGIC METHODS OF KAILAN PLANT

Muhamad Haryanto¹, Ahmad Qurthobi², Rahmat Awaludin Salam³

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

¹haryaawn@student.telkomuniversity.ac.id, ²qurthobi@telkomuniversity.ac.id,

³awaludinsalam@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Dari tahun ke tahun lahan menjadi permasalahan utama dalam bercocok tanam. Salah satu solusi terhadap hal tersebut yaitu dengan menerapkan sistem hidroponik menggunakan metode Nutrient Film Technique (NFT). Metode ini memiliki kelebihan yaitu memanfaatkan air yang tersirkulasi sebagai media tanam agar memperoleh nutrisi, oksigen dan air sehingga pertumbuhan tanaman dapat meningkat dengan hasil yang optimal. Pada penelitian ini, tanaman yang digunakan yaitu tanaman kailan dengan nilai kebutuhan nutrisi 500-600 ppm di minggu pertama HSS dan nilai kadar pH 5.5-6.5 yang dapat digunakan sebagai setting point sistem. Untuk mempertahankan kedua nilai tersebut maka diperlukan sistem kendali fuzzy logic dengan menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler, baling-baling sebagai pengaduk larutan, pompa air DC 12 volt dan pompa peristaltik DC 12 volt sebagai aktuator, sensor pH dan sensor total dissolved solid (TDS) sebagai input. Ketika nilai pH <5.5 dan TDS <500 ppm maka pompa pada buffer pH up (kalium hidroksida) dan pompa TDS up (Nutrisi AB mix) aktif namun ketika nilai pH >6.5 dan TDS >600 ppm maka pompa pada buffer pH down (asam fosfat) dan pompa TDS down (air baku) aktif hingga kedua nilai sesuai setting point dengan dibantu pengaduk yang aktif setiap 20 detik. Pada pengujian sensor pH dan sensor TDS memiliki nilai error yang kecil dengan Error rata-rata sensor pH adalah 0,078 dan akurasi mencapai 99,92%. Error rata-rata sensor TDS 5,88 ppm dengan akurasi mencapai 99,31%. Perbedaan pertumbuhan tanaman kailan menggunakan sistem kendali cenderung lebih cepat jika dilihat dari jumlah daun, lebar batang, lebar daun dan tinggi tanaman dibandingkan tanpa menggunakan sistem kendali.

Kata Kunci: Aktuator, Hidroponik, Logika Fuzzy, Nutrisi, Sensor, pH

Abstract

From year to year land becomes the main problem in farming. One solution about this applying a hydroponic system using the Nutrient Film Technique (NFT) method. This method has the advantage of utilizing circulating water as a planting medium in order to obtain nutrients, oxygen and water so the plant can growth increase with optimal results. In this study, the plants used were kailan plants with a nutritional value of 500-600 ppm in the first week HST and a pH value of 5.5-6.5 which this value also used as a setting point system. To maintain these two values, a fuzzy logic control system is needed using by arduino mega 2560 as a microcontroller, a propeller as a solution stirrer, a water pump dc 12 12 volt and peristaltic pump dc 12 12 volt as an actuator. pH sensor and total dissolved solid (TDS) Sensor input. When the pH value is <5.5 and TDS <500 ppm then the pH up pump and TDS up pump are activated but when the pH value is >6.5 and TDS > 600 ppm then the pH down pump and TDS down pump are activated until both values match the setting point which getting help of an active stirrer every 10 seconds. In testing the pH sensor and TDS sensor, the error value is minimal. The average error of the pH sensor is 0.078 with an accuracy of 99.92%. The average error of the TDS sensor is 5.88 ppm with an accuracy of 99.31%. The difference in kailan plants growth using a control system tends to be faster when viewed from the number of leaves, stem width, leaf width and plant height than without using a control system.

Keywords: Actuator, Fuzzy Logic, Hydroponic, nutrient, sensor, pH

1. Pendahuluan

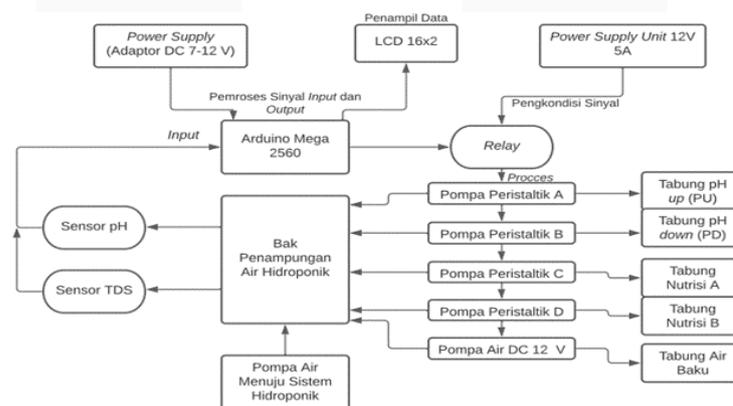
Tanaman kailan (*Brassica oleracea* var. *Alboglabra*) merupakan tanaman yang berasal dari Cina dengan bentuk seperti tanaman sawi dan kembang kol serta masih termasuk dalam famili kubis-kubisan (*Brassicaceae*) dengan kandungan gizi yang tinggi. Kandungan gizi yang terdapat pada sayuran kailan yaitu Vitamin A, Vitamin B, Vitamin C, serat, dan mineral, seperti S, F, Na, Fe Ca, P dan C1 [1]. Dari kandungan tersebut kailan dapat berfungsi sebagai antioksidan untuk mencegah kanker, sumber zat besi, mencegah infeksi dan dapat menghaluskan kulit. Kandungan gizi serta rasanya yang enak menjadikan tanaman kailan sebagai salah satu produk pertanian yang sangat diminati oleh masyarakat dan memiliki potensi nilai komersial yang tinggi[2].

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam bercocok tanam menggunakan metode hidroponik yakni suhu, kelembaban, pH, nutrisi, dan lain-lain. Jika terjadi kelalaian dalam pengontrolan faktor-faktor tersebut maka dapat dipastikan pertumbuhan tanaman akan terhambat bahkan mengalami kegagalan. Kailan dapat hidup dan tumbuh dengan baik pada ketinggian 700-1500 meter di atas permukaan laut sehingga menjadikan kailan cocok ditanam pada dataran rendah ataupun dataran tinggi dengan kelembaban 80-90% serta mendapatkan sinar matahari yang cukup [3]. Kemudian pertumbuhan kailan bergantung pada suhu lingkungan dimana pertumbuhan dan hasil yang maksimal kailan memerlukan temperatur minimum sekitar 23-35°C. Untuk derajat keasaman tanah (pH tanah) kailan dapat tumbuh pada pH antara 5.5-6.5. Tanaman kailan menyukai tanah yang memiliki kandungan Garam Natrium, Kalsium, dan Boron [4].

Pada tugas akhir ini akan melakukan perancangan sebuah sistem kontrol *total dissolved solid* (TDS) dan pH hidroponik menggunakan *Fuzzy Logic Controller* (FLC) dengan *setting point* pH dan nutrisi berdasarkan kebutuhan tanaman yakni untuk pH 5.5-6.5 dan TDS 500-600 ppm di minggu pertama HST. Mikrokontroler yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu Arduino Mega 2560 dengan menghubungkan analog pH Meter, analog TDS meter sebagai input dan menghubungkan pompa air dc 12 12 12 volt dan pompa peristaltic dc 12 12 12 volt sebagai aktuator dengan menggunakan relay. Sebelumnya, penelitian ini sudah pernah dilakukan dengan menggunakan parameter yang sama yaitu TDS dan pH yang berlokasi di Bogor dengan tanaman selada. Namun yang membedakan yaitu terletak pada penggunaan metode penelitian, tanaman, dan lokasinya. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat mengetahui seberapa efektif tanaman kailan tumbuh dan hidup menggunakan sistem kontrol fuzzy logic serta menghasilkan kualitas tanaman kailan yang lebih baik.

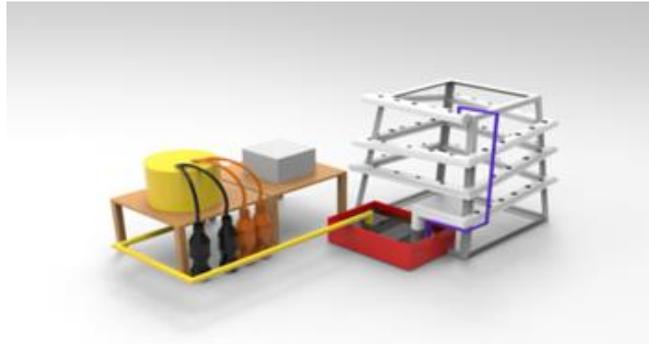
2. Metodologi Penelitian

2.1 Desain Sistem



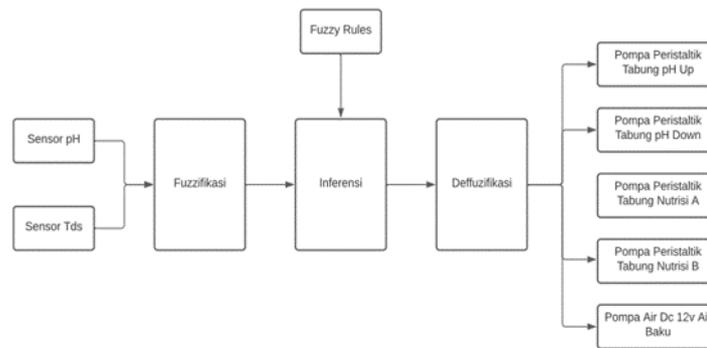
Gambar 1 Desain Sistem Penelitian

2.2 Desain Hidroponik



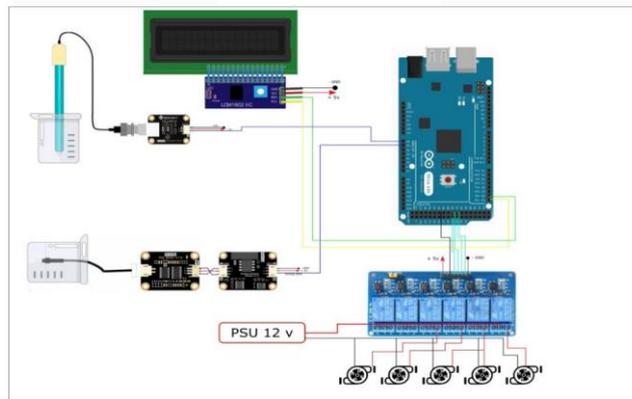
Gambar 2 Desain Sistem Hidroponik

2.3 Perancangan Fuzzy Logic



Gambar 3 Perancangan Sistem Fuzzy Logic

2.4 Perancangan Sistem



Gambar 4 Wiring perancangan sistem

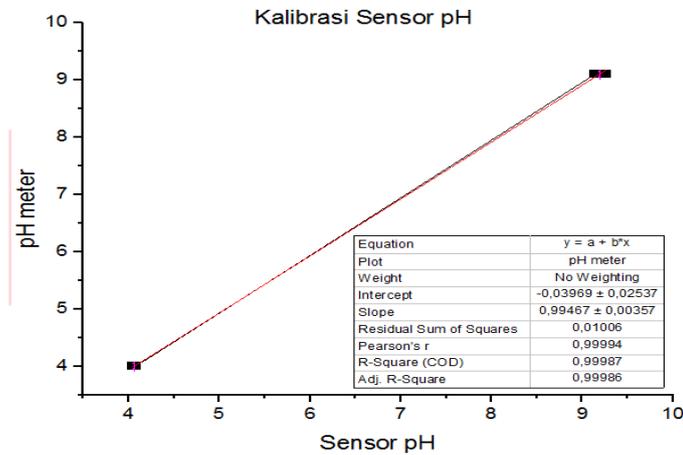


(a) (b)
Gambar 5 (a) Peletakan Alat di Greenhouse Telkom University (b) Hasil Tanaman Kailan

3. Pembahasan

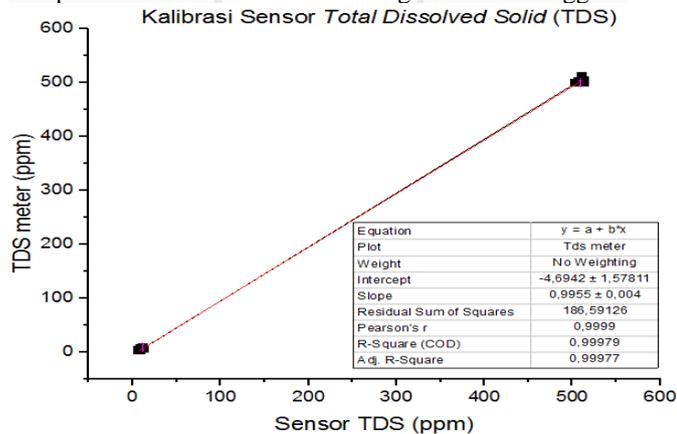
3.1 Pengujian Kalibrasi dan Akurasi Sensor

Pada proses pengujian kalibrasi sensor pH dan TDS (*total dissolved solid*), pH referensi menggunakan *buffer* pH 4,01 dan pH 9,18. Kemudian TDS referensi menggunakan *buffer* aquades 0 ppm dan *buffer* 500 ppm. Pengambilan data kalibrasi masing-masing sensor dilakukan sebanyak 15 data pH dan TDS yaitu 9 data pH 9,18 dan 6 data pH 4,01, 9 data 500 ppm dan 6 data 0 ppm.



Gambar 6 Grafik Perbandingan Sensor pH dengan pH meter

Gambar 6 merupakan grafik perbandingan sensor pH SEN SKU0161 dengan pH meter digital. Diperoleh hasil rancangan (gradien) adalah 0,9946 dengan bias (titik potong pada sumbu y) adalah 0,0396. Sementara itu, koefisien determinasi $R^2=0,9998$ menunjukkan bahwa terdapat 99,99% dari titik-titik data pada gambar adalah dilalui oleh garis regresi. Koefisien determinasi R^2 berhubungan dengan variansi, menunjukkan secara statistik seberapa banyak titik-titik data berada pada garis (kurva) regresinya, dapat digunakan sebagai tolak ukur kepresisian hasil pengukuran. Sehingga dalam hal ini terindikasi bahwa alat ukur memiliki kepresisian yang tinggi. Kemudian hasil pembacaan pH dari sensor pH SKU SEN0161 memiliki *error* rata-rata sebesar 0,078 dan akurasi sebesar 99,92%. Oleh karena itu, sensor pH SEN SKU0161 layak digunakan pada sistem karena memiliki tingkat akurasi tinggi.



Gambar 7 Grafik Perbandingan Sensor TDS Gravity dengan TDS Meter

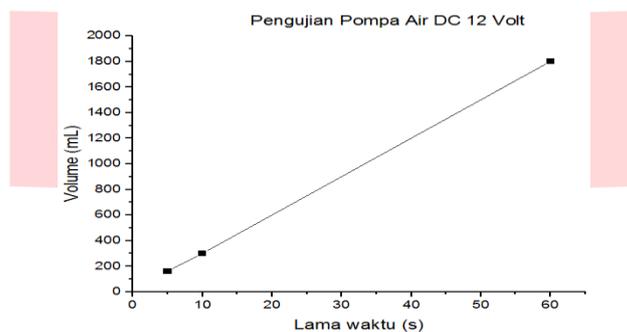
Gambar 7 merupakan grafik perbandingan sensor TDS dengan TDS meter digital. Diperoleh hasil rancangan (gradien) adalah 0,9955 dengan bias (titik potong pada sumbu y) adalah 4,6942. Sementara itu, koefisien determinasi $R^2=0,9997$ menunjukkan bahwa terdapat 99,98% dari titik-titik data pada gambar adalah dilalui oleh garis regresi. Koefisien determinasi R^2 berhubungan dengan variansi, menunjukkan secara statistik seberapa banyak titik-titik data berada pada garis (kurva) regresinya, dapat digunakan

sebagai tolak ukur kepresisian hasil pengukuran. Kemudian hasil pembacaan TDS dari sensor TDS *gravity* memiliki *error* rata-rata sebesar 5,88 ppm dan akurasi sebesar 99,31%. Oleh karena itu, sensor TDS *gravity* ini layak digunakan pada sistem karena memiliki tingkat akurasi tinggi.

3.2 Pengujian Aktuator

Pada pengujian ini, pompa air yang telah terhubung oleh relay akan dilakukan pengontrolan keluaran debit air dengan lama bukaan pompa oleh relay dan *power supply unit* 12 12 12 volt sebagai masukan tegangan. Pengujian dilakukan pada durasi 5 detik, 10 detik sesuai dengan waktu yang digunakan pada sistem kontrol menggunakan *fuzzy logic* dan durasi 60 detik untuk mengetahui apakah pompa air sesuai dengan spesifikasinya yaitu 1,5 liter per 60 detik.

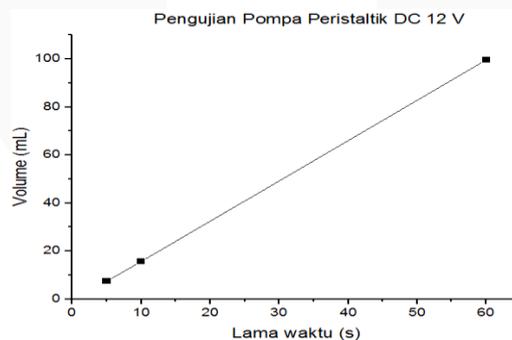
a. Pompa Air DC 12 12 volt



Gambar 8 Grafik Pengujian Aktuator Pompa Air DC 12 12 volt

Gambar 8 merupakan hasil pengujian pompa air DC 12 volt menggunakan nilai rata-rata sebanyak 10 kali percobaan dengan lama waktu 5 detik, 10 detik dan 60 detik. Lama waktu ketika 5 detik mendapatkan hasil keluaran air sebanyak 162,3 ml kemudian saat 10 detik mendapatkan hasil keluaran air sebanyak 301 ml dan saat 60 detik mendapatkan hasil keluaran air sebanyak 1802,1 ml. Jika dilihat dari hasil keluaran selama 1 menit maka pompa ini sesuai dengan spesifikasinya yaitu 1800 ml/menit..

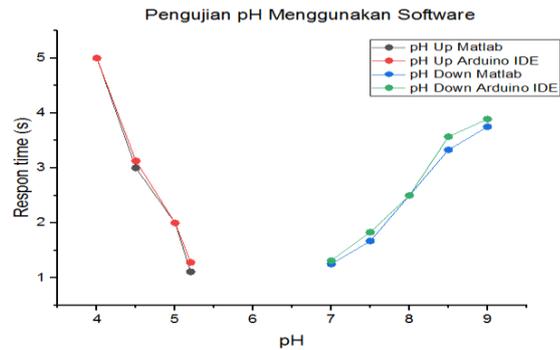
b. Pompa Peristaltik DC 12 12 volt



Gambar 9 Grafik Pengujian Aktuator Pompa Peristaltik DC 12 12 volt

Gambar 9 merupakan hasil pengujian pompa peristaltik DC 12 volt menggunakan nilai rata-rata sebanyak 10 kali percobaan dengan lama waktu 5 detik, 10 detik dan 60 detik. Lama waktu ketika 5 detik mendapatkan hasil keluaran air sebanyak 7,5 ml kemudian saat 10 detik mendapatkan hasil keluaran air sebanyak 15,7 ml dan saat 1 menit mendapatkan hasil keluaran air sebanyak 99,6 ml. Jika dilihat dari hasil keluaran selama 1 menit maka pompa ini sesuai dengan spesifikasinya yaitu 100 ml/menit.

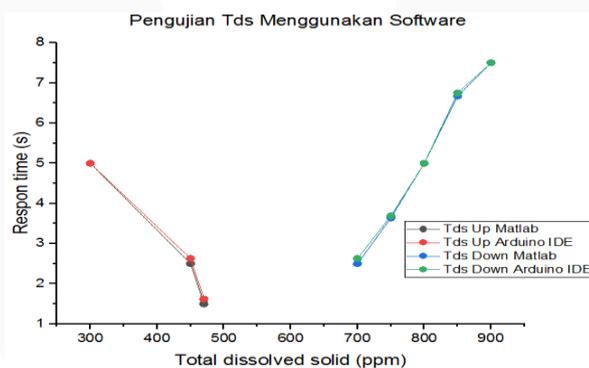
3.3 Pengujian dan Simulasi *Fuzzy Logic* dengan *software*



Gambar 10 Grafik Pengujian pH Menggunakan *Software*

Gambar 10 menunjukkan bahwa hasil keluaran pada pH 4, pH 5 memiliki kesamaan baik simulasi maupun pada Arduino IDE yaitu selama 5 detik dan 2 detik namun terdapat perbedaan hasil keluaran pada pH 4,5 dan pH 5,2 dimana pada simulasi mendapatkan nilai keluaran selama 3 detik dan 1,5 detik sedangkan hasil keluaran Arduino IDE selama 3,13 detik dan 1,28 sehingga memiliki selisih hasil keluaran sebesar 0,13 detik dan 0,17 detik. Hasil keluaran tersebut nantinya akan digunakan sebagai lama waktu bukaan pompa pH up agar nilai pH dapat sesuai dengan setting point.

Kemudian hasil keluaran pada pH 8 memiliki kesamaan baik simulasi maupun pada Arduino IDE yaitu selama 2 detik namun terdapat perbedaan hasil keluaran pada pH 7, pH 7,5, pH 8,5 dan pH 9 dimana pada simulasi mendapatkan nilai keluaran selama 1,25 detik, 1,67 detik, 3,33 detik dan 3,75 detik sedangkan hasil keluaran Arduino IDE yaitu selama 1,31 detik, 1,83 detik, 3,57 detik dan 3,89 detik sehingga memiliki selisih hasil keluaran sebesar 0,06 detik, 0,16 detik, 0,24 dan 0,14 detik. Hasil keluaran tersebut nantinya akan digunakan sebagai lama waktu bukaan pompa pH down agar nilai pH dapat sesuai dengan setting point.

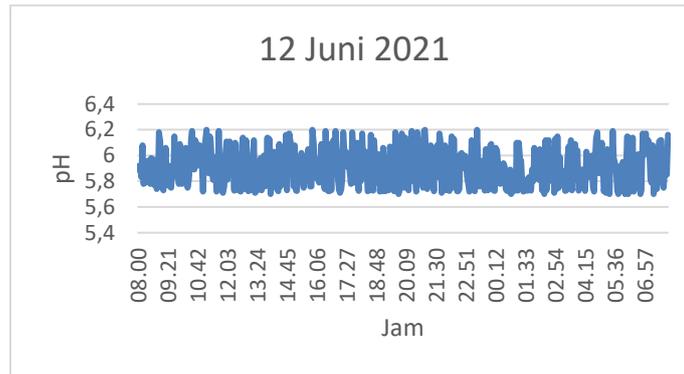


Gambar 11 Grafik Pengujian TDS Menggunakan *Software*

Berdasarkan Gambar 11 menunjukkan bahwa hasil keluaran pada 300 ppm memiliki kesamaan baik simulasi maupun pada Arduino IDE yaitu selama 5 detik namun terdapat perbedaan hasil keluaran pada 450 ppm dan 470 ppm dimana pada simulasi mendapatkan nilai keluaran selama 2,5 detik, dan 1,5 detik sedangkan hasil keluaran Arduino IDE yaitu selama 2,27 detik dan 1,62 detik sehingga memiliki selisih hasil keluaran sebesar 0,02 detik dan 0,12 detik. Hasil keluaran tersebut nantinya akan digunakan sebagai lama waktu bukaan pompa TDS Up agar nilai TDS dapat mencapai setting point.

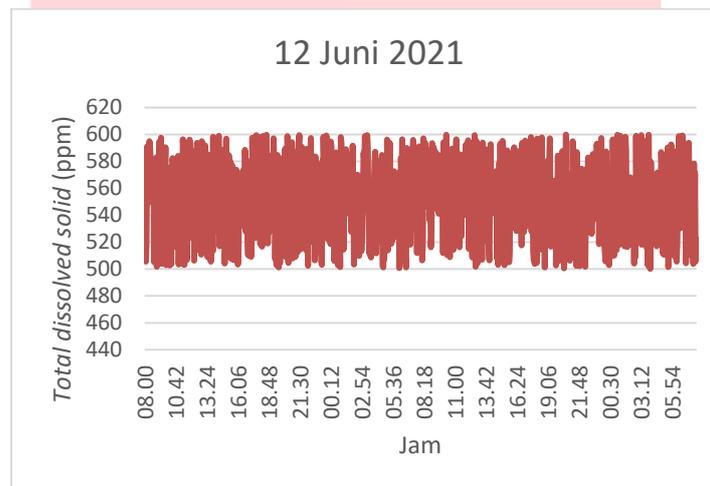
Kemudian hasil keluaran pada 800 ppm dan 900 ppm memiliki kesamaan baik simulasi maupun pada Arduino IDE yaitu selama 5 detik dan 7,5 detik namun terdapat perbedaan hasil keluaran pada 700 ppm dan 750 ppm dan 850 ppm dimana pada simulasi mendapatkan nilai keluaran selama 2,5 detik, 3,64 detik dan 6,67 sedangkan hasil keluaran Arduino IDE yaitu selama 2,63 detik, 3,69 detik dan 6,75 detik sehingga memiliki selisih hasil keluaran sebesar 0,13 detik, 0,05 detik dan 0,08 detik. Hasil keluaran tersebut nantinya akan digunakan sebagai lama waktu bukaan pompa TDS down agar nilai TDS dapat mencapai setting point.

3.4 Pengujian Monitoring pH dan *Total Dissolved Solid* (ppm)



Gambar 12 Grafik Hasil Monitoring pH Selama Satu Hari

Gambar 12 monitoring pH dilakukan selama satu hari. Terhitung mulai dari 12 Juni 2021 pukul 08:00 sampai 13 Juni 2021 pukul 08:00. Terlihat bahwa nilai pH tidak melebihi dari batas setting point. Nilai terkecil pH selama pengukuran satu hari penuh yaitu pH 5,7 dan nilai terbesar yaitu pH 6,2.

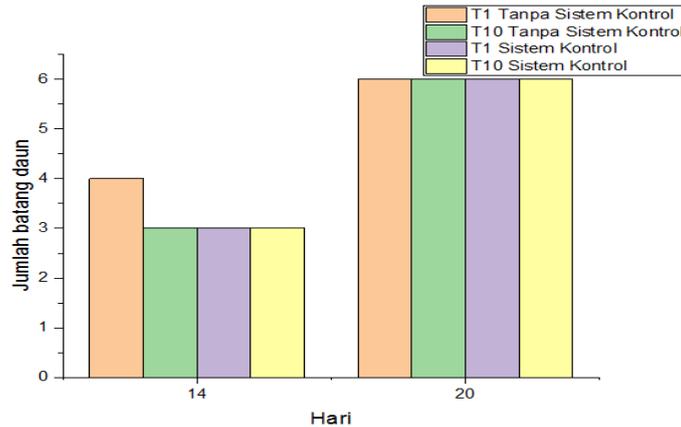


Gambar 13 Grafik Hasil Monitoring TDS Selama Satu Hari

Gambar 13 monitoring pH dilakukan selama satu hari. Terhitung mulai dari 12 Juni 2021 pukul 08:00 sampai 13 Juni 2021 pukul 08:00. Terlihat bahwa nilai total dissolved solid (TDS) tidak melebihi dari batas setting point. Nilai terkecil TDS selama pengukuran satu hari penuh yaitu 515,06 ppm dan nilai terbesar yaitu 589,99 ppm.

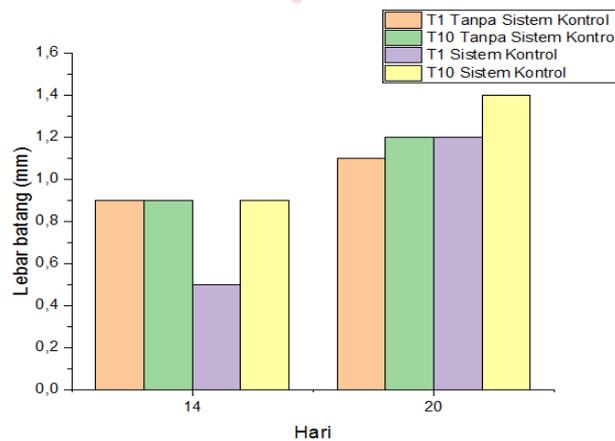
3.5 Hasil Pengamatan Respon Pertumbuhan Tanaman Kailan

Pada tahap dilakukan pengamatan respon pertumbuhan tanaman kailan untuk melihat perbedaan pertumbuhan tanaman dengan menggunakan sistem kontrol dan tanpa menggunakan sistem kontrol. Kemudian hasil perbandingan digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh sistem terhadap respon pertumbuhan tanaman kailan.



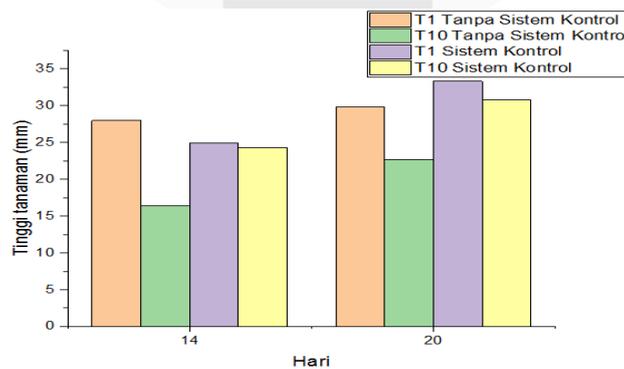
Gambar 14 Grafik Pertumbuhan Jumlah Batang Daun selama 7 hari

Gambar 14 tanaman kailan tumbuh lebih cepat menggunakan sistem kontrol pH dan nutrisi dimana Gambar 4.12 jumlah batang daun tanaman ke-1 dan tanaman ke-10 di hari ke-14 hingga hari ke-20 memiliki nilai pertumbuhan rata-rata 0,1 mm dan 0,07 mm atau sebesar 140% dan 55%. Sedangkan tanpa sistem kontrol nilai pertumbuhan rata-rata 0,02 mm dan 0,04 mm atau sebesar 22,2 % dan 33,3%.



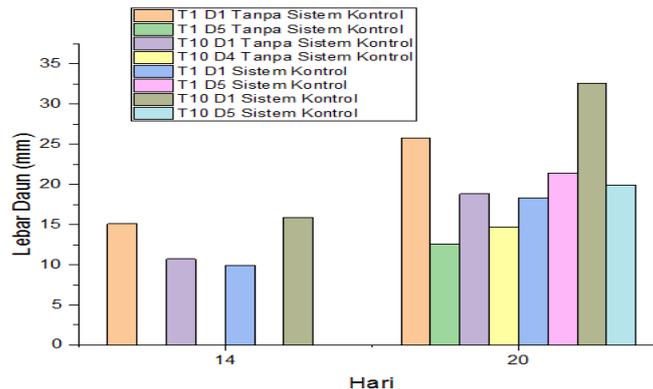
Gambar 15 Grafik Pertumbuhan Lebar Batang Daun selama 7 hari

Gambar 15 lebar batang tanaman ke-1 dan tanaman ke-10 dengan sistem kontrol di hari ke-14 hingga hari ke-20 memiliki nilai pertumbuhan rata-rata 0,42 mm dan 0,42 mm atau sebesar 100%. Sedangkan tanpa sistem kontrol nilai pertumbuhan rata-rata 0,28 mm dan 0,42 mm atau sebesar 50% dan 100%.



Gambar 16 Grafik Pertumbuhan Tinggi Batang Daun selama 7 hari

Gambar 16 tinggi batang tanaman ke-1 dan tanaman ke-10 dengan sistem kontrol di hari ke-14 hingga hari ke-20 memiliki nilai pertumbuhan rata-rata 1,2 mm dan 0,92 mm atau sebesar 33,2% dan 26,7%. Sedangkan tanpa sistem kontrol nilai pertumbuhan rata-rata 0,25 mm dan 0,9 mm atau sebesar 64,2 % dan 41,8%.



Gambar 17 Grafik Pertumbuhan Lebar Daun selama 7 hari

Gambar 17 lebar daun tanaman dihari ke 14 hingga hari ke 20 dengan sistem kontrol memiliki nilai pertumbuhan rata-rata tanaman ke-1 daun ke-1 1,2 mm, daun ke-5 3,05 mm dan tanaman ke-10 daun ke-1 2,38 mm, daun ke-4 2,84 mm atau tanaman sebesar 84,8%, 100% dan tanaman ke-10 105% dan 100%. Sedangkan tanpa sistem kontrol nilai pertumbuhan rata-rata tanaman ke-1 daun ke-1 1,52 mm, daun ke-5 1,81 mm dan tanaman ke-10 daun ke-1 1,15 mm, 2,1 mm atau tanaman sebesar 70,8%, 100% dan tanaman ke-10 75,7% dan 100%.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembuatan rancangan fuzzy logic untuk mengontrol pH dan nutrisi melalui tiga proses yaitu fuzzifikasi, inferensi dan defuzzifikasi. Fuzzifikasi merupakan tahap pembuatan himpunan fuzzy, variabel fuzzy dan semesta pembicaraan. Inferensi akan membuat sebuah aturan-aturan fuzzy berdasarkan kondisi-kondisi yang ada agar membantu mencapai setting point dan defuzzifikasi menghasilkan sebuah output yang akan digunakan aktuator untuk aktif.
2. Hasil keluaran *fuzzy logic* memiliki nilai *error* yang kecil baik simulasi pada *software* maupun arduino ide yaitu selama 0,1 – 0,24 detik. Selama pengujian *fuzzy logic* dilakukan dengan memasukan *random value* pH dan TDS agar mengetahui respon sistem terhadap laju penyerapan pH dan nutrisi oleh tanaman kailan menggunakan hidroponik NFT.
3. Nutrisi dan pH air merupakan hal terpenting dalam bercocok hidroponik. Nutrisi mengandung unsur hara dan unsur- unsur penting lainnya, sedangkan pH air memiliki pengaruh yang penting untuk tanaman dalam melakukan penyerapan nutrisi yang diperlukan. Penggunaan sistem kendali TDS dan pH menyebabkan pertumbuhan tanaman kailan tumbuh menjadi lebih cepat jika di lihat berdasarkan data pertumbuhan rata-rata perhari dimana data yang digunakan yaitu pada tanaman ke-1 dan tanaman ke-10. Pada jumlah batang daun sebesar 0,1 mm dan 0,07 mm, lebar batang sebesar 0,42 mm dan 0,42 mm, tinggi batang 1,2 mm dan 0,92 mm. Kemudian lebar daun tanaman ke-1 daun ke-1 dan ke-5 sebesar 1,2 mm dan 3,05 mm, tanaman ke-10 daun ke-1 dan ke-5 sebesar 2,38 mm dan 2,84 mm. Sedangkan pertumbuhan rata-rata kailan tanpa menggunakan sistem kontrol yaitu pada jumlah batang daun sebesar 0,02 mm dan 0,04 mm, lebar batang sebesar 0,28 mm dan 0,42 mm, tinggi batang 0,25 mm dan 0,9 mm. Kemudian lebar daun tanaman ke-1 daun ke-1 dan ke-5 sebesar 1,52 mm dan 1,81 mm, tanaman ke-10 daun ke-1 dan ke-4 sebesar 1,15 mm dan 2,1 mm.
4. Keakuratan sensor menunjukkan hasil yang cukup baik dengan melakukan perbandingan menggunakan pH meter dan TDS meter. Pada sensor TDS gravity memiliki *error* rata-rata sebesar 5,58 ppm dan

akurasi sebesar 99,31% dan pada sensor pH SKU SEN0161 memiliki *error* rata-rata sebesar 0,078 dan akurasi sebesar 99,92%.

4.2 Saran

1. Pada penelitian ini hanya melakukan pengontrolan nutrisi dan pH, sehingga diharapkan selanjutnya terdapat penelitian lanjutan mengenai parameter lainnya yang dibutuhkan oleh tanaman dengan berbasis *Internet of Things* dan kebutuhan listrik menggunakan surya panel.
2. Sistem ini digunakan untuk kebutuhan dalam skala kecil, sehingga diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat dibuat untuk skala besar agar dapat menghasilkan nilai ekonomi yang besar.
3. Melakukan pembersihan pada *probe* sensor pH dan sensor TDS minimal 3 hari sekali, karena terjadi pengendapan larutan yang diakibatkan oleh larutan pH dan larutan AB *Mix*.

REFERENSI

- [1] A. S. Rosman, D. R. Kendarto, And S. Dwiratna, "Growth And Yield Of Kale (Brassica Oleracea Var. Alboglabra) On Several Doses Of Goat Manure And Nitrogen Fertilizing Frequency," *Pertan. Trop.*, Vol. 6, No. 3, Pp. 438–447, 2019.
- [2] D. Wahyudin, U. Asahan, C. Zulia, And U. Asahan, "Growth Response And Yield Of Kailan (Brassica Oleraceae) Against Water Hyacinth Bokashi And Some Types Of Livestock Urine Application," *Agric. Res. J.*, Vol. 14, No. 1, Pp. 99–106, 2018.
- [3] Badan Pusat Statistik Indonesia, "Statistik Tanaman Sayuran Dan Buah-Buahan Semusim Indonesia 2018," *Stat. Tanam. Sayuran Dan Buah-Buahan Semusim Indones. 2018*, P. Viii + 101, 2018.
- [4] Z. Abdissalam *Et Al.*, "Skripsi Pertumbuhan Tanaman Kailan (Brassica Oleracea L .) Pada Media Tanam Berbeda Pertumbuhan Tanaman Kailan (Brassica Oleracea L .) Pada Media Tanam Berbeda," 2018.
- [5] Susilawati, *Dasar – Dasar Bertanam Secara Hidroponik* /. 2019.
- [6] P. Moerhasrianto, "Respon Pertumbuhan Tiga Macam Sayuran Pada Berbagai Konsentrasi Nutrisi Larutan Hidroponik," *Skripsi Univ. Jember*, Pp. 1–80, 2011.
- [7] M. S. Mahmoud, *Fuzzy Control, Estimation And Diagnosis: Single And Interconnected Systems*. 2017.
- [8] A. Saelan, "Logika Fuzzy," *Strukt. Disk.*, Vol. 1, No. 13508029, Pp. 1–5, 2009.