

SISTEM PEMBERI NUTRISI DAN PERAWATAN HIDROPONIK SECARA OTOMATIS BERBASIS ARDUINO DENGAN MENGUNAKAN WEB

¹ Ahmad Dzaki Alfaiq, ² Rini Puji Astutik, ST, MT., ³ Misbah, ST, MT.

¹ Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik

¹ dzakialfaiq01@gmail.com, ² astutik_rpa@umg.ac.id, ³ misbah@umg.ac.id

Abstract - Hydroponics is a vegetable cultivation that does not use soil but uses water mixed with nutrients. Basically the conditions needed in hydroponics are moisture, nutrients so that plants in hydroponics grow well. However, the plants are still not well controlled, therefore a nutrition and maintenance system is made automatically with the sensors needed so that hydroponic plants are well controlled and do not need to be controlled directly but can be from a distance. The benefit of making tools in this final project is to provide convenience for hydroponic farmers.

Keywords - *system tds, Arduino mega, water level, flowmeter*

CatuDaya.

Abstrak - Hidroponik merupakan salah satu budi daya sayuran yang tanpa menggunakan tanah melainkan dengan menggunakan air yang dicampur dengan nutrisi pada dasarnya kondisi yang dibutuhkan dalam hidroponik yaitu dengan kelembapan, nutrisi agar tanaman pada hidroponik tumbuh dengan baik. Namun dengan demikian tumbuhan masih tidak terkontrol dengan baik maka dari itu dibuatkan sistem pemberi nutrisi dan perawatan secara otomatis dengan sensor- sensor yang dibutuhkan agar tanaman hidroponik terkontrol dengan baik dan tidak perlu mengontrol langsung melainkan bisa dari kejauhan. Manfaat dari pembuatan alat dalam Tugas Akhir ini adalah memberikan kemudahan untuk petani hidroponik.

Kata Kunci - *sistem tds, Arduinomega, water level, flowmeter,*

CatuDaya.

I. PENDAHULUAN

Teknik hidroponik sistem terapung ini adalah salah satu sistem hidroponik yang paling sederhana sekali dan biasanya dibuat dikalangan pemula sistem ini termasuk pasif, karena tidak ada bagian-bagian yang bergerak nutrisi mengalir kedalam media dari dalam wadah sejenis sumbu biasanya menggunakan kain flannel, hidroponik sekarang tidak hanya untuk pemula saja namun dibuat untuk usaha bisnis petani

sayuran karena perawatannya yang begitu muda dan nilai perawatannya tidak membutuhkan biaya yang mahal[1].

Perkembangan teknologi terus berkembang dengan pesat. Hasil perkembangan teknologi tersebut banyak menghasilkan sistem-sistem yang canggih beberapa diantaranya sistem kendali, sistem deteksi dan sistem monitoring, dimana hampir seluruh sistem yang dibuat telah dilengkapi dengan kerjanya yang serba otomatis. Seiring dengan perkembangan di bidang teknologi tersebut, banyak penelitian yang telah dilakukan. Salah satunya sistem berbasis otomatis yang sering diintegrasikan dengan beberapa komponen pendukung agar sistem tersebut dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan. Sistem otomatis ini sangat banyak digunakan seperti sistem penedeteksian level ketinggian air secara otomatis pemberian nutrisi otomatis yang banyak diaplikasikan di pertanian sebagai pendukung kerja bercocok tanam hidroponik[1].

Beberapa penelitian sudah dilakukan yang berkaitan dengan perawatan pada tanaman hidroponik antara lain dengan judul "perancangan alat pengontrol PH Air untuk tanaman hidroponik berbasis arduino" pembahasan dari alat tersebut dengan mengatur PH Air dengan menggunakan sensor yang dikontrol dengan arduino uno PH Air yang diinginkan untuk tanaman hidroponik pada range 5,5 sampai 5,6 hasil output yaitu dengan menggunakan buzzer yang akan menggerakkan pompa air secara otomatis[7].

Sebuah penelitian juga dilakukan dengan judul "perancangan alat pengontrol ketinggian air dan penyiraman tanaman secara otomatis berbasis arduino pada media tanam hidroponik pada perancangan peneliti menggunakan metode sistem development life cycle (SDLC). Memiliki tahapan *planning, analysis, design, implementation, dan maintenance.* yang sering dijadikan sebuah acuan dalam pembuatan dan pengembangan sistem[2].

Dari permasalahan tersebut muncul sebuah ide pemikiran untuk merencanakan suatu alat yang dapat memantau sebuah tumbuhan yang ada pada hidroponik yaitu memberi nutrisi mengatur tingkat ketinggian air serta menggantikan air secara otomatis, melihat dari penelitian sebelumnya untuk menggantikan airnya masih belum menggunakan sistem otomatis maka dari itu peneliti mempunyai ide untuk

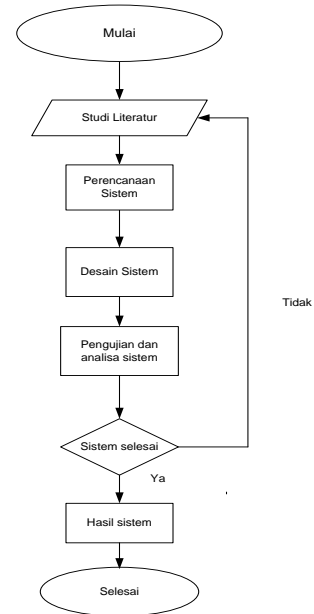
menambahkan alat yang secara otomatis mengganti air yang sudah dalam ppm terlalu tinggi diganti dengan air yang bersih beserta nutrisi berbasis arduino dengan menggunakan WEB, peneliti menggunakan web karena website merupakan salah satu media informasi yang populer saat ini dapat dinilai memberikan informasi secara efektif melalui internet. dengan adanya alat ini diharapkan dapat menambah efisiensi kinerja pemberi nutrisi dan perawatan pada tanaman hidroponik.[3] Proses kerja alat ini nantinya akan diatur oleh sensor TDS, apabila sudah memberi sinyal ke drum campuran air dan nutrisi maka air dan nutrisi yang ada dalam drum tersebut sudah dalam keadaan ppm melebihi setpoint yang sudah ditentukan maka sensor TDS akan memberi sinyal ke arduino untuk mematikan pompa air, ketika pompa air sudah dalam keadaan mati, sensor TDS akan mengirimkan perintah ke arduino untuk mengaktifkan solenoid yang terdapat pada drum campuran air dan nutrisi solenoid akan terbuka dan menguras habis air nutrisi yang sudah dalam keadaan ppm terlalu tinggi, ketika air yang didalam drum air nutrisi tersebut sudah terkuras habis, maka secara otomatis sensor TDS memberikan sinyal perintah ke arduino untuk menutup solenoid yang ada pada drum campuran air dan nutrisi tersebut agar air tidak lagi keluar.[4]

Dan secara otomatis juga memberikan sinyal perintah ke solenoid yang ada dalam drum air dan drum nutrisi yang masih belum tercampur agar terbuka secara bergantian sesuai tingkat level air dan nutrisi yang sudah diukur ketika water level sudah menunjukkan batas dan kadar air yang sudah maksimal maka secara otomatis sensor water level memberikan sinyal ke arduino untuk menutup solenoid yang ada pada drum air dan secara otomatis juga akan membuka solenoid yang ada pada drum nutrisi untuk membaca komunikasi datanya ke website dengan menggunakan sim 800L. [6]

II. Metode Penelitian

A. Metode

Pada penelitian ini metode yang dipakai adalah seperti yang di gambarkan pada flowchart, dengan melakukan metode seperti pada Gambar 1 diharapkan penelitian ini dapat memenuhi hasil yang di inginkan.



Gambar 1. Flow Chart Penyelesaian Tugas Akhir

B. Studi Literatur

Metode penelitian dimulai dengan studi literatur, yaitu mencari informasi melalui buku-buku, jurnal, artikel, dan internet yang berhubungan dengan elemen-elemen yang dipakai dalam penelitian ini. Sumber langsung didapatkan dari hasil diskusi maupun konsultasi dengan dosen atau orang yang mempunyai kompetensi di bidang ini. Adapun literatur-literatur yang dipelajari adalah

- a. ARDUINO MEGA
- b. IoT (Internet of Things)
- c. WEB SERVER

C. Perancangan Sistem

Pada tahap ini berupa pembuatan sistem monitoring dengan konsep IoT menggunakan arduino dan module sim900a. Perancangan ini dibagi menjadi 2:

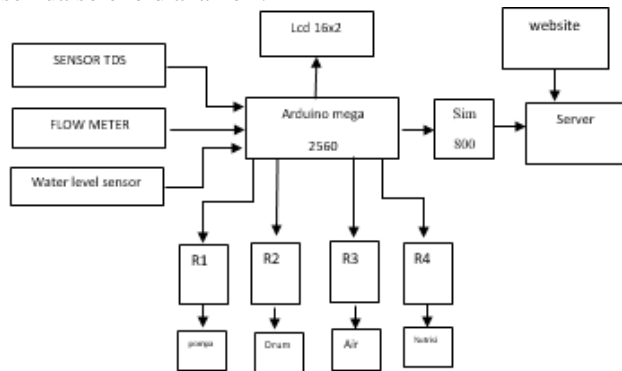
1. Perancangan Hardware

Perancangan hardware meliputi pembuatan sistem secara mekanik dengan menggunakan komponen-komponen yang diperlukan. Sistem pemberi nutrisi dan perawatan hidroponik menggunakan arduino untuk melakukan semua perintah pada alat yaitu sensor TDS, sensor water level, pompa air, solenoid drum, solenoid air, solenoid nutrisi, diagram diatas tersebut rancangan hardware.

Untuk data yang diambil adalah dari sensor TDS yang nantinya akan mengatur tingkat kekeruhan air yang bercampur dengan nutrisi, serta level air yang menggunakan sensor water level yang nantinya akan di olah dalam suatu arduino untuk

dijadikan sebuah data yang nantinya akan ditampilkan ke website.

Sensor TDS akan mengaktifkan solenoid drum ketika air sudah terkuras habis maka solenoid air dan solenoid nutrisi akan aktif dan ketika sudah mengisi kemudian Sensor Watel level akan mendeteksi air dan nutrisi yang telah terisi dalam drum ketika semua sudah dalam hasil yang diinginkan maka semua solenoid akan off.

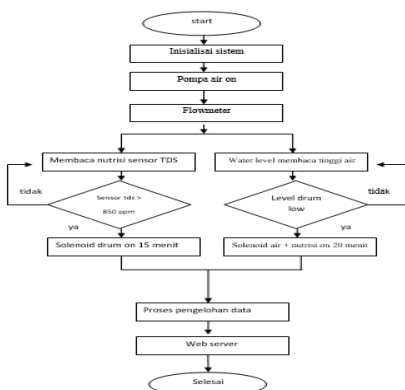


Gambar 2. Diagram Blok Sistem hidroponik

2. Perancangan Software

Pada tahapan pertama inialisasi pompa berjalan secara sirkulasi terus kemudian sensor TDS mendeteksi air nutrisi yang nilai kadarnya jelek maka secara otomatis solenoid drum akan dengan sendirinya menguras dan ketika air sudah terkuras habis solenoid yang ada pada tumpangan air dan nutrisi akan membuka dan secara otomatis.

pompa air akan mati kemudian sensor WL berfungsi untuk mengukur ketinggian air yang di inginkan jika ketinggian air sudah mencapai dengan kemauan maka solenoid akan menutup kemudian kembali ke sensor TDS untuk mengukur tingkat campuran air dan nutrisi yang telah tercampur jika sensor TDS sudah menunjukkan nilai yang sudah diinginkan maka solenoid akan menutup dan pompa air akan menyala kembali dengan secara otomatis. Selanjutnya sistem akan mengirimkan data ke Database pada Website.

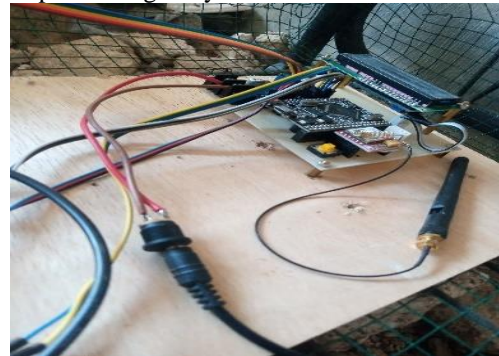


Gambar 3. Flowchart Sistem hidroponik

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Kerja Sistem

Perangkat keras (*Hardware*) yang sudah berhasil dirancang pada penelitian ini adalah Sistem Pemberi nutrisi dan perawatan hidroponik berbasis arduino dengan menggunakan Web yang ditunjukkan pada *Hardware* dari alat ini terdiri dari Arduino Mega, Sim 800L, Relay 220v, sensor TDS, sensor Flowmeter, Sensor Water level, lcd 16x2 ,kabel jumper serta komponen pendukung lainnya.



Gambar 4. Prototype hasil perancangan Hardware

1. Rangkaian Arduino Mega

Arduino Mega ini Pada perangkat ini berfungsi sebagai microcontroler yang nantinya bisa memberi sinyal ke pada sensor yang telah di pasang ke pin Arduino Mega untuk bisa menyambungkan ke wifi Arduino Mega membutuhkan Sim 800L yang nantinya akan bisa mengakses ke pada website, untuk sensor yang telah terpasang yaitu sensor Tds inputan ke relay 2 kemudian apabila terjadi kekeruhan outputan relay 2 memberi sinyal kepada solenoid agar menyala yang telah disambungkan ke relay 2 kemudian untuk sensor water levelnya inputan ke relay 3 dan 4 yang apabila nanti water level sudah tidak menyentuh air maka relay 3 dan 4 akan memberi sinyal kedua solenoid tersebut agar menyala.



Gambar 5. Rangkaian Arduino Mega

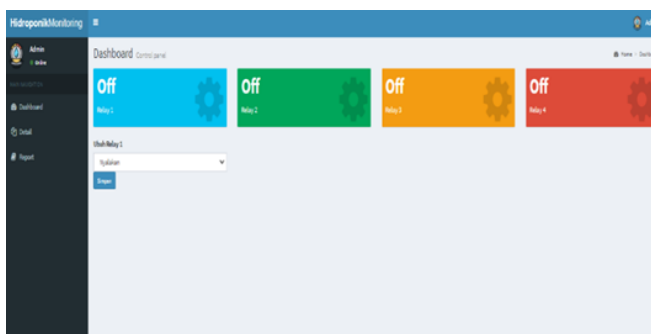
2. Rangkaian Catu Daya

Rangkaian catu daya alat ini menggunakan adaptor 12v untuk bisa dipakai *supply* ke mikrokontroller dan relay penulis menurunkan tegangan ke 5v menggunakan *stepdown* DC, adapun rangkaian *power supply* dan *stepdown* dapat dilihat pada Gambar



Gambar 6. Rangkaian Catu Daya

3. Progam website ini digunakan agar pemilik sistem hidroponik bisa sewaktu waktu mengontrol sistem hidroponik dari kejauhan dengan menggunakan *smartphone* yaitu dengan membuka alamat website yang sudah di buat dan juga bisa menyalakan dan mematikan pompa sirkulasi pada sistem hidrponik.



Gambar 7. Tampilan dashboard website

B. Pengujian Alat

Pada bab ini, akan membahas hasil perancangan hardware serta software dan hasil pengujian perbagian maupun keseluruhan untuk mengetahui bekerja atau tidaknya alat yang telah dibuat, harus melewati sebuah proses pengujian terhadap respon alat tersebut, suatu alat dapat dikatakan bekerja dengan baik ketika alat tersebut bekerja sesuai dengan tujuan awal alat tersebut untuk diciptakan, sehingga bisa dibuat penelitian untuk kedepannya atau alat bisa dikembangkan lagi dari penelitian tersebut. Adapun langkah-langkah pengujian dilakukan dengan pengujian sensor-sensor dan dilanjutkan dengan pengujian keseluruhan. Berikut adalah langkah proses pengujian :

1. Pengujian sensor TDS (Total Dissolved Solid)
2. Pengujian sensor WATER LEVEL
3. Pengujian Website
4. Pengujian kesuluran alat

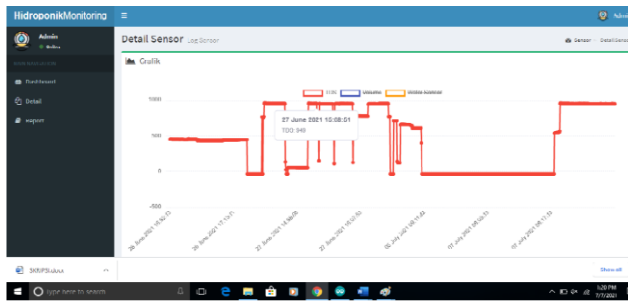
1. Pengujian sensor TDS (Total Dissolved Solid)

Pengujian alat petunjuk sensor Tds ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kadar campuran nutrisi yang terlaout dalam air sampai batas yang di tentukan 1000ppm apabila melebihi 1000ppm maka solenoid yang di drum akan menyala dan menguras, Pengujian ini juga bertujuan untuk menguji ketelitian alat ukur tersebut dengan membandingkannya dengan alat TDS yang secara manual, Hasil dari pengujian alat tidak Jauh berbeda antara alat Tds otomatis dengan Tds manual. Pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 1 berikut :

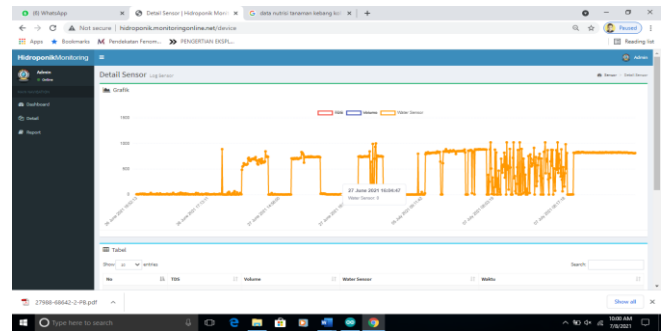
Tabel 1. Hasil Uji Sensor TDS

No	Wktu/Tanggal pengujian	Hasil pengujian Sensor Tds	Data pembeding dari tds manual	Keterangan	Eror
1	7 juli 2021 06:00 WIB	720 PPM	717 PPM	Baik	0.05%
2	7 juli 2021 09:00 WIB	780 PPM	776 PPM	Baik	0.06%
3	7 juli 2021 12:00 WIB	902 PPM	814 PPM	Baik	0.16%
4	7 juli 2021 15:00 WIB	947 PPM	943 PPM	Baik	0.10%
5	8 juli 2021 06:00 WIB	750 PPM	748 PPM	Baik	0.4%
6	8 juli 2021 09:00 WIB	812 PPM	798 PPM	Baik	0.09%
7	8 juli 2021 12:00 WIB7	848 PPM	844 PPM	Baik	0%
8	8 juli 2021 15:00 WIB	913 PPM	909 PPM	Baik	1.06%
9	9 juli 2021 06:00 WIB	800PPM	1200PPM	Error	3.05%
10	9 juli 2021 12:00 WIB	817PPM	1123PPM	Error	3.15%

Data yang telah diambil dari pengujian TDS di tampilkan pada web seperti pada gambar



Gambar 8 Grafik TDS



Gambar 9 Grafik Water Level

2. Pengujian Sensor WATER LEVEL

Pengujian alat *water level* tersebut bertujuan untuk mengetahui bahwa Ketika air yang didalam drum campuran nutrisi dan air sudah terkuras habis dan kemudian jika sudah terkuras habis maka *water level* akan mengirim sinyal ke solenoid yang ada pada drum air dan drum nutrisi agar menyala dan mengisi drum campuran nutrisi dengan waktu menyala selama 3menit kemudian apabila water level sudah menyentuh air Kembali maka solenoid akan menutup Kembali. Pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 2 berikut :

Tabel 2. Hasil Uji Sensor Water Level

NO	Uraian Kegiatan	Sinyal output	Solenoid Nutrisi & Air	Keterangan
1	Sensor Menyentuh Air	High	Off	
	Snsor Tidak menyentuh Air	Low	On	

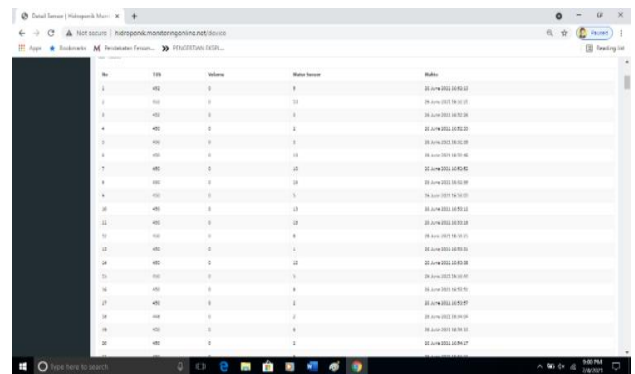
Tabel 3. Hasil Uji Sensor Water Level

NO	Uraian Kegiatan	Sinyal output	Solenoid Nutrisi & Air	Keterangan
2	Sensor Menyentuh Air	High	Off	
	Snsor Tidak menyentuh Air	Low	On	

Data yang telah diambil dari pengujian Water Level di tampilkan pada web seperti pada gambar

3. Pengujian Website

Website berfungsi untuk memonitoring nilai pompa air dan untuk menampilkan seluruh nilai dari sensor TDS,Water Level,dan Flowmeter berikut hasil tampilan Website.



Gambar 10 Tampilan Tabel Website

4. Pengujian keseluruhan sistem

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem keseluruhan dari Alat bekerja dengan baik sesuai seperti yang diharapkan diawal, pada pengujian ini semua rangkaian *hardware* sudah diinstalasi sebelumnya dan telah dilakukan pengetesan respon alat secara berkala Ketika semua sudah siap kemudian dinyalakan lalu Arduino menghubungkan ke Sim 800L untuk menjalankan sistem yang masuk kedalam website.

Tabel 4. Hasil Pengujian Keseluruhan

NO	Tanggal/ Waktu	Sensor Tds	Volume	Water Level	Solnoid 2	Solenoid 3	Solenoid 4	Keterangan
1	7 juli 2021 06:00 WIB	720 PPM	0,02 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal
2	7 juli 2021 09:00 WIB	780 PPM	2.7 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal
3	7 juli 2021 12:00 WIB	902 PPM	5.12 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal
4	7 juli 2021 15:00 WIB	947 PPM	9,08 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal
5	8 juli 2021 06:00 WIB	750 PPM	0.05 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal
6	8 juli 2021 09:00 WIB	812 PPM	5.05 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal
7	8 juli 2021 12:00 WIB	848 PPM	8.9 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal
8	8 juli 2021 15:00 WIB	913 PPM	10.09 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal
9	10 juli 2021 15:00 WIB	1210 PPM	12.10 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal
10	10 juli 2021 15:17 WIB	100 PPM	0.07 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal
11	17 juli 2021 06:00 WIB	814 PPM	0.15 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal
12	17 juli 2021 09:00 WIB	820 PPM	3.16 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal
13	17 juli 2021 12:00 WIB	890 PPM	0.09 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal
14	17 juli 2021 15:00 WIB	901 PPM	1.25 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal

Tabel 5. Hasil Pengujian Keseluruhan

NO	Tanggal/ Waktu	Sensor Tds	Volume	Water Level	Solnoid 2	Solnoid 3	Solnoid 4	Keterangan
1	24 juli 2021 06:00 WIB	890 PPM	2,15 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal
2	24 juli 2021 09:00 WIB	913 PPM	3,25 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal
3	24 juli 2021 12:00 WIB	900 PPM	10.17 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal
4	24 juli 2021 15:00 WIB	1210 PPM	13.10 Rpm	Low	On	Off	Off	Pengurusan
5	24 juli 2021 15:30 WIB	100 PPM	0.00 Rpm	Low	Off	On	On	Pengisian
6	26 juli 2021 06:00 WIB	615 PPM	0.34 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal
7	26 juli 2021 09:00 WIB	705 PPM	1.28 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal
8	26 juli 2021 12:00 WIB	724 PPM	1.40 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal
9	2 Agustus 2021 07:05 WIB	150 PPM	2.34 Rpm	Low	Off	On	On	Error
10	2 Agustus 2021 10:12 WIB	100 PPM	3.23 Rpm	High	Off	Off	Off	Error
11	2 Agustus 2021 12:21 WIB	106 PPM	2.32 Rpm	Low	Off	On	On	Error
12	2 Agustus 2021 13:14 WIB	124 PPM	2.36 Rpm	Low	Off	Off	Off	Error
13	9 Agustus 2021 06:00 WIB	760 PPM	5.25 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal
14	9 Agustus 2021 09:00 WIB	823 PPM	6.12 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal
15	9 Agustus 2021 11:32 WIB	853 PPM	8.18 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal
16	9 Agustus 2021 14:45 WIB	780 PPM	15.7 Rpm	High	Off	Off	Off	Normal

C. Pembahasan

Pada penelitian ini alat Sistem pemberi nutrisi dan perawatan hidroponik Berbasis arduino dengan menggunakan Web telah berhasil dibangun. Hal ini dapat dilihat dari Gambar 4 bahwa perangkat keras (*Hardware*) dari alat Sistem pemberi nutrisi dan perawatan hidroponik terdiri dari Arduino mega rangkaian relay, dan rangkaian catu daya 5 dan 6. hasil yang didapat bahwa perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*) dapat bekerja sama dengan baik sesuai dengan tujuan awal alat dibuat.

IV KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan :

1. Pengembangan alat *sistem pemberi nutrisi dan perawatan hidroponik* ini memiliki kelebihan yaitu bisa di monitoring di website.
2. Sensor Tds Mempunyai hasil eror yaitu nilai *800ppm* dengan perbandingan nilai dari Tds manual *1000ppm*
3. Koneksi dari sim 800 yang menyebabkan data sering terlambat masuk ke dalam tabel dan grafik yang ada di website.
4. Pada sensor Tds dapat membaca nilai kadar kekeruhan pada air campuran nutrisi dengan rata – rata kesalahan 0,30%
5. Pada sensor Flowmeter dapat membaca nilai kecepatan pada air dengan rata – rata kesalahan 0,13%

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. E. Yunanto and I. Irawan, “Pemberi Nutrisi Cairan Otomatis Untuk Tanaman Berbasis Arduino Uno Dengan Menggunakan Web,” *SKANIKA*, vol. 1, no. 2, pp. 650–655, 2018.
- [2] R. Rizal and R. Inggi, “Perancangan Alat Pengontrol Ketinggian Air Dan Penyiraman Tanaman Secara Otomatis Berbasis Arduino Pada Media Tanam Hidroponik,” *J. Sist. Inf. dan Sist. Komput.*, vol. 5, no. 2, pp. 28–34, 2020.
- [3] Manik, D. E. P., Nababan, F. D., Ramadani, F., & Wirman, S. P. (2019). SISTEM OTOMASI PADA TANAMAN HIDROPONIK NFT UNTUK OPTIMALISASI NUTRISI. *Prosiding SainsTeKes, 1*, 1-6.
- [4] IVANDITO, Valdryan. *Realisasi Sistem Pengukuran Kadar Nutrisi, PH, dan Suhu pada Hidroponik Secara Jarak Jauh*. 2018. PhD Thesis. UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA.
- [5] NUGRAHA, Hasbi Fardian. *TA: Pengaturan Air dan Nutrisi Secara Otomatis pada Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino*. 2017. PhD Thesis. Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya.

- [6] ARINI, Lintang; HAFIDUDIN, Hafidudin; RAMADAN, Dadan Nur. Pengontrol Sirkulasi Air Untuk Hidroponik Berbasis Iot. *Proceedings of Applied Science*, 2018, 4.3.
- [7] NURJANI, Yeni. SISTEM INFORMASI BERCOCOK TANAM HIDROPONIK KELOMPOK TANI FOKUS USAHA BERBASIS WEB. *FORTECH (Journal of Information Technology)*, 2018, 2.1: 57-61.
- [8] Brahmana, I. R. (2018). Rancang Bangun Pemberian Nutrisi Tanaman Hidroponik secara Otomatis Berbasis Visual Basic.
- [9] Prasetyo, Y. (2019). *IMPLEMENTASI ALAT PEMBERI NUTRISI PADA TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS ARDUINO* (Doctoral dissertation, IIB DARMAJAYA).
- [10] UTOMO, Muhammad Tirto; REPI, V. Vekky R.; HIDAYANTI, Fitria. Pengatur Kadar Asam Nutrisi (pH) dan Level Ketinggian Air Nutrisi pada Sistem Hidroponik Cabai. *Jurnal Ilmiah Giga*, 2019, 21.1: 5-14.