



## **RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL *TOTAL DISSOLVED SOLID* PADA SISTEM HIDROPONIK *DEEP FLOW TECHNIQUE* BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IoT)* UNTUK BUDIDAYA SAYURAN KANGKUNG**

**Ellys Kumala Pramartaningthyas<sup>1)</sup>, Siti Ma'shumah<sup>2)</sup>, M Ihsanul Fuad<sup>3)</sup>**

<sup>1), 2), 3)</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Qomaruddin

Jl. Raya Bungah No.1, Desa Bungah, kecamatan Bungah, Bungah, Kec. Bungah, Kabupaten Gresik, Jawa Timur, Indonesia

Email : [ellys.kumala@gmail.com](mailto:ellys.kumala@gmail.com)

**Received: November 02, 2021. Accepted: January 27, 2023**

### **Abstrak**

Sistem tanam hidroponik secara umum di kenal masyarakat sebagai proses pembudidayaan tanaman dengan menggunakan media tanam air . Pembudidayaan tanaman sistem hidroponik tidak menggunakan lahan tanah yang luas, sepanjang nutrisi yang dibutuhkan tanaman terpenuhi dan mendapatkan cahaya matahari yang cukup untuk tanaman berfotosintesis , maka masyarakat dapat melakukan cocok tanam dengan menggunakan media dan teknik hidroponik. Sistem Hidroponik dengan menggunakan DFT (*Deep Flow Technique*) di aplikasikan pada sistem pertanian dengan kebutuhan waktu panen yang relative cepat dan memiliki kualitas yang tinggi. Parameter terpenting dalam proses budidaya hidroponik adalah tersedianya nutrisi dalam porsi yang sesuai dengan usia tanaman yang dibudidayakan. Penelitian ini dilakukan perancangan sistem hidroponik berbasis DFT dengan menggunakan sistem kontrol dan Internet of Things. Dengan menggunakan sistem monitoring hidroponik berbasis internet of things ini, petani dapat memonitor dan mengontrol nutrisi yang ada di dalam hidroponik secara jarak jauh. Dengan menggunakan gadget atau smartphone, petani dapat memonitor pergerakan nutrisi yang ada di dalam hidroponik, dan kemudian mikrokontroler Arduino UNO, pompa mini, sensor TDS (ESP8266) , sensor jarak dan kamera akan melakukan tugasnya sebagai pengontrol nilai nutrisi padatan yang terlarut (part per million/ppm) secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan system kontrol pada pompa pompa berhasil berjalan yaitu sesuai nilai, antara 1050 ppm sampai 1400 ppm sesuai dengan kebutuhan proses budidaya tanaman kangkung serta Pengiriman data sensor TDS ke Web Application menggunakan Rest API bekerja dengan baik dengan pengiriman data setiap 60 detik sekali.

Kata kunci: Hidroponik, Deep Flow Technique, IoT, ESP8266

### **Abstract**

*The hydroponic planting system is generally known to the public as a process of cultivating plants using water growing media. Cultivation of plants in the hydroponic system does not use large areas of land, as long as the nutrients needed by plants are met and they get enough sunlight for photosynthetic plants, then people can cultivate crops using hydroponic media and techniques. Hydroponic systems using DFT (Deep Flow Technique) are applied to agricultural systems with relatively fast harvest times and high quality requirements. The most important parameter in the hydroponic cultivation process is the availability of nutrients in portions that are appropriate to the age of the plants being cultivated. This research was carried out to design a DFT-based hydroponic system using a control system and the Internet of Things. By using this internet of things based hydroponic monitoring system, farmers can remotely monitor and control the*

*nutrients in the hydroponics. By using a gadget or smartphone, farmers can monitor the movement of nutrients in the hydroponics, and then the Arduino UNO microcontroller, mini pump, TDS sensor (ESP8266), proximity sensor and camera will do their job as controllers for the nutritional value of dissolved solids (part per million). /ppm) automatically. The test results show the level of success of the control system on the pumps running successfully, namely according to the value, between 1050 ppm to 1400 ppm according to the needs of the water spinach cultivation process and sending TDS sensor data to Web Applications using the Rest API works well with sending data once every 60 seconds .*

*Keywords: Hydroponics, Deep Flow Technique, IoT, ESP8266*

## PENDAHULUAN

Di zaman ini teknologi – teknologi semakin cepat berkembang bukan hanya di dalam teknologi informasi atau digital saja, bahkan didalam teknologi pertanian pun ikut berkembang pula, perkembangan ini tidak lepas dengan adanya koneksi jaringan internet yang semakin lama semakin luas dan populer di kalangan masyarakat [1]. Pekerjaan – pekerjaan dalam pertanian seperti: monitoring tanaman, pemberian pupuk, dan lain – lain yang dulunya dilakukan secara manual sekarang bisa dilakukan dengan cara yang relative lebih mudah dan tidak membutuhkan banyak waktu. Teknologi tersebut juga bisa di gunakan untuk meningkatkan kualitas dan produktifitas petani secara merata sehingga lebih efisien [2]. Perkembangan teknologi yang menerapkan sistem kerja otomatis saat ini menjadi kebutuhan yang sangat penting dalam menjalankan pekerjaan yang memiliki skala besar dan membutuhkan waktu yang cepat [3]. Kebutuhan akan pangan yang semakin besar membuat pekerjaan di bidang pertanian juga tumbuh pesat dan menjadi pekerjaan skala besar pula.

Budidaya tanaman hidroponik bisa di bilang merupakan teknologi terbaru dalam hal pertanian. Teknologi ini di harap bisa mengatasi masalah bagi masyarakat yang memiliki keinginan untuk melakukan cocok tanam di lahan yang relative sempit [4]. Adapun kelebihan yang di miliki sistem hidroponik yaitu antara lain adanya penggunaan lahan pertanian menjadi lebih efisien, tanaman hasil sistem hidroponik berproduksi lebih banyak tanpa menggunakan media tanam tanah, kuantitas dan kualitas hasil produksi pertanian hidroponik jauh lebih tinggi dan lebih higienis, penggunaan pupuk ,

pesitisisida dan air dapat lebih efisien, serta adanya pengendalian terhadap hama dan penyakit menjadi lebih mudah [5]. Namun di balik segala kelebihan yang dimiliki sistem hidroponik, sistem ini memiliki kekurangan dari yaitu: sistem hidroponik sangat membutuhkan kecermatan, ketekunan, ketelatenan, dan monitoring secara berkelanjutan. Adanya perubahan debit air, temperatur udara, intensitas cahaya dan kualitas air sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan serta kualitas hasil produksi tanaman hidroponik [6].

Penelitian terdahulu berteman hidroponik berfokus pada pengukuran suhu dan kelembapan berbasis android, dalam penelitian tersebut lebih di fokuskan pada pengambilan suhu dan kelembapan lingkungan. Penelitian tersebut sudah menggunakan pengiriman data menggunakan ethernet yang menggunakan router sebagai jaringannya [1][7]. Penelitian lain juga menganalisa tentang suhu dan kelembapan pada tanaman, penelitian ini menghasilkan perbandingan antara alat yang sudah paten dengan sensor yang di gunakan untuk mikrokontroler[8]. Refresi dari penelitian lain adalah tentang uji kinerja pengiriman data menggunakan module wifi arduino yang nantinya akan digunakan dalam penelitian ini untuk koneksi dari arduino ke dalam Server (Cloud) menggunakan Rest API dan di kirim ke dalam database MySQL [3]. Penelitian ini terbatas pada aplikasi android yang sudah tersedia di playstore dan untuk pengendaliannya masih manual, masih membutuhkan manusia untuk mengontrol aktif tidaknya pompa.

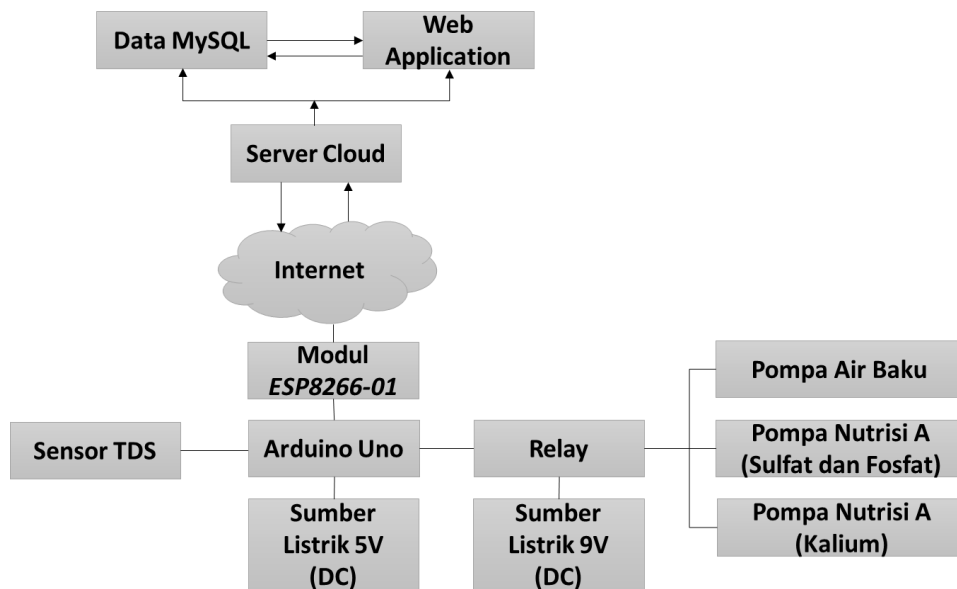
Berdasarkan paparan diatas maka, diperlukan suatu perancangan sistem hidroponik yang dapat berkerja secara otomatis dalam proses pencampuran

air nutrisi yang terdapat pada bak reservoir air serta dapat meninjau kondisi air dan jumlah padatan terlarut dalam air dengan satuan part per million (ppm) yang terkandung dalam air nutrisi yang dialirkan pada sistem hidroponik secara real time dan dapat diakses dengan jarak jauh [9]. Dengan penggunaan sensor TDS (Total Dissolve Solid) pada sistem hidroponik ini maka monitoring hidroponik dapat berjalan secara otomatis, serta dapat mengetahui jumlah padatan terlarut dalam air nutrisi yang ada secara kontinu sebagai data real time dari pemrosesan sebuah sistem hidroponik

[10]. Selain itu, data pengukuran ini dapat disimpan secara cloud ke dalam database server online. Data-data hasil pengukuran ini dapat direpresentasikan dalam bentuk grafik maupun tabel. Data hasil pengukuran ini bisa dimonitor secara real time baik menggunakan PC maupun *smartphone*.

### METODE PENELITIAN

Secara sistematis langkah-langkah dalam mengerjakan penelitian dijadikan dalam bentuk diagram blok seperti gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok sistem kendali TDS

Penjelasan dari diagram blok sistem penelitian diatas adalah sebagai berikut:

- a) **Sumber Listrik 5V (DC).** Sumber listrik DC di gunakan untuk memberi energi listrik terhadap Arduino Uno. Ini menggunakan adaptor 5V yang langsung telah dicolokkan di tegangan rumah 220V.
- b) **Sumber Listrik 9V (DC).** Sumber listrik 9V DC di gunakan untuk memberi energi listrik tambahan terhadap Relay yang terhubung ke pompa, selain sumber listrik dari Arduino Uno. Karena jika hanya menggunakan sumber listrik dari Arduino UNO maka relay tidak
- berkerja dengan optimum ataupun bahkan tidak dapat berkerja sama sekali
- c) **Internet.** Internet berfungsi sebagai penyedia layanan Internet of Things (IoT) pada sistem yang dibuat sehingga sistem bisa bekerja sesuai yang di inginkan[11].
- d) **Server Cloud.** Server Cloud berfungsi untuk menerima dan mengirimkan data dari sistem ke database MySQL dan juga sebagai tempat untuk publish Web Application.
- e) **Database MySQL.** Database MySQL berfungsi untuk menyimpan data yang telah di

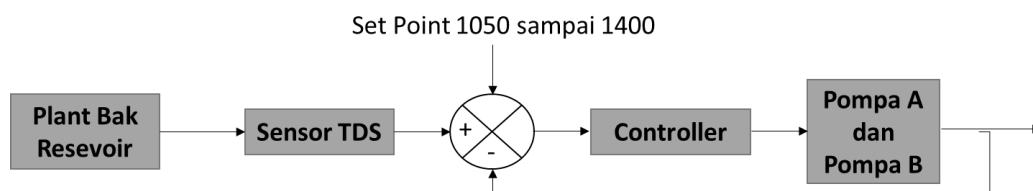
ambil oleh sensor TDS hingga nantinya bisa di olah menjadi grafik yang mudah di pahami oleh Web Application [12].

- f) **Web Application.** Web Application berfungsi untuk memberikan tampilan data yang tersimpan di dalam database MySQL dengan bentuk yang lebih mudah untuk dipahami (berupa grafik – grafik nilai).
- g) **Module ESP2866-01.** Module ESP2866 berfungsi sebagai module wifi, yang di mana penerapannya banyak di gunakan untuk Internet of Think (IoT). Module ini sudah di lengkapi juga dengan protokol TCP/IP sehingga sudah standar bila di gunakan sebagai module Wifi
- h) **Wifi (Wireless Fidelity).** Wifi berfungsi untuk menghubungkan Module ESP2866-01 yang mensupport Wifi menuju jaringan internet secara nirkabel.
- i) **Arduinio UNO:** Arduino Uno berfungsi sebagai mikrokontroler pada sistem ini.Tentunya untuk menentukan jalannya sistem ini.
- j) **Sensor TDS:** Sensor TDS berfungsi untuk mendeteksi kadar padatan yang terlarut di dalam air dan memiliki satuan ppm (part per-milion)[13]
- k) **Relay:** Relay berfungsi sebagai pengontrol dari pompa – pompa output.
- l) **Pompa Air Baku:** Pompa Air Baku ini berfungsi sebagai pompa yang mengalirkan air yang belum di campur dengan cairan nutrisi

hidroponik (air baku, biasanya menggunakan air sumur).

- m) **Pompa Nutrisi A (Kalium).** Pompa Nutrisi A befungsi sebagai pompa yang mengalirkan cairan nutrisi hidroponik A, atau lebih populer dengan nama (Nutrisi Mix A) yang berisi Kalium.
- n) **Pompa Nutrisi B (Sulfat dan Fosfat).** Pompa Nutrisi B befungsi sebagai pompa yang mengalirkan cairan nutrisi hidroponik B, atau lebih populer dengan nama (Nutrisi Mix B) yang berisi Sulfat dan Fosfat.

Dari penjelasan di atas dapat diketahui bahwa sensor TDS yang berfungsi sebagai input dari kontroler. sensor TDS digunakan untuk mengontrol nilai ppm air hidroponik pada plant bak reservoir. Selain itu Arduino Uno juga menjadi device untuk mengolah data yang digunakan untuk mengendalikan aktuator pompa submersible mini dan pompa aquarium pada sistem hidroponik yang terdiri dari pompa Nutrisi A, pompa Nutrisi B dan pompa air baku. Kemudian agar sistem terkoneksi dengan server maka dibutuhkan modul ESP8266-01 sebagai device yang dapat terkoneksi dengan wifi sehingga tehubung ke Sever Cloud dan dapat mengirim data ke database MySQL secara online. Adapun diagram blok sistem kendali kadar ppm pada air hidroponik ditunjukkan seperti yang diperlihatkan gambar 2.



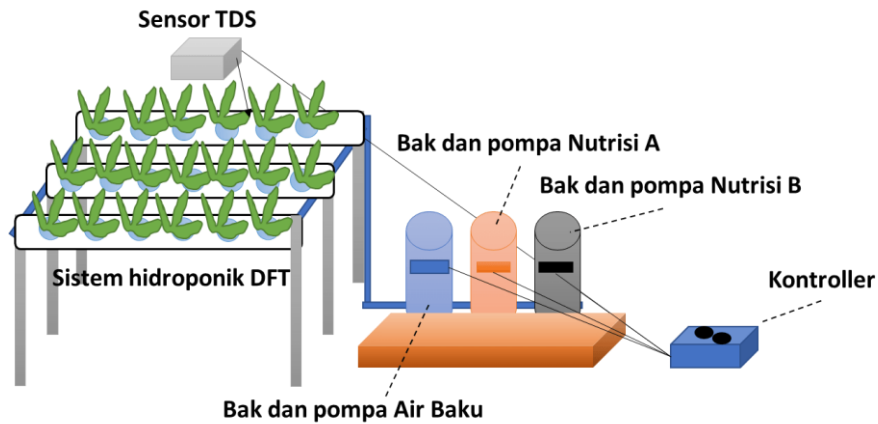
Gambar 2. Diagram blok sistem kendali nilai TDS dalam sistem hidroponik

Berdasarkan gambar 2 diagram blok sistem kendali optimasi kadar ppm air hidroponik. Penggunaan microcontroller Arduino Uno dengan relay juga

akan mengaktifkan 2 pompa submersible untuk memompa cairan nutrisi hidroponik A dan nutrisi hidroponik B ke dalam plant bak reservoir. Hasil

dari pengontrolan ini didapatkan dari pembacaan nilai sensor TDS yang diolah oleh Arduino Uno.

Rancangan sistem control pada hidroponik DFT dapat diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3. Desain Sistem hidroponik

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil Perancangan Sistem Hidroponik

Hasil perancangan sistem hidroponik DFT ini memiliki lima belas wadah budidaya tanaman. Pompa air, pompa nutrisi A dan pompa nutrisi B mendorong aliran air ke dalam sistem hidroponik DFT. Adapun

spesifikasi pipa yang digunakan dalam sistem ini memiliki diameter lima belas centimeter berfungsi untuk media tanam sedangkan pipa yang kecil berukuran 7 cm untuk mengalirkan air dan nutrisi. Adapun hasil perancangan sistem hidroponik ini dapat dilihat seperti pada gambar 4.



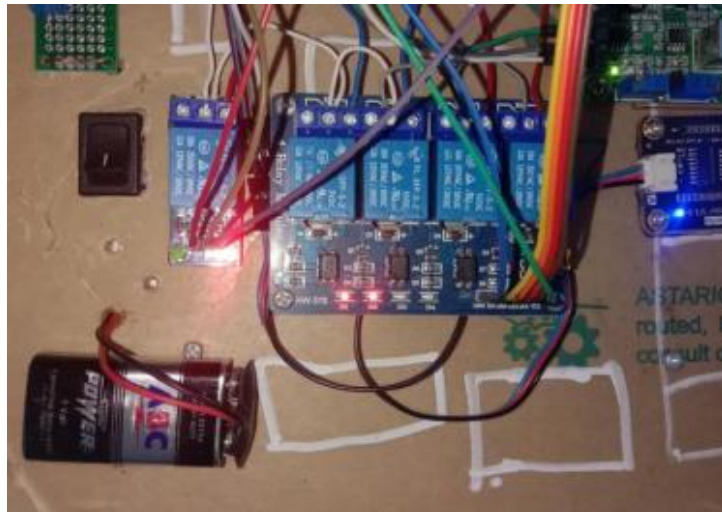
Gambar 4. Instalasi Hidroponik DFT

### 2. Hasil Pengujian Kontrol Pompa

Pada pengujian kontrol pompa ini dilakukan dengan cara mengukur nilai ppm pada air hidroponik menggunakan sensor TDS. Pompa di kontrol menggunakan relay dengan tegangan 5 volt yang terhubung dengan Arduino UNO.

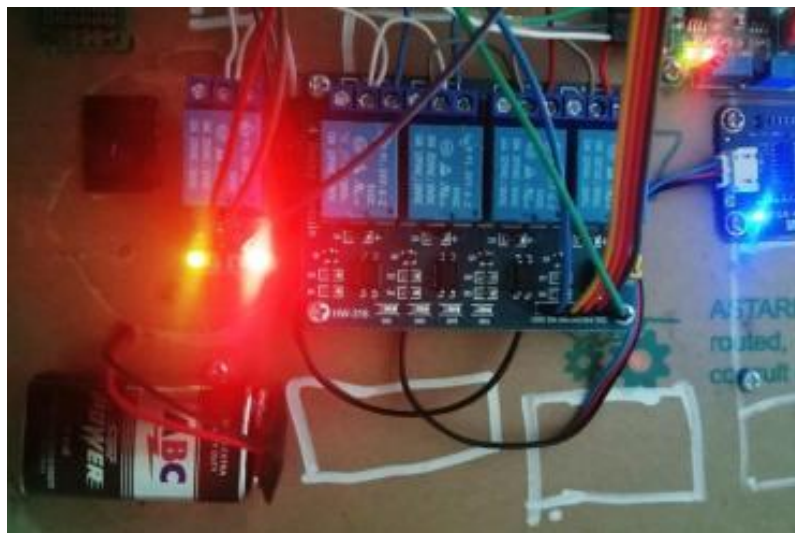
Hasil pengujian control pompa dapat diperlihatkan sesuai dengan gambar 5.

- a. Jika nilai kurang dari 1050 maka pompa A dan pompa B menyala, sehingga cairan AB Mix akan ditambah di wadah hingga nilainya sesuai.



Gambar 5. Relay untuk pompa AB Mix menyala.

- b. Jika nilai ppm lebih dari 1400 maka pompa air baku akan menyala untuk menurunkan nilai ppm yang ada di dalam plant bak reservoir.



Gambar 5. Relay untuk pompa air baku menyala.

Pompa Nutrisi A, Pompa Nutrisi B, dan P. Air Baku memiliki kinerja yang telah bekerja sesuai dengan flowchat perprograman pada sistem kendali yang telah di program pada Mikrokontroler Arduino UNO.

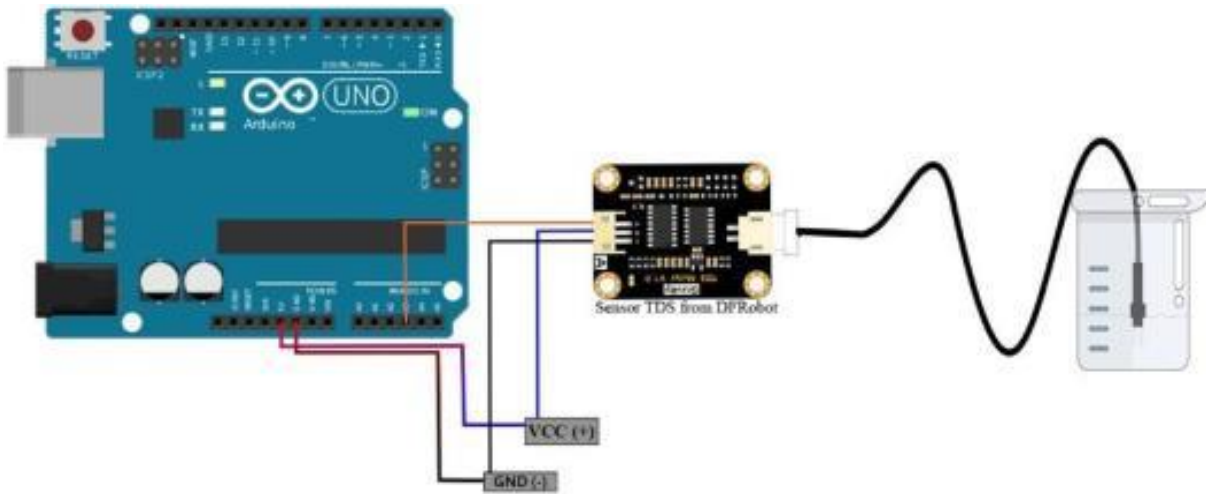
### 3. Hasil Kalibrasi Sensor TDS

Proses kalibrasi sensor sangat penting dalam perancangan suatu sistem, karena hasil kalibrasi sensor dapat mengukur keakuratan sensor dalam proses pendeteksian dan pengukuran dalam suatu sistem. Proses kalibrasi yang dilakukan

untuk sensor TDS dalam sistem control ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut. Langkah pertama yang dilakukan adalah menyiapkan larutan buffer untuk sensor TDS dan rangkaian sensor TDS seperti pada gambar 6. Langkah selanjutnya adalah melakukan mengunduhan coding seperti pada gambar 7 ke Arduino dengan menggunakan Arduino IDE. Untuk kalibrasi sensor TDS tidak menggunakan rumus secara langsung tapi menggunakan library khusus yang di buat oleh



DFRobot yaitu “GravityTDS”. Cara kalibrasinya pada gambar 6.



Gambar 6 Rangkaian kalibrasi sensor TDS.

```
float temperature = 25,tdsValue = 0;

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  sensorSuhu.begin();

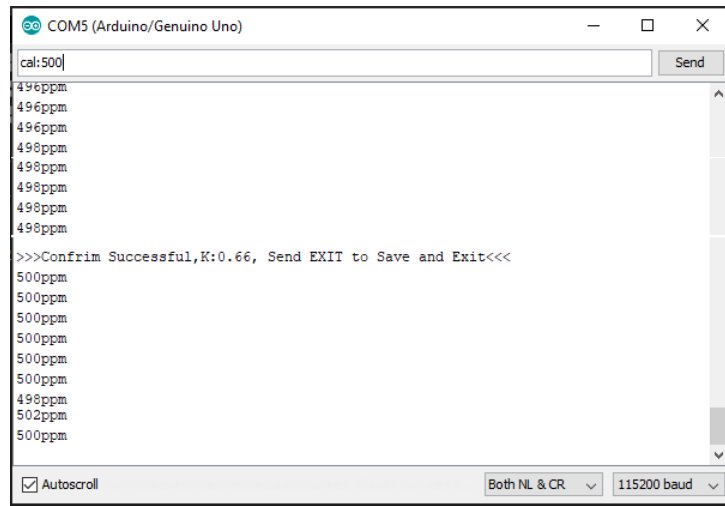
  gravityTds.setPin(TdsSensorPin);
  gravityTds.setAref(5.0); //reference voltage on ADC, default 5.0V on Arduino UNO
  gravityTds.setAdcRange(1024); //1024 for 10bit ADC;4096 for 12bit ADC
  gravityTds.begin(); //initialization
}
void loop()
{
  sensorSuhu.requestTemperatures();
  temperature = sensorSuhu.getTempCByIndex(0);
  gravityTds.setTemperature(temperature);
  gravityTds.update(); //sample and calculate
  tdsValue = gravityTds.getTdsValue(); // then get the value

  Serial.print(" Nilai TDS : ");
  Serial.print(tdsValue);
  Serial.print(" Suhu : ");
  Serial.print(temperature);
  Serial.println();
  delay(1000);
}
```

Gambar 7. Coding untuk kalibrasi TDS.

Setelah itu masukkan nilai buffer TDS dengan mengetik “cal:value\_buffer”. Karena larutan buer yang digunakan menggunakan buffer TDS dengan

nilai 500, maka masukkan “cal:500” seperti ditunjukkan pada gambar 8.

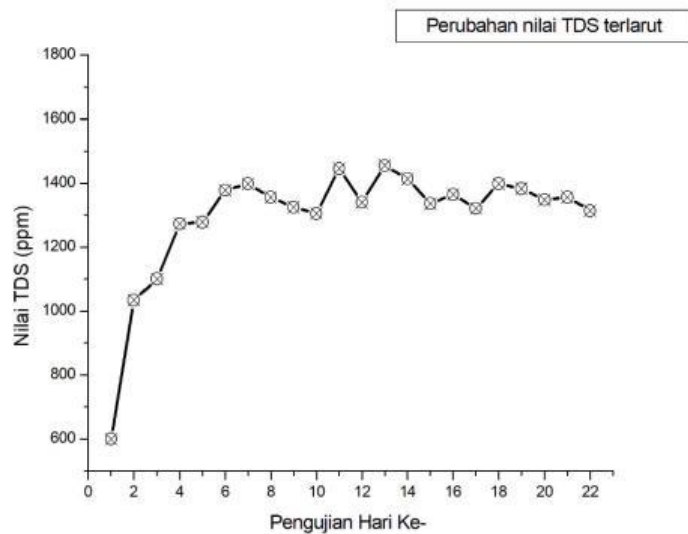


Gambar 8. Proses kalibrasi TDS dengan buffer 500

Hasil proses kalibrasi sensor TDS menunjukkan proses kalibrasi menunjukkan kesesuaian antara TDS yang dimiliki larutan buffer dan nilai TDS yang terbaca yaitu sebesar 500 ppm.

Pengambilan data untuk nilai TDS ini dilaksanakan selama 23 hari dengan pengukuran setiap pukul 15.00 WIB dan suhu larutan air sebesar 21<sup>0</sup>. Hasil data pengukuran nilai TDS ini dapat dilihat seperti gambar 9.

**4. Hasil Pengukuran TDS terukur pada sistem hidroponik DFT.**



Gambar 9 Grafik Data TDS terukur

Berdasarkan grafik pada gambar 9 terlihat pada pengambilan data pada hari pertama nilai TDS yang terukur bernilai kecil yaitu sekitar 600 part per million (ppm) karena yang dialirkan pada sistem hidroponik pada hari pertama merupakan air murni tanpa nutria AB mix. Kemudian pada hari selanjutnya mulai di tambahkan nutrisi AB

mix sehingga nilai TDS memiliki nilai 1050 ppm. Sampai pada hari ke 23 nilai TDS terlarut secara umum sangat terkendali sesuai dengan set point yang diberikan oleh sistem control nilai TDS yaitu dengan nilai set point yang diberika yaitu antara 1050 -1400 ppm. Nilai TDS terlarut maksimum yang terukur yaitu sebesar 1456 ppm



yang terjadi pada hari ke 13 pengambilan data. Nilai TDS terlarut pada sistem hidroponik DFT ini bersifat fluktuatif tergantung pada proses penyerapan pada tanaman kangkung. Selama 23 hari pembudidayaan kangkung ini dapat dilihat pada gambar 10 dan gambar 11 di bawah ini.

Pada gambar terlihat tanaman kangkung mengalami perkembangan yang cukup baik, dan tidak ada dari tanaman kangkung yang di tanam pada sistem hidrponik ini yang mengalami kematian.



Gambar 10 Pertumbuhan kangkung pada minggu pertama dan kedua

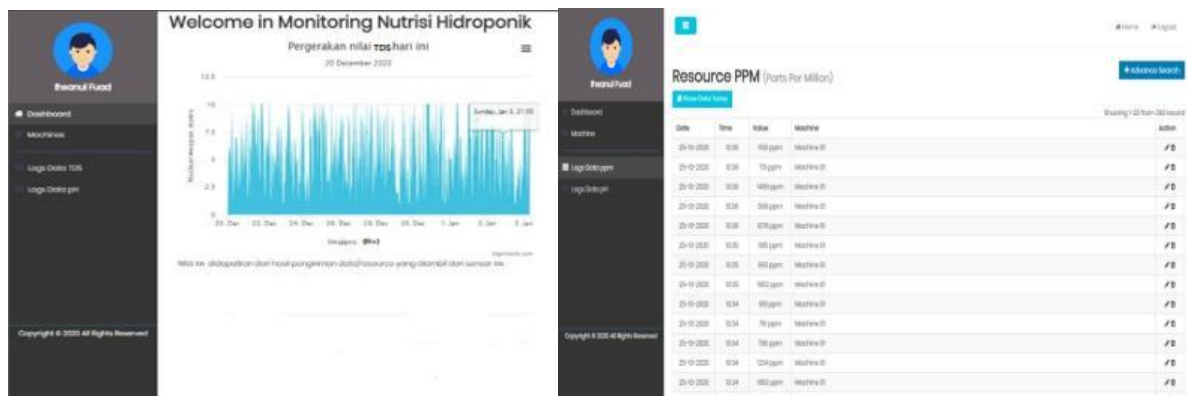


Gambar 11 Pertumbuhan kangkung pada minggu ketiga

### 5. Hasil tampilan Software Web Application

Aplikasi web sangat diperlukan, dalam hal ini salah satunya adalah sebagaitampilan interface untuk memberikan informasi kepada Pengguna tentang keadaan dan kadar ppm (*part per-milion*) pada sistem hidroponik. Aplikasi web mengintegrasikan antara Arduino dengan *Web Application* yang telah di rancang. *Web*

*Application* ini di rancang khusus untuk menangkap data yang dikirim oleh Arduino berupa nilai ppm dari sensor TDS. Serta bisa di akses kapan saja dan di mana saja. Sehingga sangat cocok untuk memonitor pergerakan dari dan kadar ppm yang terkandung dalam *plant bak reservoir* dan juga dapat mengetahui masalah - masalah yang ada pada kontrol otomatis yang telah di buat.



Gambar 12 Halaman depan aplikasi (Dashboard) dan halaman ppm Logs dari sensor TDS.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian rancang bangun sistem kontrol hidroponik DFT menggunakan tanaman Kangkung berbasis Internet of Things dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Monitoring hidroponik berbasis Internet of Things menggunakan Arduino UNO sebagai microcontroller dan module ESP8266 sebagai module wifi-nya, sensor TDS dan sensor pH sebagai pengambil nilai yang dimonitoring, menggunakan Web Application yang di install di sever untuk interface data yang dimonitoring, dan setelah selesai sistem ini berjalan dengan baik sesuai dengan Table 4.4 Pengujian Fungsionalitas Perangkat Sistem.
2. Kinerja dari sistem kontrol hidroponik DFT berbasis Internet of Things yang sudah di buat berdasarkan parameter – parameter sebagai berikut: tingkat keberhasilan system kontrol pada pompa pompa berhasil berjalan sesuai nilai yang di tentukan, yaitu : untuk pompa A dan B berjalan bila nilai ppm kurang dari 1050 ppm dan pompa air baku akan berjalan bila ppm lebih dari 1400 ppm serta jika terdapat kondisi di luar nilai tersebut cukup membutuhkan rata-rata waktu 3 detik untuk menormalkan kembali nilai TDS pada aliran nutrisi hidroponik , Pengiriman data sensor TDS ke Web Application menggunakan Rest API. Pengiriman data sensor ke database ini di lakukan setiap 60 detik sekali, dengan

menggunakan delay di setiap repeate http request pada Arduino IDE.

### DAFTAR RUJUKAN

- [1] B. Haryanto, N. Ismail, E. J. Pristianto, B. Haryanto, N. Ismail, and E. J. Pristianto, “Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Secara Nirkabel pada Budidaya Tanaman Hidroponik,” *JTERA (Jurnal Teknol. Rekayasa)*, vol. 3, no. 1, pp. 47–54, Nov. 2018, doi: 10.31544/JTERA.V3.I1.2018.47-54.
- [2] P. Ciptadi, R. H.-J. D. Informatika, and undefined 2018, “Penerapan Teknologi IoT pada Tanaman Hidroponik menggunakan Arduino dan Blynk Android,” *jdi.upy.ac.id*, vol. 7, no. 2, 2018, Accessed: Sep. 02, 2021. [Online]. Available: <https://jdi.upy.ac.id/index.php/jdi/article/view/5>.
- [3] H. Yuliansyah, “Uji Kinerja Pengiriman Data Secara Wireless Menggunakan Modul ESP8266 Berbasis Rest Architecture,” *Electrician*, vol. 10, no. 2, pp. 68–77, Jul. 2016, doi: 10.23960/ELC.V10N2.217.
- [4] 14523062 Ilma Fadhliha Furqaana, “IRRIGATION SCHEDULING UNTUK TANAMAN SELADA HIDROPONIK DENGAN METODE NFT MENGGUNAKAN ARDUINO,” Jan. 2019, Accessed: Nov. 02, 2021. [Online]. Available: <https://dSPACE.uin.ac.id/handle/123456789/131>

- 52.
- [5] S. I. Maulana, "PENGENDALIAN KADAR NUTRISI PADA SISTEM HIDROPONIK TIPE DEEP FLOW TECHNIQUE (DFT) DENGAN FUZZY LOGIC CONTROLLER," Feb. 2021, Accessed: Nov. 02, 2021. [Online]. Available: <https://library.universitaspertamina.ac.id/xmlui/handle/123456789/3216>.
- [6] S. Julyana, R. Suhendar, J. J.-J. Elektra, and undefined 2018, "SISTEM PENGENDALIAN NUTRISI PADA TANAMAN KANGKUNG HIDROPONIK MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO MEGA 2560," *pei.e-journal.id*, vol. 3, no. 2, 2018, Accessed: Sep. 02, 2021. [Online]. Available: <https://pei.e-journal.id/jea/article/view/57>.
- [7] R. Alam, A. N.-E. (Electronics, undefined Informatics, undefined and, and undefined 2020, "Sistem Pengendali pH Air dan Pemantauan Lingkungan Tanaman Hidroponik menggunakan Fuzzy Logic berbasis IoT," *journal.uny.ac.id*, vol. 5, no. 1, 2020, doi: 10.21831/elinvo.v5i1.34587.
- [8] I. Furqaana, "Irrigation Scheduling Untuk Tanaman Selada Hidroponik dengan Metode NFT Menggunakan Arduino," 2019, Accessed: Sep. 02, 2021. [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/13152>.
- [9] A. W. L. Dewa and P. Sasmoko, "ALAT UKUR TDS (TOTAL DISSOLVED SOLID) AIR GARAM DENGAN RESISTIF SEBAGAI INDIKATOR," *Gema Teknol.*, vol. 19, no. 1, pp. 9–11, Oct. 2016, doi: 10.14710/GT.V19I1.21956.
- [10] M. H. Hersyah, "IDENTIFIKASI RANCANG BANGUN ALAT UKUR DAN SISTEM KENDALI KADAR TOTAL DISSOLVED SOLID (TDS) PADA AIR BERBASIS MIKROKONTROLER," *J. Inf. Technol. Comput. Eng.*, vol. 1, no. 01, pp. 26–34, Mar. 2017, doi: 10.25077/JITCE.1.01.26-34.2017.
- [11] H. Y.-I. T. S. Lampung and undefined 2016, "Uji kinerja pengiriman data secara wireless menggunakan modul esp8266 berbasis rest architecture," *scholar.archive.org*, vol. 10, no. 2, 2016, Accessed: Sep. 02, 2021. [Online]. Available: <https://scholar.archive.org/work/s7hv5sec6zayjcp5ll334x75ry/access/wayback/http://electrician.unila.ac.id/index.php/ojs/article/viewFile/217/pdf>.
- [12] I. Suzanti, N. Fitriani, ... A. J.-J. of P., and undefined 2020, "REST API Implementation on Android Based Monitoring Application," *iopscience.iop.org*, vol. 1569, p. 22088, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1569/2/022088.
- [13] D. K. KARO, B. Tutuko, and S. Sembiring, "SISTEM PENGATUR NUTRISI HIDROPONIK DENGAN MENGGUNAKAN KENDALI LOGIKA FUZZY YANG DI MONITORING MENGGUNAKAN SMARTPHONE," 2020, Accessed: Sep. 02, 2021. [Online]. Available: <https://repository.unsri.ac.id/34405/>.