

Metode Peningkatan Akurasi pada Sensor TDS Berbasis Arduino untuk Nutrisi Air Menggunakan Regresi Linier

Dhodit Rengga Tisna*, Berlian Juliartha Martin Putra*, Tamara Maharani* and Hasnira#

*Akademi Komunitas Negeri Pacitan

Program Studi Pemeliharaan Komputer dan Jaringan

Jalan Walanda Marami No 4A Pacitan

Email : dhodit@aknpacitan.ac.id, berlian@aknpacitan.ac.id, tamara@aknpacitan.ac.id

Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Jalan Ahmad Yani, Tlk. Tering, Kec. Batam Kota, Kota Batam, Kepulauan Riau 29461

E-mail: rhara@polibatam.ac.id

Abstrak

Kualitas air memegang peranan penting dalam bidang budidaya perikanan. Faktor yang menentukan kualitas air salah satunya adalah kadar TDS (Total Disolved Solid). Oleh karena itu dibutuhkan TDS meter yang memiliki akurasi yang presisi agar mampu mengukur kualitas berbagai jenis air secara akurat. Dalam penelitian ini mengembangkan prototype yang mampu mengukur kadar TDS dalam air. Prototype ini terdiri atas perangkat sensor TDS, Arduino UNO dan LCD untuk menampilkan hasil pembacaan kualitas air yang diukur. Supaya akurasi yang dibaca prototype mampu mengimbangi TDS meter komersil, maka peneliti menggunakan algoritma regresi linier untuk dimasukkan ke dalam program program TDS Arduino. Hasil dari eksperimen menunjukkan akurasi prototype TDS yang semula 77% naik menjadi 98.3% hampir mendekati presisi dengan TDS meter komersil pada umumnya.

Kata kunci: TDS, Regresi, Arduino UNO, Sensor

Abstract

Water quality has an important role in the field of aquaculture. One of the factors that determine water quality is the level of TDS (Total Disolved Solid). Therefore, a TDS meter that has precise accuracy is needed to be able to accurately measure the quality of various types of water. In this study developed a prototype capable of measuring TDS levels in water. This prototype consists of a TDS sensor device, Arduino UNO and an LCD to display the results of the measured water quality readings. So that the accuracy read by the prototype is able to match the commercial TDS meter, the researchers used a linear regression algorithm to be included in the Arduino TDS program. The results of the experiment show that the accuracy of the TDS prototype which was originally 77% increased to 98.3%, is almost close to precision with commercial TDS meters in general.

Keywords: TDS, Regressission, Arduino UNO, Sensor

1. Pendahuluan

Sumber daya alam terutama air merupakan bagian yang paling penting bagi kelangsungan hidup baik manusia, hewan maupun tumbuhan. Air banyak digunakan dalam industri, irigasi pertanian, peternakan maupun dalam bidang perikanan [1]. Seiring dengan meningkatnya kegiatan sosial kehidupan manusia seperti pembuangan sampah, penggunaan pupuk kimia, mengakibatkan dampak yang signifikan terhadap keseimbangan ekologis lingkungan yang secara tidak langsung juga akan

berakibat pada kualitas sumber daya alam air sehingga pemantauan kualitas air sangat cocok untuk diterapkan di masa sekarang ini [2]. Perubahan sistem pertanian dari konvensional menjadi pertanian modern terus berkembang dalam beberapa tahun belakangan [3]. Hal ini tidak terlepas dari kemajuan teknologi seperti sensor, perangkat mesin dan teknologi informasi yang sudah merambah dalam dunia pertanian serta dalam bidang perikanan [4]. Kemajuan dalam teknologi sensor sangat banyak mempengaruhi petani dalam budidaya perikanan khususnya perikanan air tawar, beberapa sensor

digunakan untuk melakukan pengaturan kondisi bawah air seperti pengumpulan data pH air, tingkat kadar oksigen, salinitas, polutan, dan kekeruhan. Perkembangan biosensor ini dapat membantu kerja petani dalam menganalisis beberapa parameter yang dibutuhkan, sehingga dapat mengkondisikan lingkungan perairan budidaya yang ideal sesuai dengan kebutuhan ikan yang dibudidayakan dan diharapkan akan mendapatkan hasil yang maksimal. Perkembangan teknologi IoT menarik minat para petani untuk dapat diterapkan di lahan pertanian maupun lahan perikanan mereka karena kehandalan dan kemampuan pemantauan jarak jauhnya, hal ini akan lebih meningkatkan tantangan untuk menciptakan pertanian yang cerdas dan efisien [5]. WSN (*Wireless Sensor Network*) merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari model pemantauan lingkungan perairan budidaya khususnya kualitas air yang menggunakan teknologi IoT, dengan bentuk yang ringkas WSN dapat mengumpulkan data dari object yang dibaca dan kemudian mengirimkan ke pusat data untuk dianalisa. Kegiatan pengukuran kualitas air yang sebelumnya menggunakan sampel yang harus dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengecekan dapat diatasi dengan menggunakan WSN ini, sehingga dapat menghemat waktu dan mempercepat pengambilan keputusan [6]. Parameter untuk menunjukkan tingkat kualitas air salah satunya adalah *Total Dissolved Solid* (TDS). Penting untuk mengetahui tingkat TDS karena dengan tingkat TDS yang tinggi memperlihatkan hubungan negatif yang memungkinkan ada yang kontaminasi zat berbahaya pada air. Akuisisi data sensor merupakan salah satu tahapan yang ada pada sistem monitoring dengan menggunakan teknologi IoT, langkah ini sangat penting karena menghasilkan data yang akan diproses sedemikian rupa untuk membuat keputusan yang strategi serta operasional yang tepat [7]. Arduino merupakan salah satu mikrokontroler yang digunakan yang digunakan dalam teknologi IoT untuk mengolah hasil pembacaan dari sensor, selain itu perangkat Arduino akan menjadi perangkat yang valid dalam akuisisi data jika dikalibrasi dengan benar [8]. Pembacaan yang presisi merupakan prinsip yang sangat penting untuk mendapat sesuatu yang koheren dan berharga [9]. Beberapa penelitian telah menggunakan sensor TDS yang terhubung ke mikrokontroler untuk pembacaan kondisi kualitas air [10] namun belum diketahui tingkat kesalahan error yang dihasilkan oleh sensor tersebut [11]. Dalam hal metode pengukuran data kontinyu, nilai error akan berpengaruh signifikan seperti pada pengukuran kualitas air secara *realtime*. Oleh karena itu, diusulkan metode kalibrasi untuk mengkalibrasi sensor TDS Arduino menggunakan air mineral dengan menggunakan kalibrator TDS meter dari merk Mediatech yang memiliki akurasi dan presisi yang lebih baik. Kalibrasi merupakan langkah yang sangat perlu dilakukan untuk mendapatkan data yang tepat dan metode kalibrasi diperlukan untuk mengurangi

tingkat kesalahan dalam pembacaan sensor sehingga dapat menghasilkan akuisisi data yang lebih presisi dan dapat dipercaya [12]. Pada penelitian ini penulis mengkalibrasi prototype TDS menggunakan metode regresi linier dikarenakan pada penelitian sebelumnya menggunakan metode ANN (*Artificial Neural Network*) [13]. Pada penelitian menggunakan ANN membutuhkan “pelatihan” terlebih dahulu sebelum beroperasi sehingga memakan waktu *processing* yang tinggi dan ukuran yang besar dibandingkan dengan regresi linier. Hasil penelitian sebelumnya dengan memanfaatkan koefisien determinasi (R^2) menunjukkan nilai pada ANN sebesar 0.81 sedangkan regresi linier sebesar 0.79. Hal ini yang melatarbelakangi penulis menggunakan regresi linier dikarenakan perbedaan nilai yang tidak terlalu signifikan namun dengan proses komputasi yang cepat.

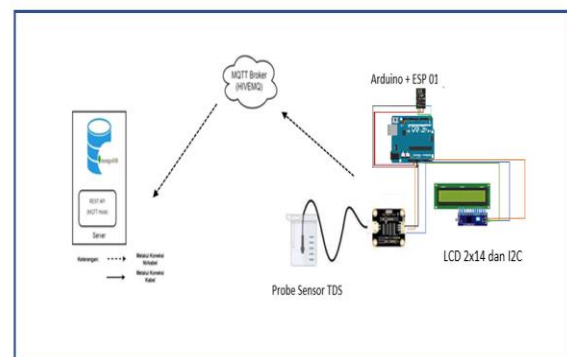
Berdasarkan uraian diatas, maka dalam penelitian ini kami akan membahas pembuatan dan proses akurasi prototype sensor TDS yang terhubung ke mikrokontroler arduino, sehingga diharapkan prototype yang dibuat mampu bersaing dengan TDS meter komersial yang ada di pasaran.

2. Metode Penelitian

Obyek penelitian ini adalah pembuatan prototype dan peningkatan akurasi prototype sensor untuk mengukur tingkat TDS pada air. Dalam melakukan kalibrasi, dibutuhkan beberapa sampel air agar pembacaan sensor bisa akurat. Data yang dihasilkan oleh sensor adalah data analog yang berupa tegangan kemudian sensor TDS dihubungkan ke Arduino untuk menghasilkan data dalam digital dalam satuan PPM.

2.1 Desain Sistem

Pada bagian ini dijelaskan sistem kalibrasi prototype sensor TDS secara keseluruhan. Pada Gambar 1, menunjukkan blok diagram dari sistem kalibrasi sensor TDS.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

2.2 Prototype TDS (*Total Dissolved Solid*)

Tahapan pertama dari penelitian ini adalah membuat prototype sensor TDS (*Total Dissolved Solid*). TDS

merupakan parameter yang menunjukkan jumlah zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air, TDS diukur dalam satuan PPM (*parts per million*). TDS memberikan informasi tentang kandungan kalsium, magnesium, kalium dan natrium. Namun apabila kandungan TDS terlalu tinggi biasanya menunjukkan bahwa air telah terkontaminasi oleh zat yang berbahaya. Sensor TDS yang digunakan dalam penelitian ini merupakan sensor kit TDS yang diproduksi oleh DF-Robot yang digunakan untuk mikrokontroler ARDUINO dengan spesifikasi input tegangan kerja sebesar 5 volt DC dan output sensor berupa sinyal analog [14]. Tampilan fisik sensor kit TDS seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



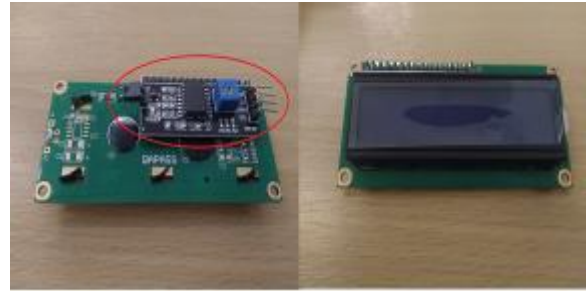
Gambar 2. Sensor TDS

Untuk mengolah sinyal hasil pembacaan sensor, peneliti menggunakan mikrokontroler Arduino UNO yang kompatibel dengan sensor TDS produk dari DF-ROBOT seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Mikrokontroler Arduino UNO

Papan mikroprosesor ini memiliki 54 pin input/output digital, 16 input analog, 4 UART (port serial perangkat keras), osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, konektor In-Circuit Serial Programming (ICSP) dan tombol reset [15]. Selain itu, modul Arduino UNO yang kompatibel ini dapat disuplai dari PC melalui kabel USB atau dengan catu daya eksternal (9 hingga 12VDC).



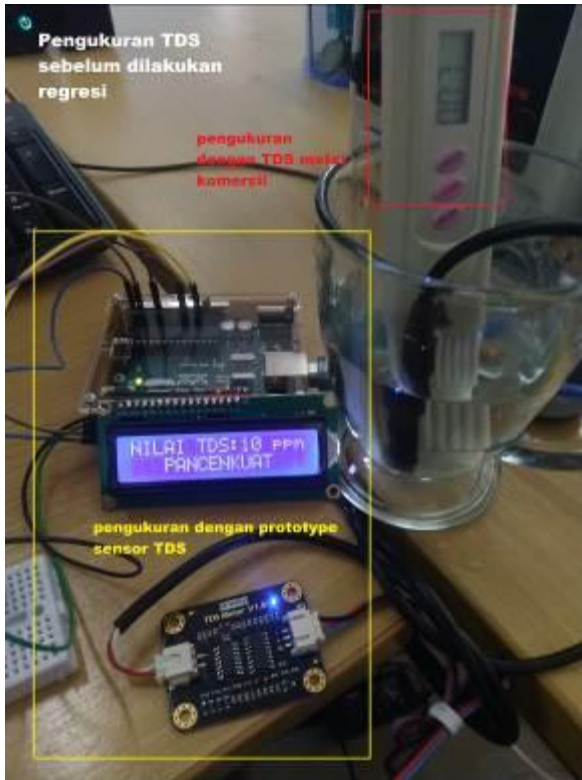
Gambar 4. LCD Dotmatrix 2x14 yang Disambungkan dengan I2C

Hasil pembacaan sensor ditampilkan pada LCD dotmatrix dengan spesifikasi 2x14, yang menggunakan komunikasi I2C supaya dapat terhubung ke mikrokontroler arduino. Gambar 4 di atas menunjukkan device LCD yang digunakan untuk menampilkan data output yang dihasilkan oleh sensor.

Langkah-langkah pengukuran air menggunakan prototype TDS adalah sebagai berikut :

- a. Sketch Arduino UNO yang akan digunakan menggunakan software Arduino IDE.
- b. Hubungkan mikrokontroler Arduino UNO yang sudah di sketch (port 5V, Ground dan A1) ke port Sensor.
- c. Hubungkan mikrokontroler Arduino UNO (port 5V, Ground, A4 dan A5) ke port LCD yang sudah tersambung dengan I2C.
- d. Siapkan wadah yang berisi air.
- e. Masukkan probe sensor TDS kedalam wadah.
- f. Nilai TDS dalam satuan PPM terbaca pada LCD.
- g. Ganti jenis air apabila ingin mengetahui kadar TDS di jenis air lain yang diinginkan.
- h. Komparasi nilai prototype yang dibuat dengan TDS komersil buatan pabrik.

Pada Gambar 5 menunjukkan contoh pengukuran menggunakan prototype TDS dan TDS komersil buatan pabrik.



Gambar 5. Pengukuran Air Menggunakan Prototype TDS dengan TDS Meter Komersil Buatn Pabrik

2.2 Data Collecting

Tahapan penelitian kedua adalah pengumpulan data dari beberapa jenis atau merk air yang berbeda dan membandingkan pengukuran antara protype TDS yang dibuat dengan TDS Meter buatan pabrik. Pengumpulan data ini berguna untuk mengetes apakah alat yang dibuat akurasi sudah sesuai dengan standar dari akurasi TDS meter pada umumnya atau tidak. Semakin banyak jenis air yang diukur, maka kemampuan alat dalam mendeteksi akan semakin baik.

2.3 Regresi Linier

Tahapan ketiga setelah membuat alat adalah melakukan pengujian dengan mengkalibrasi alat, mengambil data serta menganalisis data. Tujuan kalibrasi supaya hasil ukur dari alat yang dibuat dapat lebih akurat. Selain itu juga dilakukan kalibrasi untuk menentukan nilai ketidakpastian [16]. Untuk mengetahui nilai atau harga ketidakpastian, yaitu dengan langkah pertama, mencari nilai standar deviasi dengan menggunakan persamaan 1.

$$\delta = \sqrt{\frac{\Sigma(x - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (1)$$

Dimana

$(x - \bar{x})$ = nilai data x dikurangi nilai rata-rata x

n = jumlah data x

Langkah kedua adalah menghitung nilai ketidakpastian pada hasil pengukuran (UA_1) dengan menggunakan persamaan 2.

$$UA_1 = \frac{\delta}{\sqrt{x}} \quad (2)$$

Langkah ketiga adalah menghitung nilai ketidakpastian dari pendekatan regresi (UA_2). Tahapan untuk menemukan nilai ketidakpastian pendekatan regresi (UA_2) yaitu terlebih dahulu menggunakan persamaan regresi (Y_{reg}), seperti pada persamaan 3.

$$Y_{reg} = a + bx \quad (3)$$

Untuk menghitung nilai persamaan regresi (Y_{reg}), sebelumnya adalah mencari nilai a dan b . Terlebih dahulu dihitung nilai b , seperti pada persamaan 4.

$$b = \frac{n\Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} \quad (4)$$

Setelah hasil nilai b diperoleh, maka nilai a dihitung dengan persamaan 5.

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad (5)$$

Setelah nilai persamaan regresi (Y_{reg}) dihitung, kemudian dicari nilai Sum Square Residual (SSR) menggunakan persamaan 6.

$$SSR = \Sigma(R)^2 \quad (6)$$

Setelah nilai (SSR) diketahui, dapat dilanjutkan dengan menghitung nilai ketidakpastian dari pendekatan regresi (UA_2), dengan menggunakan persamaan 7 berikut.

$$UA_2 = \sqrt{\frac{SSR}{n - 2}} \quad (7)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Eksperimen telah dilakukan dengan beberapa merk air minum yang ada di pasaran diantaranya merk H, A, Cr, V, Cl dan Le Eksperimen dilakukan dengan 2 proses yaitu sebelum menggunakan regresi dan proses setelah menerapkan algoritma regresi.

Pada Tabel 1 adalah data yang diperoleh dari Prototype TDS sebelum dilakukan regresi. Sedangkan komparasinya adalah data yang diperoleh dari TDS

meter komersil yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Data Pengukuran Air Menggunakan Prototipe TDS (Sebelum Regresi)

Test ke-	H	A	Cr	V	Cl	Le
1	10	120	125	140	15	124
2	10	120	125	140	15	124
3	10	120	125	140	15	124
4	10	120	125	140	15	124
5	10	120	125	140	15	124
6	10	120	125	140	15	124
7	10	120	125	140	15	124
8	10	120	125	140	15	124
9	10	120	125	140	15	124
10	10	120	125	140	15	124

Tabel 2. Data Pengukuran Air Menggunakan TDS Meter Komersial Buatan Pabrik

Test ke-	H	A	Cr	V	Cl	L
1	7	106	110	126	11	112
2	7	106	110	126	11	112
3	7	106	110	126	11	112
4	7	106	110	126	11	112
5	7	106	110	126	11	112
6	7	106	110	126	11	112
7	7	106	110	126	11	112
8	7	106	110	126	11	112
9	7	106	110	126	11	112
10	7	106	110	126	11	112

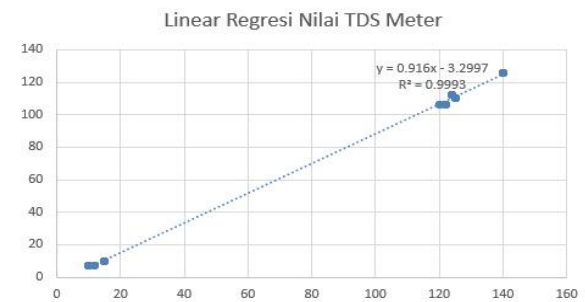
Dari eksperimen tersebut diketahui perbedaan yang besar antara prototype TDS yang dibuat dengan TDS meter komersil. Hal ini menunjukkan bahwa akurasi prototipe TDS masih belum benar. Oleh sebab itu, peneliti memasukkan algoritma regresi linier ke dalam Arduino UNO.

Peneliti melakukan analisa data dan perhitungan regresi pada persamaan 1 dan persamaan 2 sebelum mengimplementasikan rumus regresi ke dalam software Arduino IDE. Analisa ditunjukkan sebagaimana Gambar 6.

SUMMARY OUTPUT							
Regression Statistics							
Multiple R	0.999639831						
R Square	0.999279791						
Adjusted R Square	0.999267156						
Standard Error	1.34942262						
Observations	59						
ANOVA							
	df	SS	MS	F	Significance F		
Regression	1	144012.3	144012.3	79086.73	2.88E-91		
Residual	57	103.7937	1.820941				
Total	58	144116.1					
Coefficients							
		Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	
Intercept		-3.367630501	0.343711	-9.79786	7.91E-14	-4.0559	-2.67936
	10	0.91654641	0.003259	281.2236	2.88E-91	0.91002	0.923073

Gambar 6. Perhitungan dan Analisa Regresi Linier pada Prototipe TDS

Dari analisa pada Gambar 6, diperoleh grafik regresi linier untuk prototype TDS meter yang sudah dibuat dan ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Nilai Regresi Linier pada Prototipe TDS Meter

Dari perhitungan, diketahui linier regresi $Y = 0.916x - 3.2997$ didapatkan $R^2 = 0.9993$. Nilai standart error yang diperoleh 1.3494. Hasilnya kemudian dimasukkan ke dalam program Arduino UNO. Persamaan ini diharapkan meningkatkan pembacaan nilai sensor dalam prototipe TDS.

Setelah kalkulasi dilakukan, peneliti menambahkan source code regresi linier ke dalam mikrokontroller Arduino UNO menggunakan software Arduino IDE. Gambar 8 merupakan sketch atau source code regresi linier yang dimasukkan pada Arduino.

```
float compensationVolatge=averageVoltage/compensationCoefficient;
tdsValue=(133.42*compensationVolatge*compensationVolatge*compensati
tds_reg=(0.916*tdsValue)-3.2997;
```

Gambar 8. Sketch Regresi Linier yang Dimasukkan pada Arduino IDE

Percobaan pada Gambar 9 menunjukkan akurasi prototype TDS hampir mendekati kesamaan dengan pengukuran dengan TDS meter komersial. Pada prototype nilai menunjukkan angka 12, sedangkan pada TDS meter komersial menunjukkan angka 11.

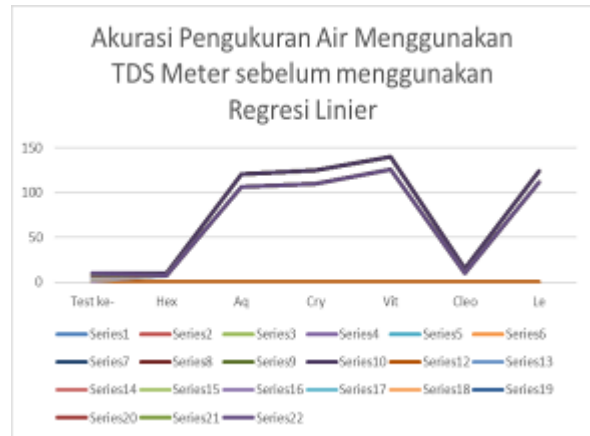


Gambar 9. Eksperimen Pengukuran TDS Setelah Menggunakan Algoritma Regresi Linier.

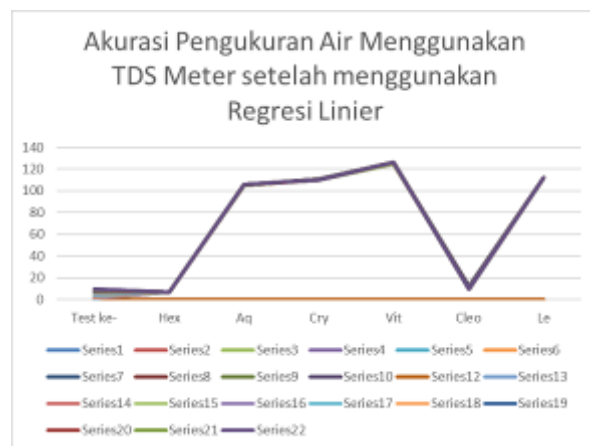
Tabel 3. Data Pengukuran Air Menggunakan Prototype TDS (Setelah Regresi)

Test ke-	H	A	Cr	V	Cl	Le
1	7	105	110	125	12	112
2	7	105	110	125	12	112
3	7	106	110	125	12	112
4	7	106	110	126	12	112
5	7	106	110	126	12	112
6	7	105	110	126	12	112
7	7	105	111	126	12	112
8	7	105	111	126	12	112
9	7	105	111	126	12	112
10	7	106	111	126	12	112

Pada Tabel 3 diatas merupakan data yang diperoleh dari berbagai jenis sampel air setelah memasukkan regresi linier kedalam Arduino IDE. Jika dibandingkan dengan Tabel 2 yang menggunakan TDS meter komersial, maka Tabel 3 hampir mendekati kesamaan.



Gambar 10. Grafik Akurasi Sebelum Menggunakan Regresi



Gambar 11. Grafik Akurasi Setelah Menggunakan Regresi.

Grafik yang ditunjukkan pada Gambar 10 menunjukkan masih adanya celah antara prototype TDS dengan TDS meter komersial, karena masih ada perbedaan nilai yang cukup jauh sehingga akurasi yang dihasilkan belum benar. Pada grafik yang ditunjukkan pada Gambar 11, eksperimen yang dilakukan menunjukkan bahwa prototype yang dibuat akurasi pengukurannya sudah sesuai dengan alat ukur TDS komersial yang ada dipasaran yang pembacaannya telah terstandarisasi dengan akurasi dan presisi yang lebih baik, sehingga prototype TDS meter ini siap untuk digunakan untuk proses pengukuran kualitas air.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan yaitu setelah dilakukan analisis regresi linier pada pengamatan prototype sensor TDS, terjadi perubahan akurasi yang semula akurasi 77% menjadi 98.3%.

Meskipun akurasi penelitian ini hampir mendekati presisi, namun penelitian ini masih perlu dikembangkan mengingat alat sensor kedepannya

tidak diletakkan di dalam ruangan namun diluar ruangan yaitu pada kolam lobster air tawar. Dimana kondisi kolam terpengaruh oleh cuaca, kelembaban yang mengakibatkan prototype sensor TDS mendapatkan perlakuan yang berbeda dari yang peneliti ujikan didalam ruangan. Pengujian sebaiknya dibandingkan dengan berbagai jenis merk TDS komersil supaya akurasi prototype yang dibuat semakin presisi. Selain itu penelitian ini juga perlu pengembangan lebih lanjut karena mendukung Smart Farming dimana petani lobster/ikan/udang air tawar dapat mengontrol kolamnya secara real time dari jarak jauh.

Daftar Pustaka

- [1] Y. Irawan, A. Febriani, R. Wahyuni, and Y. Devis, "Water quality measurement and filtering tools using Arduino Uno, PH sensor and TDS meter sensor," *J. Robot. Control*, vol. 2, no. 5, pp. 357–362, 2021, doi: 10.18196/jrc.25107.
- [2] B. Chen, "An Effective Construction Pattern of Wireless Sensor Network for Water Quality Detection," *2019 5th Int. Conf. Big Data Inf. Anal.*, pp. 84–91, 2019.
- [3] M. K. Ganeshan, "New Agriculture Technology in Modern Farming," no. September, 2021, doi: 10.30726/ijmrss/v8.i3.2021.83016.
- [4] R. S. R. Mayavan, R. Jeganath, and V. Chamundeeswari, "Automated Hydroponic System for Deep Water Culture To Grow Tomato Using Atmega328," no. 8, pp. 27–32, 2017.
- [5] "An Optimization Scheme for Water Pump Control in Smart Fish Farm with Efficient Energy Consumption-translate.pdf." .
- [6] Z. Shareef, "Design and wireless sensor Network Analysis of Water Quality Monitoring System for Aquaculture," *2019 3rd Int. Conf. Comput. Methodol. Commun.*, no. Iccmc, pp. 405–408, 2019.
- [7] D. R. Tisna, M. Udin Harun Al Rasyid, and S. Sukaridhoto, "AT-Mo: Wireless Data Collection System for Physiology Monitoring of Athlete," *IES 2019 - Int. Electron. Symp. Role Techno-Intelligence Creat. an Open Energy Syst. Towar. Energy Democr. Proc.*, pp. 115–119, 2019, doi: 10.1109/ELECSYM.2019.8901635.
- [8] R. A. Koestoer, Y. A. Saleh, I. Roihan, and Harinaldi, "A simple method for calibration of temperature sensor DS18B20 waterproof in oil bath based on Arduino data acquisition system," *AIP Conf. Proc.*, vol. 2062, 2019, doi: 10.1063/1.5086553.
- [9] S. K. Verma, M. Rajesh, and R. Vincent, "Smart-farming using internet of things," *J. Comput. Theor. Nanosci.*, vol. 17, no. 1, pp. 172–176, 2020, doi: 10.1166/jctn.2020.8646.
- [10] D. Pant, A. Bhatt, M. Khan, O. P. Nautiyal, and P. Adhikari, "Automated IoT based Smart Water Quality Assessment System," *Proc. 2019 8th Int. Conf. Syst. Model. Adv. Res. Trends, SMART 2019*, pp. 98–104, 2020, doi: 10.1109/SMART46866.2019.9117271.
- [11] A. G. Menon and P. Menon, "Automated Water Quality Monitoring IOT System for Small-scale Aquaculture Farms," *J. Comput. Eng. Inf. Technol.*, vol. 9, no. 5, pp. 3–8, 2020, doi: 10.37532/jceit.2020.9(3).239.
- [12] M. Badura, P. Batog, A. Drzeniecka-Osiadacz, and P. Modzel, "Regression methods in the calibration of low-cost sensors for ambient particulate matter measurements," *SN Appl. Sci.*, vol. 1, no. 6, pp. 1–11, 2019, doi: 10.1007/s42452-019-0630-1.
- [13] S. Hayder and B. H. Khudair, "Water Quality Assessment and Total Dissolved Solids Prediction," no. December, 2019.
- [14] T. Maharani, M. A. Zainuddin, and S. Sukaridhoto, "Brightness on LEDs for Light Fidelity Applications and Measurements," *2019 Int. Electron. Symp.*, pp. 53–57, 2019.

- [15] M. Zainuddin, L. Politeknik, and N. Batam, "Desain dan Uji Coba Sederhana Pada Obstacle Avoiding Robot Menggunakan Mikrokontroler Arduino," *Jagi*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2018, [Online]. Available: <http://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JAGI/announcement/view/14Viewproject>.
- [16] L. Hakim and B. Manurung, "Design and analytical simulation of heart rate measurement and human body temperature with linear regression approach," *AIP Conf. Proc.*, vol. 2221, no. March, 2020, doi: 10.1063/5.0003189.