

SISTEM MONITORING TOTAL DISSOLVED SOLID (TDS) PADA LOWER BASIN *COOLING TOWER* MENGGUNAKAN SENSOR BERBASIS INTERNET DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL YOGYAKARTA – KULON PROGO

**Benny Kurnianto⁽¹⁾, Cristina Novi Mediaswati⁽²⁾, Hasbi Ahmad Nugroho⁽³⁾,
Arvan Fajar⁽⁴⁾, Nayandra Davin⁽⁵⁾, Salsa Cheisa⁽⁶⁾**

*^{1,2,3,4,5,6}Prodi Teknik Mekanikal Bandar Udara,
Politeknik Penerbangan Indonesia Curug Jl. Raya
PLP Curug, Serdang Wetan, Kec. Legok, Tangerang,
Banten 15820 (021) 5982204*

e-mail: ¹benny.kurnianto@ppicurug.ac.id ²novi.mediaswati@gmail.com
³hasbiahmad254@gmail.com ⁴arvanfajar09@gmail.com ⁵ndavin04@gmail.com
⁶salsacheisap16@gmail.com

Abstrak: Kualitas air pendingin yang digunakan dalam *cooling Tower* dapat mempengaruhi efisiensi operasional serta umur layanan peralatan tersebut. Oleh karena itu, sistem monitoring yang akurat dan real-time diperlukan untuk memantau *Total Dissolved Solid* (TDS) dalam air pendingin. Sistem ini dirancang untuk memberikan informasi yang akurat dan *real-time* tentang tingkat TDS dalam air pendingin, sehingga memungkinkan petugas operasional untuk mengambil tindakan preventif dan perbaikan yang diperlukan secara tepat waktu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif yang dimana metode ini mengandalkan pengukuran objektif dan analisis matematis (statistik) terhadap sampel data yang diperoleh melalui kuesioner, jejak pendapat, tes, atau instrumen penelitian lainnya untuk membuktikan atau menguji hipotesis (dugaan sementara) yang diajukan dalam penelitian. Hal ini memungkinkan petugas operasional untuk mendeteksi perubahan kualitas air secara dini dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk mencegah kerusakan pada sistem pendingin. Selain itu, sistem ini juga dapat membantu dalam perencanaan pemeliharaan yang efektif, dengan memungkinkan identifikasi perubahan tren dalam kualitas air seiring waktu.

Kata Kunci: *Total Dissolved Solid* (TDS), sensor berbasis internet, sistem monitoring, *Lower Basin Cooling Tower*, Bandar Udara Internasional Yogyakarta - Kulon Progo.

Abstract: *The quality of cooling water used in cooling towers can affect operational efficiency as well as the service life of the equipment. Therefore, an accurate and real-time monitoring system is needed to monitor Total Dissolved Solid (TDS) in cooling water. This system is designed to provide accurate and real-time information about TDS levels in cooling water, enabling operational personnel to take necessary preventive and corrective actions in a timely manner. This allows operational personnel to detect changes in water quality*

early and take necessary action to prevent damage to the cooling system. In addition, the system can also assist in effective maintenance planning, by enabling the identification of changing trends in water quality over time.

Keyword: *Total Dissolved Solid (TDS), internet-based sensor, monitoring system, Lower Basin Cooling Tower, Yogyakarta International Airport - Kulon Progo.*

SISTEM MONITORING TOTAL DISSOLVED SOLID (TDS) PADA LOWER BASIN COOLING TOWER MENGGUNAKAN SENSOR BERBASIS INTERNET DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL YOGYAKARTA – KULON PROGO

1. Pendahuluan

Bandar Udara Internasional Yogyakarta - Kulon Progo merupakan salah satu bandara penting di Indonesia yang melayani jutaan penumpang setiap tahunnya. Dalam operasionalnya, bandara ini menggunakan sistem pendinginan untuk menjaga suhu optimal pada berbagai peralatan dan sistem di dalamnya, termasuk *cooling tower*. *Cooling Tower* merupakan komponen penting dalam sistem pendinginan, yang bertujuan untuk menghilangkan panas yang dihasilkan oleh aktivitas operasional bandara.

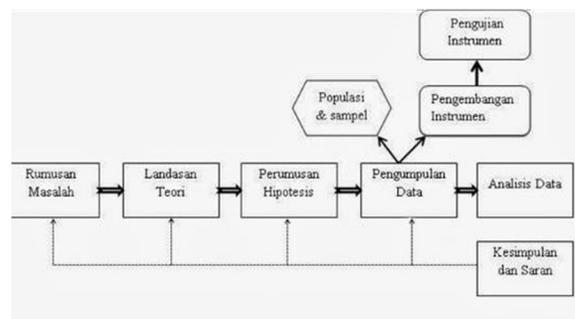
Namun, dalam penggunaan *cooling Tower*, kualitas air yang digunakan sebagai media pendingin menjadi faktor kritis. Salah satu parameter penting dalam mengukur kualitas air adalah *Total Dissolved Solid (TDS)*, yang mengacu pada jumlah total zat padat terlarut dalam air. Konsentrasi TDS yang tinggi dapat mengakibatkan penurunan efisiensi pendinginan dan mempengaruhi kinerja sistem secara keseluruhan. Oleh karena itu, pemantauan konsentrasi TDS secara terus-menerus sangat penting untuk menjaga kualitas air dan kinerja *cooling Tower*.

Sistem monitoring ini dirancang untuk memberikan pemantauan secara real-time terhadap konsentrasi TDS dalam air pendingin dan memberikan informasi yang diperlukan kepada pengelola bandara untuk mengambil tindakan yang cepat dan tepat jika terjadi perubahan signifikan dalam kualitas air. Sensor-sensor TDS yang terpasang pada Lower Basin *Cooling Tower* secara otomatis mengumpulkan data mengenai konsentrasi TDS dan mentransmisikannya melalui jaringan internet. Data ini kemudian dianalisis dan

ditampilkan dalam bentuk visualisasi yang mudah dipahami oleh pengelola melalui antarmuka pengguna yang disediakan.

2. Metode

Model penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Menurut Sugiyono (2018, hlm. 14) “Metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme (mengandalkan empirisme) yang digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, teknik pengambilan sampel pada umumnya dilakukan secara acak (*random*), pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian objektif, dan analisis data bersifat jumlah atau banyaknya (kuantitatif) atau statistik, dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan.”



Gambar 1. Metode Penelitian

2.1 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengumpulan data observasi dengan alat. Berikut ini rinciannya :

1. Rencana pemasangan Sensor TDS:

a. Sensor TDS dipasang pada Lower Basin Cooling Tower di Bandar Udara Internasional Yogyakarta - Kulon Progo. Pemasangan sensor dilakukan pada titik yang representatif dan memungkinkan pengukuran yang akurat terhadap

konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) dalam air pendingin.

b. Sensor TDS terhubung dengan sistem monitoring melalui koneksi internet yang tersedia di bandara. Ini memungkinkan sensor untuk mentransmisikan data secara real-time ke sistem monitoring.

2. Kalibrasi Sensor

a. Sebelum penggunaan yang sebenarnya, sensor TDS dikalibrasi menggunakan standar kalibrasi yang sesuai. Ini dilakukan untuk memastikan akurasi pengukuran sensor.

b. Kalibrasi sensor melibatkan pengukuran konsentrasi TDS pada beberapa titik referensi yang sudah diketahui nilainya. Data yang dihasilkan oleh sensor TDS dibandingkan dengan nilai referensi untuk mengkalibrasi sensor dengan benar.

3. Pengumpulan Data Observasi:

a. Sensor TDS secara terus-menerus mengukur konsentrasi Total Dissolved Solid (TDS) dalam air pendingin pada Lower Basin Cooling Tower.

b. Data konsentrasi TDS yang dihasilkan oleh sensor dikumpulkan secara real-time dan dikirimkan ke sistem monitoring melalui koneksi internet.

c. Sistem monitoring mengumpulkan dan menyimpan data observasi tersebut dalam basis data.

2.2 Metode Analisis Data

Untuk metode analisis yang digunakan untuk mengungkap penelitian yang sedang diteliti ini ialah analisis data kuantitatif, dikarenakan dengan metode ini membuat penelitian lebih efisien dan akurat dalam

menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini. Metode *research and Development* (R&D) adalah metode yang umumnya digunakan untuk menghasilkan sebuah produk tertentu dan kemudian menguji keefektifan produk tersebut. Metode pengujian yang digunakan adalah *blackbox*. Metode *blackbox* adalah metode yang digunakan untuk menguji sebuah alat tanpa harus memperhatikan detail-detailnya. Proses *blackbox* dengan cara mencoba program yang telah dibuat. Pengujian ini diperlukan untuk mengetahui alat tersebut dapat berjalan sesuai dengan apa yang diharapkan oleh peneliti. Prinsip kerja dari sistem ini dirancang untuk dapat melakukan *realtime* monitoring terhadap TDS air lower basin cooling tower. Flowchart dari system dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 2. Flowchart system

Pada Gambar 2, program dapat dimulai jika telah terhubung dengan jaringan WIFI. Sistem akan membaca data pengukuran yang telah dilakukan oleh sensor. Setelah itu, sistem akan mengirim data hasil pembacaan

SISTEM MONITORING TOTAL DISSOLVED SOLID (TDS) PADA LOWER BASIN COOLING TOWER MENGGUNAKAN SENSOR BERBASIS INTERNET DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL YOGYAKARTA – KULON PROGO

sensor ke smartphone. Kemudian data pembacaan akan muncul pada layar smartphone.

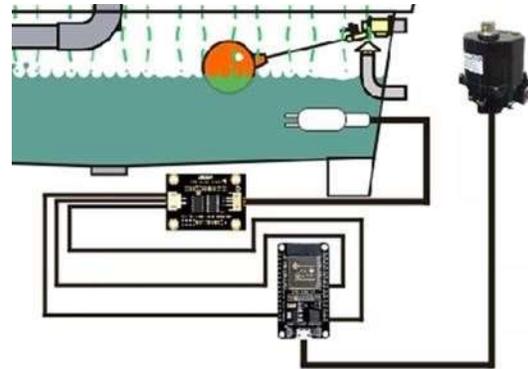
3. Pembahasan dan Diskusi

3.1 Rancangan Sistem Monitoring TDS

Berikut ini adalah daftar alat dan bahan yang digunakan :

1. **Sensor *Total Dissolved Solid* (TDS)** digunakan untuk mendeteksi jumlah partikel padatan terlarut di dalam air baik organik maupun nonorganik.
2. **Kabel Jumper Arduino *female to male*** digunakan sebagai penghubung antar modul tanpa perlu melakukan solder sekaligus dapat digunakan untuk menambah panjang kabel baik dari modul Sensor TDS atau modul NodeMCU ESP8266
3. **Modul Gravity TDS Meter** digunakan sebagai pembaca data keluaran dari sensor
4. **Modul NodeMCU ESP8266** digunakan untuk menghubungkan sensor, modul Gravity TDS Meter dan handphone.
5. **Konverter AC ke DC** digunakan sebagai pengubah arus dari motorize yang awalnya 220V menjadi 12V sesuai dengan kebutuhan modul NodeMCU ESP8266.
6. **Aplikasi Arduino IDE** digunakan untuk mengolah data keluaran dari Gravity TDS Meter dan memberikan perintah pada sistem
7. **Aplikasi Blynk** digunakan untuk mengendalikan modul NodeMCU ESP8266 melalui internet dan memberikan hasil data pengukuran
8. **Handphone** digunakan untuk *monitoring* terhadap sistem yang telah dibuat

Adapun dari daftar alat dan bahan yang telah penulis sebutkan diatas, penulis memiliki ide untuk membuat suatu rancangan instalasi sesuai dengan gambar yang ada dibawah ini.



Gambar 3. Rancangan Instalasi

Penjelasan Rancangan :

Langkah pertama adalah meletakkan Sensor *Total Dissolved Solid* (TDS) diletakkan pada *lower basin cooling tower* untuk mengukur kualitas air *cooling tower* tersebut. Selanjutnya sensor tersebut dihubungkan ke modul Gravity TDS Meter untuk membaca datanilai pengukuran yang telah dilakukan oleh sensor. Lalu modul Gravity TDS Meter dihubungkan dengan kabel jumper Arduino (3 buah) dengan tujuan menghubungkan kabel modul Gravity TDS Meter dengan pin I/O pada modul NodeMCU ESP8266 tanpa perlu melakukan solder. Kemudian kabel jumper pertama dihubungkan pada pin A0 modul NodeMCU ESP8266 untuk meneruskan data nilai pengukuran yang telah diberikan oleh modul Gravity TDS Meter sebelumnya ke *smartphone* melalui internet. Kemudian kabel jumper kedua dihubungkan pada pin 3V3 dengan tujuan mengalirkan arus yang telah diperoleh dari power motorize ke *device* lainnya yaitu modul Gravity TDS Meter dan sensor *Total Dissolved Solid* (TDS). Lalu kabel jumper ketiga dihubungkan pada pin GND sebagai tegangan 0 atau nilai negatif untuk mengalirkan arus, tujuannya untuk menetralsir cacat yang disebabkan baik oleh daya yang kurang baik atau tidak stabil

maupun kualitas dari komponen yang tidak standar. Selanjutnya power motorize akan dihubungkan ke konverter AC ke DC terlebih dahulu untuk mengubah arus yang sebelumnya AC 220V menjadi DC 12V sesuai dengan kebutuhan modul, kemudian dari konverter tersebut dihubungkan ke modul NodeMCU ESP8266 melalui kabel *micro usb* sebagai *supply* daya untuk seluruh sistem.

3.1 Pengujian Tahap Pertama

Penulis melakukan perbandingan pengukuran antara Sensor TDS yang telah diinstal sebelumnya dengan TDS Meter atau alat ukur. Total Dissolved Solid (TDS) secara manual. Perbandingan pengukuran ini dilakukan dengan cara mencelupkan kedua alat secara bersamaan lalu tunggu 2-3 menit hingga angka digital pada alat berhenti bergerak. Pada tahap ini penulis menggunakan 4 larutan yang berbeda yaitu air PDAM, air minum (AQUA), kopi dan susu. Penulis menggunakan larutan kopi dan susu, karena larutan ini mudah didapat. Berikut ini adalah hasil uji yang telah dilakukan :

Pengujian	Larutan	Hasil Uji	
		Sensor TDS	TDS Meter
Ke-1	Kopi	5223	2412
Ke-2	Kopi	5286	2362
Ke-3	Kopi	5181	2456
Ke-1	Susu	4256	1442
Ke-2	Susu	4063	1415
Ke-3	Susu	4202	1529
Ke-1	Air Minum (AQUA)	245	119
Ke-2	Air Minum (AQUA)	254	122
Ke-3	Air Minum (AQUA)	247	124
Ke-1	Air PDAM	578	310
Ke-2	Air PDAM	587	305
Ke-3	Air PDAM	584	280

Tabel 1. Hasil Uji Percobaan Pertama

Berdasarkan hasil pengukuran yang tercantum pada tabel 1 diketahui bahwa perbandingan pengukuran antara kedua alat tersebut menunjukkan hasil yang cukup jauh, jumlah TDS hasil pengukuran sensor TDS adalah 2 kali lipat hasil pengukuran TDS meter manual. Hal ini dikarenakan belum dilakukannya kalibrasi pada kedua alat tersebut sehingga keduanya mungkin salah dalam memberikan hasil pengukuran. Maka dari itu, Langkah selanjutnya yang perlu dilakukannya kalibrasi untuk meningkatkan akurasi dari kedua alat tersebut

3.2 Tahapan Kalibrasi Sensor Total Dissolved Solid (TDS) dan TDS Meter

Kedua alat tersebut memiliki tahapan kalibrasi yang berbeda, TDS Meter dapat langsung dilakukan kalibrasi tanpa setting melalui aplikasi sedangkan Sensor Total Dissolved Solid (TDS) harus diprogram terlebih dahulu melalui aplikasi Arduino IDE. Untuk lebih jelasnya, berikut ini adalah tahapan kalibrasi dari kedua alat :

SISTEM MONITORING TOTAL DISSOLVED SOLID (TDS) PADA LOWER BASIN COOLING TOWER MENGGUNAKAN SENSOR BERBASIS INTERNET DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL YOGYAKARTA – KULON PROGO

a. Proses Kalibrasi Sensor Total Dissolved Solid (TDS)

Langkah pertama yang dilakukan adalah unggah kode sampel sensor TDS berikut ini projectboard aplikasi Arduino IDE,

```

1 #include <EEPROM.h>
2 #include "GravityTDS.h"
3 #define TdsSensorPin A1
4 GravityTDS gravityTds;
5 float temperature = 25, tdsValue = 0;
6 void setup()
7 {
8     Serial.begin(115200);
9     gravityTds.setPin(TdsSensorPin);
10    gravityTds.setAref(5.0); //reference voltage on ADC, default 5.0V on Arduino UNO
11    gravityTds.setAdcRange(1024); //1024 for 10bit ADC; 4096 for 12bit ADC
12    gravityTds.begin(); //initialization
13 }
14 void loop()
15 {
16     //temperature = readTemperature(); //add your temperature sensor and read it
17     gravityTds.setTemperature(temperature); // set the temperature and execute temperature
18     gravityTds.update(); //sample and calculate
19     tdsValue = gravityTds.getTdsValue(); // then get the value
20     Serial.print(tdsValue,0);
21     Serial.println("ppm");
22     delay(1000);
23 }

```

langkah selanjutnya bersihkan probe sensor TDS, lalu keringkan dengan kertas penyerap atau kertas minyak, lalu masukkan probe ke dalam cairan kalibrasi kemudian tunggu hingga pembacaan stabil, kemudian masukkan perintah “enter” untuk masuk ke mode kalibrasi, selanjutnya masukkan perintah “cal:tds value” untuk mengkalibrasi sensor. Untuk keterangan “tds value” disesuaikan dengan cairan kalibrasi yang digunakan. Pada tahap ini, proses kalibrasi menggunakan cairan kalibrasi 500 ppm maka perintahnya menjadi “cal:500”, kemudian setelah kalibrasi dinyatakan sukses karena cairan kalibrasi terbaca oleh program dan muncul nilai 500 ppm, karena penulis menggunakan cairan kalibrasi senilai 500 ppm, masukkan perintah “exit” untuk menyimpan dan keluar dari mode kalibrasi, dan terakhir setelah kalibrasi, maka sensor TDS dapat digunakan kembali

b. Proses kalibrasi TDS Meter

Langkah pertama nyalakan dan celupkan alat TDS meter ke dalam larutan kalibrasi Kemudian tekan tombol kalibrasi shift pada alat TDS meter, tahan 5 detik sampai layar berkedip – kedip, lalu tekan tombol hold atau on/off untuk up/down untuk mengkalibrasi sesuai dengan jenis larutan kalibrasi yang digunakan, jika angka pada TDS Meter sudah sesuai dengan larutan kalibrasi, kemudian tekankan tahan tombol

shift lagi sampai angka pada TDS meter tidak berkedip-kedip lagi, Langkah terakhir ukur kembali larutan kalibrasinya, pastikan angkanya akurat. Jika angkanya sesuai dengan jenis larutan kalibrasinya, maka upaya kalibrasi yang telah dilakukan berhasil

3.3 Hasil uji Sensor TDS dan TDS Meter setelah dilakukan kalibrasi

Uji coba kembali dilakukan untuk menentukan akurasi dari kedua alat. Pada pengujian kali ini, penulis melakukan pengujian menggunakan larutan air minum kemasan, karena pada larutan tersebut sudah diketahui nilai TDS pada larutan yang tercantum di dalam kemasan. Berikut ini hasil uji coba yang telah dilakukan :

Larutan	Nilai TDS dalam larutan (ppm)	Hasil Uji (ppm)		Persentase <i>Error</i> (%)	
		Sensor TDS	TDS Meter	Sensor TDS	TDS Meter
Le Minerale	177	171	174	3%	1,7%

Tabel 2. Hasil Uji Percobaan Kedua

Pada tabel 2 diatas ditunjukkan bahwa setelah dilakukan kalibrasi, hasil pengukuran kedua alat menunjukkan hasil pengukuran yang perbedaannya tidak terlalu jauh dengan hasil pengukuran larutan pembanding yakni air minum kemasan yang dimana nilai TDSnya telah diketahui dalam kemasan yaitu 177 ppm. Kemudian tingkat persentase *error* yang diberikan juga tidak tinggi yakni Sensor TDS hanya mengalami *error* sebesar 3% dan TDS Meter hanya mengalami *error* sebesar 3% dan TDS Meter hanya mengalami *error* sebesar 1,7%. Hal ini menunjukkan bahwa kedua alat memberikan hasil yang cukup valid, karena nilai *error* yang diberikan tidak melebihi 10%. Berikut ini merupakan cara perhitungan dari persentase *error* :

$$\% \text{ Error} = \frac{\text{Hasil pengukuran larutan pembanding} - \text{Hasil pengukuran alat}}{\text{Hasil pengukuran alat}} \times 100\%$$

Perhitungan persentase *error* Sensor TDS :

$$\% \text{ Error} = \frac{\text{Hasil pengukuran larutan pembanding} - \text{Hasil pengukuran alat}}{\text{Hasil pengukuran alat}} \times 100\%$$

$$177 - 171$$

$$\% \text{ Error (Sensor TDS)} = \frac{6}{171} \times 100\%$$

$$\% \text{ Error (Sensor TDS)} = \frac{6}{171} \times 100\%$$

$$\% \text{ Error (Sensor TDS)} = 0,03 \times 100\%$$

$$\% \text{ Error (Sensor TDS)} = 3\%$$

Perhitungan *error* TDS Meter :

$$\% \text{ Error} = \frac{\text{Hasil pengukuran larutan pembanding} - \text{Hasil pengukuran alat}}{\text{Hasil pengukuran alat}} \times 100\%$$

$$177 - 174$$

$$\% \text{ Error (TDS Meter)} = \frac{3}{174} \times 100\%$$

$$\% \text{ Error (TDS Meter)} = \frac{3}{174} \times 100\%$$

$$\% \text{ Error (TDS Meter)} = 0,017 \times 100\%$$

$$\% \text{ Error (TDS Meter)} = 1,7\%$$

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, ditarik suatu kesimpulan, antara lain:

Dalam penelitian tingkat akurasi sensor, dilakukan perbandingan pengukuran antara sensor TDS dengan TDS Meter manual. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa sensor TDS memberikan data pengukuran yang valid. Keberadaan sistem monitoring TDS ini, dapat membantu pengguna untuk memantau kualitas air cooling tower secara real-time melalui smartphone. Hal ini memungkinkan pengguna untuk mengambil tindakan yang diperlukan jika terjadi perubahan kualitas air yang dapat mempengaruhi sistem cooling tower. Pengguna juga dapat mengontrol sistem melalui aplikasi Blynk yang terhubung dengan modul NodeMCU ESP8266. Dengan demikian, sistem monitoring TDS berbasis internet ini memberikan solusi yang efektif dan efisien dalam menjaga kualitas air cooling tower, mencegah kerusakan pada sistem, dan meningkatkan kinerja overall dari sistem HVAC.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] (Mariza Wijayanti, 2022)Aini, N. N. (2021). Monitoring Kualitas Air pada Cooling Tower untuk Mendukung Pengendalian Proses Blowdown berbasis Internet of Things (IoT). *Prosiding Seminar Nasional Fortei7 (SinarFe7)*, 107–111.
- [2] Costanza, J., Arshadi, M., Abriola, L. M., & Pennell, K. D. (2019). Accumulation of PFOA and PFOS at the Air-Water Interface [Rapid-communication]. *Environmental Science and Technology Letters*, 6(8), 487–491.
<https://doi.org/10.1021/acs.estlett.9b00355>
- [3] Ferdous, J., Ur Rahman, M. T., & Ghosh, S. K. (2019). *Detection of Total Dissolved Solids from Landsat 8 OLI Image in Coastal Bangladesh*. 3, 35–44.
<https://doi.org/10.17501/2513258x.2019.3103>
- [4] Mariza Wijayanti. (2022). Prototype Smart Home Dengan Nodemcu Esp8266 Berbasis Iot. *Jurnal Ilmiah Teknik*, 1(2), 101–107.
<https://doi.org/10.56127/juit.v1i2.169>
- [5] Sowers, A. D., Gatlin, D. M., Young, S. P., Isely, J. J., Browdy, C. L., & Tomasso, J. R. (2005). Responses of *Litopenaeus vannamei* (Boone) in water containing low concentrations of total dissolved solids. *Aquaculture Research*, 36(8), 819–823.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2005.01270.x>
- [6] Várady, M., Tauchen, J., Klouček, P., & Popelka, P. (2022). Effects of Total Dissolved Solids, Extraction Yield, Grinding, and Method of Preparation on Antioxidant Activity in Fermented Specialty Coffee. *Fermentation*, 8(8).
<https://doi.org/10.3390/fermentation8080375>
- [7] R. P. Wirman, I. Wardhana, dan V. A. Isnaini, “Kajian Tingkat Akurasi Sensor pada Rancang Bangun Alat Ukur Total Dissolved Solids (TDS) dan Tingkat Kekeruhan Air,” *J. Fis.*, vol. 9, no. 1, hal. 37–46, 2019, doi: 10.15294/jf.v9i1.17056.
- [8] R. B. McCleskey, “Journal of Chemical & Engineering Data,” *J. Kim.*, vol. 2, no. 1, hal. 59, 2011.
- [9] H. D. Susanti *et al.*, “Implementasi Sensor TDS untuk Kontrol Air secara Otomatis,” *J. Keperawatan. Univ. Muhammadiyah Malang*, vol. 4, no. 1, hal. 724–732, 2017.
- [10] T. Suryana, “Implementasi Komunikasi Web Server NODEMCU ESP8266 dan Web Server Apache MYSQL Untuk Otomatisasi Dan Kontrol Peralatan Elektronik Jarak Jauh Via Internet Abstrak: Pendahuluan Pembahasan,” *Komputa Unikom 2021*, vol. 37, no. 1, hal. 2, 2021.
- [11] A. Pasaribu, “Analisis Tegangan Keluaran Konverter Ac-Dc Satu Fasa Dengan Beban Lampu,” *Repositori.Umsu.Ac.Id*, hal. 8–12, 2018, [Daring]. Tersedia pada: <http://repositori.umsu.ac.id/xmlui/handle/123456789/7139>
- [12] Erintafifah, “Mengenal Perangkat Lunak Arduino IDE,” *KM Tech*, 2021. <https://www.kmtech.id/post/mengenal-perangkat-lunak-arduino-ide#:~:text=Arduino IDE adalah software yang,pada board yang>

ingin diprogram.

[13] I. Kurniawan, “Sistem Pengendali Peralatan Rumah Tangga Berbasis Aplikasi Blynk dan NodeMCU ESP8266,” *Yogyakarta*, hal. 3–8, 2018, [Daring]. Tersedia pada:

<http://eprints.akakom.ac.id/4894/>

[14] M. F. Faizi *et al.*, “Perancangan Alat Ukur Kadar Padatan Terlarut (TDS),” no. 1, hal. 43, 2017, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.

[15] Erwin, “Pentingnya Kalibrasi dan Manfaat Kalibrasi,” *ICICERT*, 2020. <https://icicert.com/pentingnya-kalibrasi-dan-manfaat-kalibrasi-alat-ukur>