

**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 Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

e-mail: ¹benny.kurnianto@ppicurug.ac.id ²novi.mediaswati@gmail.com

³hasbiahmad254@gmail.com ⁴arvanfajar09@gmail.com

⁵ndavin04@gmail.com ⁶salsacheisap16@gmail.com

Received :
9 Juni 2023

Revised :
12 Juni 2023

Accepted :
26 Juli 2023

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*

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*

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.

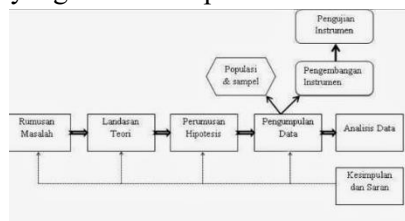
Sistem monitoring ini dirancang untuk memberikan pemantauan secara real-time terhadap konsentrasi TDS dalam air pendingin dan memberikan informasi yang diperlukan kepada pengelola bandara untuk mengambil tindakan yang cepat dan tepat jika terjadi perubahan signifikan dalam kualitas air. Sensor-sensor 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.

1. Metode

Model penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Menurut Sugiyono (2018, hlm. 14) “Metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme

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

(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 di perlukan 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 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.

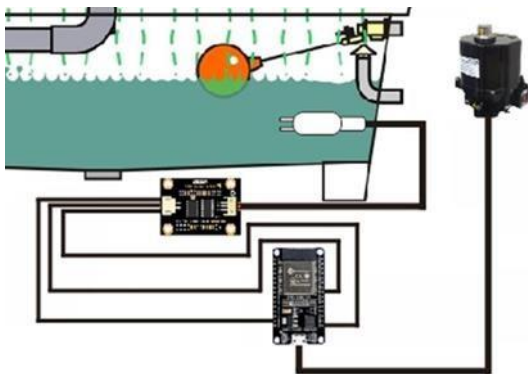
SISTEM MONITORING TOTAL DISSOLVED SOLID (TDS) PADA LOWER BASIN *COOLING TOWER* MENGGUNAKAN SENSOR BERBASIS INTERNET DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL YOGYAKARTA – KULON PROGO

6. Aplikasi Arduino IDE digunakan untuk mengolah data keluaran dari Gravity TDS Meter dan memberikan perintah pada system

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 stabilmaupun 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 :

a. Proses Kalibrasi Sensor Total Dissolved Solid (TDS)

Langkah pertama yang dilakukan adalah unggah kode sampel sensor TDS berikut ini projectboard aplikasi Arduino IDE, langkah selanjutnya bersihkan probe sensor TDS, lalu keringkan dengan kertas

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

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 :

Perhitungan persentase error Sensor TDS :

$$\% \text{ Error} = \frac{\text{Hasil pengukuran larutan perbandingan} - \text{Hasil pengukuran alat}}{\text{Hasil pengukuran alat}} \times 100$$
$$\% \text{ Error (Sensor TDS)} = \frac{177 - 171}{171} \times 100\%$$
$$\% \text{ Error (Sensor TDS)} = \frac{6}{171} \times 100\%$$
$$\% \text{ Error (Sensor TDS)} = 0,03 \times 100\%$$
$$\% \text{ Error (Sensor TDS)} = 3\%$$

Perhitungan error TDS Meter :

$$\% \text{ Error} = \frac{\text{Hasil pengukuran larutan perbandingan} - \text{Hasil pengukuran alat}}{\text{Hasil pengukuran alat}} \times 100$$
$$\% \text{ Error (TDS Meter)} = \frac{177 - 174}{174} \times 100\%$$
$$\% \text{ Error (TDS Meter)} = \frac{3}{174} \times 100\%$$
$$\% \text{ Error (TDS Meter)} = 0,017 \times 100\%$$
$$\% \text{ Error (TDS Meter)} = 1,7\%$$

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

- 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>
- 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>
- 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.

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

- <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2005.01270.x>
- Suryana, T. (2021). Implementasi Komunikasi Web Server NODEMCU ESP8266 dan Web Server Apache MYSQL Untuk Otomatisasi Dan Kontrol Peralatan Elektronik Jarak Jauh Via Internet
Abstrak : Pendahuluan Pembahasan. *Jurnal Komputa Unikom 2021*, 37(1), 2.
- 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>
- Wirman, R. P., Wardhana, I., & Isnaini, V. A. (2019). Kajian Tingkat Akurasi Sensor pada Rancang Bangun Alat Ukur Total Dissolved Solids (TDS) dan Tingkat Kekeruhan Air. *Jurnal Fisika*, 9(1), 37–46.
<https://doi.org/10.15294/jf.v9i1.17056>
- Kurniawan, I. (2017). Sistem Pengendali Peralatan Rumah Tangga Berbasis Aplikasi Blynk dan NodeMCU ESP8266. *STMIK AKAKOM YOGYAKARTA*.
- Afifah, E. (2021). Mengenal Perangkat Lunak Arduino IDE. *Diambil kembali dari KMTek: <https://www.kmtech.id/post/mengenalperangkat-lunak-arduino-ide>*.
- Pasaribu, A. (2018). *ANALISIS TEGANGAN KELUARAN KONVERTER AC-DC SATU PHASA DENGAN BEBAN LAMPU HALOGEN* (Doctoral dissertation).
- Suryana, T. (2021). Implementasi Komunikasi Web Server Nodemcu Esp8266 Dan Web Server Apache Mysql Untuk Otomatisasi Dan Kontrol Peralatan Elektronik Jarak Jauh Via Internet.