

Sistem *Monitoring* TDS Dan Suhu Air Alkali Berbasis IoT Pada Dispenser Air Alkali Dengan Elektrolisis

1st Adyatma Hugo Sadewo
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

hugosadewo@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Ekki Kurniawan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ekkiKurniawan@student.telkomuniversity.ac.id

3rd Irham Mulkan Rodiana
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

irhammulkan@student.telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Air merupakan sumber mineral bagi seluruh kehidupan di bumi. Namun dengan berkembangnya zaman, tidak semuanya dapat menikmati air yang layak dikonsumsi. Salah satu parameter yang digunakan untuk menentukan kondisi suatu air adalah Total Dissolved Solid (TDS). Air yang layak untuk dikonsumsi dan memiliki kualitas yang sangat baik memiliki nilai TDS < 150 ppm.

Water Ionizer yang memanfaatkan elektrolisis dapat menghasilkan air alkali. Elektrolisis juga dapat mengurangi kandungan air sehingga nilai TDS menurun. Selain itu elektrolisis juga dapat menaikkan suhu air. Untuk memantau perubahan kondisi air saat proses elektrolisis berlangsung, maka dibuat sistem *monitoring* yang memanfaatkan sensor SEN0224 untuk mengukur nilai TDS dan sensor DS18B20 untuk mengukur suhu. pH meter juga digunakan untuk memastikan apakah air telah menjadi basa. Selain itu Internet of Things (IoT) juga dimanfaatkan dalam sistem *monitoring*.

Dengan menggunakan dua sampel air kemasan, didapatkan perubahan TDS, suhu, dan pH yang berbeda, dengan nilai TDS yang cenderung naik. Untuk air kemasan merk A memiliki nilai awal 123 ppm, 26°C, dan pH 7,7. Lalu nilai akhirnya 151 ppm, 31°C, dan pH 9,5. Untuk air kemasan merk B memiliki nilai awal 61 ppm, 27°C, dan pH 7,58. Lalu nilai akhirnya 71 ppm, 28°C, dan pH 9,58.

Kata kunci— IoT , water ionizer, elektrolisis, alkali, TDS, suhu

I. PENDAHULUAN

Air adalah kebutuhan dasar manusia untuk mempertahankan hidup dan meningkatkan kesejahteraan[1]. Diketahui bahwa 70% bagian dalam tubuh manusia berbentuk cair. Oleh karena itu, manusia perlu mengonsumsi air yang cukup untuk menjaga kesehatan dan kebugaran jasmani[2]. Air minum merupakan salah satu unsur gizi penting bagi manusia. Oleh karena itu, manusia perlu mengonsumsi air sebanyak 1 – 2,5 L atau sama dengan 6-8 gelas setiap harinya[3].

Berdasarkan PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/-2010, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung di

minum. Dari beberapa parameter yang digunakan sebagai persyaratan kualitas air minum, ada tiga parameter yang difokuskan, yaitu TDS (Total Dissolved Solid) dan suhu pada parameter fisik dan pH pada parameter kimiawi[4]. Air yang memiliki nilai TDS < 500 ppm maka air tersebut layak untuk dikonsumsi dengan kualitas yang lebih baik lagi dengan nilai TDS < 150 ppm[4], [5]. Untuk suhu dan pH masing – masing harus bernilai $\pm 3^{\circ}\text{C}$ dan pH 6,5 – 8,5 sebagai syarat air layak untuk dikonsumsi[4].

Water Ionizer yang memanfaatkan elektrolisis dapat mengubah kondisi air. Elektrolisis merupakan elektrokimia yang memanfaatkan listrik dalam prosesnya. Terdapat dua elektroda pada elektrolisis yang mengubah air netral dengan pH = 7, yaitu anoda yang akan menjadi asam dengan pH < 7 dan katoda yang akan mengubah air menjadi basa dengan pH > 7 [6], [7]. Selain mengubah pH air, proses elektrolisis pada *Water Ionizer* ini juga akan menurunkan TDS dan menaikkan suhu air. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang dapat memantau kondisi air dengan mudah pada saat proses elektrolisis berlangsung.

Pada penelitian ini akan dirancang sebuah prototipe alat monitoring untuk memantau kondisi air saat proses elektrolisis berlangsung. Air yang dipantau hanya pada air alkali. Sensor SEN0224 dan DS18B20 masing – masing digunakan untuk mengukur perubahan TDS dan suhu. Hasil dari pembacaan sensor akan ditampilkan pada Liquid Crystal Display (LCD) dan dikirimkan ke IoT Platform untuk ditampilkan dan disimpan datanya. Nilai pH air akan diukur menggunakan pH meter di awal dan di akhir proses elektrolisis. Namun karena hanya berfokus pada tiga parameter, maka digunakan air kemasan yang telah layak untuk dikonsumsi.

II. KAJIAN TEORI

A. Penelitian Terkait

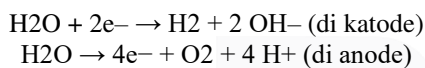
1. Penelitian yang dilakukan oleh Ekki Kurniawan, M. Ramdhani, Rintis Manfaati, Deden Indra Dinata, Anni Angraini, Iman Rahayu, dan Husein Bahti. Penelitian yang dilakukan pada jurnal ini berupa menganalisis

elektrolisis pada air untuk menghasilkan air alkali dan air asam dengan sumber energi Sel Surya yang dapat disimpan pada baterai untuk digunakan sebagai catu daya pada alat. Pada penelitian ini juga menggunakan sensor pH yang berfungsi untuk mengetahui kadar pH dalam air untuk mencapai nilai yang ingin dicapai[8].

2. Penelitian yang dilakukan oleh Ekki Kurniawan, Rintis Manfaati, dan Nunung Kurniasih. Penelitian yang dilakukan pada jurnal ini berupa alat elektrolisis portabel yang dapat digunakan secara mudah. Pada penelitian ini pengamatan kondisi air dilakukan menggunakan pH Meter dan TDS meter yang mudah didapatkan[9].
3. Penelitian yang dilakukan oleh Aidatul Fauziah, Ekki Kurniawan, dan Mohamad Ramdhani. Penelitian ini memfokuskan penerapan modul sel surya sebagai alternatif dari listrik rumah dari pembangkit energi tak terbarukan. Perubahan kondisi air yang dipantau hanya perubahan pH[10].

B. Elektrolisis

Elektrolisis adalah elektrokimia yang menggunakan listrik pada proses reaksinya di elektroda positif atau anode dan elektroda negatif atau katode. Air hasil proses elektrolisis pada sisi anode akan bersifat asam. Sebaliknya pada sisi katode akan bersifat basa. Berikut proses kimia pada saat reaksi sedang berlangsung :



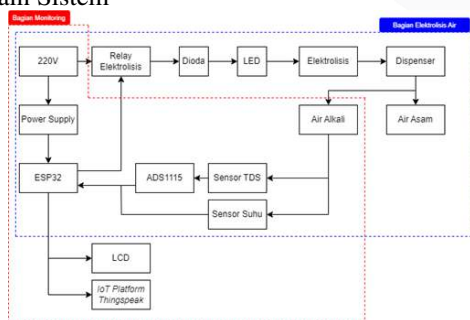
Pada sisi katode, dua molekul air bereaksi dengan menangkap dua elektron yang lalu tereduksi menjadi gas H₂ dan OH⁻. Di sisi anode, dua molekul air akan terurai menjadi oksigen (O₂) dan melepaskan 4 ion H⁺[6].

C. Thingspeak

Thingspeak merupakan *IoT platform* yang digunakan untuk mengumpulkan, memvisualisasikan, dan menganalisis data secara langsung di *cloud*[11]. Thingspeak juga dapat digunakan untuk memantau atau mengontrol suatu sistem yang terhubung dengannya. Thingspeak juga memiliki berbagai macam fitur lainnya seperti *open AI*, *real-time data collection*, *data processing*, dll[12].

III. METODE

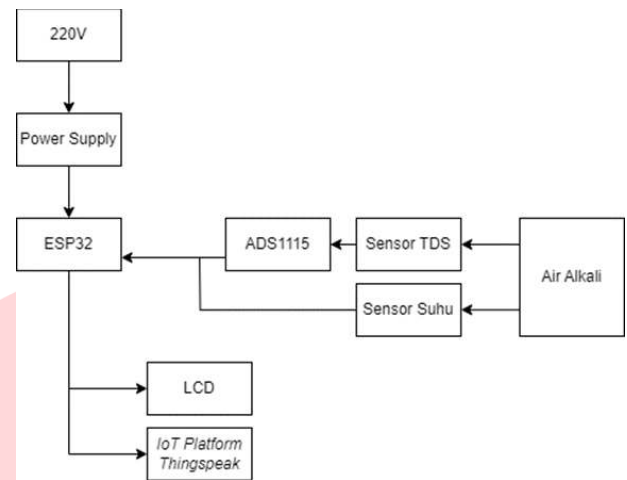
A. Desain Sistem



GAMBAR 1 Diagram Sistem Keseluruhan

Pada Gambar 1 merupakan diagram sistem keseluruhan dari perancangan alat ini. Perancangan terbagi menjadi dua,

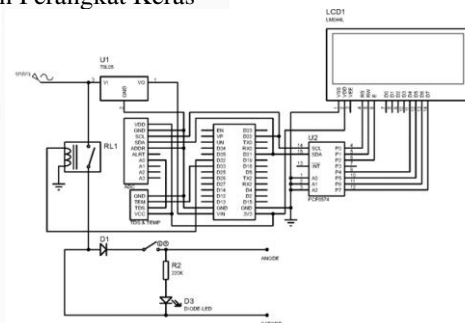
yaitu bagian *monitoring* dan bagian elektrolisis air. Bagian *monitoring* mencakup pengujian sensor, sistem monitoring, dan fitur *Internet of Things (IoT)*. Sementara itu bagian elektrolisis air mencakup pengujian sensor dan hasil proses elektrolisis. Dengan adanya pembagian ini, maka alat ini dikerjakan oleh dua orang secara individu.



GAMBAR 2 Diagram Sistem Individu

Pengerjaan yang dilakukan secara individu dapat terlihat pada gambar 2. Bagian ini berfokus pada sistem *monitoring* serta fitur *IoT*. Pada desain ini, data hasil pembacaan sensor akan diproses oleh ESP32. Untuk sensor TDS, hasil pembacaan akan dikonversi ke digital terlebih dahulu melalui ADC eksternal. Setelah diproses, selanjutnya data akan ditampilkan di LCD dan dikirimkan ke *Thingspeak*.

B. Desain Perangkat Keras

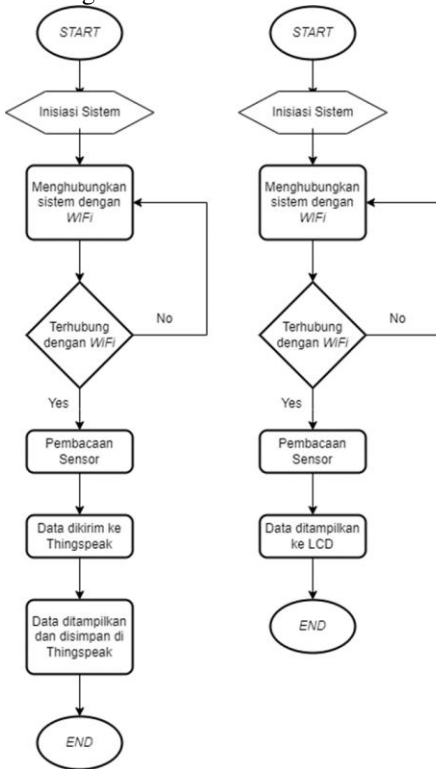


GAMBAR 3 Desain Perangkat Keras

Desain perangkat keras yang dikerjakan terfokus pada prototipe alat *monitoring*. Akan dibuatkan *box* yang dapat ditutup dan dibuka sebagai wadah alat *monitoring*. ESP32 digunakan sebagai *microcontroller* karena memiliki fitur *WiFi* yang nantinya akan dimanfaatkan untuk terhubung ke internet dan mengirimkan data ke *IoT Platform*. Alat ini terdiri dari sensor, yaitu sensor suhu DS18B20 dan sensor TDS SEN0224. Kedua sensor berada dalam satu modul. Namun DS18B20 merupakan sensor digital sehingga dapat langsung terhubung dengan ESP32. Sebaliknya sensor SEN0224 merupakan sensor analog. Oleh karena itu, agar hasil pembacaan sensor dapat diolah dengan baik oleh ESP32, sensor SEN0224 akan dihubungkan terlebih dahulu dengan ADS1115 yang merupakan ADC. LCD digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran sensor. *Power Supply*

juga diperlukan untuk mengubah listrik AC menjadi DC sesuai dengan kebutuhan, yaitu 5V 10A.

C. Desain Perangkat Lunak



GAMBAR 4 Flowchart untuk IoT Platform (kiri) dan LCD (kanan)

Sistem ini telah didesain untuk memantau kondisi air pada saat proses elektrolisis berlangsung. Setelah melakukan inisiasi sistem, maka sistem akan mencoba terhubung dengan *WiFi*. Jika tidak terhubung maka akan terus berusaha untuk terhubung dan jika telah terhubung maka akan langsung melakukan pembacaan sensor. Hasil pembacaan sensor akan dikirim ke *Thingspeak* dan ditampilkan di LCD. Data yang telah terkirim ke *Thingspeak* akan ditampilkan dan disimpan datanya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

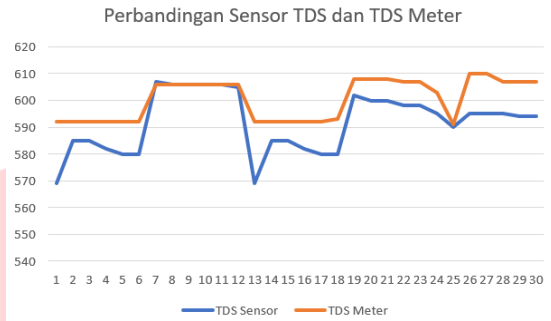
A. Pengujian sensor SEN0224 dan DS18B20



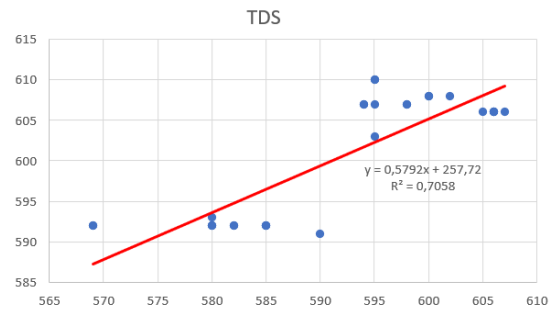
GAMBAR 5

Pengujian sensor SEN0224 (kabel putih) dan DS18B20 (kabel hitam)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui performa dari sensor yang digunakan. Performa yang dimaksud adalah akurasi. Gambar 5 merupakan hasil rangkaian untuk pengujian. Metode yang digunakan adalah dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor dengan hasil pembacaan TDS meter dan Termometer. Hasil perbandingan berupa koefisien relasi. Untuk mendapatkan hasil yang baik, digunakan *TDS Calibration Solution* sebagai larutan yang nilai TDS-nya telah dikondisikan.

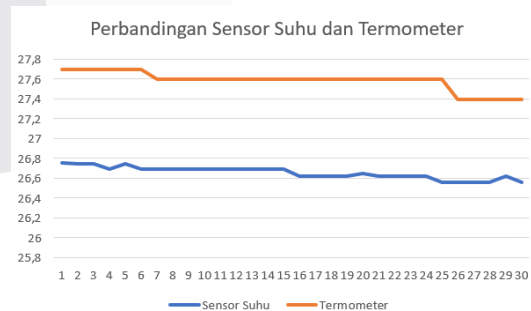


GAMBAR 6 Perbandingan Pembacaan Sensor SEN0224 dengan TDS Meter

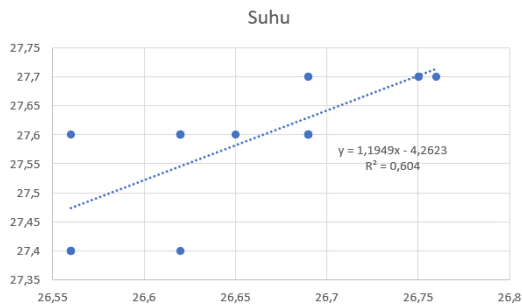


GAMBAR 7 Grafik Regresi Linier Sensor SEN0224

Pada gambar 6 dapat dilihat perbandingan hasil pembacaan sensor SEN0224 dengan TDS meter. Rata – rata *error* yang didapatkan adalah 1,458%. Untuk koefisien relasi yang didapatkan sebesar $R^2 = 0,7058$ dengan persamaan linier $y = 0,5792x + 257,72$. Hal ini dapat dilihat pada gambar 7.



GAMBAR 8 Perbandingan Pembacaan Sensor DS18B20 dengan Termometer



GAMBAR 7
Grafik Regresi Linier Sensor DS18B20

Pada gambar 8 dapat dilihat perbandingan hasil pembacaan sensor SEN0224 dengan TDS meter. Rata – rata *error* yang didapatkan adalah 3,379%. Untuk koefisien relasi yang didapatkan sebesar $R^2 = 0,604$ dengan persamaan linier $y = 1,1949x - 4,2623$. Hal ini dapat dilihat pada gambar 9.

B. Pengujian Sistem *Monitoring*

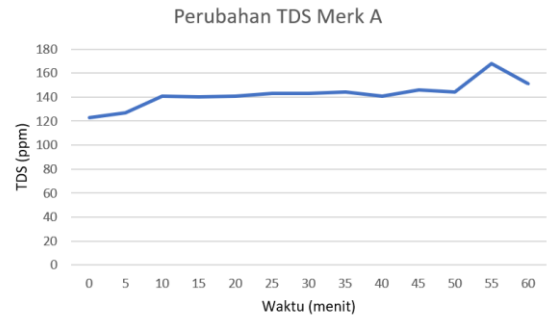
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pembacaan sensor TDS dan suhu pada saat proses elektrolisis berlangsung. Pengujian ini dilakukan selama 60 menit pada air dengan volume 3L. Air yang digunakan pada pengujian adalah air kemasan bermerk A dan B. Untuk membuktikan bahwa air telah berubah menjadi air alkali, maka akan ditambahkan hasil pembacaan pH meter di awal dan di akhir proses elektrolisis.

1. Pengujian Sistem *Monitoring* Pada Air Kemasan Merk A

Nilai TDS dan suhu awal yang didapatkan adalah 123 ppm dan 26°C. Setelah melewati proses elektrolisis, nilai TDS berubah menjadi 151 ppm dan nilai suhu berubah menjadi 31°C. Bisa dilihat pada tabel di bawah selama proses elektrolisis, nilai TDS dan suhu menurun secara perlahan dengan perubahan yang cukup besar. Nilai pH sebelum proses elektrolisis bernilai 7,7 dan setelah proses elektrolisis didapatkan nilai 9,5. Hal ini menandakan bahwa air bersifat basa atau alkali.

TABEL 1
Perubahan TDS dan Suhu Air Kemasan Merk A

Waktu (menit)	TDS (ppm)	Suhu (°C)
0	61	27
5	57	27
10	59	27
15	59	27
20	61	27
25	65	27
30	66	28
35	66	28
40	68	28
45	70	28
50	71	28
55	70	28
60	71	28



GAMBAR 8
Grafik Perubahan TDS Air Kemasan Merk A



GAMBAR 9
Grafik Perubahan TDS Air Kemasan Merk A



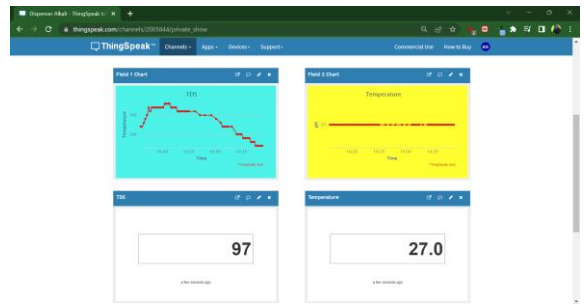
GAMBAR 10
Hasil Pembacaan pH Sebelum (kiri) dan Sesudah (kanan) Pada Air Kemasan Merk A

2. Pengujian Sistem *Monitoring* Pada Air Kemasan Merk B

Nilai TDS dan suhu awal yang didapatkan adalah 61 ppm dan 27°C. Setelah melewati proses elektrolisis, nilai TDS berubah menjadi 71 ppm dan nilai suhu berubah menjadi 28°C. Bisa dilihat pada tabel di bawah selama proses elektrolisis, nilai TDS dan suhu menurun secara perlahan dengan perubahan yang cukup besar. Nilai pH sebelum proses elektrolisis bernilai 7,58 dan setelah proses elektrolisis didapatkan nilai 9,62. Hal ini menandakan bahwa air bersifat basa atau alkali.

TABEL 2
Perubahan TDS dan Suhu Air Kemasan Merk B

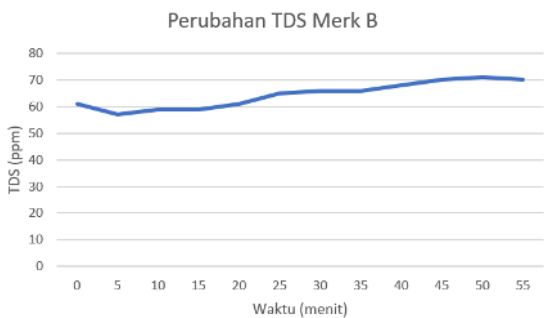
Waktu (menit)	TDS (ppm)	Suhu (°C)
0	123	26
5	127	26
10	141	26
15	140	26
20	141	26
25	143	26
30	143	27
35	144	27
40	141	29
45	146	29
50	144	31
55	168	31
60	151	31



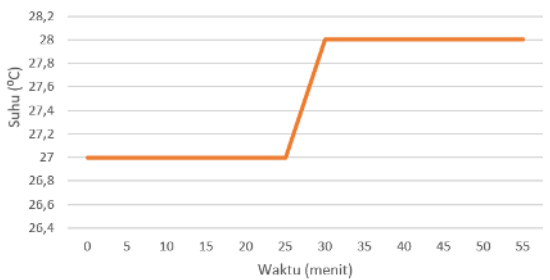
GAMBAR 14
Tampilan Thingspeak

Gambar 14 merupakan tampilan *Thingspeak* pada saat menampilkan data hasil pembacaan air pada saat proses elektrolisis berlangsung. Sebelum dapat melihat tampilan itu, kita harus *log in* terlebih dahulu. Data yang telah diterima dari ESP32 akan ditampilkan di *field* dalam bentuk grafik (biru untuk TDS dan kuning untuk suhu) atau dalam bentuk *widget* (kiri TDS dan kanan suhu). Hasil pembacaan akan ditampilkan dalam rentang waktu per 15 detik.

2. Pengujian Kecepatan Internet



GAMBAR 11
Grafik Perubahan TDS Air Kemasan Merk B
Perubahan Suhu Merk B



GAMBAR 12
Grafik Perubahan TDS Air Kemasan Merk B



GAMBAR 13
Hasil Pembacaan pH Sebelum (kiri) dan Sesudah (kanan)
Pada Air Kemasan Merk B

C. Pengujian Fitur *Internet of Things (IoT)* dan *Quality of Service (QoS)* Dalam Pengiriman Data

1. Tampilan *Thingspeak* Sebagai *IoT Platform*



GAMBAR 15
Performa *WiFi* yang digunakan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui performa dari *WiFi* yang digunakan. Proses pengujian akan menggunakan *Speedtest by Ookla*. *Internet Provider* yang digunakan pada pengujian ini adalah dari MyNet. Dapat dilihat pada gambar 15. bahwa performa dari *WiFi* yang digunakan tergolong cukup baik untuk digunakan dalam menjalankan sistem *monitoring*.

3. Pengujian *Throughput* Pengiriman Data ke *Thingspeak*

Pengujian ini menggunakan Aplikasi *Wireshark* untuk mengetahui dan menghitung *Throughput*. Selain itu, *Throughput* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut[13] :

$$Throughput = \frac{Jumlah\ Bytes}{Durasi\ Pengamatan} \quad (1)$$

Statistics	Captured	Displayed	Marked
Measurement			
Packets	135	135 (100.0%)	—
Time span, s	54.474	54.474	—
Average pps	2.5	2.5	—
Average packet size, B	179	179	—
Bytes	24154	24154 (100.0%)	0
Average bytes/s	443	443	—
Average bits/s	3547	3547	—

GAMBAR 16
Hasil Pengujian *Throughput* menggunakan *Wireshark*

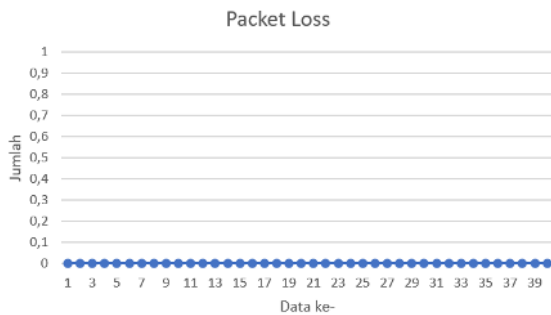
Pada gambar 16. merupakan hasil dari pengujian *Throughput* pada Aplikasi *Wireshark* dengan cara

mengirimkan 135 paket data. Dari hasil pada Aplikasi Wireshark dapat dilihat bahwa Throughput rata – rata yang didapatkan adalah 443 bytes/s atau 3547 bits/s. Berdasarkan standar TIPHON, dapat dinyatakan bahwa nilai Throughput yang didapatkan memiliki kategori sangat baik[13].

4. Pengujian *Packet Loss* Pengiriman Data ke *Thingspeak*

Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan data yang dikirim oleh ESP32 dengan data yang diterima oleh Thingspeak. Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui apakah ada data yang hilang pada saat dikirim. Berikut hasil pengujiannya. Persamaan yang digunakan pada pengujian ini adalah sebagai berikut.

$$Packet\ Loss = \frac{Paket\ data\ dikirim - paket\ data\ diterima}{Paket\ data\ dikirim} \times 100\% \quad (2)$$



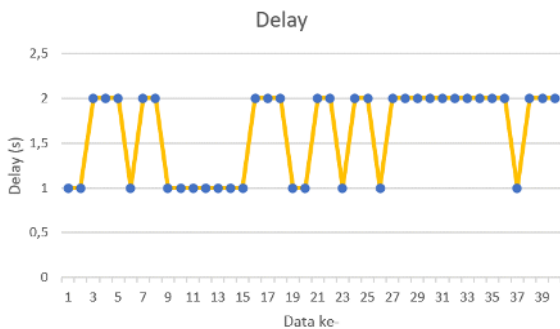
GAMBAR 17 Hasil Pengujian *Packet Loss*

Pada gambar 17 menampilkan hasil pengujian *Packet Loss* pada saat proses pengiriman data ke *Thingspeak*. Dapat dilihat bahwa tidak adanya data yang hilang dan semua data berhasil diterima oleh *Thingspeak*. Hal ini menunjukkan bahwa hasil pengujian ini tergolong sangat baik karena nilai *Packet Loss*-nya adalah 0%[13].

5. Pengujian *Delay* Pengiriman Data ke *Thingspeak*

Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan waktu pengiriman data pada Serial Monitor di Arduino IDE dengan waktu penerimaan data pada Thingspeak. Tujuan pengujian ini untuk mengetahui delay saat proses pengiriman data. Adapun persamaan yang digunakan untuk mencari rata – rata *delay* sebagai berikut.

$$Avg\ Delay = \frac{Total\ Delay}{Total\ data\ paket\ yang\ diterima} \quad (3)$$



GAMBAR 18 Hasil Pengujian *Delay*

Pada gambar 18. merupakan hasil dari pengujian *delay* pada saat proses pengiriman data ke Thingspeak. Dapat dilihat bahwa *delay* pada saat proses pengiriman dan penerimaan data berkisar antara satu hingga dua detik. Didapatkan rata – rata *delay* sebesar 1,625 detik. Berdasarkan standar TIPHON dapat disimpulkan bahwa *delay*-nya tergolong sangat buruk[13].

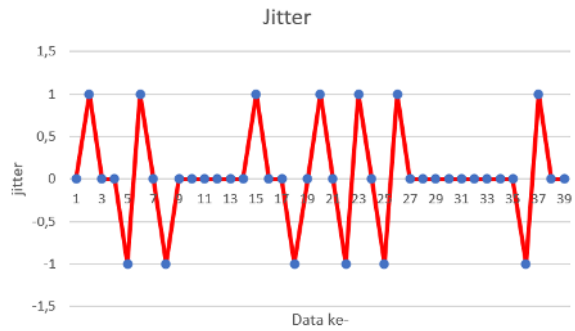
6. Pengujian *Jitter* Pengiriman Data ke *Thingspeak*

Pengujian ini menggunakan data yang telah didapatkan pada pengujian *delay*. Dari data *delay* dicari total variasi *delay*-nya lalu dibagi dengan total data paket yang diterima. Adapun persamaan yang digunakan pada pengujian ini sebagai berikut

$$Jitter = \frac{Total\ variasi\ delay}{Total\ data\ paket\ yang\ diterima} \quad (4)$$

$$Total\ variasi\ delay = (delay\ 2 - delay\ 1) +$$

$$(delay\ 3 - delay\ 2) + \dots + (delay\ n - delay\ n - 1) \quad (5)$$



GAMBAR 19 Hasil Pengujian *Delay*

Pada gambar 19. merupakan hasil dari pengujian *jitter*. Dari hasil pengujian, didapatkan Total Variasi *Delay* sebesar 1 s. Dengan membagi Total Variasi *Delay* dengan Total data paket yang diterima, yaitu 40, didapatkan nilai *jitter* sebesar 0,025 s atau 25 ms. Berdasarkan standar TIPHON dapat disimpulkan bahwa *jitter* yang didapatkan berkategori baik[13].

V. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil yang didapatkan, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring air alkali berbasis IoT pada saat proses elektrolisis berhasil diimplementasikan dengan baik. Pemantauan kondisi air menggunakan sensor TDS dan suhu dengan parameter yang diukur adalah TDS, suhu, dan pH. Data hasil pembacaan sensor juga berhasil ke *Thingspeak* dengan baik.

Dengan adanya fitur *IoT*, pengamatan dan pengambilan data jadi lebih mudah. Data yang terkirim ke *Thingspeak* juga dapat disimpan. Cukup dengan mengunduhnya kita telah mendapat hasil pembacaan sensor dengan mudah.

Selain itu juga, waktu optimal yang dibutuhkan untuk mengubah nilai TDS bervariasi tergantung dari nilai TDS awalnya serta kandungan air. Kedua sampel air mineral yang digunakan memiliki perubahan nilai TDS yang berbeda.

Merk A memiliki proses elektrolisis yang cepat, sedangkan Merk B lambat.

REFERENSI

- [1] R. Waspodo, "Exploration Potential of Groundwater In Industrial Estate Bottled Mineral Water Cemplang, Bogor," *Jurnal Keteknikaan Pertanian*, vol. 03, no. 2, hlm. 1–8, Okt 2015, doi: 10.19028/jtep.03.2.137-144.
- [2] N. P. Putri dan D. A. Fuadah, "MANFAAT AIR MINUM BAGI KESEHATAN PESERTA DIDIK PADA TINGKAT MI/SD," vol. 10, no. 1, hlm. 33–42, 2020.
- [3] Y. T. Wahyuni, "INI LHO MANFAAT MINUM AIR PUTIH 8 GELAS PER HARI," *KESMAS-ID*, 28 Mei 2019.
- [4] Kementerian Kesehatan, "PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 492/MENKES/PER/IV/2010 TENTANG PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM," *PERMENKES*. Menteri Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta, 2010.
- [5] dr. Fadhli Rizal Makarim, "Wajib Tahu, Ini Angka TDS yang Layak untuk Diminum," *halodoc*, 1 September 2022.
- [6] L. Rizki, L. Hakim, dan Zulfazri, "PEMBUATAN AIR MINUM ALKALI MENGGUNAKAN METODE ELEKTROLISIS," 2021.
- [7] J. R. Fox dan P. M. Fox, "Acid / Alkaline Water Ionizers A Perspective from Custom Pure-the water store," *Custom Pure*, 2010.
- [8] E. Kurniawan *dkk.*, "ELEKTROLISIS UNTUK PRODUKSI AIR ALKALI DAN ASAM DENGAN SUMBER ENERGI MODUL SEL SURYA," dalam *Seminar Nasional Kimia UIN Sunan Gunung Djati Bandung 2018*, E. P. Hadisantoso, T. Adiyanti, Y. Rohmatulloh, C. F. Kusman, dan N. N. Khasanah, Ed., Bandung: Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung, Okt 2018, hlm. 116–126.
- [9] E. Kurniawan, R. Manfaati, dan N. Kurniasih, "Portable Mineral Water Ionizer Alat Produksi Air Alkali dan Air Asam untuk Membantu Penderita Covid-19 di Indonesia," *Gunung Djati Conference Series*, vol. 7, 2022.
- [10] A. Fauziah, E. Kurniawan, dan M. Ramdhani, "SISTEM CATU DAYA PENGHASIL AIR ALKALI DENGAN MODUL SOLAR CELL ALKALINE WATER SUPPLY POWER SYSTEM WITH SOLAR CELL MODULE."
- [11] Thingspeak, "Thingspeak for IoT Project," <https://thingspeak.com/>.
- [12] webeditorindorobot, "Kelebihan Thingspeak untuk Project IoT," <https://indobotacademy.com/kelebihan-thingspeak-untuk-project-iot/>.
- [13] A. A. Sukmandhani, "QoS (Quality of Services)," *Binus Online Learning*, 15 Juni 2020.