

Implementasi Portable Water Ionizer Produksi Air Hidrogen Berbasis Internet Of Things

1st Bintang Cahya Anwar
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

[bintangcahyaa@student.telkomuniversi
ty.ac.id](mailto:bintangcahyaa@student.telkomuniversi
ty.ac.id)

2nd Uke Kurniawan Usman
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ukeusman@telkomuniversity.ac.id

3rd Ekki Kurniawan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ekkekurniawan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Implementasi Portable Water Ionizer berbasis Internet of Things (IoT) bertujuan menciptakan solusi cerdas untuk memantau dan mengendalikan proses ionisasi air. Sensor yang digunakan dapat mengukur pH, kekeruhan, dan suhu air dengan akurat, sehingga tingkat ionisasi dapat dipantau secara real-time melalui aplikasi seluler. Hal ini membuat pengguna untuk memastikan kualitas air terpantau sehingga memberikan manfaat kesehatan maksimal dari air alkali terionisasi yang dikonsumsi. Penerapan IoT pada Portable Water Ionizer juga meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses ionisasi air, dan pada akhirnya meningkatkan kualitas hidup manusia di era teknologi yang semakin canggih. Pengguna dapat dengan mudah mengakses data kinerja perangkat dan mendapatkan laporan berkala tentang kondisi air yang dihasilkan. Hal ini memudahkan pengguna untuk melakukan perawatan dan perbaikan jika diperlukan, sehingga Portable Water Ionizer tetap berfungsi dengan optimal. pemanfaatan teknologi IoT juga memberikan kontribusi dalam mengurangi pemborosan sumber daya dengan memastikan bahwa proses ionisasi air berjalan efisien dan hanya menghasilkan air hidrogen yang berkualitas tinggi. Optimalisasi penggunaan energi dan bahan baku membuat Portable Water Ionizer menjadi lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Diharapkan dengan implementasi teknologi ini, meningkatkan kesadaran akan pentingnya peran air hidrogen dalam menjaga kesehatan manusia.

Kata kunci— *Portable Water Ionizer, Internet of Things, Monitoring*

I. PENDAHULUAN

Pada zaman sekarang perkembangan teknologi mengubah berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk upaya mencari keuntungan dengan memanfaatkan sumber daya alam. Salah satu sumber daya yang krusial bagi kelangsungan hidup manusia adalah air yang bersih dan sehat. Namun, dengan pertumbuhan populasi dan urbanisasi yang cepat, masalah kualitas air menjadi semakin mendesak untuk diatasi [1].

Sebagai sebuah solusi inovatif untuk memastikan ketersediaan air bersih dan sehat, telah muncul penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) dalam industri produksi air hidrogen. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki dan menerapkan teknologi portable water ionizer yang berbasis IoT dalam produksi air hidrogen. Dengan memanfaatkan potensi IoT, perangkat ini akan menjadi mudah diakses dan digunakan oleh masyarakat, bahkan di daerah-daerah terpencil sekalipun. [2].

Penelitian ini menggunakan berbagai jenis sensor seperti Sensor pH (PH-4502C), Sensor Arus Tegangan (ACS712), NodeMCU ESP32 WiFi Bluetooth, Sensor Temperature Air (DS18B20), dan Sensor Kekeruhan Air (Analog TDS Sensor) telah digunakan dalam penelitian ini untuk memantau dan mengukur parameter kritis seperti tingkat pH, suhu, dan kekeruhan air [3].

Dengan demikian, Diharapkan bahwa penelitian ini akan membuka peluang baru dalam upaya memastikan ketersediaan air hidrogen yang sehat dan terjangkau bagi masyarakat luas. Implementasi teknologi portable water ionizer berbasis IoT dapat menjadi langkah maju dalam mendukung gaya hidup sehat dan berkelanjutan bagi kita semua.

II. KAJIAN TEORI

A. *Internet of Things*

Internet of Things (IoT) yaitu teknologi yang menghubungkan berbagai perangkat dan objek di sekitar kita melalui internet. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kenyamanan dan efisiensi dalam kegiatan sehari-hari. Dalam implementasinya, IoT menggunakan berbagai sensor untuk mengumpulkan data dan actuator untuk merespons informasi dari lingkungan sekitarnya [4].

B. *Elektrolisis*

Elektrolisis adalah fenomena yang terjadi ketika arus listrik mengalir melalui senyawa ionik, menyebabkan reaksi kimia dalam senyawa tersebut. Proses elektrolisis dimulai dengan pemecahan zat menjadi komponen yang lebih sederhana atau penggabungan unsur-unsur menjadi senyawa, yang terjadi berkat arus listrik yang diberikan.[5]

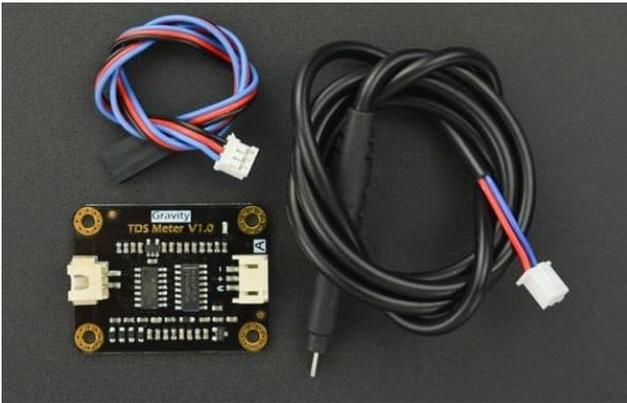
C. *Sensor pH (PH-4502C)*



GAMBAR 2.1
Sensor pH (PH-4502C)

Pada gambar 2.1 terlihat sensor pH PH-4502C, yang mengubah nilai reaksi kimia menjadi tegangan listrik. Spesifikasi PH-4502C antara lain tegangan $5\pm 0,2V$ (AC/DC), deteksi pH mulai dari 0 hingga 14, deteksi suhu 0 hingga $80^{\circ}C$. Waktu proses adalah 5 detik, dan waktu selesai 60 detik, daya sebesar 0,5 W. Modul ini menggunakan elektroda E-201 untuk mengukur pH, dengan spesifikasi meliputi rentang pengukuran pH dari 0,00 hingga 14,00 pH, tingkat akurasi 98,5%, respon 1 menit, dan suhu dari 0 hingga $60^{\circ}C$. Sensor pH dilengkapi konektor port BNC yang panjang kabel 0,8 m untuk proses pengukuran pH [6].

D. Sensor Kekeruhan Air (Analog TDS Sensor)



GAMBAR 2.2
Sensor Kekeruhan (Analog TDS Sensor)

Pada gambar 2.2 adalah Sensor Kekeruhan (Analog TDS Sensor) yang prinsip kerjanya adalah mengukur tingkat kekeruhan air karena partikel didalamnya [7]. Tingkat kekeruhan yang tinggi dapat menjadi tanda bahwa air terkontaminasi oleh partikel-padatan, sehingga peran sensor kekeruhan air sangatlah relevan dalam memastikan air yang aman dan berkualitas digunakan.

E. Sensor Temperature Air (DS18B20)



GAMBAR 2.3
Sensor Temperature Air (DS18B20)

Pada gambar 2.3 adalah sensor Temperature Air (DS18B20). Ini digunakan karena kemampuannya untuk terendam sepenuhnya dalam air selama berjam-jam ditambah dengan kemampuannya yang dapat diprogram dengan resolusi 9-bit hingga 12-bit yang menjadikannya ideal untuk sistem IoT tanpa memerlukan komponen eksternal. Ini adalah sensor direct-to-digital dengan kisaran suhu $-55^{\circ}C$ hingga $125^{\circ}C$ dan akurasi $\pm 0,5^{\circ}C$ [8].

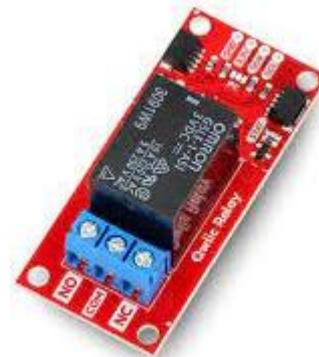
F. Sensor Arus (ACS712)



GAMBAR 2.4
Sensor Arus (ACS712)

Pada gambar 2.4 adalah sensor arus (ACS712). Prinsip kerja sensor ini melibatkan konversi medan magnet menjadi arus listrik melalui penggunaan kawat tembaga yang ada di board. Dengan menggunakan medan magnet ini, sensor mampu mendeteksi dan mengukur arus yang melewati kawat tembaga tersebut dengan tingkat ketelitian yang tinggi [9].

G. Modul Relay 1 Channel 3.3 V



GAMBAR 2.5
Modul Relay 1 Channel 3.3 V

Pada gambar 2.5 adalah modul relay 1 channel 3.3 V yang prinsip kerjanya adalah mengontrol Pada rangkaian ini, terdapat pengontrol ON/OFF untuk beban yang menggunakan sumber tegangan beban. Relay berfungsi sebagai pengatur pemilihan atau seleksi hubungan, sebagai pelaksana rangkaian delay (penundaan), dan juga sebagai protektor atau pemutus arus pada kondisi tertentu. [10].

H. LCD 12C 16x2



GAMBAR 2.6
LCD 12C 16x2

Pada gambar 2.6 adalah modul 12C LCD menggunakan prinsip kendali serial sinkron melalui protokol I2C/IIC (Inter Integrated Circuit) atau TWI (Two Wire Interface). Untuk mengendalikan modul LCD ini, diperlukan 6 hingga 7 pin. Namun, dengan banyaknya I/O yang perlu dikendalikan, digunakan modul I2C converter sebagai kontrolernya. Modul ini berfungsi sebagai 8 bit I/O expander untuk bus I2C, yang pada dasarnya merupakan shift register [11].

I. NodeMCU ESP32S

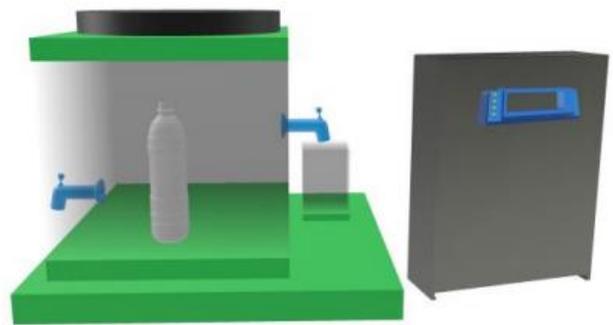


GAMBAR 2.7
NodeMCU ESP32S

Pada gambar 2.7 NodeMCU ESP32S adalah sebuah mikrokontroler kecil yang terdiri dari beberapa komponen, namun memiliki fitur yang luas. Pada mikrokontroler ini dapat menyediakan konektivitas WiFi, sehingga dapat mengirim data yang telah dikumpulkan oleh berbagai sensor melalui WiFi yang dihubungkan ke Firebase. Kemudian menerima dan menampilkannya melalui aplikasi mobile yang telah dirancang [12].

III. METODE

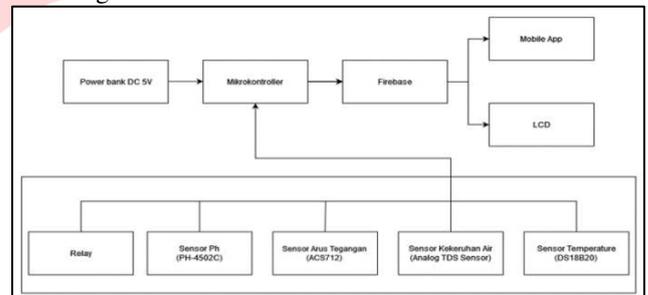
A. Perancangan Desain Alat



GAMBAR 3.1
Perancangan Desain Produk

Pada gambar 3.1 merupakan perancangan desain produk yang akan dibuat, terdapat beberapa bagian yang dibagi sebagai wadah untuk pemrosesan air dan tempat untuk sensor yang digunakan.

B. Diagram Blok



GAMBAR 3.2
Diagram Blok

Pada gambar 3.2 dimulai dengan menggunakan sumber dari Power Bank dengan keluaran 5V sebagai catu dayanya. Tegangan 5V DC untuk sumber tegangan Relay, Sensor (pH, arus, TDS & temperature) dan mikrokontroler. Mikrokontroler sebagai pengontrol utama dari sistem yang akan menerima masukan dari sensor tersebut. Selain menerima masukan, mikrokontroler ini juga mengelola keluaran. Keluaran yang diperoleh dari mikrokontroler yaitu nilai dari sensor dan dikirimkan outputnya ke mobile app serta LCD.

TABEL 4.1
Hasil Pengujian Sensor Suhu

No.	ORP Meter (°C)	Sensor Suhu (°C)	Persentase Kesalahan (%)
1	28.2	28.31	0.39
2	29.1	28.81	0.99
3	30.1	30.37	0.89
4	30.8	31.00	0.65
5	30.9	31.25	1.13
Rata-rata Persentase Kesalahan			0.81

Pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa sensor masih memiliki persentase kesalahan jika dibandingkan dengan alat ukur orp meter. Nilai persentase kesalahan didapatkan melalui rumus seperti dibawah ini

$$\text{Persentase Kesalahan (\%)} = \frac{|\text{Nilai ORP Meter} - (\text{Nilai Sensor Suhu})|}{(\text{Nilai ORP Meter})} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kesalahan (\%)} = \frac{|(28.2) - (28.31)|}{(28.2)} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kesalahan (\%)} = \frac{0.11}{28.2} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kesalahan (\%)} = 0.39\%$$

Kemudian untuk perhitungan rata-rata persentase kesalahan didapatkan nilai sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata Persentase Kesalahan (\%)} = \frac{\sum \text{Persentase Kesalahan}}{\sum \text{Percobaan Pengujian}} \times 100\%$$

$$\text{Rata-rata Persentase Kesalahan (\%)} = \frac{4.05}{5} \times 100\%$$

$$\text{Rata-rata Persentase Kesalahan (\%)} = 0.81\%$$

B. Pengujian Sensor TDS

Pada pengujian sensor TDS dilakukan dengan lima kali pengujian, dimana setiap pengujian dilakukan selama 10 menit sekali untuk pengambilan data sensor. Untuk hasil pengujian analog tds sensor dengan tds meter dapat dilihat pada Tabel 4.2. dibawah ini.

TABEL 4.2
Hasil Pengujian Sensor TDS dengan TDS Meter

No.	TDS Meter	Sensor TDS	Persentase Kesalahan (%)
1	74	77	4%
2	79	77	2.5%
3	80	78	2.5%
4	81	80	1.2%
5	85	82	3.5%
Rata-rata error			2.74%

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa sensor masih memiliki persentase kesalahan jika dibandingkan dengan alat ukur tds meter. Nilai persentase kesalahan didapatkan melalui rumus seperti dibawah ini:

$$\text{Persentase Kesalahan (\%)} = \frac{|\text{Nilai TDS Meter} - (\text{Nilai Sensor TDS})|}{(\text{Nilai TDS Meter})} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kesalahan (\%)} = \frac{|(74) - (77)|}{(74)} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kesalahan (\%)} = \frac{3}{74} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kesalahan (\%)} = 4\%$$

Untuk perhitungan rata-rata persentase kesalahan didapatkan nilai sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata Persentase Kesalahan (\%)} = \frac{\sum \text{Persentase Kesalahan}}{\sum \text{Percobaan Pengujian}} \times 100\%$$

$$\text{Rata-rata Persentase Kesalahan (\%)} = \frac{13.7}{5} \times 100\%$$

$$\text{Rata-rata Persentase Kesalahan (\%)} = 2.74\%$$

C. Pengujian Sensor pH

Pada pengujian sensor pH dilakukan dengan lima kali pengujian, dimana setiap pengujian dilakukan selama 10 menit sekali untuk pengambilan data sensor. Untuk hasil pengujian sensor pH (PH4502-C) dengan pH meter dapat dilihat pada Tabel 4.3 dibawah ini:

TABEL 4.3
Hasil Pengujian Sensor pH dengan pH meter

No.	pH Meter	Sensor pH	Persentase Kesalahan (%)
1	8.98	8.96	0.22%
2	9.03	9.17	1.55%
3	9.15	9.38	2.51%
4	9.21	9.55	3.69%
5	9.38	9.66	2.98%
Rata-rata error			2.19%

Nilai persentase kesalahan didapatkan melalui rumus seperti dibawah ini:

$$\text{Persentase Kesalahan (\%)} = \frac{|\text{Nilai pH Meter} - (\text{Nilai Sensor pH})|}{(\text{Nilai pH Meter})} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kesalahan (\%)} = \frac{|(8.98) - (8.96)|}{(8.98)} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kesalahan (\%)} = \frac{0.02}{8.98} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kesalahan (\%)} = 0.22\%$$

Untuk perhitungan rata-rata persentase kesalahan didapatkan nilai sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata Persentase Kesalahan (\%)} = \frac{\sum \text{Persentase Kesalahan}}{\sum \text{Percobaan Pengujian}} \times 100\%$$

$$\text{Rata-rata Persentase Kesalahan (\%)} = \frac{10.95}{5} \times 100\%$$

$$\text{Rata-rata Persentase Kesalahan (\%)} = 2.19\%$$

D. Pengujian Sensor Arus

Pada pengujian sensor arus dilakukan dengan lima kali pengujian, dimana setiap pengujian dilakukan selama 10 menit sekali untuk pengambilan data sensor. Untuk hasil pengujian sensor arus dengan multimeter dapat dilihat pada Tabel 4.4 dibawah ini:

TABEL 4.4
Hasil Pengujian Sensor Arus dengan Mutimeter

No.	Multimeter	Sensor Arus	Persentase Kesalahan (%)
1	0.19	0.18	0.05%
2	0.18	0.18	0%
3	0.20	0.21	0.05%
4	0.25	0.25	0%
5	0.19	0.18	0.05%
Rata-rata error			0.03%

Nilai persentase kesalahan didapatkan melalui rumus seperti dibawah ini:

$$\text{Persentase Kesalahan (\%)} = \frac{(|\text{Nilai Multimeter}| - |\text{Nilai Sensor Arus}|)}{(\text{Nilai Multimeter})} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kesalahan (\%)} = \frac{|(0.19) - (0.18)|}{(0.19)} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kesalahan (\%)} = \frac{0.01}{0.19} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kesalahan (\%)} = 0.05\%$$

Untuk perhitungan rata-rata persentase kesalahan didapatkan nilai sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata Persentase Kesalahan (\%)} = \frac{\sum \text{Persentase Kesalahan}}{\sum \text{Percobaan Pengujian}} \times 100\%$$

$$\text{Rata-rata Persentase Kesalahan (\%)} = \frac{0.15}{5} \times 100\%$$

$$\text{Rata-rata Persentase Kesalahan (\%)} = 0.03\%$$

E. Pengujian LCD 12C

Pada pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah LCD dapat berjalan dengan baik dan juga nilai atau data dari komponen yang dikontrol oleh mikrokontroler ESP32 tersebut berhasil ditampilkan atau tidak dapat ditampilkan, hasil pengujian dapat dilihat pada table 4.5 dibawah ini:

TABEL 4 5
Hasil Pengujian LCD 12C

No.	Nilai Sensor	Hasil Tampilan	Keterangan
1	Sensor Suhu (°C)		MONITORING PWI Suhu: 29.06°C
2	Sensor TDS (ppm)		MONITORING PWI TDS: 318ppm
3	Sensor pH (pH)		MONITORING PWI pH: 8.15
4	Sensor Arus (A)		MONITORING PWI Arus: 0.05A

F. Pengujian Relay 1 Channel

Pada pengujian ini dilakukan untuk melihat tampilan *dashboard* pada pengujian relay 1 channel ini dilakukan dengan cara menghidupkan dan mematikan relay dengan menggunakan aplikasi *mobile*. Untuk hasil pengujian relay 1 channel dengan *stopwatch handphone* untuk menghitung waktu proses *on* dan *off* relay dapat dilihat pada Tabel 4.6 dibawah ini:

TABEL 4.6
Hasil Pengujian Relay 1 Channel dengan Stopwatch Handphone

Percobaan ke-	ON	Waktu Proses ON (s)	OFF	Waktu Proses OFF (s)
1	Berhasil Dihidupkan	3.80	Berhasil Dimatikan	4.63
2	Berhasil Dihidupkan	1.95	Berhasil Dimatikan	8.33
3	Berhasil Dihidupkan	6.01	Berhasil Dimatikan	4.19
4	Berhasil Dihidupkan	9.88	Berhasil Dimatikan	1.76
5	Berhasil Dihidupkan	6.20	Berhasil Dimatikan	3.72
6	Berhasil Dihidupkan	5.69	Berhasil Dimatikan	8.42
7	Berhasil Dihidupkan	7.10	Berhasil Dimatikan	4.18
8	Berhasil Dihidupkan	3.30	Berhasil Dimatikan	7.22
9	Berhasil Dihidupkan	5.76	Berhasil Dimatikan	6.40
10	Berhasil Dihidupkan	8.90	Berhasil Dimatikan	4.56

G. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pada pengujian keseluruhan sistem untuk mengecek apakah portable water ionizer berjalan dengan normal dan dapat mengelektrolisis air mineral menjadi air hidrogen maka kami melakukan pengamatan kinerja portable water ionizer dan sensor yang digunakan selama 10 menit sekali dengan volume air 4.5L dan juga kami melakukan 2 kali percobaan dengan mengisi volume air berbeda pada portable water ionizer mulai dari 1.5 dan 4 L dengan parameter pengamatan untuk alat yaitu suhu dan arus sedangkan parameter untuk air hidrogen yaitu pH,TDS, dan ORP meter. data pengujian dapat dilihat tabel dibawah ini.

TABEL 4.7
Volume Air 1.5 L Sebelum Elektrolisis

Pengujian	pH	TDS	Arus	Temperature	ORP
1	7.96	90	0	27.1	38
2	7.92	90	0	26	40
3	7,95	90	0	27	39
4	7,96	90	0	26,5	38
5	7.93	90	0	27	40

Pada tabel 4.7 diatas merupakan pengecekan air minum sebelum dilakukan elektrolisis dengan menggunakan volume air sebesar 1.5L dimana parameter yang dicek adalah pH,TDS,Arus,temperatur dan ORP

TABEL 4.8
Volume Air 1.5 L Setelah Elektrolisis

Pengujian	pH	TDS	Arus	Temp erature	ORP	Lama waktu mencapai 29°C
1	9.22	107	0.25	29.02	-175	24 Menit
2	9.08	101	0,24	29.03	-164	25 Menit
3	9,25	103	0,25	29,08	-176	24 Menit
4	9,10	106	0,23	29,05	-162	27 Menit
5	9,11	102	0,25	29,07	-163	25 Menit

Pada tabel 4.8 diatas merupakan hasil dari proses elektrolisis dari volume air 1.5L, dimana elektrolisis dilakukan hingga temperatur menyentuh 29°C dan parameter yang diamati selain temperatur yaitu pH,TDS,arus dan ORP.

TABEL 4.9
Volume Air 4 L Sebelum Elektrolisis

Pengujian	pH	TDS	Arus	Temperature	ORP
-----------	----	-----	------	-------------	-----

1	7,89	90	0	26	39
2	7,93	90	0	27,3	43
3	7,87	90	0	27,4	41
4	7,90	90	0	26,5	38
5	7,94	90	0	26,7	40

Pada tabel 4.9 diatas merupakan pengecekan air minum sebelum dilakukan elektrolisis dengan menggunakan volume air sebesar 4L dimana parameter yang dicek adalah pH,TDS,Arus,temperatur dan ORP.

TABEL 4.10
Volume Air 4 L Setelah Elektrolisis

Pengujian	pH	TDS	Arus	Temp erature	ORP	Lama waktu mencapai 29°C
1	9,55	107	0,25	29,00	-232	60 Menit
2	9,44	104	0,24	29,20	-210	45 Menit
3	9,32	107	0,26	29,21	-220	47 Menit
4	9,55	103	0,27	29,03	-221	60 Menit
5	9,53	105	0,23	29,02	-219	60 Menit

Pada tabel 4.10 diatas merupakan hasil dari proses elektrolisis dari volume air 4L, dimana elektrolisis dilakukan hingga temperatur menyentuh 29°C dan parameter yang diamati selain temperatur yaitu pH,TDS,arus dan ORP.

TABEL 4.11
Pengujian Sensor Selama 10 Menit

	Menit Ke -	pH	Temperature (°C)	Tds (ppm)	Arus (A)
1	0	8.32	28.19	99	0
	10	8.55	28.69	102	0.25
	20	9.55	29.00	107	0.21
	30				
2	0	8.47	28.69	92	0
	10	8.67	28.80	102	0.29
	20	9.44	29.00	104	0.25
	30				
3	0	8.47	28.19	91	0
	10	8.89	28.30	93	0.25
	20	9.01	28.43	95	0.26
	30	9.20	28.69	99	0.27
	40	9.32	29.00	107	0.25
	50				

Pada tabel 4.11 diatas merupakan pengujian dari kinerja portable water ionizer dan sensor yang digunakan selama 10 menit sekali. Didapatkan nilai pH, TDS, arus dan temperature meningkat dari sebelum proses elektrolisis. Hal ini menandakan bahwa alat Portable Water Ionizer dan sensor bekerja sesuai apa yang diinginkan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dikembangkan berfungsi dengan baik sesuai dengan tujuan yang diharapkan berdasarkan tabel dan grafik pada hasil pengujian.

Pengujian alat dan sensor menunjukkan bahwa sensor pH, suhu, TDS, dan arus bekerja dengan baik dan memberikan nilai yang akurat. Terdapat beberapa perbedaan dan ketidakakuratan pada beberapa pengujian, yang dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kebersihan sensor, karakteristik sensor, atau pengaruh

aliran listrik. Namun, secara keseluruhan, sensor-sensor tersebut bekerja dengan baik dan dapat mengirim data yang akurat.

Sistem yang dikembangkan berhasil mencapai tujuan yang diharapkan dan memberikan kinerja yang baik. Namun, terdapat beberapa faktor dan lingkungan yang dapat mempengaruhi hasil pengujian dan kinerja sistem.

REFERENSI

- [1] H. Sofyan Tsauri, "MSDM Manajemen Sumber Daya Manusia," Cetakan I: Juli 2013, ISBN: 978-602-8716-71-0.
- [2] SUMARYANTO, "Teknologi Internet Of Things Menjadi Salah Satu Solusi Atasi Kekeringan Dan Ketersediaan Air Bersih," 2023.
- [3] F. Chuzaini, D. Dzulkifli, "IoT Monitoring Kualitas Air dengan Menggunakan Sensor Suhu, pH, dan Total Dissolved Solids (TDS)," *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, vol. 11, no. 3, pp. 46-56, 2022.
- [4] P. Studi, "Rancang Bangun Smart Meter System untuk Penggunaan Air pada Rumah Tangga Berbasis Internet Of Things (Smart Meter System Design for Water Usage in Households Based on Internet of Things)," [Online]. Available: <http://jcosine.if.unram.ac.id/>
- [5] A. Dwi Prasetya et al., "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Pendeteksi Lokasi Kebocoran Pipa Berdasarkan Analisis Debit Air Berbasis IoT," 2020.
- [6] G. A. Saputra, "Analisis Cara Kerja Sensor Ph-E4502c Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Merancang Alat Pengendalian Ph Air Pada Tambak," December, pp. 1-45, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32110.84809>
- [7] J. R. Kumar and K. Zaki, "IoT based system for monitoring and control of industrial process using real-time firebase database," in *AIP Conference Proceedings*, American Institute of Physics Inc., Feb. 2023. doi: 10.1063/5.0100856.
- [8] D. F. Anggun Suci, "Rancang Bangun Alat Monitoring Denyut Nadi dan Suhu Tubuh dengan," pp. 3-33, 2018.
- [9] A. L. Alviero, D. S. Nugroho, "Pengaplikasian Sensor Arus ACS712 Sebagai Sistem Proteksi Pada Alat Penghitung Kertas Otomatis Berbasis IoT," *Journal of Mechanical and Electrical Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 1-6, Januari 2023, E-ISSN 2809-9605 | P-ISSN 2827-8097.
- [10] Aldiyan, Muchammad Sony, "PURWARUPA PENGATUR SUHU DAN PEMBALIK TELUR OTOMATIS PADA INKUBATOR TELUR BERBASIS IOT," 2021.
- [11] Hery Suryantoro, Almira Budiyanto, "PROTOTYPE SISTEM MONITORING LEVEL AIR BERBASIS LABVIEW & ARDUINO SEBAGAI SARANA PENDUKUNG PRAKTIKUM INSTRUMENTASI SISTEM KENDALI," vol. 1, no. 3, pp. 20-32, 2019.

- [12] A. Y. Mohammed, R. M. Hagem, "Design and Implementation of Monitoring System for Power Stations Based on IoT," vol. 5, issue 8, pp. 1-8, August 2020.

