

Otomatisasi Elektrolisis Dengan Integrasi Aplikasi Web Untuk Pemantauan Dan Kontrol

1st Yonathan Verrel Lou Drie

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

yonathanverrel@student.telkomuniversi
ty.ac.id

2nd Ekki Kurniawan

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

ekki.kurniawan@telkomuniversity.ac.id

3rd Faisal Budiman

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

faisalbudiman@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Elektrolisis sudah ada dipasaran, namun alat tersebut memiliki beberapa kelemahan yaitu masih diproduksi oleh luar negeri, harga mahal, dan tidak ada aplikasinya. Tujuan dari penelitian adalah merancang desain implementasi berkaitan dengan platform dan sistem yang terotomatisasi dalam kontrol ataupun pemantauan untuk elektrolisis serta melakukan perekaman data terkait keadaan bahan. Perangkat elektrolisis memiliki satu siklus yang terdiri dari proses pengisian, elektrolisis, dan pengeluaran produk. Proses pengisian menggunakan pompa air. Proses elektrolisis dijalankan dengan menggunakan elektroda dan dipantau keadaan bahan baku dengan menggunakan sensor pH, tds, ultrasonic, dan suhu dan akan dikirimkan menuju ke database. Proses pengeluaran berjalan menggunakan solenoid valve. Data yang didapatkan ditampilkan dan dikontrol dengan menggunakan website application. Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa dalam 30 percobaan yang dilakukan terhadap elektrolisis selama 10 menit menghasilkan penurunan nilai tds dengan rata-rata 19 ppm, nilai pH pada sisi katoda turun 1,25 dan pada anoda pH naik sebesar 0,87. Pada Penggunaan Aplikasi diketahui bahwa aplikasi dapat digunakan untuk segala sistem operasi, dan uji performansi menunjukan bahwa aplikasi tidak memberatkan perangkat.

Kata kunci— elektrolisis, aplikasi web, otomasi, iot

I. PENDAHULUAN

Elektrolisis merupakan sebuah metode yang digunakan untuk menguraikan atau merubah senyawa kimia dengan arus listrik yang dilewatkan melalui elektroda. proses elektrolisis mengakibatkan reaksi redoks dimana terjadi konversi energi listrik menjadi energi kimia. Komponen penting yang digunakan untuk elektrolisis adalah larutan elektrolit, hal tersebut terjadi karena ion dalam larutan mampu bergerak dengan bebas [1]. Setelah dilakukannya proses elektrolisis akan dihasilkan air basa dan air asam. Seiring perkembangan zaman elektrolisis dapat digunakan untuk kebutuhan rumah tangga ataupun industri, sebagai contoh elektrolisis dapat digunakan untuk pembuatan desinfektan, pupuk, penjernihan air, dan lain lain. Untuk saat ini alat elektrolisis sudah ada dipasaran, namun alat tersebut memiliki beberapa kelemahan seperti produksi luar negeri, harga yang cukup mahal, dan tidak ada aplikasinya. Salah satu produk keluaran perusahaan memiliki harga yang cukup mahal, yaitu berharga diatas 2000 dolar untuk alat elektrolisis tipe batch dengan volume 8 liter [2].

Pada penelitian sebelumnya telah didesain sebuah alat elektrolisis dengan menggunakan sensor INA219, DS18B20,

pH 4520C. Hal yang diuji pada penelitian ini adalah pengujian catu daya, pulse with modulation, sensor, dan sistem kontrol [3]. Kemudian untuk integrasi dengan alat menjadi perangkat IoT juga telah dikembangkan dengan menggunakan mobile app sebagai media kontroling dan monitoring [4]. Untuk penelitian yang telah disebutkan, memiliki beberapa kekurangan pada rancangan dan sistem. Kekurangan penelitian tersebut pada perangkat kerasnya yaitu belum menggunakan sensor TDS untuk mengukur jumlah padatan terlarut pada cairan, sensor ultrasonic untuk mengukur ketinggian cairan, dan sistem belum dapat digunakan secara kontinu sehingga produk yang dihasilkan sedikit. Pada perangkat lunak juga memiliki kekurangan yaitu belum terdapat pencatatan riwayat pembacaan data sensor sehingga data yang ada tidak dapat di track atau dilacak, dan aplikasi hanya dapat digunakan di gawai saja.

Dengan kekurangan yang ada, maka penelitian ditujukan untuk melengkapi atau menyempurnakan sistem yang telah dirancang pada penelitian sebelumnya. Dalam penelitian ini dibuatlah sebuah sistem elektrolisis yang berjalan secara otomatis atau dikontrol menggunakan web application. Sistem terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri dari dua microcontroller yaitu node mcu, masing masing memiliki tugas yang berbeda yaitu sebagai kontrol aktuator dan sebagai pemantauan data sensor. Aktuator yang digunakan adalah pompa air untuk mendistribusikan air, serta elektroda untuk elektrolisis. Sensor yang digunakan adalah tds, pH, ultrasonic, dan temperatur. Setiap perubahan pembacaan sensor dikirimkan menuju database dan dibaca di perangkat lunak. Perangkat lunak yang dirancang juga dapat digunakan untuk kontrol perangkat keras. Perancangan sistem pada penelitian diharapkan dapat meningkatkan hasil produksi elektrolisis, dan mempermudah pembacaan data dan kontrol diberbagai perangkat. [10 pts]

II. KAJIAN TEORI

A. Sel Elektrolisis

Sel elektrolisis adalah sel elektrokimia yang dihasilkan dengan menggunakan energi listrik untuk menjalankan reaksi redoks yang tidak spontan [8]. Elektrolisis merupakan sebuah metode yang digunakan untuk menguraikan atau merubah senyawa kimia dengan arus listrik yang dilewatkan melalui elektroda. Elektron dialirkan dari katoda menuju anoda dimana ion positif akan tertarik menuju katoda sehingga terjadi reduksi sedangkan ion negatif tertarik menuju anoda

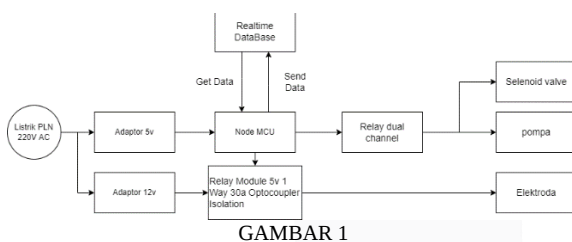
sehingga terjadi oksidasi. Secara umum sel elektrolisis dijalankan dengan menggunakan sumber arus searah, elektoda, dan elektrolit. Elektroda terbagi menjadi dua macam yaitu inert dan non inert. Elektroda inert yaitu karbon (C), emas (Au), dan platina (Pt). elektroda non inert sebagai contoh adalah tembaga (Cu), seng (Zn), besi (Fe), dan sebagainya. Elektrolit merupakan lelehan atau larutan yang dapat menjadi konduktor.

B. Internet of Thing

Internet of Thing merupakan suatu sistem memiliki kemampuan komputasi yang tidak perlu melakukan interaksi secara nirkabel atau telah terhubung dengan cloud dan mampu memverifikasi atau mengidentifikasi diri ke perangkat lain. "IoT" dapat dikatakan sebagai suatu environment perangkat yang terintegrasi dengan jaringan sehingga dapat melakukan komunikasi data antar perangkat. IoT berjalan dengan menggunakan argumentasi yang telah diprogram dimana masing-masing sintaks argumen menghasilkan komunikasi antar perangkat yang telah terkoneksi jaringan yang telah dikonfigurasi. Internet berperan sebagai media penghubung tiap komunikasi / pertukaran data perangkat.

III. METODE

A. Diagram Blok Sistem



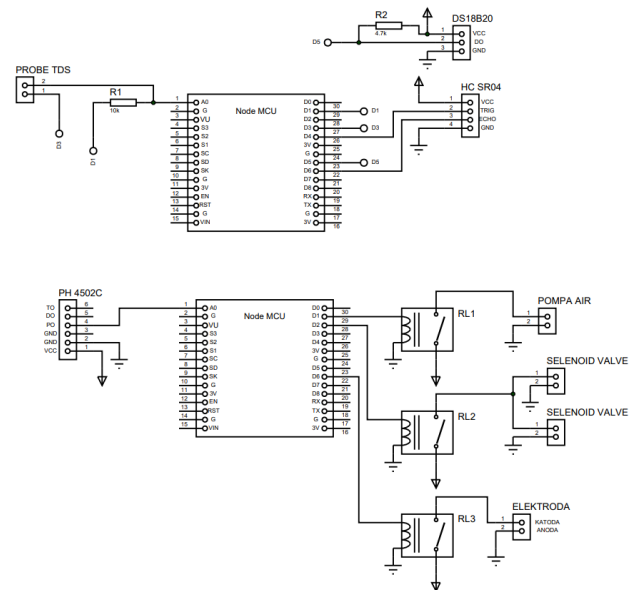
GAMBAR 1

Alur proses yang terjadi pada blok diagram kontrol pada Gambar 1 dapat dijabarkan menjadi beberapa poin sebagai berikut :

1. Digunakan adaptor 5v untuk node mcu serta relay dual channel dan adaptor 12 volt untuk elektroda.
2. Sistem akan membaca data dari realtime database meliputi state electrolyze yang digunakan untuk sebagai parameter logika pada elektroda, isDone sebagai parameter logika pada selenoid valve, Status sebagai parameter logika pada aplikasi, power sebagai parameter untuk menjalankan sistem, volume yang digunakan sebagai parameter untuk nilai ketinggian air, dan batasAtas sebagai parameter pembandingan untuk parameter volume.
3. Kondisi jika parameter volume berada dibawah batasAtas , power bernilai true, electrolyze bernilai false, isDone bernilai false, dan status bernilai false maka relay akan mengaktifkan pompa dan aktuator lain tetap dalam keadaan mati.
4. Kondisi jika parameter volume berada pada batasAtas , power bernilai true, electrolyze bernilai true, isDone bernilai false, dan status bernilai true maka relay akan mengaktifkan elektroda dan aktuator lain tetap dalam keadaan mati.

5. Kondisi jika parameter volume berada pada batasAtas , power bernilai true, electrolyze bernilai false, dan isDone bernilai true maka relay akan mengaktifkan selenoid valve dan aktuator lain tetap dalam keadaan mati.

B. Desain Perangkat Keras



GAMBAR 2

TABEL 1

Nomor	Kontroler	pin kontroler	pin tujuan
1	Node Mcu 1	A0	output TDS
2		D5	output DS18B20
3		D1	VCC TDS
4		D3	GND TDS
5		D4	TRIG pin HC SR04
6	Node Mcu 2	D6	ECHO pin HC SR04
7		A0	PO PH 4502
8		D1	EN 1 Relay Module 4 Channel
9		D2	EN 2 Relay Module 4 Channel
10		D6	IN Relay OPTOCOUPLER

Implementasi daripada sistem ini berupa perpaduan interaksi antar perangkat keras serta perangkat lunak. Berdasarkan desain perangkat keras yang terdapat pada Gambar 2, berikut merupakan komponen penyusunnya seperti elektroda karbon, Sensor PH-4502C, TDS, Power Supply, Relay, node mcu, sensor ultrasonic, selenoid valve, dan pompa. Tabel 1 menunjukkan konfigurasi pin input serta output pada sistem.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Website Application di Berbagai Perangkat

TABEL 2

No	Perangkat	Sistem Operasi	Keterangan
1	Komputer	Windows	Berhasil
2	Iphone Xr	iOS	Berhasil
3	Xiaomi MIA1	Android	Berhasil

4	Samsung a6+	Android	Berhasil
5	Poco F3	Android	Berhasil
6	Xiaomi MiA2	Android	Berhasil
7	Redmi note 8	Android	Berhasil

Berdasarkan pada tabel 2, *website application* berhasil diakses dan digunakan pada berbagai perangkat serta sistem operasi yang berbeda beda. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jenis perangkat serta sistem operasi tidak mempengaruhi akses pada aplikasi tersebut dan aplikasi dapat digunakan dalam lintas perangkat.

B. Pengujian Keberhasilan Perekamannya Data Tiap Menit Sensor Pada Microcontroller

TABEL 3

NO	Timestamp	Respon Serial Monitor	Status
1	09:35:27	/data/-NOYiJMSlGEQqZeMGsY2 no error response	Berhasil
2	09:36:02	/data/-NOYiS10sRlbioSCe_q0 no error response	Berhasil
3	09:37:05	/data/-NOYigHL-hh_os40j0Iw no error response	Berhasil
4	09:38:02	/data/-NOYiuH6aIvZoQcESXrC no error response	Berhasil
5	09:39:06	/data/-NOYj8sV2LN7dbbYuAqG no error response	Berhasil
6	09:40:02	/data/-NOYjMe-aw2z4-jBhrGC no error response	Berhasil
7	09:41:05	/data/-NOYjasBZD-fcnRDx04J no error response	Berhasil
8	09:42:02	CUT HERE FOR EXCEPTION DECODER	Gagal
9	09:42:16	/data/-NOYjsIBwbUar0vEdR6 no error response	Berhasil
10	09:43:08	/data/-NOYk3uuA52pDeCwyJzk no error response	Berhasil

Respon yang diberikan mikrokontroler pada serial monitor ketika pengiriman data berhasil adalah berisikan format database berupa /parent name/uid dan no error response. Jika pengiriman gagal sistem akan menampilkan CUT HERE FOR EXCEPTION DECODER yang merupakan runtime error sehingga memaksa microcontroller melakukan watchdog restart. Berdasarkan data yang diberikan pada tabel 3 terdapat 10 sampel dimana satu data mengalami kegagalan namun diketahui juga bahwa tiap menitnya mikrokontroler akan selalu melakukan pengiriman data. Sehingga tingkat keberhasilan yang didapat adalah 90%.

C. Pengujian Sistem Pengisian Air Pada Bejana

TABEL 4

no	Waktu (detik)	Volume (Liter)
1	0	1,404
2	30	1,872
3	60	2,34
4	90	3,276
5	120	3,744
6	150	4,212
7	180	4,68
8	210	5,148
9	240	5,148
10	270	5,148
11	300	5,616
12	330	6,084
13	360	6,084
14	390	6,552
15	420	6,552
16	450	6,552
17	480	6,552
18	510	7,02

Pada percobaan pengisian air menuju ke bejana elektrolisis membutuhkan waktu sekiranya 8 menit 30 detik atau 510 sekon dari keadaan awal berisikan 1,404 liter menuju ke 7,02 liter. Berdasarkan tabel 4 ketinggian air sempat berada dititik konstan seperti pada detik 210 menuju 270. Penyebab hal tersebut antara lain yaitu wadah bahan yang akan dialirkan menuju wadah elektrolisis ketinggian airnya kurang sehingga menyebabkan debit air yang alirkan terbilang kecil.

D. Pengujian Monitoring Sistem Elektrolisis Air

TABEL 5

no	Sebelum			Sesudah			Selisih perubahan		
	tds (ppm)	ph	suhu (°C)	tds (ppm)	ph	suhu (°C)	tds (ppm)	ph	suhu (°C)
1	271	6,7	27	226	7,56	26	45	0,86	1
2	240	6,6	27	206	7,64	26	34	1,04	1
3	237	6,83	27	214	7,68	26	23	0,85	1
4	225	7,2	26	208	8,04	26	17	0,84	0
5	235	6,98	26	201	7,42	27	34	0,44	1
6	180	7,08	27	165	8,12	27	15	1,04	0
7	165	6,87	27	150	8,47	27	15	1,6	0
8	162	6,48	27	146	9,05	27	16	2,57	0
9	180	6,9	27	155	7,9	27	25	1	0

10	22 5	6,8 8	27	218	7,4 4	27	7	0,56	0
11	24 2	6,9	27	230	7,9	27	12	1	0
12	24 9	7,1	26	230	7,8 1	27	19	0,71	1
13	26 7	7,1 7	26	237	7,8 3	26	30	0,66	0
14	27 9	7,0 6	26	260	7,8 5	26	19	0,79	0
15	26 7	7,1	26	260	7,7	27	7	0,6	1
16	27 2	7,1 4	26	261	7,6 8	27	11	0,54	1
17	28 0	7,4 5	26	270	8	27	10	0,55	1
18	30 8	6,3 4	27	232	8,6 6	27	76	2,32	0
19	27 8	7,5 6	26	265	8,3	26	13	0,74	0
20	27 4	7,4 4	26	264	8,1 4	26	10	0,7	0
21	23 3	7,4	26	244	8,0 6	26	11	0,66	0
22	33 0	6,8 7	26	313	7,7 3	26	17	0,86	0
23	30 7	7	26	284	7,6	26	23	0,6	0
24	31 4	7,0 6	26	293	8,0 4	26	21	0,98	0
25	28 6	7,1 2	26	275	7,6	26	11	0,48	0
26	29 2	6,9	26	285	7,8 9	26	7	0,99	0
27	28 5	7,1 5	26	273	7,6 9	26	12	0,54	0
28	28 0	7,0 6	26	269	7,6 4	26	11	0,58	0
29	27 6	6,9 5	26	272	7,4 6	27	4	0,51	1
30	28 0	7,0 6	26	264	7,6	26	16	0,54	0
rata rata							19,0 3333	0,871 667	0,3

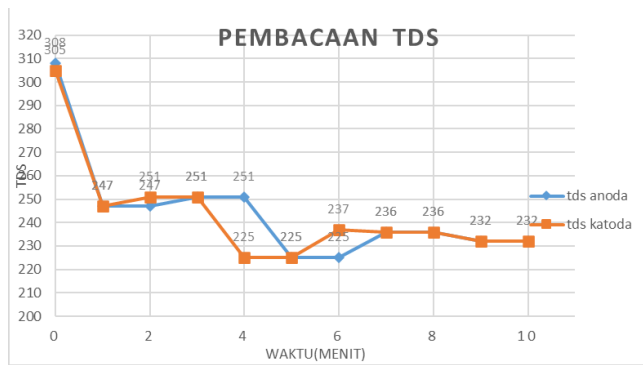
TABEL 6

no	Sebelum			Sesudah			Selisih perubahan		
	tds (p p m)	ph	suh u (° C)	tds (pp m)	ph	suh u (° C)	tds (ppm)	ph	suhu (° C)
1	28 0	6,8	27	229	6,1 1	27	51	0,69	0
2	24 3	6,8 7	26	212	6,1 5	26	31	0,72	0
3	25 6	7	26	210	6,1 3	26	46	0,87	0
4	23 0	7,3 7	26	217	6,0 4	26	13	1,33	0
5	22 9	7,2 1	26	198	6,7	26	31	0,51	0
6	17 5	7,1 7	27	166	6,5 8	27	9	0,59	0
7	16 7	6,9 8	27	156	6,0 7	27	11	0,91	0
8	16 2	6,6 5	27	146	4,8 6	27	16	1,79	0
9	17 8	7,7 5	27	157	6,6 1	27	21	1,14	0
10	23 3	6,8 7	27	217	6,0 4	27	16	0,83	0
11	25 3	6,8 5	27	242	6,2 1	26	11	0,64	1

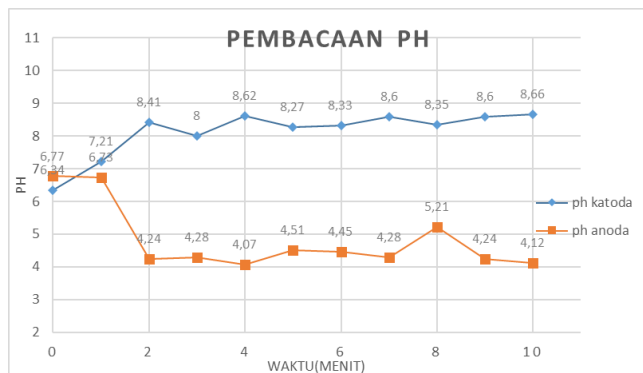
12	25 1	7	26	237	6,2 3	27	14	0,77	1
13	25 3	7,1 2	26	242	6,5	26	11	0,62	0
14	27 2	7,2 1	26	266	6,4 8	27	6	0,73	1
15	28 4	7,2	26	264	6	27	20	1,2	1
16	28 1	7,0 8	26	259	5,8 6	27	22	1,22	1
17	27 7	7,5	27	270	6,3 8	27	7	1,12	0
18	30 5	6,7 7	27	232	4,1 2	27	73	2,65	0
19	28 1	7,3 5	26	261	6,1 7	26	20	1,18	0
20	28 7	7,3 9	26	256	5,5 1	26	31	1,88	0
21	23 0	7	26	224	5,2 4	26	6	1,76	0
22	32 8	7,2	26	320	5,4 2	26	8	1,78	0
23	31 8	6,7	26	297	5,4 3	26	21	1,27	0
24	30 4	6,8 1	26	297	5,0 3	26	7	1,78	0
25	29 0	6,7 7	26	280	4,8 6	26	10	1,91	0
26	29 0	6,4 6	26	276	4,8	26	14	1,66	0
27	29 0	6,6 1	26	277	4,7 6	26	13	1,85	0
28	27 2	6,4 2	26	254	5,1 9	26	18	1,23	0
29	25 7	6,3 2	26	247	4,7 4	26	10	1,58	0
30	28 4	6,5	26	275	5,0 5	26	9	1,45	0
rata rata							19,2	1,25 5333	0,166 667

TABEL 7

Waktu (menit)	Katoda			Anoda		
	tds (ppm)	suhu (° C)	ph	tds (ppm)	suhu (° C)	ph
0	308	27	6,34	305	27	6,77
1	247	27	7,21	247	27	6,73
2	247	27	8,41	251	27	4,24
3	251	27	8	251	27	4,28
4	251	27	8,62	225	27	4,07
5	225	27	8,27	225	27	4,51
6	225	27	8,33	237	27	4,45
7	236	27	8,6	236	27	4,28
8	236	27	8,35	236	27	5,21
9	232	27	8,6	232	27	4,24
10	232	27	8,66	232	27	4,12
perubahan tds	76			73		
perubahan suhu		0			0	
perubahan ph			2,32			2,65

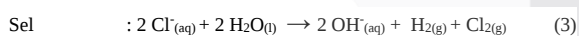
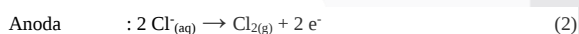
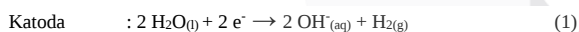


GAMBAR 3



GAMBAR 4

Tabel 7 merupakan hasil pemantauan elektrolisis pada percobaan terhadap satuan waktu. Tabel 7 dilihat dari visualisasi datanya akan menghasilkan grafik yang ada pada gambar 3 dan gambar 4. Dapat dilihat dalam gambar 3 bahwasanya setiap menitnya nilai tds yang ada pada elektroda akan menurun hingga bernilai 232 ppm selama 10 menit. Gambar 4 menunjukkan data perubahan ph terhadap satuan waktu ketika dilakukannya percobaan elektrolisis, terlihat bahwasanya ph pada katoda akan menurun nilainya tiap satuan waktu hingga mencapai nilai 4,32 dan pada anoda pH akan mengalami kenaikan hingga mencapai nilai 8,66 dalam 10 menit.



Pada katoda akan menghasilkan reaksi seperti yang terlihat pada persamaan 1 yaitu gas H₂ dan OH⁻ dalam bentuk NaOH. Sifat larutan yang ada pada katoda adalah basa. Pada bagian anoda terlihat sebuah reaksi pada persamaan 2 sehingga menghasilkan gas Cl₂. Berdasarkan data yang telah didapat pada tabel 5 dan tabel 6 yaitu data hasil dilakukannya 30 kali percobaan diketahui bahwa sistem elektrolisis berjalan dengan baik. Hal tersebut dibuktikan pada tabel 5 dan tabel 6 nilai ph dan tds berubah dari kondisi awal menuju ke kondisi akhir. Pada anoda mendapat nilai rata rata perubahan ketika dilakukan 30 kali percobaan yaitu pH naik sebesar 0,87 dan tds turun sebesar 19 ppm. Kemudian pada katoda nilai pH turun sebesar 1,25 dan tds turun sebesar 19 ppm. Ketika berjalannya proses elektrolisis, suhu tidak mengalami perubahan yang signifikan sehingga diketahui

bahwa proses elektrolisis tidak terlalu berdampak kepada perubahan suhu.

E. Pengujian Sistem Pengosongan Air Pada Bejana

TABEL 8

Nomor	Waktu (menit)	Volume (liter)
1	0	7,02
2	10	6,084
3	20	5,148
4	30	4,68
5	40	4,212
6	50	3,755
7	60	3,276
8	70	3,276
9	80	2,808
10	90	2,808
11	100	2,808
12	110	2,34

Berdasarkan data yang didapat pada tabel 8 diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk Pengeluaran air dari volume 7,02 l menuju ke 2,34 l membutuhkan waktu yang cukup lama yaitu 110 menit. Dapat dilihat bahwa semakin tinggi ketinggian air maka air yang keluar akan semakin banyak namun ketika air sudah berada di volume 2,808 l ketinggian cenderung stagnan atau air keluar hanya berupa tetesan kecil, hal tersebut diakibatkan kecilnya tekanan yang hendak mengeluarkan fluida menuju ke tempat lainnya.

V. KESIMPULAN

Perancangan sistem otomasi telah berhasil dilakukan. sistem memiliki siklus terdiri dari proses pengisian, proses elektrolisis, serta proses pengosongan. Proses pengisian air membutuhkan waktu 510 sekon. Untuk proses elektrolisis diatur dengan menggunakan durasi yang telah ditentukan user. Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa dalam 30 percobaan yang dilakukan terhadap elektrolisis selama 10 menit menghasilkan penurunan nilai tds rata rata yaitu 19 ppm, nilai ph pada sisi anoda turun 1,25 dan pada katoda pH naik sebesar 0,87. Proses pengosongan membutuhkan waktu yang lama yaitu 110 menit. Sehingga didapati bahwa perancangan menunjukan efisiensi yang baik kecuali pada proses pengosongan karena membutuhkan waktu yang cukup lama.

Platform website application dapat digunakan dengan baik dan diakses secara publik. Sistem otomasi elektrolisis mencakup pada otomatisasi kontrol proses pengisian air menuju bejana, elektrolisis, serta pengosongan air. Selain mampu melakukan kontrol, sistem dapat juga melakukan pemantauan, serta perekaman data yang akan ditampilkan atau divisualisasikan menggunakan website application. 3. Proses perekaman data berhasil dilakukan oleh mikrokontroler yang tiap perubahan menitnya akan mengirimkan data menuju database dengan tingkat keberhasilan 90%.

REFERENSI

- [1] Y. Wahyono, H. Sutanto, and E. Hidayanto, "Produksi gas hydrogen menggunakan metode elektrolisis dari elektrolit air dan air laut dengan penambahan katalis NaOH," *Youngster Physics Journal*, vol. 6, no. 4, pp. 353–359, 2017.
- [2] "NEW Hypo 7.5 Hypochlorous Acid Generator. Make 2 gallons HOCl in 8 min – Hypo Source." <https://hyposource.com/collections/hypochlorous-acid-generators/products/hypo-7-5> (accessed May 21, 2022).
- [3] E. Sugiarna, porman Pangaribuan, and I. Rodiana, "Pengontrolan Arus Elektrolisis pada Water Ionizer Untuk Menghasilkan Air Alkali, Air Hidrogen, dan Air Asam," 2021.
- [4] A. I. Safitri, P. Pangaribuan, and I. M. Rodiana, "PENGONTROLAN ARUS ELEKTROLISIS PADA WATER IONIZER BERBASIS INTERNET OF THINGS," 2021.
- [5] E. Kurniawan *et al.*, *PROSIDING Seminar Nasional Kimia UIN Sunan Gunung Djati Bandung 2019*. Bandung: Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, 2019.
- [6] A. Pamungkas, S. Yuwono, and E. Kurniawan, "Sistem Dc Chopper Sebagai Sumber Tegangan Sistem Elektrolisis Air Laut (dc Chopper System As Voltage Source For Sea Water Electrolysis) | Pamungkas | eProceedings of Engineering," in *e-Proceeding of Engineering*, Apr. 2019, p. 172. Accessed: May 10, 2022. [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/8786>
- [7] E. Kurniawan, R. Manfaati, and N. Kurniasih, "Portable Mineral Water Ionizer Alat Produksi Air Alkali dan Air Asam untuk Membantu Penderita Covid-19 di Indonesia | Gunung Djati Conference Series," in *Vol. 7 (2022): Seminar Nasional Kimia 2021, 2022*, pp. 51–59. Accessed: May 10, 2022. [Online]. Available: <http://conferences.uinsgd.ac.id/index.php/gdcs/article/view/604>
- [8] A. Wiyati, *SEL ELEKTROLISIS KIMIA KELAS XII*. Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN, 2020. Accessed: Jun. 01, 2022. [Online]. Available: http://repository.kemdikbud.go.id/22141/1/XII_Kimia_KD-3.6_Final.pdf
- [9] Savitry, "Pabrik Sodium Hipoklorit Dari Air Laut Dengan Proses Elektrolisa Pra Rencana Pabrik Oleh : Savitry Kurniastiti Npm. 0831010034 Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri".
- [10] G. Saputra and R. Endra, *Analisis Cara Kerja Sensor Ph-E4502c Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Merancang Alat Pengendalian Ph Air Pada Tambak*. 2020. doi: 10.13140/RG.2.2.32110.84809.
- [11] F. Nicola, "HUBUNGAN ANTARA KONDUKTIVITAS, TDS (Total Dissolved Solid)," pp. 7–9, Jun. 2015, Accessed: Apr. 24, 2022. [Online]. Available: <https://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/65590/081810301013%20wiwik.bak.pdf?sequence=1>
- [12] "PENGARUH DERAJAT KEASAMAN (pH) AIR LAUT YANG BERBEDA TERHADAP KONSENTRASI KALSIUM DAN LAJU PERTUMBUHAN Halimeda sp".
- [13] J. Sarwono, *Metodologi Penelitian Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif*, 1st ed. Bandung: Graha Ilmu, 2006.
- Accessed: May 21, 2022. [Online]. Available: https://www.academia.edu/21354427/Metode_penelitian_kuantitatif_and_kualitatif_Jonathan_Sarwono
- [14] "DIY TDS Meter Arduino Termurah Rp. 10.000 - YouTube." <https://www.youtube.com/watch?v=mUkx5C6QIqY&t=448s> (accessed Jun. 22, 2022).
- [15] "API - Application Programming Interface - Javatpoint." <https://www.javatpoint.com/api-application-programming-interface> (accessed Dec. 01, 2021).
- [16] A. Fauziah, E. Kurniawan, and M. Ramdhani, "Sistem Catu Daya Penghasil Air Alkali Dengan Modul Solar Cell", *eProceedings of Engineering*, vol. 6, no. 1, pp. 165–170, Apr. 2019, Accessed: Jun. 22, 2022. [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/8783>
- [17] E. Kurniawan, H. Bahti, A. Anggraeni, and I. Rahayu, "THE EFFECT OF POTENTIAL AND TDS TO CURRENT EFFICIENCY IN MINERAL WATER ELECTROLYSIS WITH SOLAR ENERGY SOURCE FOR PRODUCING ALKALINE AND ACIDIC WATER," *Rasayan J. Chem*, vol. 14, no. 2, p. 2021, 1011, doi: 10.31788/RJC.2021.1426235.
- [18] Kurniawan, E. Ramdhani, M. Manfaati, R., Deden, I. D., Anggraeni, A. Rahayu, I., Bahti, H. 2018. Elektrolisis Untuk Produksi Air Alkali Dan Asam Dengan Sumber Energi Modul Sel Surya, Prosiding Seminar Nasional Kimia UIN Sunan Gunung Djati Bandung.