

Penggunaan Sensor Ph dan *Turbidity* pada Peningkatan Ph Air Hujan di *Storage Rain Water Harvesting* Menjadi Air Siap Pakai

1st Rendy Elisa Charles
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

charlesrendy@student.telkomuniversity.ac.id

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

ekki.kurniawan@telkomuniversity.ac.id

3rd Erna Sri Sugesti
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ernasugesti@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Indonesia merupakan negara dengan curah hujan yang terbilang cukup tinggi. Rata-rata curah hujan di Indonesia berkisar antara 2.000 – 3.000 mm per tahun. Potensi air hujan yang begitu besar belum termanfaatkan dengan baik. Air hujan dapat menjadi sumber air yang menyegarkan dan aman untuk digunakan dalam keperluan sehari – hari. Namun, air hujan di Indonesia belum dapat langsung digunakan untuk keperluan sehari – hari. Dikarenakan, kadar pH air hujan di Indonesia mencapai 5.6 – 6 dan faktor kekeruhan air hujan yang turun dapat mengandung debu atau zat – zat yang berasal dari daun – daun atau pohon yang ada. Dimana pH tersebut masih tergolong sebagai pH ideal air hujan dan belum layak digunakan untuk aktifitas manusia sehari – hari. Kadar pH netral yang baik untuk digunakan sebagai keperluan sehari – hari adalah pH 7. Untuk memenuhi standar air yang dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari adalah dengan cara elektrolisis. Sebelum masuk ke proses elektrolisis, air hujan yang berada di dalam bak penampungan air hujan akan melakukan proses filtrasi agar mendapatkan hasil air yang maksimal.

Kata kunci— Air, elektrolisis, sensor pH, sensor *Turbidity*

Abstract— Indonesia is a country with relatively high rainfall. The average rainfall in Indonesia ranges from 2,000 – 3,000 mm per year. The huge potential of rainwater has not been utilized properly. Rainwater can be a refreshing and safe source of water for daily use. However, rainwater in Indonesia cannot be directly used for daily needs. This is because the pH level of rainwater in Indonesia reaches 5.6 – 6 and the turbidity factor of rainwater that falls can contain dust or substances derived from existing leaves or trees. Where the pH is still classified as the ideal pH of rainwater and is not suitable for daily human activities. A neutral pH level that is good for daily use is pH 7. To meet water standards that can be used for daily needs is by means of electrolysis. Before entering into the electrolysis process, the rainwater that is in the rainwater tank will carry out a filtration process in order to get maximum water yield.

Keywords— Rainwater, electrolysis, pH sensor, *Turbidity Sensor*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan untuk air bersih tiap harinya meningkat semakin besar sebanding dengan pertambahan jumlah penduduk. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017, standar baku mutu Kesehatan Lingkungan untuk media air untuk keperluan *Higiene* Sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia maksimum yang diperbolehkan. Berdasarkan rincian parameter tersebut, terdapat standar pH dan kekeruhan yang diperbolehkan terdapat pada air bersih yaitu 6,5 – 8,5 untuk pH air dan maksimal 25 NTU untuk kekeruhan air [1].

Air bersih yang dimurnikan melewati berbagai macam uji kualitas sampel air seperti uji kejernihan, pengukuran kandungan ion hidrogen (*power of hydrogen*) atau sering disebut dengan pH, salinitas, warna, dan lain – lain. Pengukuran pH air bertujuan untuk mengetahui konsentrasi ion H^+ dan OH^- yang terlarut, sedangkan pengukuran kekeruhan air bertujuan untuk mengetahui derajat hamburan atau penyerapan cahaya saat melewati. Pengukuran kuantitatif untuk pH dan kekeruhan air biasanya berupa pH meter dan *turbidity* meter. Pengukuran pH dan kekeruhan air ini relatif mahal dan dijual terpisah. Oleh karena itu, ada kebutuhan untuk mengembangkan pengukur pH dan kekeruhan air yang lebih terjangkau dan nyaman.

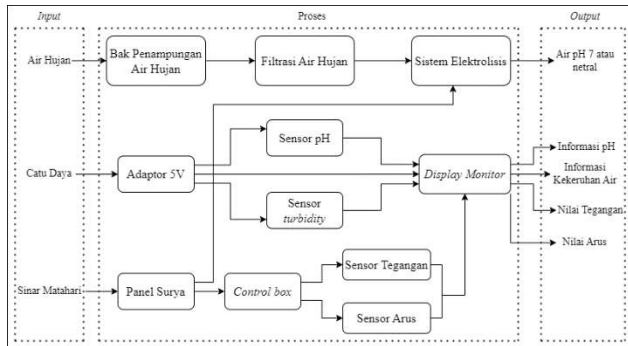
Ph atau keasaman, digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan suatu zat, larutan atau objek. Ph normal adalah sekitar 7, nilai diatas 7 menunjukkan sifat basa, sedangkan pH dibawah 7 menunjukkan sifat asam. Ph 0 berarti keasaman tinggi dan Ph 14 berarti keasaman rendah (basa). Indikator sederhana untuk mengukur pH umumnya adalah kertas lakmus, yang berubah menjadi merah saat keasaman tinggi, dan biru saat keasaman rendah [2].

Nilai tingkat keasaman juga dapat diukur menggunakan pH meter yang bekerja berdasarkan prinsip konduktivitas elektrolit/larutan [3].

Kekeruhan merupakan ukuran yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar untuk mengukur keadaan air baku dengan skala *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU) atau *Jackson Turbidity Unit* (JTU) atau *Formazin Turbidity Unit*

(FTU). Kekeruhan disebabkan oleh adanya benda tercampur atau partikel koloid yang berada di dalam air. Hal ini membuat perbedaan nyata dari segi estetika maupun dari segi kualitas air [4].

II. KAJIAN TEORI



GAMBAR 1
Konsep Diagram Keseluruhan Sistem

Pada penelitian ini, peningkatan pH air hujan di *Storage Rain Water Harvesting* menjadi air siap pakai dirancang untuk solusi sebuah pemanenan air hujan agar dapat digunakan untuk keperluan manusia sehari – hari seperti mandi, mencuci, menyiram tanaman, dan lain – lain. Konsep pada penelitian ini yaitu:

1. Sistem Elektrolisis
2. Sistem PV
3. Sistem Monitoring Kondisi Air

A. Air Hujan

Air hujan adalah air yang terbentuk secara alami dari proses alam. Proses awal pembentukan air hujan dimulai saat uap air yang berasal dari sumber air di daratan mengalami penguapan. Uap air yang naik ke atas langit akan membentuk awan. Awan yang saling menumpuk akan membawa butir-butir air karena terbawa oleh angin. Akibatnya butir-butir air ini akan mengalami gravitasi yang membuat air bisa turun ke bawah. Saat proses butir-butir air jatuh ke bumi maka ada sebagian air yang kembali menguap ke awan [5].

Air yang jatuh ke permukaan bumi disebut sebagai air hujan. Manusia memerlukan air hujan sebagai salah satu sumber kehidupan yang sangat besar. Air hujan yang jatuh ke tanah akan masuk dan meresap menjadi air tanah. Selanjutnya manusia akan memakai air tanah sebagai sumber untuk memasak, mencuci, dan berbagai kebutuhan hidup lain. Air hujan menjadi salah satu komponen sumber air yang paling besar manusia termasuk untuk mendapatkan makanan dari tanaman dan sayuran [5].

B. Air bersih

Air adalah salah satu elemen utama di bumi yang menjadi bagian tidak terpisahkan bagi seluruh manusia. Makhluk hidup tidak dapat hidup jika tidak ada air, sehingga air sangat dibutuhkan untuk menjaga kelangsungan makhluk hidup. Air yang kita gunakan sehari – hari seperti minum, memasak, mandi, dan lain – lain harus dalam keadaan bersih sehingga kita dapat terhindar dari penyakit yang disebabkan karena kualitas air buruk [6].

Dengan menggunakan air bersih, kita dapat terhindar dari penyakit seperti diare, kolera, disentri, tipes, cacian, penyakit kulit hingga keracunan. Untuk itu wajib bagi seluruh manusia dalam menggunakan air bersih setiap hari dan menjaga kualitas air tetap bersih di lingkungannya [6].

C. Sensor pH

Pada dasarnya, sensor adalah perangkat atau *device* (tampilan) yang dapat mengubah tampilan fisiknya menjadi besaran listrik sehingga dapat diproses oleh rangkaian listrik atau sistem digital. Berdasarkan variabel sensorik, sensor dibedakan menjadi dua jenis yaitu sensor kimia dan fisik. Sensor kimia, yaitu sensor yang digunakan untuk mendeteksi jumlah zat kimia dengan cara merubah besaran kimia menjadi besaran listrik berdasarkan besaran reaksi kimianya [7].

D. Turbidity Sensor

Turbidity sensor yang dapat mendeteksi kekeruhan air dengan membaca sifat optik air akibat sinar dan sebagai perbandingan cahaya yang dipantulkan dengan cahaya yang akan datang. Kekeruhan adalah kondisi air yang tidak jernih dan disebabkan oleh partikel individu (*suspended solids*) yang biasanya tidak terlihat oleh mata telanjang, seperti asap di udara. Semakin banyak partikel yang ada di dalam air, semakin besar kekeruhan air. Dengan sensor kekeruhan, tegangan keluaran sensor berubah seiring dengan meningkatnya tingkat kekeruhan dalam air (Wadu, 2017).

III. METODE

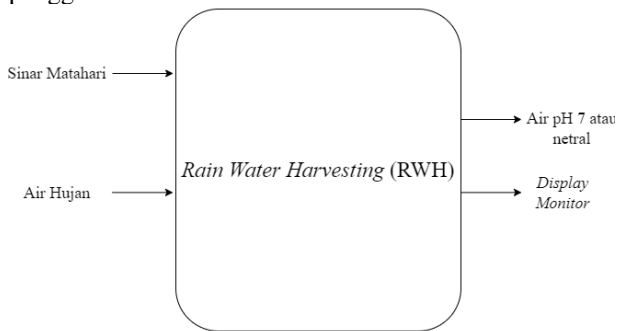
Langkah – Langkah yang dilakukan dalam menyelesaikan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur, metode ini dilakukan untuk menemukan dan mengumpulkan literatur dan studi tentang cara pemanenan air hujan yang dapat membantu menyelesaikan masalah yang ada pada penelitian ini. Penelitian dapat berupa buku referensi, artikel, jurnal, internet, dan sumber lainnya.
2. Analisis Masalah, metode ini dilakukan dengan cara menganalisis masalah yang terjadi berdasarkan sumber dari hasil studi literatur dan hasil tes yang telah dilakukan.
3. Desain dan Realisasi, metode ini dilakukan dengan cara membuat rancangan alat dan merealisasinya berdasarkan parameter yang diinginkan.
4. Pengujian dan Pengukuran, merupakan rangkaian pengujian dan pengukuran berdasarkan parameter tertentu sesuai dengan spesifikasi alat yang telah dibuat.
5. Metode Diskusi, metode ini dilakukan dengan cara mengkonsultasikan penulisan dengan pembimbing dalam proses pengerjaan tugas akhir.

Secara keseluruhan sistem, *Rain Water Harvesting* ini akan dapat meningkatkan pH air hujan menjadi pH 7 atau netral dengan cara elektrolisis. Kemudian daya yang digunakan untuk proses elektrolisis adalah menggunakan daya dari panel surya *Monocrystalline* 200 Wp. Setelah itu, pengguna juga dapat memonitor kondisi pH dan kekeruhan air menggunakan sensor pH-4502C dan *Turbidity Sensor*. Kondisi pH dan kekeruhan air juga dapat dilihat pada *display monitor*.

Memonitor kondisi pH dan kekeruhan air berguna untuk pengecekan terhadap kondisi air yang berada pada toren.

Apabila pada saat pengguna mengecek kondisi pH dibawah 7, maka akan dilakukan proses elektrolisis. Apabila pada saat pengguna mengecek kekeruhan air mencapai ≥ 100 NTU, maka akan air akan dibuang dan toren harus dibersihkan oleh pengguna.



GAMBAR 2
Sistem Blok Diagram

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian nilai pH dan kekeruhan air

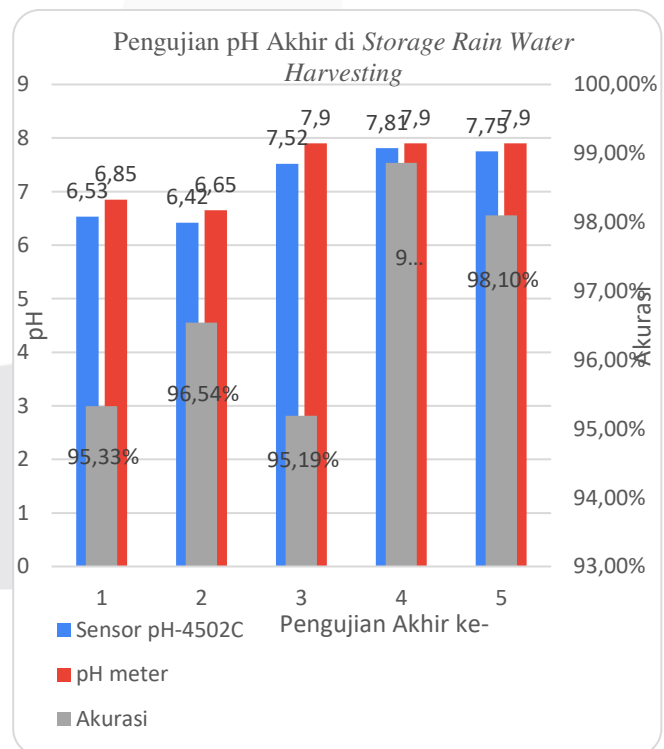
Tujuan dari pengujian ini yaitu untuk mengukur dan mengetahui keadaan air setelah proses filtrasi dan elektrolisis. Pada pengujian ini memiliki parameter pengukuran yaitu pH 7 atau netral dan kekeruhan air. Peralatan yang dibutuhkan dalam pengujian ini yaitu sensor pH-4502C dan *Turbidity Sensor Red Board* yang terhubung dengan rangkaian arduino. Langkah – langkah yang dilakukan pada pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyambungkan adaptor ke stop kontak untuk menyalakan *control panel* yang memiliki sensor pH dan *turbidity*
2. Meletakkan sensor pH ke dalam toren air untuk mengukur pH air di dalam
3. Meletakkan sensor *Turbidity* ke dalam toren air untuk mengukur kekeruhan air di dalam toren air
4. Melihat hasil dari sensor pH dan *turbidity* di *display monitor*
5. Keterangan pH dan kekeruhan air juga dapat dilihat di *display monitor*

TABEL 1
Pengujian Kenaikan pH Air Setelah Proses Elektrolisis di Storage Rain Water Harvesting

Pengujian	Tanggal	Jam	Sensor pH-4502C	pH meter	Selisih	Volume air	Error	Akurasi
1	9-Apr-2023	13:00	5,86	6,12	-0,26	500 lt	4,25%	95,75%
	9-Apr-2023	13:30	6,02	6,3	-0,28	500 lt	4,44%	95,56%
	9-Apr-2023	14:00	6,12	6,43	-0,31	500 lt	4,82%	95,18%
	9-Apr-2023	14:30	6,42	6,6	-0,18	500 lt	2,73%	97,27%
	9-Apr-2023	15:00	6,51	6,75	-0,24	500 lt	3,56%	96,44%
	9-Apr-2023	15:30	6,53	6,85	-0,32	500 lt	4,67%	95,33%
2	14-Jun-2023	14:00	5,21	5,51	-0,3	500 lt	5,44%	94,56%
	14-Jun-2023	14:30	5,43	5,75	-0,32	1000 lt	5,57%	94,43%
	14-Jun-2023	15:00	5,76	5,98	-0,22	1000 lt	3,68%	96,32%
	14-Jun-2023	15:30	6,01	6,15	-0,14	1000 lt	2,28%	97,72%

	14-Jun-2023	16:00	6,21	6,34	-0,13	1000 lt	2,05%	97,95%
	14-Jun-2023	16:30	6,42	6,65	-0,23	1000 lt	3,46%	96,54%
3	15-Jul-2023	13:00	6,6	6,8	-0,2	1000 lt	2,94%	97,06%
	15-Jul-2023	13:30	6,78	7,1	-0,32	1000 lt	4,51%	95,49%
	15-Jul-2023	14:00	6,97	7,2	-0,23	1000 lt	3,19%	96,81%
	15-Jul-2023	14:30	7,12	7,4	-0,28	1000 lt	3,78%	96,22%
	15-Jul-2023	15:00	7,24	7,7	-0,46	1000 lt	5,97%	94,03%
	15-Jul-2023	15:30	7,52	7,9	-0,38	1000 lt	4,81%	95,19%
	15-Jul-2023	15:30	7,52	7,9	-0,38	1000 lt	4,81%	95,19%
4	16-Jul-2023	14:00	6,02	6,35	-0,33	1000 lt	5,20%	94,80%
	16-Jul-2023	14:30	6,73	7	-0,27	650 lt	3,86%	96,14%
	16-Jul-2023	15:00	7,05	7,2	-0,15	650 lt	2,08%	97,92%
	16-Jul-2023	15:30	7,38	7,5	-0,12	650 lt	1,60%	98,40%
	16-Jul-2023	16:00	7,72	7,8	-0,08	650 lt	1,03%	98,97%
	16-Jul-2023	16:30	7,81	7,9	-0,09	650 lt	1,14%	98,86%
	16-Jul-2023	16:30	7,81	7,9	-0,09	650 lt	1,14%	98,86%
5	17-Jul-2023	13:00	6,1	6,5	-0,4	650 lt	6,15%	93,85%
	17-Jul-2023	13:30	6,54	6,7	-0,16	650 lt	2,39%	97,61%
	17-Jul-2023	14:00	6,43	6,9	-0,47	650 lt	6,81%	93,19%
	17-Jul-2023	14:30	7,01	7,4	-0,39	650 lt	5,27%	94,73%
	17-Jul-2023	15:00	7,43	7,6	-0,17	650 lt	2,24%	97,76%
	17-Jul-2023	15:30	7,75	7,9	-0,15	650 lt	1,90%	98,10%
	17-Jul-2023	15:30	7,75	7,9	-0,15	650 lt	1,90%	98,10%
Rata – Rata Error								3,73%
Rata – Rata Akurasi								96,27%



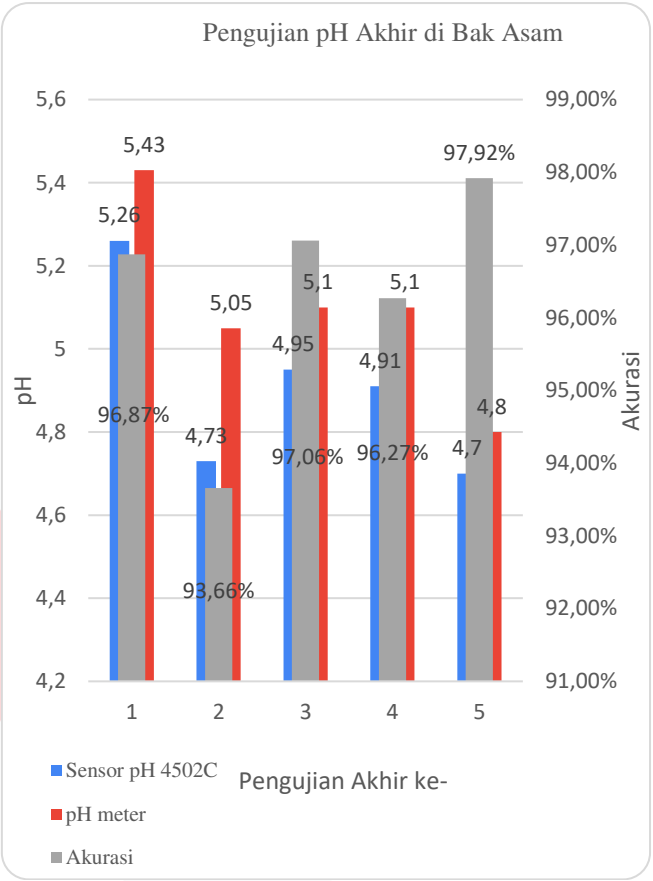
GAMBAR 3

Grafik pengujian akurasi sensor pH di storage rain water harvesting

TABEL 2
Pengujian Penurunan pH Air Setelah Proses Elektrolisis di Bak Asam

Pengujian	Tanggal	Jam	Sensor pH-4502C	pH meter	Selisih	Volume air	Error	Akurasi
	9-Apr-2023	13:00	5,78	5,94	-0,2	500 lt	2,69%	97,31%

1	9-Apr-2023	13:30	5,65	5,8	-0,1	500 lt	2,59%	97,41%
	9-Apr-2023	14:00	5,5	5,69	-0,2	500 lt	3,34%	96,66%
	9-Apr-2023	14:30	5,45	5,58	-0,1	500 lt	2,33%	97,67%
	9-Apr-2023	15:00	5,32	5,5	-0,2	500 lt	3,27%	96,73%
	9-Apr-2023	15:30	5,26	5,43	-0,2	500 lt	3,13%	96,87%
2	14-Jun-2023	14:00	5,39	5,45	-0,1	500 lt	1,10%	98,90%
	14-Jun-2023	14:30	5,25	5,3	0	1000 lt	0,94%	99,06%
	14-Jun-2023	15:00	5,1	5,2	-0,1	1000 lt	1,92%	98,08%
	14-Jun-2023	15:30	4,9	5,15	-0,3	1000 lt	4,85%	95,15%
	14-Jun-2023	16:00	4,8	5,09	-0,3	1000 lt	5,70%	94,30%
	14-Jun-2023	16:30	4,73	5,05	-0,3	1000 lt	6,34%	93,66%
3	15-Jul-2023	13:00	6,25	6,4	-0,2	1000 lt	2,34%	97,66%
	15-Jul-2023	13:30	6,12	6,2	-0,1	1000 lt	1,29%	98,71%
	15-Jul-2023	14:00	5,88	6	-0,1	1000 lt	2,00%	98,00%
	15-Jul-2023	14:30	5,63	5,7	-0,1	1000 lt	1,23%	98,77%
	15-Jul-2023	15:00	5,32	5,4	-0,1	1000 lt	1,48%	98,52%
	15-Jul-2023	15:30	4,95	5,1	-0,1	1000 lt	2,94%	97,06%
4	16-Jul-2023	14:00	6,05	6,2	-0,2	1000 lt	2,42%	97,58%
	16-Jul-2023	14:30	5,9	6	-0,1	650 lt	1,67%	98,33%
	16-Jul-2023	15:00	5,7	5,8	-0,1	650 lt	1,72%	98,28%
	16-Jul-2023	15:30	5,45	5,6	-0,1	650 lt	2,68%	97,32%
	16-Jul-2023	16:00	5,32	5,4	-0,1	650 lt	1,48%	98,52%
	16-Jul-2023	16:30	4,91	5,1	-0,2	650 lt	3,73%	96,27%
5	17-Jul-2023	13:00	5,68	5,8	-0,1	650 lt	2,07%	97,93%
	17-Jul-2023	13:30	5,59	5,7	-0,1	650 lt	1,93%	98,07%
	17-Jul-2023	14:00	5,4	5,5	-0,1	650 lt	1,82%	98,18%
	17-Jul-2023	14:30	5,15	5,3	-0,1	650 lt	2,83%	97,17%
	17-Jul-2023	15:00	4,89	5	-0,1	650 lt	2,20%	97,80%
	17-Jul-2023	15:30	4,7	4,8	-0,1	650 lt	2,08%	97,92%
Rata-Rata Error							2,54%	
Rata-Rata Akurasi							97,46%	



GAMBAR 4
Pengujian akurasi sensor pH di bak asam

TABEL 3
Pengujian Kekeruhan Air di Storage Rain Water Harvesting

No	Jam	Turbidity (Kekeruhan Air)	Volume air
1	13:00	32	500 lt
2	13:30	30	500 lt
3	14:00	31	500 lt
4	14:30	33	500 lt
5	15:00	32	500 lt
6	15:30	32	500 lt
7	14:00	31	1000 lt
8	14:30	32	1000 lt
9	15:00	30	1000 lt
10	15:30	30	1000 lt
11	16:00	32	1000 lt
12	16:30	33	1000 lt
13	10:00	34	1000 lt
14	10:30	31	1000 lt
15	11:00	30	1000 lt
16	11:30	30	1000 lt
17	12:00	34	1000 lt
18	12:30	32	1000 lt
19	10:30	29	650 lt
20	11:00	29	650 lt
21	11:30	35	650 lt
22	12:00	27	650 lt
23	12:30	38	650 lt
24	13:00	36	650 lt
25	11:00	32	650 lt
26	11:30	32	650 lt
27	12:00	31	650 lt
28	12:30	30	650 lt
29	13:00	33	650 lt
30	13:30	28	650 lt

V. KESIMPULAN

Hasil dari alat *Rain Water Harvesting* ini mendapatkan beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Air hujan dapat bermanfaat bagi kehidupan sehari – hari setelah dilakukan proses elektrolisis dan dapat mengurangi potensi banjir
2. Daya yang digunakan yaitu menggunakan panel surya sebagai alternatif pengganti energi listrik dan juga panel surya merupakan energi terbarukan, ramah lingkungan, dapat mengurangi emisi gas CO₂, dan harga murah/semakin terjangkau.
3. Kondisi air dapat dengan mudah dipantau oleh pengguna karena terdapat sistem monitoring pH dan kekeruhan air yang dapat digunakan oleh pengguna untuk mengecek kadar pH air dan kekeruhan air secara berkala.

VI. REFERENSI

Electronic References

● Books

- [1] T. Joko, *Unit Air Baku dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [2] H. Effendi, *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius, 2003.

● Journal

- [1] E. Mufida, R. S. Anwar, R. A. Khodir, and I. P. Rosmawati, "Perancangan Alat Pengontrol pH Air Untuk Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino," *INSANtek - Jurnal Inovasi dan Sains Teknik Elektro*, vol. 1, pp. 13–19, 2020, Accessed: Aug. 03, 2023. [Online]. Available: <https://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/insantek/article/view/8168>
- [2] D. Aribowo and R. Pratama, "PENERAPAN SENSOR pH PADA AREA ELEKTROLIZER DI PT. SULFINDO ADIUSAHA," *Jurnal PROSISKO*, vol. 5, no. 1, pp. 9–12, 2018.

- [3] G. A. Saputra, "Analisis Cara Kerja Sensor Ph-E4502c Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Merancang Alat Pengendalian Ph Air Pada Tambak," Universitas Bandar Lampung, Lampung, 2020. doi: 10.13140/RG.2.2.32110.84809.

- [4] R. A. Wadu, Y. S. Bungin Ada, and I. U. Panggalo, *Rancang Bangun Sistem Sirkulasi Air Pada Akuarium/Bak Ikan Air Tawar Berdasarkan Kekeruhan Air Secara Otomatis*. Kupang: Politeknik Negeri Kupang, 2017. Accessed: Aug. 03, 2023. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/321005116_Rancang_Bangun_Sistem_Sirkulasi_Air_Pada_AkuariumBak_Ikan_Air_Tawar_Berdasarkan_Kekeruhan_Air_Secara_Otomatis

● World Wide Web

- [1] Badan Pemeriksaan Keuangan, "Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum," *Database Peraturan BPK*, 2017. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/112092/permenkes-no-32-tahun-2017> (accessed Aug. 03, 2023).
- [2] Redaksi Manfaat, "20 Manfaat Air Hujan Bagi Kehidupan Manusia," *manfaat.co.id*, 2023. <https://manfaat.co.id/20-manfaat-air-hujan-bagi-kehidupan-manusia> (accessed Aug. 03, 2023).
- [3] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, "Manfaat Air Bersih dan Menjaga Kualitasnya," *ayosehat.kemkes.go.id*, 2020. <https://ayosehat.kemkes.go.id/manfaat-air-bersih-dan-menjaga-kualitasnya> (accessed Aug. 03, 2023).
- [4] A. Lia, "Pemanfaatan Air Hujan di Indonesia," *ilmugeografi.com*, 2016. <https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/hidrologi/pemanfaatan-air-hujan> (accessed Aug. 03, 2023).