

APLIKASI SISTEM MONITORING KUALITAS FISIK AIR BERBASIS INTERNET OF THINGS PADA PDAM

Prayudhy Yushananta^{*1}; Galluh Cahyaning Putri²;
Shinta Widayawati³; Ayu Permata Sari⁴

^{1,2,3,4,5} Jurusan Kesehatan Lingkungan; Politeknik Kesehatan Kemenkes Tanjungkarang
Jl. Soekarno-Hatta 6; Bandar Lampung; Lampung

Abstrak

Salah satu permasalahan yang sering dikeluhkan konsumen PDAM Way Rilau adalah kekeruhan. Penyebabnya adalah kekurangan dosis koagulan dalam proses pengolahan air, akibat ketidakmampuan mendeteksi kekeruhan (*Turbidity*) dan partikel terlarut (*Total Dissolved Solid*) secara cepat. Sementara, kualitas fisik sangat berfluktuasi dipengaruhi curah hujan. Pengabdian bertujuan mengembangkan sistem monitoring untuk mendeteksi *Turbidity* dan *TDS* air baku berbasis *Internet of Things (IoT)*, sehingga data dapat ditampilkan pada *smartphone* secara *real time*. Kegiatan dilaksanakan dalam empat tahap, yaitu analisis masalah, perancangan dan pembuatan alat, uji coba dan validasi, serta instalasi dan evaluasi. Hasil pengujian alat mendapatkan tingkat kesalahan kurang dari 5%, yaitu sebesar 3,11% (*Turbidity*), dan 2,45% (*TDS*). Hasil analisis statistik dengan T-Test membuktikan persamaan hasil pengukuran antara alat maupun sensor ($P > 0,05$). Hasil evaluasi menunjukkan bahwa alat dapat bekerja dengan baik, serta mampu menampilkan data secara kontinyu. Perlu pengembangan untuk meningkatkan kinerja alat agar dapat digabungkan dengan sistem operasi lainnya, seperti *coagulant dosing pump*.

Kata kunci: *Turbidity; TDS; sensor; IoT; air bersih*

Abstract

[APPLICATION OF THE INTERNET OF THINGS-BASED PHYSICAL WATER QUALITY MONITORING SYSTEM IN PDAM] One of the problems that PDAM Way Rilau consumers often complain about is turbidity. The cause is a lack of coagulant doses in the water treatment process due to the inability to detect turbidity and Total Dissolved Solid quickly. Meanwhile, the physical quality fluctuates significantly due to rainfall. This service aims to develop a monitoring system to detect Turbidity and TDS of raw water based on the Internet of Things (IoT), so that data can be displayed on smartphones in real-time. The community services are carried out in four stages: problem analysis; system design and assembly; testing and validation; and installation and evaluation. This program has succeeded in applying Turbidity and TDS detector to improve the performance of the raw water treatment system at PDAM Way Rilau. The detector test results get an error rate of less than 5%, which is 3.11% (*Turbidity*) and 2.45% (*TDS*). The statistical analysis results with the T-Test prove the similarity of the measurement results between the measuring tools and detector ($P > 0.05$). The evaluation results show that the detector can work well and display data continuously. Efforts are needed to improve the device's performance so that it can combine with other operating systems, such as a *coagulant dosing pump*.

Keywords: *Turbidity; TDS; sensors; IoT; water*

1. Pendahuluan

Air sangat penting untuk mendukung kehidupan manusia, tidak ada manusia yang

dapat bertahan hidup tanpa air. Upaya pemenuhan kebutuhan air bertujuan agar penduduk dapat menjalankan aktivitasnya sebagai manusia (Garcia Soler et al., 2018; Semaan et al., 2019). Permasalahan utama dalam

^{*}) Correspondence Author (Prayudhy Yushananta)
E-mail: prayudhyushananta@gmail.com

pemenuhan kebutuhan air adalah tingginya laju pertumbuhan populasi dan industrialisasi (Carolin et al., 2017; Senthil Kumar et al., 2019; Yushananta, 2021a); serta menurunnya kualitas air akibat pencemaran domestik dan industri (Salehizadeh et al., 2018; Taiwo et al., 2020; Wang et al., 2020).

Walaupun Indonesia memiliki ketersediaan mencapai 15.500 m³/kapita/tahun (Mawardi, 2008), namun sebagian besar berupa air permukaan dengan kualitas yang kurang baik (Yushananta, 2021a). Sehingga banyak masyarakat masih memanfaatkan air yang tidak sehat dan rentan terhadap penyakit pencernaan dan logam berat seperti *Cu*, *Pb*, *Cd*, *Zn*, dan *Hg* (Kristianto, 2017; Yushananta and Bakri, 2021b; Yushananta and Usman, 2018). Pengolahan air permukaan pada dasarnya adalah menghilangkan kandungan partikel terlarut (*dissolved solid*), kekeruhan (*turbidity*), bahan organik alami, mikroorganisme, dan ion anorganik yang terdapat dalam air. Teknologi pengolahan yang paling umum diterapkan adalah metode koagulasi-flokulasi (Kristianto, 2017; Maurya and Daverey, 2018; Sillanpää et al., 2018). Pada penerapannya, parameter kekeruhan (*turbidity*) dan *Total Dissolved Solid (TDS)* merupakan parameter utama sebagai dasar penentuan dosis koagulan yang digunakan.

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Way Rilau Bandar Lampung adalah satu-satunya perusahaan milik daerah yang bertugas melaksanakan, mengelola prasarana dan sarana di bidang penyediaan air bersih di Kota Bandar Lampung. Hingga akhir tahun 2019, jumlah pelanggan PDAM Way Rilau sebanyak 41.959 pelanggan, mayoritas adalah sektor rumah tangga (37.307). Pengolahan air di PDAM Way Rilau meliputi tiga bangunan utama, yaitu 1) *water intake*, merupakan konstruksi pertama untuk masuknya air dari sumber air baku. Bangunan ini dilengkapi *bar screen* untuk menyaring benda-benda yang ikut terbawa dalam air; 2) *Water Treatment Plant (WTP)*, merupakan bagian utama pengolahan air baku menjadi air bersih yang telah memenuhi syarat kesehatan. Terdapat lima tahapan proses pengolahan air, yaitu: koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi dan desinfeksi; 3) dan *Reservoir*, bangunan pengumpul air bersih yang siap didistribusikan ke pelanggan melalui jaringan perpipaan (PDAM Way Rilau Bandar Lampung, 2021).

Salah satu keluhan pelanggan adalah

tingkat kekeruhan air yang masih tinggi, terutama pada musim penghujan (El-Shinta, 2017; Wanda et al., 2018). Hasil studi pendahuluan mendapatkan bahwa monitoring kekeruhan air baku masih dilakukan secara manual (setiap 6 jam sekali), yaitu pengambilan sampel dari *water intake*, dibawa ke laboratorium untuk dianalisis, selanjutnya baru menentukan dosis koagulan yang akan digunakan. Sistem monitoring secara manual membutuhkan waktu yang relatif lama (2-3 jam), sementara kualitas air baku berfluktuasi secara cepat; selain faktor hambatan lain, seperti sumber daya manusia, dan pengambilan sampel waktu malam. Sehingga diperlukan sebuah sistem monitoring kualitas air baku yang cepat, mudah, murah, dan valid.

Pengabdian masyarakat bertujuan mengembangkan sistem monitoring kualitas fisik air baku berbasis *Internet of Things (IoT)* di PDAM Way Rilau Bandar Lampung. Sistem yang dikembangkan akan mendeteksi angka dan *Turbidity* pada air baku melalui sistem sensor, selanjutnya data akan dikirim melalui *mikrokontroler* sehingga terhubung dengan *smartphone* operator secara *real time*. Teknologi *IoT* adalah salah satu teknologi yang dapat menjawab persoalan kecepatan data. Teknologi ini menggabungkan kecerdasan artificial sensor yang dihubungkan dengan jaringan internet, sehingga informasi dapat diterima secara *real time* tanpa pembatasan waktu dan tempat (Schwab, 2016).

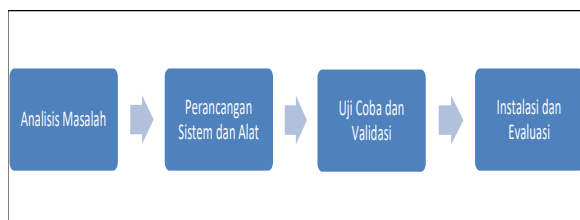
2. Metode

Pengabdian dilaksanakan pada bulan Juli-Desember 2021, di PDAM Way Rilau Kota Bandar Lampung. Pengabdian adalah dosen dan mahasiswa Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Tanjungkarang.

Secara keseluruhan, kegiatan dilaksanakan dalam empat tahap kegiatan, yaitu: 1) analisis masalah; 2) perancangan sistem dan pembuatan alat; 3) uji coba alat dan validasi; dan 4) instalasi dan evaluasi. Analisis situasi untuk mengetahui permasalahan pada pengolahan air.

Perancangan sistem dan alat deteksi dilakukan oleh dosen dan mahasiswa Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Tanjungkarang. Perancangan menggunakan sistem sensor, selanjutnya data hasil olahan akan dikirim ke perangkat penerima melalui jaringan internet. Uji coba dilakukan untuk mengetahui

kemampuan alat yang dikembangkan untuk mendeteksi nilai *Turbidity* dan TDS, dan dibandingkan dengan hasil pengukuran dengan *Turbidity meter* dan *TDS meter*. Instalasi dilakukan di *water inlet* pengolahan air, dan evaluasi dilakukan menilai keandalan, daya tahan alat, serta kontinuitas penyajian data.



Gambar 1. Tahapan Kegiatan Pengabdian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Masalah

Langkah awal untuk mendapatkan gambaran permasalahan pada pengolahan air adalah melakukan *Focus Group Discussion (FGD)*. Hasil FGD selanjutnya menjadi dasar dalam perancangan sistem monitoring kualitas air baku. Hasil FGD, antara lain: 1) Pemantauan kualitas air baku dilakukan tiga kali dalam sehari secara manual, yaitu menuju lokasi titik pengambilan sampel, mengambil sampel, membawa sampel ke laboratorium, dan analisis laboratorium; 2) Waktu yang diperlukan untuk pengambilan hingga pemeriksaan sampel, sekitar dua jam; 3) Dibutuhkan tenaga khusus untuk melakukan pengambilan dan pemeriksaan sampel; 4) Faktor cuaca mempengaruhi kontinuitas pengambilan sampel; 5) Kualitas air baku (sungai Way Kuripan) sangat berfluktuasi, dipengaruhi oleh curah hujan yang tidak dapat diprediksi. Berdasarkan hasil FGD, maka dibutuhkan alat yang mampu memberikan informasi kualitas air baku secara cepat, tepat, kontinyu, dan tidak dipengaruhi oleh faktor cuaca.

Secara teknis, pengolahan air di PDAM Way Rilau dilakukan dalam lima tahap, yaitu koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi dan desinfeksi. Berdasarkan model pengolahan, maka parameter *Turbidity* dan TDS merupakan ukuran yang digunakan sebagai penentu dosis koagulan jenis *Polyaluminium chloride (PAC)* yang akan digunakan dalam proses koagulasi. Peran kualitas air baku menjadi sangat penting untuk mengetahui jumlah dosis koagulan yang

dibutuhkan (Bolto and Gregory, 2007; Lin et al., 2012). Semakin tinggi kandungan koloid, maka semakin tinggi pula dosis yang dibutuhkan. Namun di sisi lain, koagulan tidak dapat melebihi dosis yang optimum, dan penambahan selanjutnya menghasilkan efisiensi yang lebih rendah. Sehingga dibutuhkan dosis yang tepat dalam pengolahan air yang menggunakan metode koagulasi/flokulasi (Almonaityte et al., 2020; Lin et al., 2012).

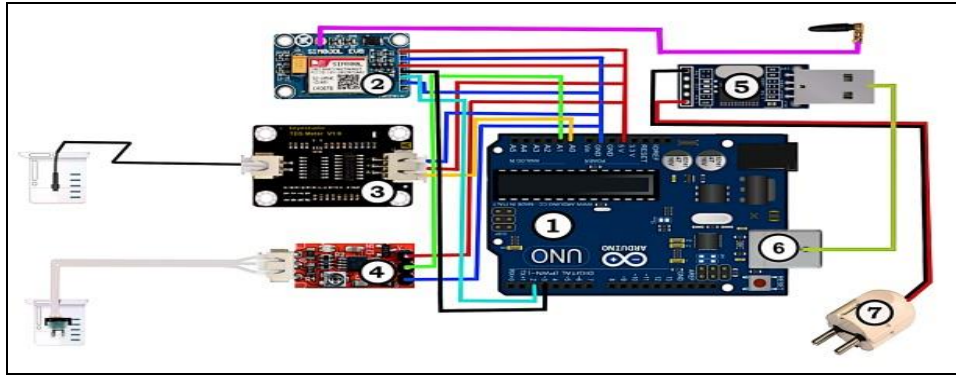
3.2. Perancangan alat

Perancangan menggunakan sistem sensor. Prinsip kerja alat adalah menangkap angka kekeruhan dan koloid oleh sensor modul (*turbidity* dan TDS), mengolah data sensor pada *microcontroller* menggunakan *software Arduino IDE* dan diterjemahkan sebagai nilai *turbidity* dan TDS, mengirimkan informasi *turbidity* dan TDS dengan bantuan *Modul SIM800L V.2*, selanjutnya data diterima melalui *smartphone* maupun *laptop*. Arus pengiriman dan penerimaan data/informasi menggunakan jaringan internet.

Aplikasi *Arduino IDE* berfungsi untuk membuka, membuat dan mengedit program yang akan dimasukkan ke dalam mikrokontroler. *Arduino IDE* dirancang untuk memudahkan pengguna dalam membuat berbagai aplikasi. *Arduino* memiliki bahasa program yang sederhana dan memiliki fungsi yang lengkap. Selain itu, *Arduino IDE* memiliki beberapa sistem operasi komputer seperti *Windows*, *ZIP files*, *Linux* dan *Mac OS*.

Perancangan *PCB (Printed Circuit Board)* menggunakan *software EAGLE*, mengingat *PCB* yang dihasilkan kompleks dan sistematis. *Software EAGLE* merupakan satu set *software* untuk menggambar *PCB* yang lengkap, *user interface* yang *friendly* dan merupakan sebuah paket *software* untuk mendesain *PCB* yang terdiri dari *schematic editor*, *PCB editor*, dan *autoroute* (Cristy, 2017).

Perancangan *hardware* (Gambar 3) meliputi perancangan input yang dihubungkan dengan papan *Mikrokontroler ATmega328P*. Rangkaian input meliputi *turbidity sensor module*, *TDS sensor module ESP8266*, adaptor *power supply 220V AC to 5V DC*, *USB 2.0 type A to type B*, modul *SIM 800L V.2*, kabel arus, dan kabel jumper.



Gambar 3. Rancangan Hardware (1. Mikrokontroler ATmega 328; 2. Modul SIM800L; 3. Turbidity sensor module; 4. TDS sensor module; 5. Adaptor power supply 220V AC to 5V DC; 6. Kabel arus; 7. USB 2.0 B)

3.3. Uji coba dan validasi

Uji coba dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi alat deteksi turbidity maupun TDS. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai yang dihasilkan alat deteksi yang dikembangkan dengan alat ukur turbidity meter (type TU-2016 Lutron) dan TDS meter (type TDS & Conductivity Monitor Luso). Masing pengujian dilakukan sebanyak sepuluh kali pengulangan pada lima varian ukuran sampel (N=50). Bahan uji menggunakan larutan stok yang dibuat dari campuran air dan susu bubuk.

Pada Tabel 1. terlihat bahwa rerata total hasil pengukuran turbidity menggunakan turbidity meter sebesar 347,40 NTU, sedangkan hasil pengukuran alat deteksi sebesar 342,71 NTU, sehingga kesalahan alat hanya sebesar 3,11%. Pada pengujian TDS meter, rerata hasil pengukuran sebesar 114,90 ppm, sedangkan hasil pengukuran dengan alat deteksi sebesar 113,50 ppm, sehingga kesalahan alat hanya sebesar 2,45%. Hasil pengujian menunjukkan tingkat kesalahan masih di bawah 5%. Persentase kesalahan pengukuran alat deteksi kurang dari 5%, masuk dalam kategori baik untuk digunakan (Junaidi and Prabowo, 2018).

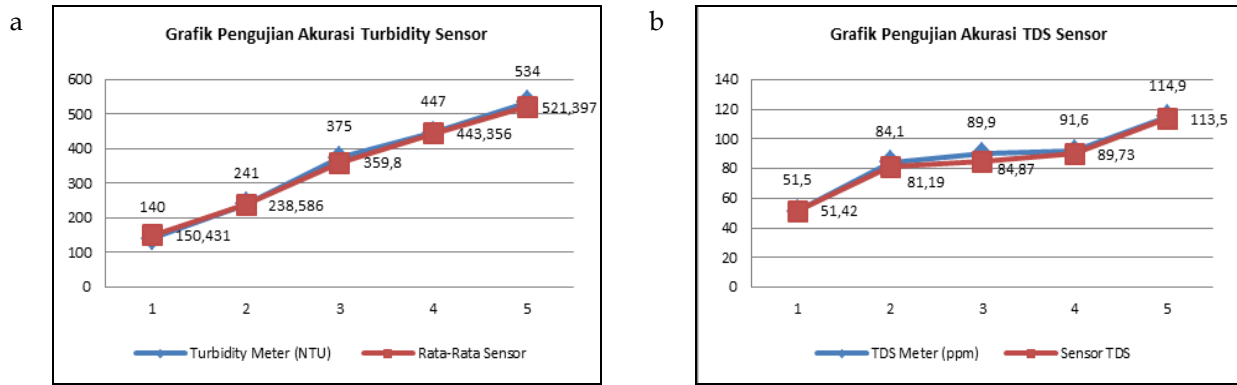
Tabel.1. Hasil pengujian akurasi alat deteksi

Pengujian	Rerata alat ukur	Rerata alat deteksi	SD	% Kesalahan
Turbidity (NTU)				
Pengujian 1	140,00	150,43	3,81	7,40%
Pengujian 2	241,00	238,59	6,49	1,00%
Pengujian 3	375,00	359,80	25,76	4,05%
Pengujian 4	447,00	443,36	5,27	0,80%
Pengujian 5	534,00	521,40	2,92	2,30%
Rata-Rata	347,40	342,71	8,85	3,11%
TDS (ppm)				
Pengujian 1				0,15%
Pengujian 2	51,50	51,42	1,35	3,40%
Pengujian 3	84,10	81,19	2,33	5,50%
Pengujian 4	89,90	84,87	1,69	2,04%
Pengujian 5	91,60	89,73	8,14	1,20%
Rata-Rata	114,90	113,50	4,98	2,45%

Grafik hasil pengujian (Gambar 4) memperlihatkan garis yang berhimpit, antara pengukuran menggunakan alat ukur dan alat deteksi (sensor). Hasil analisis statistik dengan T-Test (Tabel 2) membuktikan tidak adanya perbedaan antara kedua hasil pengukuran (P>0,05).

Tabel 2. Hasil analisis statistik dengan T-test

Parameter	T	Df	Sig (2-tailed)	Mean	
				Difference	Std. Error
Turbidity	-0,168	98	0,867	-4,682	27,898
TDS	-0,52	88	0,605	-2,253	4,337



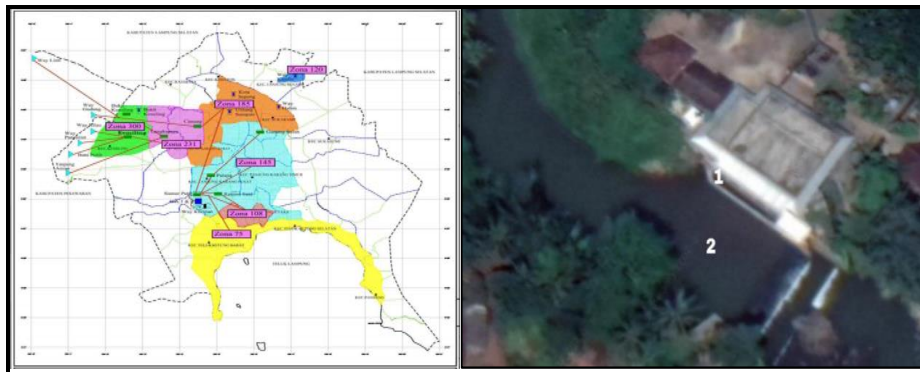
Gambar 4. Grafik Pengujian Akurasi Turbidity (a) dan TDS (b)

3.4. Instalasi alat dan Evaluasi

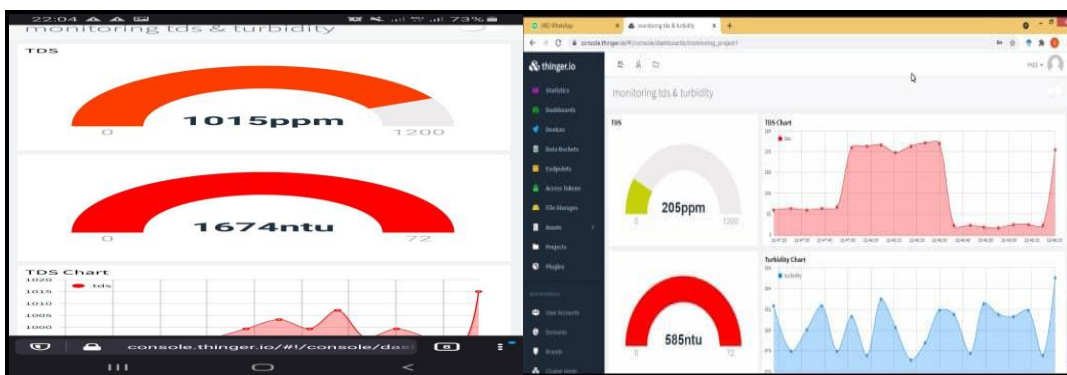
Instalasi adalah pemasangan alat pada titik pengumpulan data, yaitu pada bagian *intake* air baku (Gambar 5). Instalasi dilakukan pada bulan Desember 2021, bersama mitra. Sensor dilengkapi dengan pelampung, dan kabel penghantar.

Penjelasan cara penggunaan dan perawatan alat dilakukan setelah proses instalasi.

Penjelasan diberikan kepada staf PDAM Way Rilau yang bertanggungjawab terhadap pengolahan air dan laboratorium. Selain penjelasan tentang alat, juga disampaikan tindakan-tindakan yang harus dilakukan jika terjadi masalah. Masukan-masukan juga diharapkan dari mitra, sebagai bahan untuk perbaikan dan pengembangan alat.



Gambar 5. Peta Wilayah Pelayanan PDAM Way Rilau dan pemasangan sensor



Gambar 6. Tampilan data Turbidity dan TDS pada smartphone (a) dan laptop (b).

Hasil evaluasi menyimpulkan bahwa pengabdian telah berhasil mengaplikasikan alat deteksi *Turbidity* dan *TDS* berbasis *IoT*, sehingga dapat memperbaiki kinerja dari sistem pengolahan air baku di PDAM Way Rilau.

Kontinuitas data, serta kemudahan akses data yang cepat dan tepat waktu, menjadi keutamaan dalam pengambilan keputusan untuk penentuan dosis koagulan dalam pengolahan air.



Gambar 7. Dokumentasi alat detektor *Turbidity* dan *TDS* (a); validasi (b), instalasi (c); dan sosialisasi/evaluasi (d)

4. Simpulan dan Saran

Sistem monitoring kualitas fisik air baku berbasis *Internet of Things (IoT)* di PDAM Way Rilau Bandar Lampung telah berhasil diaplikasikan. Hasil pengujian alat deteksi dikategorikan baik dengan tingkat kesalahan kurang dari 5% dibandingkan *turbidity* dan *TDS meter*. Hasil analisis statistik menunjukkan tidak ada perbedaan hasil pengukuran. *Data real time* yang sudah tersedia perlu ditindaklanjuti sebagai dasar PDAM dalam penentuan dosis koagulan pada pengolahan air baku.

5. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada PDAM Way Rilau Kota Bandar Lampung, serta pihak-pihak yang membantu pelaksanaan pengabdian.

6. Daftar Pustaka

Almonaityte, K., Bendoraitiene, J., Babelyte, M., Rosliuk, D., and Rutkaite, R. (2020). Structure and properties of cationic starches synthesized by using 3-chloro-2-hydroxypropyltrimethylammonium chloride. *International Journal of Biological Macromolecules*, 164, 2010–2017. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.08>.

089

- Bolto, B., and Gregory, J. (2007). Organic polyelectrolytes in water treatment. *Water Research*, 41(11), 2301–2324. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2007.03.012>
- Carolin, C. F., Kumar, P. S., Saravanan, A., Joshiba, G. J., and Naushad, M. (2017). Efficient techniques for the removal of toxic heavy metals from aquatic environment: A review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 5(3), 2782–2799. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2017.05.029>
- Cristy, P. D. (2017). Peningkatan Kompetensi Dasar Perancangan Desain Pcb Berbantuan Software Eagle Dengan Metode Project Based Learning. *E-Journal Universitas Negeri Yogyakarta*, 7(2), 51–59.
- El-Shinta. (2017). *Kupas Tuntas - Musim Hujan, Pelayanan PDAM di Lampung Buruk*. Swara Lampung. <https://www.kupastuntas.co/2018/02/20/musim-hujan-pelayanan-pdam-di-lampung-g-buruk>
- Garcia Soler, N., Moss, T., and Papasozomenou, O. (2018). Rain and the city: Pathways to mainstreaming rainwater harvesting in Berlin. *Geoforum*, 89(May 2017), 96–106.

- <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.01.010>
- Junaidi, and Prabowo, Y. D. (2018). Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis Arduino. In *CV Anugrah Utama Raharja*.
- Kristianto, H. (2017). The Potency of Indonesia Native Plants as Natural Coagulant: a Mini Review. *Water Conservation Science and Engineering*, 2(2), 51–60. <https://doi.org/10.1007/s41101-017-0024-4>
- Lin, Q., Qian, S., Li, C., Pan, H., Wu, Z., and Liu, G. (2012). Synthesis, flocculation and adsorption performance of amphoteric starch. *Carbohydrate Polymers*, 90(1), 275–283. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.05.035>
- Maurya, S., and Daverey, A. (2018). Evaluation of plant-based natural coagulants for municipal wastewater treatment. *3 Biotech*, 8(1), 1–4. <https://doi.org/10.1007/s13205-018-1103-8>
- Mawardi, I. (2008). Upaya meningkatkan daya dukung sumberdaya air Pulau Jawa (The water resources support improvement strategy on the Java island). *Journal Teknik Lingkungan*, 9(1), 98–107.
- PDAM Way Rilau Bandar Lampung. (2021). *Profil PDAM Way Rilau Bandar Lampung*. PDAM Way Rilau Bandar Lampung.
- Salehizadeh, H., Yan, N., and Farnood, R. (2018). Recent advances in polysaccharide bio-based flocculants. *Biotechnology Advances*, 36(1), 92–119. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2017.10.002>
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond*. World Economic Forum.
- Semaan, M., Day, S. D., Garvin, M., Ramakrishnan, N., and Pearce, A. (2019). Optimal sizing of rainwater harvesting systems for domestic water usages: A systematic literature review. *Journal Pre-Proof*, 106192. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2020.100033>
- Senthil Kumar, P., Janet Joshiba, G., Femina, C. C., Varshini, P., Priyadharshini, S., Arun Karthick, M. S., and Jothirani, R. (2019). A critical review on recent developments in the low-cost adsorption of dyes from wastewater. *Desalination and Water Treatment*, 172, 395–416. <https://doi.org/10.5004/dwt.2019.24613>
- Sillanpää, M., Ncibi, M. C., Matilainen, A., and Vepsäläinen, M. (2018). Removal of natural organic matter in drinking water treatment by coagulation: A comprehensive review. *Chemosphere*, 190, 54–71. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.09.113>
- Taiwo, A. S., Adenike, K., and Aderonke, O. (2020). Efficacy of a natural coagulant protein from *Moringa oleifera* (Lam) seeds in treatment of Opa reservoir water, Ile-Ife, Nigeria. *Heliyon*, 6(1), e03335. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03335>
- Wanda, Dirsah, and Edu. (2018). *Pelayanan PDAM Way Rilau Masih Buruk*. Kupas Tuntas. <http://lenteraswaralampung.com/berita-4621-pelayanan-pdam-way-rilau-masih-buruk.html>
- Wang, Y., Jiang, L., Shang, H., Li, Q., and Zhou, W. (2020). Treatment of azo dye wastewater by the self-flocculating marine bacterium *Aliiglaciecola lipolytica*. *Environmental Technology and Innovation*, 19, 100810. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.100810>
- Yushananta, P. (2021a). Factors Affecting Water Quality in Rain Water Harvesting (RWH) System: Review. *Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 15(1), 40. <https://doi.org/10.26630/rj.v15i1.2178>
- Yushananta, P., and Bakri, S. (2021b). Analysis for Increasing Access to Safe Drinking Water and Healthy Sanitation Using a Cost Benefit Analysis (CBA) Approach. *Jurnal Kesehatan*, 12(2), 306. <https://doi.org/10.26630/jk.v12i2.1855>
- Yushananta, P., and Usman, S. (2018). The Incidence of Diarrhea in Babies Affected through the Cleanliness of Eating Utensils and Hands. *Journal of Medical Science And Clinical Research*, 6(9). <https://doi.org/10.18535/jmscr/v6i9.137>