



## RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KEKERUHAN DAN TDS BERBASIS INTERNET OF THINGS

### *PROTOTYPE OF TURBIDITY AND TDS MONITORING SYSTEM BASED INTERNET OF THINGS*

Galluh Cahyaning Putri, Prayudhy Yushananta\*

Politeknik Kesehatan Kemenkes Tanjungkarang, Jl. Soekarno-Hatta No. 6, Bandar Lampung,  
Lampung 35145. Indonesia

\*e-mail: [prayudhyyushananta@gmail.com](mailto:prayudhyyushananta@gmail.com)

#### **Abstract**

*Regional Drinking Water Company (PDAM) Way Rilau Bandar Lampung City treats Way Kuripan river water. Until now, monitoring of turbidity and Dissolved Solid (TDS) of raw water as a determinant of coagulant dose for water treatment is still done conventionally. Meanwhile, the physical quality of raw water fluctuates, mainly influenced by rainfall. As a result, the dose is often insufficient for the coagulation/flocculation process, so the treated water is still cloudy. This research aims to make a prototype of a turbidity and TDS measurement based on the Internet of Things with a sensor system. The prototype was developed using the ATmega-328P microcontroller, TS-300B turbidity sensor, ESP-8266 TDS sensor, and SIM-800L V.2 module. The principle of the prototype is to detect turbidity and TDS by the sensor system; furthermore, data is processed by the microcontroller and forwarded by the SIM800L V.2 module to the receiver (smartphone/PC). The study results obtained a high level of accuracy on turbidity (96.89%) and the TDS (96.55%). The statistical analysis did not show differences between the prototype and standard on both parameters ( $p$ -value > 0.05)—meanwhile, the data transfer speed for 30 seconds. The prototype can provide valid, low-cost, and real-time results of turbidity and TDS measurements.*

**Keywords:** *IoT, Monitoring, Sensors, TDS, Turbidity*

#### **Abstrak**

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Way Rilau Kota Bandar Lampung mengolah air sungai Way Kuripan sebagai baku air bersih. Hingga saat ini, pemantauan kekeruhan dan padatan terlarut (TDS) air baku untuk menentukan dosis koagulan dalam pengolahan air masih dilakukan secara konvensional. Sementara, kualitas fisik air baku bersifat fluktuatif, terutama dipengaruhi curah hujan. Akibatnya, seringkali dosis tidak cukup untuk proses koagulasi/flokulasi sehingga air olahan masih keruh. Penelitian bertujuan membuat *prototype* alat pengukur kekeruhan dan TDS berbasis *Internet of Things* dengan sistem sensor. Alat dikembangkan menggunakan *microcontroller ATmega-328P*, sensor kekeruhan *TS-300B*, sensor TDS *ESP-8266*, dan modul *SIM-800L V.2*. Prinsip kerja alat dengan menangkap nilai kekeruhan dan TDS oleh sistem sensor, selanjutnya data diolah oleh *microcontroller* dan diteruskan melalui Modul *SIM800L V.2* ke penerima (*smartphone/PC*) melalui jaringan internet. Hasil penelitian mendapatkan tingkat akurasi yang tinggi pada pengukuran kekeruhan (96,89%) dan TDS (97,55%). Analisis statistik tidak menunjukkan perbedaan hasil pengukuran antara *prototype* dengan alat ukur standar pada kedua parameter ( $p$ -value > 0,05). Sedangkan kecepatan transfer data selama 30 detik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *prototype* mampu memberikan hasil pengukuran kekeruhan dan TDS secara valid, berbiaya murah, dan *real time*.

**Kata kunci:** *IoT, Kekeruhan, Monitoring, Sensor, TDS*



## PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan dasar agar manusia tetap hidup dan menjalankan aktivitasnya (García Soler et al 2018), (Semaan et al 2020), (Yushananta 2021). Dewasa ini, pemenuhan kebutuhan air semakin meningkat, seiring dengan pesatnya laju pertumbuhan penduduk dan industrialisasi (Hakizimana et al 2017), (Carolin et al 2017), (Senthil Kumar et al 2019), (Yushananta 2021). Di sisi lain, pencemaran oleh limbah domestik dan industri menyebabkan semakin menurunnya kualitas air (Salehizadeh et al 2018), (Taiwo et al 2020), (Wang et al 2020). Akibatnya, banyak masyarakat yang menggunakan air yang tidak sehat (Kristianto 2017), (Yushananta 2021), (Yushananta and Bakri 2021), (Yushananta and Ahyanti 2022a).

Indonesia adalah salah satu negara dengan ketersediaan air berlimpah. Menurut Radhika et al (2017), ketersediaan air permukaan sekitar 88,3 ribu m<sup>3</sup>/detik atau 2,78 triliun m<sup>3</sup>/tahun. Namun kualitasnya semakin memburuk, sehingga harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dikonsumsi (Kristianto 2017) (Yushananta 2021). Pengolahan air terutama bertujuan untuk menghilangkan cemaran bahan organik dan anorganik, serta mikroorganisme yang terdapat dalam air (Yushananta and Ahyanti 2022b).

Koagulasi-flokulasi adalah teknologi pengolahan air yang paling banyak diaplikasikan, karena ekonomis dan kemudahannya (Kristianto 2017), (Maurya and Daverey 2018), (Sillanpää et al 2018), (Yushananta and Ahyanti 2022a). Teknologi ini membutuhkan koagulan sebagai bahan utama yang jumlahnya ditentukan oleh kualitas fisik air, yaitu kekeruhan (*turbidity*) dan *Total Dissolved Solid (TDS)*. Kekeruhan menunjukkan banyaknya padatan tersuspensi, sedangkan TDS menunjukkan padatan terlarut dalam air. Batas maksimum kedua parameter pada air bersih adalah 25 NTU dan 1000 mg/l (Kemenkes RI 2017).

PDAM Way Rilau adalah Badan Usaha Milik Daerah Kota Bandar Lampung yang bertanggungjawab terhadap pengolahan dan pendistribusian air bersih kepada 41.959 pelanggan. Sumber air baku untuk pengolahan dari sungai Way Kuripan, menggunakan teknologi koagulasi-flokulasi (PDAM Way Rilau Bandar Lampung 2021).

Kekeruhan yang tinggi, terutama pada musim hujan, menjadi salah satu masalah yang dikeluhkan pelanggan PDAM Way Rilau

(Wanda et al 2018), (Restiningtias 2019). Kecukupan dosis koagulan terhadap kekeruhan air baku merupakan faktor utama yang menentukan kualitas air olahan (Tripathy and De 2006), (Sillanpää et al 2018).

Hasil studi pendahuluan (28 Desember 2020), didapatkan bahwa monitoring kualitas air baku masih dilakukan secara konvensional. Pengukuran kekeruhan dilakukan setiap enam jam, dan TDS setiap 12 jam. Rerata waktu dari pengambilan sampel hingga pengukuran sekitar dua jam. Sementara, kekeruhan dan TDS air baku berfluktuasi secara cepat, terutama dipengaruhi oleh curah hujan. Berdasarkan masalah tersebut, diperlukan sistem monitoring kualitas air baku yang dapat mendeteksi kekeruhan dan TDS secara valid, mudah, murah, dan cepat (*real-time*). Salah satu teknologi yang dapat diterapkan adalah dengan *Internet of things (IoT)*.

*IoT* merupakan konsep perluasan manfaat dari internet (Maulana et al 2016), yang menghubungkan sensor dengan peralatan lainnya (Keoh et al 2014). Teknologi *IoT* dapat digunakan untuk berbagai kepentingan, seperti identifikasi, deteksi, monitoring secara otomatis dan real time (Zhou and Zhang 2011).

Penelitian bertujuan membuat rancang bangun (*prototype*) alat monitoring kekeruhan dan TDS berbasis *IoT* dengan memanfaatkan *sensor module*. Selain mendapatkan hasil pengukuran secara cepat (*real-time*) dan akurat, informasi kekeruhan dan TDS dapat diterima operator melalui *smartphone/Personal Computer (PC)/laptop* melalui jaringan internet.

## METODE PENELITIAN

### Jenis dan Rancangan Penelitian

Penelitian bersifat eksperimental untuk menghasilkan alat monitoring kekeruhan dan TDS, menggunakan teknologi *IoT* dengan memanfaatkan *sensor module*. Penelitian dilaksanakan di PDAM Way Rilau Kota Bandar Lampung, pada bulan April-Mei 2021.

### Alat dan bahan

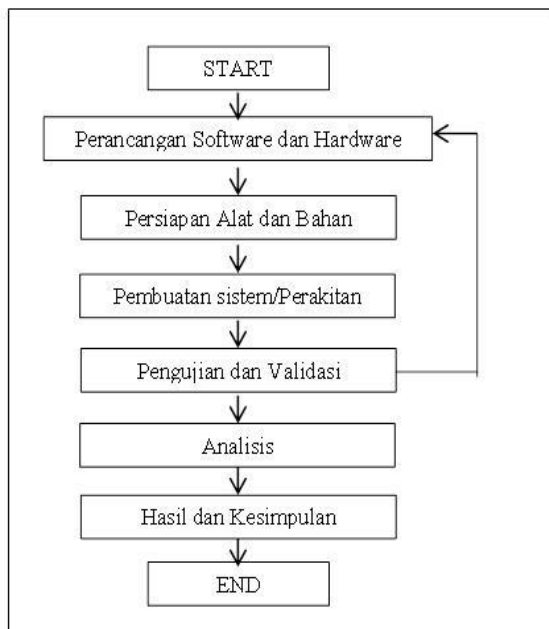
Keseluruhan bahan diperoleh dari penjual umum bahan elektronik dan robotika. Bahan-bahan yang digunakan antara lain *microcontroller ATmega-328P*, sensor kekeruhan *TS-300B*, sensor TDS *ESP-8266*, modul *SIM-800L V.2*, adaptor *220V AC to 5V DC*, *USB 2.0 type A to type B*, kabel jumper. Pada pengujian validitas/akurasi *prototype*, digunakan *Turbidimeter (type TU-2016 Lutron)*

dan TDS-meter (*type TDS & Conductivity Monitor Luso*).

### Langkah kerja penelitian

Secara umum, alat dirancang mampu mendeteksi kekeruhan dan TDS pada air baku melalui sistem sensor (*TS300B dan ESP8266*), selanjutnya diolah dan diterjemahkan oleh *microcontroller AT-Mega 328P* dengan sistem *Arduino* sebagai nilai kekeruhan dan TDS. Data selanjutnya dikirim melalui sistem *modul SIM800L V.2*, sehingga dapat diterima pada *smartphone*, PC atau laptop operator melalui jaringan internet.

Penelitian dilakukan dalam tiga tahap kegiatan, yaitu: 1) perancangan *software* dan *hardware*, 2) perakitan alat atau sistem operasi, 3) pengujian dan validasi. Perancangan *software* dan *hardware* untuk memilih bahan dan aplikasi yang digunakan untuk membangun sistem. Perangkaian dilakukan dengan menghubungkan semua bahan pada sistem operasi. Sedangkan pengujian untuk menilai kemampuan alat dalam mendeteksi nilai kekeruhan dan TDS pada air sampel, serta kecepatan transfer data.



**Gambar 1.** Langkah kerja penelitian

Pengujian dilakukan sebanyak sepuluh kali, pada lima tingkatan kekeruhan dan TDS yang berbeda ( $N=50$ ). Akurasi dinyatakan dalam persen, merupakan perbandingan hasil pengukuran *prototype* dengan alat standar, yaitu *Turbidimeter* dan *TDS meter*.

### Analisis statistik

Analisis data menggunakan *T-test* ( $\text{Alpha}=0,05$ ), untuk mengetahui perbedaan hasil pengukuran *prototype* dengan alat ukur standar. Perangkat lunak SPSS 24.0 digunakan pada analisis data.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perancangan Software

Aplikasi yang digunakan adalah *Arduino IDE*, berfungsi untuk membuka, membuat, serta mengedit program yang selanjutnya akan dimasukkan ke dalam *microcontroller*. Walaupun memiliki beberapa sistem operasi komputer, pada penelitian ini digunakan aplikasi *windows*.

Tahapan yang dilakukan pada perancangan *software Arduino IDE* adalah proses instalasi *software Arduino* pada PC, selanjutnya memasukkan *coding sensor* kekeruhan dan TDS, berikutnya adalah proses *upload*. Pembuatan *coding sensor* menggunakan bahasa pemrograman C.

*Arduino* merupakan kit elektronik *open source* yang berisi sebuah *chip microcontroller* (jenis AVR) sebagai komponen utama. *Microcontroller* adalah chip atau *integrated circuit (IC)* yang bisa diprogram, sehingga mampu membaca *input*, memproses, dan menghasilkan *output* sesuai dengan tujuan sistem yang dikembangkan.

Selain melakukan perancangan *software*, dilakukan juga perancangan *Printed Circuit Board (PCB)* sebagai tempat *microcontroller* dan perangkat lainnya. Perancangan menggunakan *software Eagle 7.6.0*. Tahapan yang dilakukan dalam pembuatan PCB dimulai dari desain *layout*, cetak desain menggunakan kertas glossy, *afdruk* pada PCB kosong, dan pelarutan tembaga (*etching*) dengan larutan *FeCL<sub>3</sub>*.

### Perancangan Hardware

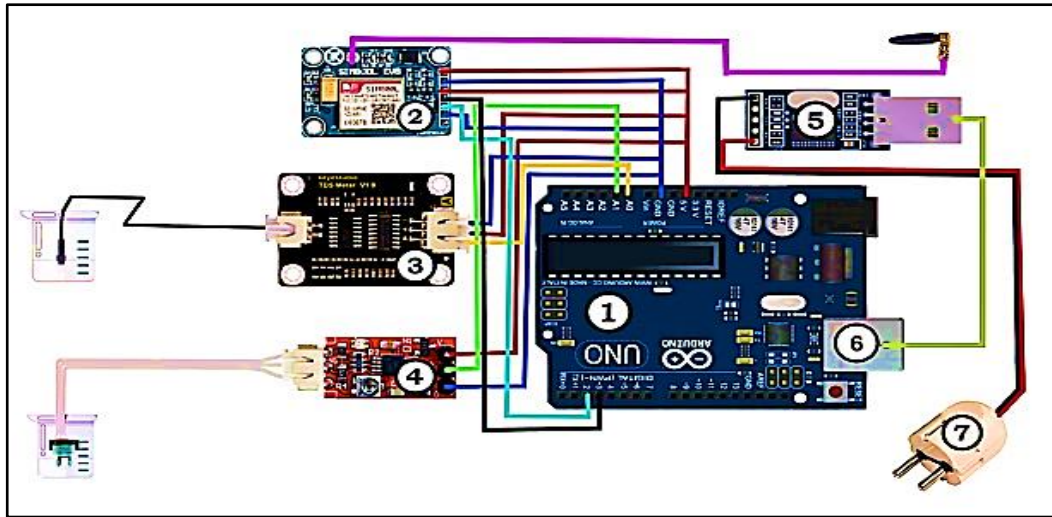
Perancangan *hardware* meliputi perancangan *input* yang akan dihubungkan dengan *mikrokontroler*. Rangkaian *input* meliputi sensor kekeruhan, sensor TDS, *adaptor power supply 220V AC to 5V DC, USB 2.0 type A to type B*, dan modul *SIM800L V.2*. Hasil rancangan *hardware* pada Gambar 2.

### Pengujian dan akurasi prototype

Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi hasil pengukuran *prototype* (kekeruhan dan TDS), dibandingkan dengan alat

ukur standar (*Turbidimeter* dan *TDS-meter*). Uji coba dilakukan pada lima tingkat kekeruhan dan

TDS yang berbeda. Setiap tingkatan, dilakukan pengulangan sebanyak 10 kali (N=50 data).



**Gambar 2.** Rancangan hardware, 1) Microcontroller ATmega-328; 2) Modul SIM-800L; 3) Turbidity sensor module; 4) TDS sensor module; 5) Adaptor power supply 220V AC to 5V DC; 6) USB 2.0 type A to type B; 7) Kabel arus input.

Hasil pengujian (Tabel 1) mendapatkan rerata kekeruhan dengan *turbidimeter* adalah 374,40 NTU, sedangkan hasil pengukuran dengan *prototype* sebesar 342,71 NTU. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa tingkat akurasi *prototype* sebesar 96,89% (kesalahan sebesar 3,11%).

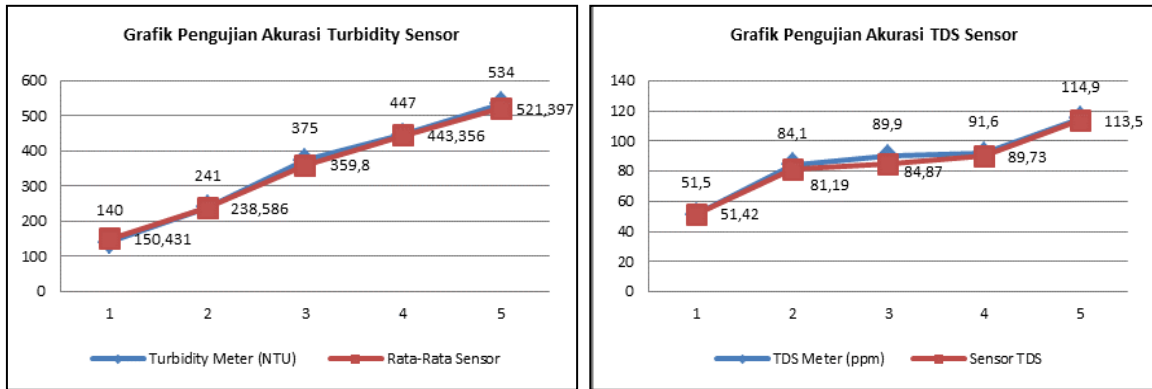
Pada pengujian TDS, rerata pengukuran dengan *TDS-meter* adalah 114,90 ppm, sedangkan dengan *prototype* sebesar 113,50 ppm. Tingkat akurasi sebesar 96,55% (kesalahan sebesar 2,45%). Hasil kedua pengujian menunjukkan tingkat kesalahan pengukuran

*prototype* kurang dari 5%. Menurut Junaidi and Prabowo (2018), tingkat kesalahan sensor kurang dari 5% termasuk dalam kategori baik, sehingga layak untuk digunakan.

Gambar 3 memperlihatkan bahwa garis hasil pengukuran hampir berhimpit, antara *prototype* dengan alat ukur standar, pada lima variasi sampel. Menunjukkan hasil pengukuran yang relatif sama. Persamaan hasil pengukuran antara *prototype* dan alat ukur standar juga dibuktikan secara statistik (Tabel 2) pada tingkat kepercayaan 95%.

**Tabel.1.** Rerata hasil pengukuran

Pengujian	Alat standar	Prototype	SD	Akurasi	Kesalahan
<b>Turbidity (NTU)</b>					
Pengujian 1	140,00	150,43	3,81	92,60%	7,40%
Pengujian 2	241,00	238,59	6,49	99,00%	1,00%
Pengujian 3	375,00	359,80	25,76	95,95%	4,05%
Pengujian 4	447,00	443,36	5,27	99,20%	0,80%
Pengujian 5	534,00	521,40	2,92	97,70%	2,30%
<b>Rerata</b>	<b>347,40</b>	<b>342,71</b>	<b>8,85</b>	<b>96,89%</b>	<b>3,11%</b>
<b>TDS (ppm)</b>					
Pengujian 1				99,85%	0,15%
Pengujian 2	51,50	51,42	1,35	96,60%	3,40%
Pengujian 3	84,10	81,19	2,33	94,50%	5,50%
Pengujian 4	89,90	84,87	1,69	97,96%	2,04%
Pengujian 5	91,60	89,73	8,14	98,80%	1,20%
<b>Rerata</b>	<b>114,90</b>	<b>113,50</b>	<b>4,98</b>	<b>97,55%</b>	<b>2,45%</b>



**Gambar 3.** Perbandingan hasil kekeruhan dan TDS prototype dan pengukuran alat standar

**Tabel 2.** Hasil analisis statistik dengan *T-test*

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

Selain pengukuran akurasi data, juga dilakukan pengujian kecepatan transfer data. Pengukuran dilakukan menggunakan *stopwatch*, dimulai sejak sensor menyentuh air sampel hingga data ditampilkan pada penerima (*smartphone*). Hasil pengujian didapatkan waktu transfer data kekeruhan dan TDS selama 30 detik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa informasi nilai kekeruhan dan TDS dapat diperoleh secara *real-time*.

**Tabel 3.** Kecepatan transfer data

No	Parameter	Transfer data
1	Kekeruhan	30 detik
2	TDS	30 detik

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

Penelitian telah membuktikan bahwa *prototype* yang dikembangkan mampu mendeteksi nilai kekeruhan dan TDS pada air sampel secara baik. Hasil pengujian mendapatkan tingkat akurasi pengukuran kekeruhan sebesar 96,89%, (atau tingkat kesalahan 3,11%). Sedangkan pada TDS, akurasi sebesar 97,55% (atau kesalahan 2,45%). Secara signifikan, hasil analisis statistik membuktikan persamaan hasil pengukuran antara *prototype* dengan alat ukur standar. *Prototype* memiliki kemampuan transfer data selama 30 detik. Teknologi *IoT* dengan sistem sensor dapat dikembangkan sebagai alat bantu dalam pengukuran parameter lingkungan dengan hasil yang akurat, cepat (*real-time*), dan berbiaya murah.

**Saran**

Dibutuhkan koneksi jaringan internet yang stabil agar pengiriman data tidak terganggu, serta pemeliharaan alat secara berkala, terutama sensor dan komponen yang tidak tahan air. Pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan penambahan beberapa sensor, serta mengintegrasikan hasil pengukuran dengan *coagulant dosing-pump*.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih disampaikan kepada PDAM Way Rilau Kota Bandar Lampung, serta semua pihak yang telah membantu penelitian.

**DAFTAR RUJUKAN**

- 1] Carolin CF, Kumar PS, Saravanan A, Joshiba GJ and Naushad M (2017) Efficient Techniques for Tte Removal of Toxic Heavy Metals from Aquatic Environment: A Review. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 5(No. 3): 2782–2799. DOI: 10.1016/j.jece.2017.05.029.
- 2] García Soler N, Moss T and Pappasozomenou O (2018) Rain and the City: Pathways to Mainstreaming Rainwater Harvesting in Berlin. *Geoforum* 89 (No. May 2017): 96–106. DOI: 10.1016/j.geoforum.2018.01.010.
- 3] Hakizimana JN, Gourich B, Chafi M, Stiriba Y, Vial C, Drogui P and Naja J (2017) Electrocoagulation Process in Water Treatment: A Review of Electrocoagulation Modeling Approaches. *Desalination* 404: 1–21. DOI: 10.1016/j.desal.2016.10.011.

- 4] Junaidi and Prabowo YD (2018) *Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis Arduino* (1st edition). CV. Anugrah Utama Raharja.
- 5] Kemenkes RI (2017) Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia 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. *Kemenkes RI*.
- 6] Keoh SL, Kumar SS and Tschofenig H (2014) Securing the Internet of Things: A Standardization Perspective. *IEEE Internet of Things Journal* 1(No. 3): 265–275. DOI: 10.1109/JIOT.2014.2323395.
- 7] Kristianto H (2017) The Potency of Indonesia Native Plants as Natural Coagulant: a Mini Review. *Water Conservation Science and Engineering* 2(No. 2): 51–60. DOI: 10.1007/s41101-017-0024-4.
- 8] Maulana YY, Wiranto G and Kurniawan D (2016) Online Monitoring Kualitas Air pada Budidaya Udang Berbasis WSN dan IoT Online Water Quality Monitoring In Shrimp Aquaculture Based On WSN and IoT. *Inkom* 10(No. 2): 81–86.
- 9] Maurya S and Daverey A (2018) Evaluation of Plant-Based Natural Coagulants for Municipal Wastewater Treatment. *3 Biotech* 8(No. 1): 77. DOI: 10.1007/s13205-018-1103-8.
- 10] PDAM Way Rilau Bandar Lampung (2021) *Profil PDAM Way Rilau Bandar Lampung. PDAM Way Rilau Bandar Lampung*.
- 11] Radhika R, Firmansyah R and Hatmoko W (2017) Perhitungan Ketersediaan Air Permukaan di Indonesia Berdasarkan Data Satelit. *JURNAL SUMBER DAYA AIR* 13(No. 2): 115–130. DOI: 10.32679/jsda.v13i2.206.
- 12] Restiningtias R (2019) PDAM Way Rilau Siasati Kebutuhan Air Bersih Jika Kemarau Melanda. *Lampung Geh*.
- 13] Salehizadeh H, Yan N and Farnood R (2018) Recent Advances in Polysaccharide Bio-Based Flocculants. *Biotechnology Advances* 36(No. 1): 92–119. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2017.10.002.
- 14] Semaan M, Day SD, Garvin M, Ramakrishnan N and Pearce A (2020) Optimal Sizing of Rainwater Harvesting Systems for Domestic Water Usages: A Systematic Literature Review. *Resources, Conservation & Recycling: X* 6: 100033. DOI: 10.1016/j.rcrx.2020.100033.
- 15] Senthil Kumar P, Joshiba GJ, Femina CC, Varshini P, Priyadharshini S, Arun Karthick MS 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. DOI: 10.5004/dwt.2019.24613.
- 16] Sillanpää M, Ncibi MC, Matilainen A and Vepsäläinen M (2018) Removal of Natural Organic Matter in Drinking Water Treatment by Coagulation: A comprehensive review. *Chemosphere* 190: 54–71. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2017.09.113.
- 17] Taiwo AS, 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(No. 1): e03335. DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e03335.
- 18] Tripathy T and De BR (2006) Flocculation: A New Way to Treat the Waste Water. *Journal of Physical Sciences* 10: 93–127.
- 19] Wanda, Dirsah and Edu (2018) *Pelayanan PDAM Way Rilau Masih Buruk. Kupas Tuntas*.
- 20] 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 & Innovation* 19: 100810. DOI: 10.1016/j.eti.2020.100810.
- 21] Yushananta P (2021) Tinjauan Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Air pada Sistem Rain Water Harvesting (RWH). *Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan* 15(No. 1): 40. DOI: 10.26630/rj.v15i1.2178.
- 22] Yushananta P and Ahyanti M (2022a) Utilization of Banana Pith Starch From Agricultural Waste As A Cationic Coagulant. *Jurnal Aisyah: Jurnal Ilmu Kesehatan* 7(No. 1): 165–172. DOI: 10.30604/jika.v7i1.856.
- 23] Yushananta P and Ahyanti M (2022b) Novel

- Copolymer Cationic from Agroindustrial Waste using Microwave. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences* 10(No. E): 458–464.
- 24] Yushananta P and Bakri S (2021) Analisis Pembiayaan Peningkatan Akses Air Minum dan Sanitasi Sehat dengan Pendekatan Cost Benefit Analysis (CBA). *Jurnal Kesehatan* 12(No. 2): 306. DOI: 10.26630/jk.v12i2.1855.
- 25] Zhou Q and Zhang J (2011) Research Prospect of Internet of Things Geography. *2011 19th International Conference on Geoinformatics*, 1–5. DOI: 10.1109/GeoInformatics.2011.5981045.