

RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS AIR BERBASIS WIRELESS SENSOR NETWORK

Marfin^{1*}, Luki Utomo²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang,
^{1,2}Jalan Puspiptek Raya No. 46 Buaran, Setu, Tangerang Selatan, 15310, Indonesia

¹dosen00929@unpam.ac.id

²dosen00904@unpam.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 20-10-2023
revisi : 26-11-2023
diterima : 30-11-2023
dipublish : 30-12-2023

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah sistem pemantauan kualitas air yang berbasis pada jaringan sensor nirkabel (Wireless Sensor Network). Sistem ini terdiri dari beberapa node sensor yang terhubung secara nirkabel dan terletak di berbagai titik di sepanjang aliran air yang akan dimonitoring. Setiap node sensor akan mengukur beberapa parameter kualitas air seperti suhu, pH, kekeruhan, dan konsentrasi oksigen terlarut, dan mengirimkan data yang dikumpulkan ke sebuah sink node melalui jaringan nirkabel. Sink node ini akan menerima data dari node sensor dan mengirimkannya ke sebuah server pusat untuk dianalisis. Dengan demikian, sistem ini dapat memberikan informasi yang akurat dan real-time tentang kualitas air yang sedang dipantau. Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik dan memberikan hasil yang akurat dan andal dalam pemantauan kualitas air. Sistem ini dapat digunakan untuk membantu menjaga kualitas air dan mendukung pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan.

Kata kunci: Monitoring; kualitas air; wireless sensor network

ABSTRACT

This study aims to design and build a water quality monitoring system based on a wireless sensor network (WSN). The system consists of several sensor nodes connected wirelessly, located at various points along the water flow to be monitored. Each sensor node will measure several water quality parameters, such as temperature, pH, turbidity, and dissolved oxygen concentration, and send the collected data to a sink node via a wireless network. This sink node will receive data from sensor nodes and send it to a central server for analysis. Thus, the system can provide accurate and real-time information about the water quality being monitored. The results of the system test show that it can work properly and provide accurate and reliable results in monitoring water quality. This system can be used to help maintain water quality and support sustainable management of water resources.

Keywords: Monitoring, water quality, wireless sensor network

PENDAHULUAN

Kualitas air merupakan aspek penting dalam menjaga kehidupan di Bumi. Air adalah sumber daya alam yang kritis, vital bagi ekosistem dan kesejahteraan manusia (Hendrawati et al., 2019). Oleh karena itu, pemantauan kualitas air menjadi esensial dalam rangka menjaga keseimbangan ekosistem perairan dan memastikan ketersediaan air yang aman dan sehat untuk konsumsi manusia (Pramana, 2018). Dalam dekade terakhir, kemajuan teknologi telah membuka pintu untuk metode pemantauan yang lebih canggih dan efisien, termasuk penggunaan Wireless Sensor Network (WSN) atau jaringan sensor nirkabel. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah Sistem Pemantauan Kualitas Air Berbasis Wireless Sensor Network yang inovatif (Muzaidi et al., n.d.). Pemantauan kualitas air tradisional seringkali melibatkan pengambilan sampel air secara periodik dan pengujian di laboratorium (Pauzi et al., 2020). Meskipun metode ini efektif dalam memberikan data yang akurat, pendekatannya terbatas pada titik pengambilan sampel dan interval waktu tertentu (Hidayatullah et al., 2018).

Beberapa masalah yang muncul meliputi keterlambatan dalam mendeteksi perubahan yang mungkin terjadi dalam kualitas air, biaya yang tinggi, dan kompleksitas logistik dalam mengelola jaringan pemantauan yang luas (Tjahjono et al., n.d.).

Seiring dengan kemajuan teknologi sensor dan komunikasi nirkabel, WSN telah menjadi solusi yang menjanjikan dalam pemantauan lingkungan, termasuk pemantauan kualitas air (Indartono et al., 2020). WSN adalah jaringan sensor terdistribusi yang terdiri dari sejumlah sensor mikro yang dipasang di berbagai titik dalam lingkungan yang ingin dimonitor. Sensor-sensor ini dapat mengukur berbagai parameter seperti suhu, pH, kadar oksigen terlarut, dan sejumlah parameter penting lainnya yang berhubungan dengan kualitas air (Al Barqi et al., 2019).

Sistem pemantauan berbasis WSN memungkinkan pengumpulan data yang kontinu dan real-time, yang memungkinkan deteksi cepat perubahan yang mungkin terjadi dalam lingkungan air. Selain itu, penggunaan jaringan nirkabel menghilangkan kebutuhan akan

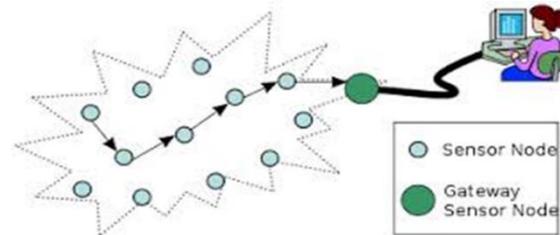
pengambilan sampel manual yang mahal dan sulit dalam jaringan pemantauan yang luas (Bhawiyuga & Yahya, 2019). Data yang dikumpulkan oleh sensor-sensor dalam WSN dikirimkan melalui jaringan nirkabel ke pusat pemrosesan data, di mana informasi tersebut dapat dianalisis, diinterpretasikan, dan digunakan untuk mengambil tindakan yang sesuai (Silvia et al., 2020).

Penelitian ini memiliki relevansi yang signifikan dalam konteks pengelolaan sumber daya air, perlindungan lingkungan, dan kesejahteraan manusia (Suryono & Pramusinto, 2016). Dengan sistem pemantauan kualitas air berbasis WSN, pemerintah, organisasi lingkungan, dan individu dapat memantau perubahan kualitas air secara lebih efisien dan responsif (Arya et al., 2018). Hal ini penting dalam menjaga kelestarian ekosistem air, menghindari kontaminasi air yang dapat membahayakan kesehatan manusia, dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam manajemen sumber daya air (Fadillah et al., 2019).

TEORI

Wireless Sensor Network (WSN) adalah sebuah jaringan yang menghubungkan perangkat-perangkat seperti *sensor node*, router dan *sink node*. Perangkat ini terhubung secara ad-hoc dan mendukung komunikasi multi-hop. Istilah ad-hoc merujuk pada kemampuan perangkat untuk berkomunikasi satu sama lain secara langsung tanpa memerlukan infrastruktur jaringan seperti router atau akses point. Sedangkan multi-hop yaitu istilah yang merujuk pada komunikasi beberapa perangkat yang melibatkan perangkat antara (intermediate), multi-hop melibatkan perangkat antara seperti router untuk meneruskan sebuah paket dari satu node ke

node lain dalam jaringan. konsep sederhana terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema jaringan *wireless sensor network*

Sensor derajat keasaman (pH) Analog pH Meter Pro merupakan sebuah kit dalam melakukan pengukuran tingkat keasaman dalam air, berdasarkan datasheet (D-Robotics, 2010). Yang dikeluarkan oleh manufakturnya, dimana memiliki kemampuan pengukuran pH dari 0-14pH. Dimana dapat melakukan pengukuran dalam suhu 0-60 °C, dimana tingkat keakuratan $\pm 0.1\text{pH}$ pada pengukuran pada suhu 25 °C. Pengukuran tegangan sensor terhadap kadar larutan pH memiliki nilai tegangan positif untuk pH diatas 7, untuk nilai pH dibawah 7 memiliki nilai tegangan negatif dan untuk nilai pH 7 atau netral memiliki nilai tegangan mendekati 0.

Sensor TDS adalah sensor yang dapat mengukur nilai TDS (Total Dissolved Solids) menunjukkan bahwa berapa miligram padatan terlarut yang dilarutkan dalam satu liter air. Secara umum, semakin tinggi nilai TDS, padatan yang lebih larut larut dalam air, dan semakin sedikit air yang bersih. Oleh karena itu, nilai TDS dapat digunakan sebagai salah satu referensi untuk mencerminkan kebersihan air.

Sensor *Turbidity* atau Kekeruhan Air mendeteksi kualitas air dengan mengukur tingkat kekeruhan. Menggunakan cahaya untuk mendeteksi partikel tersuspensi dalam air dengan mengukur transmisi cahaya dan tingkat hamburan, yang berubah dengan

jumlah total padatan tersuspensi (TSS) dalam air. Dengan meningkatnya TSS, tingkat kekeruhan cairan meningkat. Sensor kekeruhan digunakan untuk mengukur kualitas air di sungai dan aliran air, pengukuran air limbah dan efluen, instrumentasi kontrol untuk kolam pengendapan, penelitian angkutan sedimen, dan pengukuran laboratorium.

METODOLOGI

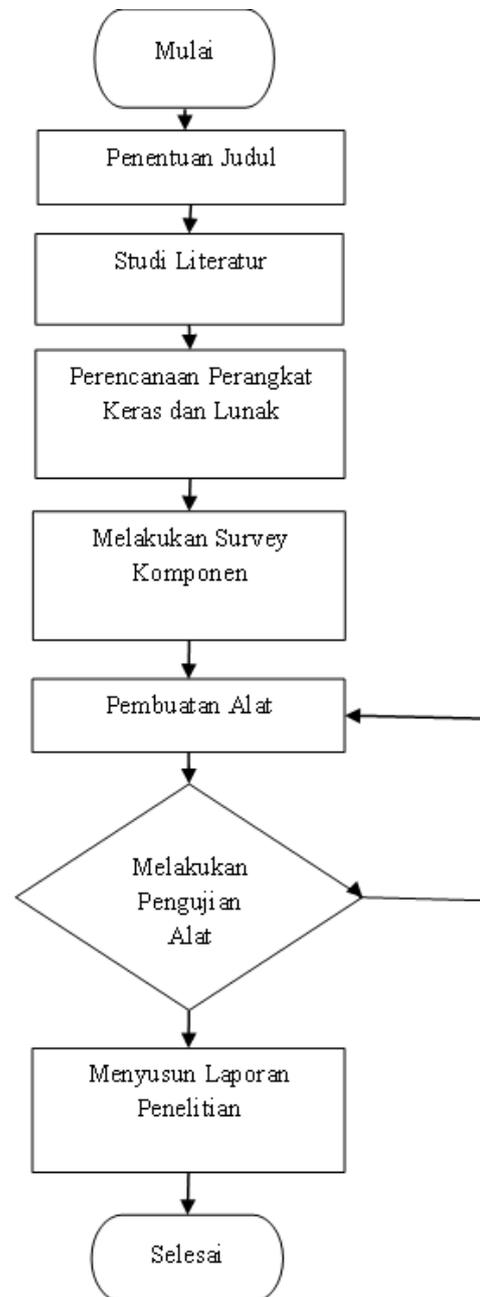
Metode yang digunakan untuk alat monitoring kualitas air dengan wireless sensor network adalah algoritma pegasis (Zainuddin et al., 2018). Pegasis adalah algoritma berdasarkan sambungan rantai yang paling dekat. Topologi yang terdapat pada algoritma ini adalah topologi simple chain network dengan membentuk rantai dari sensor node agar masing-masing node dapat mengirimkan atau menerima dari tetangganya dan hanya satu node dari rantai tersebut yang mengirim ke base station atau sink node atau access point (Nurkamid & Widodo, 2021). Untuk menyelesaikan penelitian ini, dilakukan langkah-langkah sesuai dengan flowchart pada Gambar 2.

Pada tahap ini perancangan alat dibagi menjadi dua bagian yaitu perancangan perangkat keras (hardware) dan perancangan perangkat lunak (software) yang berisikan desain alat dan program yang akan digunakan sebagai kontrol. Adapun perangkat keras yang akan digunakan adalah:

1. Arduino
2. Modul Zigbee
3. Sensor PH
4. Sensor TDS
5. Sensor Turbidity

Dan software yang digunakan adalah:

1. Software arduino IDE
2. Xampp



Gambar 2. Flowchart Metodologi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses terakhir yang harus dilakukan untuk mengetahui apakah sistem berjalan dengan baik yaitu pengujian sistem serta pengambilan data sehingga mengetahui kendala dari sistem yang dibuat serta menganalisa sistem tersebut (Sabiq &

Budisejati, 2017). Pengujian sistem monitoring kualitas air ini dilakukan dengan cara meletakkan ke tiga sensor ke sumber air atau wadah berisi air yang ingin dimonitoring (Kadir, 2019). Prototipe alat yang di gunakan untuk melakukan percobaan ini sebagai berikut. Perancangan perangkat keras dalam tahapan pengujian ini di gambarkan dalam bentuk skema pengabungan sensor, mikrokontroler serta komponen yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, maka perancangan perangkat keras prototipe sistem monitoring kualitas air dengan *wireless sensor network* ini akan di jelaskan pada hasil dan pembahasan.

Pada pengujian sensor ph pada tanggal 07 Januari 2023 dicelupkan sensor ph kedalam wadah yang sudah berisi air bersih yang akan di ukur nilai ph air tersebut.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Sensor PH

NO	TANGGAL	JAM	pH	Tampilan Pada Web
1	07-01-2023	19:42:58	7,82	7.82
2	07-01-2023	19:35:09	7,83	7.83
3	07-01-2023	19:30:32	7,84	7.84
4	07-01-2023	19:25:47	7,82	7.82
5	07-01-2023	19:21:32	7,82	7.82
6	07-01-2023	19:15:58	7,81	7.81
7	07-01-2023	19:11:10	7,83	7.83
8	07-01-2023	19:05:50	7,83	7.83
9	07-01-2023	18:58:08	7,84	7.84
10	07-01-2023	18:51:39	7,82	7.82



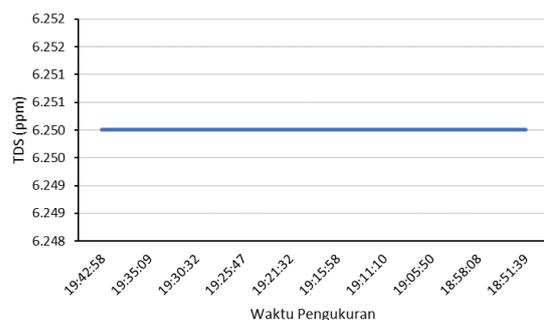
Gambar 6. Grafik Pengujian Sensor pH

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Sensor TDS

NO	TANGGAL	JAM	TDS	Tampilan Pada Web
1	07-01-2023	19:42:58	6,25	6.25
2	07-01-2023	19:35:09	6,25	6.25
3	07-01-2023	19:30:32	6,25	6.25
4	07-01-2023	19:25:47	6,25	6.25
5	07-01-2023	19:21:32	6,25	6.25
6	07-01-2023	19:15:58	6,25	6.25
7	07-01-2023	19:11:10	6,25	6.25
8	07-01-2023	19:05:50	6,25	6.25
9	07-01-2023	18:58:08	6,25	6.25
10	07-01-2023	18:51:39	6,25	6.25

Dari data pada grafik diatas terlihat sensor ph membaca nilai ph air yang diukur dan dapat dilihat nilai ph air yang diukur adalah 7,8 dengan sedikit perubahan nilai akhirnya dalam setiap lima menit.

Metode pengujian dilakukan pada tanggal 07 Januari 2023 dengan cara yang sama seperti pengujian sensor lainnya yaitu dengan mencelupkan sensor tds kedalam air yang akan diukur untuk mengetahui nilai tds dalam air tersebut.

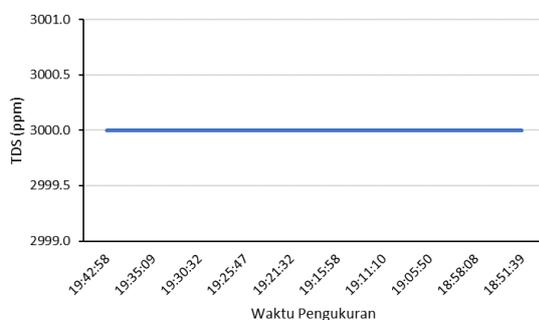


Gambar 7. Grafik Pengujian Sensor TDS

Data hasil pengujian sensor TDS menunjukkan bahwa sensor dapat bekerja dan menunjukan nilai TDS dalam air sebesar 6,25 ppm secara stabil. Metode pengujian dilakukan dengan mencelupkan sensor pada air yang akan diukur nilai kekeruhannya dan berikut adalah tabel hasil pengukuran nilai kekeruhan air.

Tabel 3. Data Hasil Pengukuran Nilai Kekeruhan Air

NO	TANGGAL	JAM	Turbidity	Tampilan Pada Web
1	07-01-2023	19:42:58	3000.00	3000.00
2	07-01-2023	19:35:09	3000.00	3000.00
3	07-01-2023	19:30:32	3000.00	3000.00
4	07-01-2023	19:25:47	3000.00	3000.00
5	07-01-2023	19:21:32	3000.00	3000.00
6	07-01-2023	19:15:58	3000.00	3000.00
7	07-01-2023	19:11:10	3000.00	3000.00
8	07-01-2023	19:05:50	3000.00	3000.00
9	07-01-2023	18:58:08	3000.00	3000.00
10	07-01-2023	18:51:39	3000.00	3000.00



Gambar 8. Grafik Pengujian Sensor Turbidity

Data hasil pengujian yang dilakukan pada tanggal 07 Januari 2023 menunjukkan nilai kekeruhan air 3000.00 dimana nilai tersebut menunjukkan air yang jernih.

KESIMPULAN

Kualitas air merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi kehidupan manusia. Oleh karena itu, diperlukan sistem pemantauan kualitas air yang dapat dilakukan secara real time dan akurat. Sistem pemantauan kualitas air berbasis Wireless Sensor Network (WSN) merupakan salah satu solusi yang dapat diterapkan. Pada penelitian ini, telah dirancang sistem pemantauan kualitas air berbasis WSN untuk mengukur parameter pH, kekeruhan, dan suhu air. Sistem ini terdiri dari tiga komponen utama, yaitu node sensor, gateway, dan server. Node sensor berfungsi

untuk mengumpulkan data dari sensor. Gateway berfungsi untuk mengirimkan data dari node sensor ke server. Server berfungsi untuk memproses dan menampilkan data. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pemantauan kualitas air berbasis WSN dapat bekerja dengan baik. Data yang dihasilkan oleh sistem ini memiliki akurasi yang tinggi. Sistem ini dapat digunakan untuk pemantauan kualitas air di berbagai lokasi, seperti kolam ikan, sungai, dan laut. Kelebihan sistem pemantauan kualitas air berbasis WSN, dapat digunakan untuk mengukur beberapa parameter kualitas air secara bersamaan, dapat bekerja secara real time, dan dapat diimplementasikan dengan biaya yang relatif murah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Barqi, U., Santyadiputra, G. S., & Darmawiguna, I. G. M. (2019). Sistem Monitoring Online Pada Budidaya Udang Menggunakan Wireless Sensor Network dan Internet Of Things. *Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika (KARMAPATI)*, 8(2), 476. <https://doi.org/10.23887/karmapati.v8i2.18682>
- Arya, T. F., Faiqurahman, M., & Azhar, Y. (2018). Aplikasi Wireless Sensor Network Untuk Sistem Monitoring Dan Klasifikasi Kualitas Udara. *Sistemasi*, 7(3), 281. <https://doi.org/10.32520/stmsi.v7i3.312>
- Bhawiyuga, A., & Yahya, W. (2019). Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Budidaya Menggunakan Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis Protokol LoRa. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 6(1), 99–106. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2019611292>

- Fadillah, A., Hanuranto, A. T., & ... (2019). Implementasi Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Ikan Lele Berbasis Wireless Sensor Network. *EProceedings ...*, 6(2), 4084–4090.
<https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/10461%0Ahttps://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/viewFile/10461/10316>
- Hendrawati, T. D., Maulana, N., & Al Tahtawi, A. R. (2019). Sistem Pemantauan Kualitas Air Sungai di Kawasan Industri Berbasis WSN dan IoT. *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, 4(2), 283.
<https://doi.org/10.31544/jtera.v4.i2.2019.283-292>
- Hidayatullah, M., Fat, J., & Andriani, T. (2018). Prototype Sistem Telemetri Pemantauan Kualitas Air Pada Kolam Ikan Air Tawar Berbasis Mikrokontroler. *Positron*, 8(2), 43.
<https://doi.org/10.26418/positron.v8i2.27367>
- Indartono, K., Kusuma, B. A., & Putra, A. P. (2020). Perancangan Sistem Pemantau Kualitas Air Pada Budidaya Ikan Air Tawar. *Journal of Information System Management (JOISM)*, 1(2), 11–17.
<https://doi.org/10.24076/joism.2020v1i2.23>
- Kadir, S. F. (2019). Mobile IoT (Internet of Things) Untuk Pemantauan Kualitas Air Habitat Ikan Hias Pada Akuarium Menggunakan Metode Logika. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 3(1), 298–305.
- Muzaidi, I., Ansari, R., & Anggarini, E. (n.d.). SISTEM MONITORING PERAIRAN UNTUK SANITASI KUALITAS AIR LAYAK PAKAI MENGGUNAKAN WIRELESS SENSOR NETWORKS. In *Jurnal Konstruksia* | (Vol. 13).
- Nurkamid, M., & Widodo, A. (2021). Penerapan Wireless Sensor Network Untuk Monitoring Lingkungan Menggunakan Modul ESP-WROOM32. *Ikraith-Informatika*, 5(3), 72–78. <http://jateng.tribunnews.com>
- Pauzi, G. A., Suryadi, O. F., Susanto, G. N., & Junaidi, J. (2020). Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang (Litopenaeus Vannamei) Menggunakan Wireless Sensor Sistem (WSS) yang Terintegrasi dengan PLC CPM1A. *Journal of Energy, Material, and Instrumentation Technology*, 1(3), 103–112.
<https://doi.org/10.23960/jemit.v1i3.34>
- Pramana, R. (2018). Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air dan Suhu Air Pada Kolam Budidaya Ikan. *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian Dan Industri Terapan*, 7(1), 13–23.
<https://doi.org/10.31629/sustainable.v7i1.435>
- Sabiq, A., & Budisejati, P. N. (2017). Web Monitoring System of pH Level, Temperature and Color on River Water using Wireless Sensor Network. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 5(3), 94–100.
<https://doi.org/10.14710/jtsiskom.5.3.2017.94-100>
- Silvia, A., Halimatussa'diyah2, R. A., Rizky Aldi, R., & Latifah, N. (2020). Perancangan Wireless Sensor Network Menggunakan Teknologi Multisensor Sebagai Sistem Monitoring Kualitas Udara. *Jurnal Quateknika*, 10(2), 1–13.
<https://doi.org/10.35457/quateknika.v10i2.1189>
- Suryono, & Pramusinto, K. (2016). Sistem Monitoring Kekekruhan Air Menggunakan Jaringan Wireless Sensor System Berbasis Web. *Youngster Physics Journal*, 5(4), 203–210.
- Tjahjono, A., Puspita, E., & Satriyanto, E. (n.d.). RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN KENDALI KUALITAS AIR SUNGAI SECARA ONLINE DENGAN WIRELESS SENSOR NETWORK (WSN) UNTUK INDUSTRI PENGOLAHAN AIR MINUM DI PDAM.
- Zainuddin, Z., Azis, A., Idris, R., Program, D., Teknik, S., Universitas, E., Program, M., Teknik, S., & Universitas, E. (2018). Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Udang Vannamae Berbasis Wireless Sensor Network Di Dusun Taipa Kecamatan. 2018, 278–283.