



Penerapan IoT dalam Monitoring dan Pengendalian Kualitas Air

Muhammad Yusri^{1*}, Yani Maulita², Hermansyah Sembiring³

¹⁻³STMIK Kaputama Binjai, Indonesia

Alamat: Jl. Veteran No.4A, Tangsi, Kec. Binjai Kota, Kota Binjai, Sumatera Utara 20714

Korespondensi penulis: yusri5865@gmail.com

Abstract. *The decline in water quality is a serious environmental issue, particularly in urban areas. This research aims to develop an Internet of Things (IoT)-based water quality monitoring system using ESP32, pH, TDS, and turbidity sensors. The system is designed to monitor water quality parameters in real-time and transmit data to a cloud platform for further analysis. The system prototype was tested with water samples from various sources, and the results demonstrated high accuracy, with a maximum deviation of $\pm 0.5\%$ compared to laboratory results. Thus, this system offers an efficient and easy-to-implement solution for continuous water quality monitoring, which can aid in water resource management in urban environments.*

Keywords: *Internet of Things, pH Sensor, TDS Sensor, Turbidity Sensor, Water Quality Control and Monitoring.*

Abstrak. Penurunan kualitas air merupakan salah satu masalah lingkungan yang serius, terutama di wilayah perkotaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan kualitas air berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan ESP32, sensor pH, TDS, dan turbidity. Sistem ini dirancang untuk memantau parameter kualitas air secara real-time dan mengirimkan data ke platform cloud untuk analisis lebih lanjut. Prototipe sistem diuji menggunakan sampel air dari beberapa sumber, dan hasilnya menunjukkan akurasi yang tinggi dengan deviasi maksimal $\pm 0,5\%$ dibandingkan dengan hasil laboratorium. Dengan demikian, sistem ini menawarkan solusi yang efisien dan mudah diterapkan untuk pemantauan kualitas air secara berkelanjutan, yang dapat membantu dalam pengelolaan sumber daya air di lingkungan perkotaan.

Kata kunci: *Internet Of Things, pH Sensor, TDS Sensor, Turbidity Sensor, Kontrol dan Monitoring Kualitas Air.*

1. LATAR BELAKANG

Air merupakan salah satu elemen penting bagi makhluk hidup, termasuk manusia, hewan, dan tumbuhan. Air tidak hanya dibutuhkan untuk kebutuhan minum dan menjaga keseimbangan cairan tubuh, tetapi juga memiliki peran penting dalam menjaga lingkungan sekitar.

Namun belakangan ini, air perlu mendapatkan perhatian yang khusus terutama di wilayah perkotaan dikarenakan kebutuhan volume air bersih menipis akibat dari banyaknya pengguna. Banyak efek yang dapat ditimbulkan dari kurangnya ketersediaan air bersih, diantaranya berdampak pada masalah kesehatan masyarakat, yang dapat menimbulkan berbagai macam penyakit (Fachri *et al.*, 2023).

Untuk mengatasi permasalahan yang seperti ini perlu suatu antisipasi untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan dengan melakukan penelitian dalam pemantauan kualitas air sebelum digunakan oleh masyarakat.

Standar baku mutu air untuk keperluan *hygiene* sanitasi sudah diatur dalam PERMENKES RI No. 32 Tahun 2017, dimana harus diperiksa secara berkala sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik

Indonesia No 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan *Higiene*.

Sanitasi yang menganjurkan nilai kadar maksimum kekeruhan yaitu 25 NTU, zat padat terlarut atau TDS yaitu 1000 mg/L, dan PH yaitu 6,5-8,5. Kualitas air dapat dipantau dengan bantuan sensor-sensor sebagai komponen pendukung selama proses pemantauan. Agar dapat mempermudah dalam proses pemantauan kualitas air, dibutuhkan sistem penilaian pada sensor-sensor secara *real-time* yang terkoneksi dengan jaringan internet. Salah satu aplikasi berbasis *web server* yang akan digunakan dalam proses pemantauan kualitas air pada WTP yaitu Blynk Console. Blynk digunakan untuk mengumpulkan data yang berasal dari perangkat node atau sensor-sensor yang terhubung oleh internet untuk keperluan visualisasi, notifikasi, kontrol, dan analisis historis data. Sebagai pendukung penelitian ini, penulis memberikan contoh penelitian terdahulu yang menjadi acuan bagi penulis dalam melakukan penelitian ini yaitu.

2. KAJIAN TEORITIS

Internet of Things (IoT) adalah konsep di mana berbagai perangkat dapat terhubung dan berkomunikasi satu sama lain melalui internet untuk memungkinkan pengumpulan dan pertukaran data secara otomatis (Richter *et al.*, n.d.-a). Menurut (Burange & Misalkar, 2015) *Internet of Things* (IOT) adalah struktur di mana objek, orang disediakan dengan identitas eksklusif dan kemampuan untuk pindah data melalui jaringan tanpa memerlukan dua arah antara manusia ke manusia yaitu sumber ke tujuan atau interaksi manusia ke computer (Adani & Salsabil, 2019). Singkat nya IoT adalah jaringan objek fisik yang terhubung melalui internet, memungkinkan pertukaran data untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan (Atriwinanto, 2023).

Menurut (Keoh, Kumar, & Tschofenig, 2014), *Internet of Things* merupakan perkembangan keilmuan yang sangat menjanjikan untuk mengoptimalkan kehidupan berdasarkan sensor cerdas dan peralatan pintar yang bekerjasama melalui jaringan internet (Adani & Salsabil, 2019). Sejak mulai dikenalnya internet pada tahun 1989, mulai banyak hal dan kegiatan yang dikerjakan melalui bantuan internet. Berikut beberapa ciptaan berbasis IoT yang memberikan dampak signifikan dalam perkembangan *Internet of Things* menurut (Adani & Salsabil, 2019). Pada tahun 1990 John Romkey menciptakan perangkat pemanggang roti yang bisa dinyalakan dan dimatikan melalui Internet.

WearCam diciptakan pada tahun 1994 oleh Steve Mann dan pada tahun 1997 Paul Saffo memberikan penjelasan singkat pertama tentang sensor dan masa depan. Tahun 1999 Kevin Ashton menciptakan *The Internet of Things*, direktur eksekutif Auto ID Centre, MIT, pada tahun yang mereka juga menemukan peralatan berbasis RFID (*Radio Frequency Identification*) global yang sistem identifikasi pada, penemuan ini disebut sebagai sebuah lompatan besar dalam *commercialising* IoT, tahun 2000 LG mengumumkan rencananya menciptakan kulkas pintar yang akan menentukan sendiri apakah bisa atau tidak makanan yang tersimpan di dalamnya diisi ulang.

Pada tahun 2003 RFID mulai ditempatkan pada tingkat besar-besaran di militer AS pada Program Savi mereka, pada tahun 2005 arus publikasi utama seperti *The Guardian*, *American Ilmiah* dan *Boston Globe* mengutip banyak artikel tentang IOT dan ppada tahun 2008 sekelompok perusahaan meluncurkan IPSO *Alliance* untuk mempromosikan penggunaan *Internet Protocol* (IP) dalam jaringan dari "*Smart object*" dan untuk mengaktifkan *Internet of Things*, lalu pada tahun 2008 FCC menyetujui penggunaan "*white space spectrum*", akhirnya peluncuran IPv6 di tahun 2011 memicu pertumbuhan besar di bidang *Internet of Things*, perkembangan ini didukung oleh perusahaan raksasa seperti Cisco dan IBM.

Beberapa penemuan tersebut memberikan dampak yang cukup besar dalam perkembangan dan kemajuan penggunaan *Internet of Things*, hingga saat ini semua peralatan yang kita gunakan dalam kehidupan kita sehari-hari dapat dikendalikan dan dipantau menggunakan IoT. Mayoritas proses dilakukan dengan bantuan sensor pada IoT. Sensor dikerahkan dan tersebar di mana-mana. Sensor ini mengkonversi data fisik mentah menjadi sinyal digital dan mengirimkan mereka ke pusat kontrol. Dengan cara ini kita bisa memonitor perubahan lingkungan jarak jauh dari setiap belahan dunia melalui internet. Arsitektur sistem ini akan didasarkan pada konteks operasi dan proses dalam skenario *real-time*.

Monitoring sendiri adalah proses pengumpulan data yang dilakukan rutin dan mengukur kemajuan atas objektif suatu program. Monitoring bertujuan untuk memantau perubahan dan fokus pada proses dan keluaran. Melibatkan monitoring dapat dilakukan dengan perhitungan atas apa yang dilakukan (Candra Novitasari, 2024). Monitoring menurut para ahli. Menurut Cassely dan Kumar 1987, monitoring merupakan program yang terintegrasi, bagian penting dipraktek manajemen yang baik dan arena itu merupakan bagian integral di manajemen sehari-hari (Candra Novitasari, 2024). Menurut Calyton dan Petry 1983 monitoring merupakan program yang terintegrasi, bagian penting dipraktek manajemen yang baik dan arena itu merupakan bagian integral di manajemen sehari-hari (Candra Novitasari, 2024). Menurut Oxfam 1995 monitoring adalah mekanisme yang sudah menyatu untuk memeriksa

yang sudah untuk memeriksa bahwa semua berjalan untuk direncanakan dan memberi kesempatan agar penyesuaian dapat dilakukan secara metodologis(Candra Novitasari, 2024).

Sementara pengendalian kualitas air adalah upaya pemeliharaan air agar air dapat terjaga mutu dan kebersihannya sehingga tercapai kualitas air yang diinginkan sesuai peruntukannya, untuk menjamin agar kualitas air tetap dalam kondisi alamiahnya dilakukanlah pengendalian kualitas air yang merupakan salah satu pencegahan dan penanggulangan pencemaran air serta pemulihan kualitas air untuk menjamin sesuai dengan baku mutu air. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan *Higien*.

Sanitasi yang menganjurkan nilai kadar maksimum kekeruhan yaitu 25 NTU, zat padat terlarut atau TDS yaitu 1000 mg/L, dan PH yaitu 6,5-8,5. Kegiatan pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air dimulai dengan kegiatan pemantauan kualitas air dan penetapan kualitas air serta kegiatan lainnya (DLHK, 2011).

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah serangkaian langkah sistematis yang digunakan untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menginterpretasikan data. Metode penelitian digunakan dalam berbagai disiplin ilmu dan dapat bervariasi tergantung pada tujuan penelitian, sifat dan data.



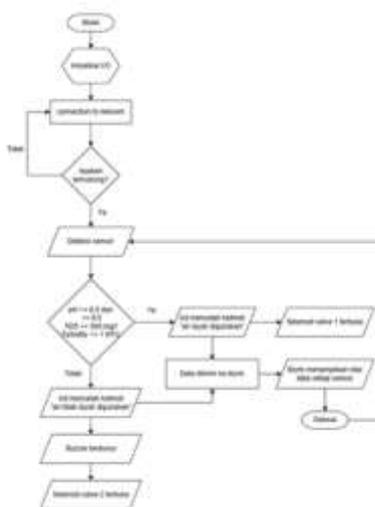
Gamabr 1. Struktur Metode Penelitian

1. Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan tahapan awal dalam proses penelitian, perancangan sistem dibuat dan digunakan agar setiap proses mendapat hasil sesuai kebutuhan dan keinginan. Perancangan sistem juga digunakan agar proses pengembangan pada proyek penelitian lebih terstruktur sehingga dapat meminimalisir kesalahan.

a. Flowchart

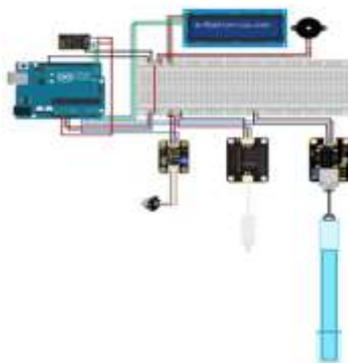
Flowchart adalah alat grafis yang digunakan dalam pengembangan sistem untuk memetakan aliran proses atau langkah-langkah yang terlibat dalam sebuah sistem atau program. Fungsi utama flowchart adalah untuk memberikan gambaran visual yang jelas dan terstruktur mengenai bagaimana proses berjalan, dari awal hingga akhir, serta bagaimana berbagai komponen dan keputusan saling berinteraksi.



Gambar 2. Flowchart

b. Skema Rangkaian

Skema Rangkaian adalah sebuah rancangan pada rangkaian pada proyek penelitian yang akan dikembangkan. Skema rangkaian dapat disimpulkan sebagai gambaran secara garis besar dalam bentuk gambar rangkaian dari proyek yang akan dikembangkan. Pembuatan skema rangkaian pada penelitian ini menggunakan *software* Fritzing, yang merupakan sebuah aplikasi yang dibuat khusus untuk membuat skemera rangkaian dalam mengembangkan proyek menggunakan mikrokontroller dan komponen-komponen mikrokontroller.



Gambar 3. Skema Rangkaian

2. Kebutuhan Komponen

a. Komponen *Hardware*

a) ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler berbasis *Internet of Things* (IoT) yang banyak digunakan karena kemampuan konektivitas dan efisiensi energi yang tinggi. ESP32 dilengkapi dengan dual-core processor yang dapat berjalan pada kecepatan hingga 240 MHz, RAM sebesar 520 KB, dan beragam fitur konektivitas, termasuk Wi-Fi dan Bluetooth. (Aldy Razor, 2020).



Gambar 4. ESP32

b) Sensor *Power of Hidrogen* (pH)

Sensor Power of Hidrogen (pH) adalah sensor yang digunakan untuk mengukur sebuah derajatkeasaman pada suatu cairan. Alat ini mempunyai nilai rentang 0 – 14, dimana untuk nilai pH yang netral mempunyai nilai 6,5 hingga 7,5 ketika kurang dari 6,5 cairan dikatakan asam dan atau lebih dari 7,5 maka cairan bernilai basa (Lestari & Zafia, 2022).



Gambar 5. pH Sensor

c) Sensor *Total Dissolved Solid* (TDS)

Sensor Total Dissolved Solid (TDS) merupakan sensor pendeteksi partikel zat padat yang terlarut pada air ataupun cairan, partikel zat padat itu adalah senyawa organik dan non-organik. (Lestari & Zafia, 2022).



Gambar 6. TDS Sensor

d) Sensor Kekeruhan (*Turbidity*)

Sensor turbidity yaitu sensor yang dapat mendeteksi tingkat kekeruhan pada air, yang dimana pada dasarnya tingkat kekeruhan yang terdapat dalam air tidak dapat dilihat secara kasat mata. (Lestari & Zafia, 2022).



Gambar 7. Turbidity Sensor

e) *Liquid Crystal Displays*

(LCD)LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. (Richter *et al.*, *n.d.-b*).



Gambar 8. LCD I2C

f) Buzzer

Buzzer adalah sebuah elektronika yang berfungsi mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya cara kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, Buzer terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (Wulandari, 2023).



Gambar 9. Buzzer

b. *Komponen Software*

- a) Arduino IDE Arduino IDE merupakan software yang digunakan untuk program – program perintah, dimana nantinya akan di upload pada Arduino atau Mikrokontroler lainnya dalam pengaplikasiannya, kode program yang dilakukan pada Arduino IDE merupakan bahasa pemrograman C dimana tujuannya agar

dapat menjalankan sebuah sistem yang bekerja sesuai dengan perintah dari kode program yang digunakan. Tanpa adanya kode program maka sistem yang dikerjakan atau dilakukan tidak dapat berjalan dengan baik.

b) Blynk

Aplikasi Blynk merupakan aplikasi yang didesain untuk mengerjakan pekerjaan IoT (*Internet of Things*) salah satunya untuk mengendalikan piranti keras melalui jarak jauh. (Sigurdsson H., 2020). Dengan Blynk, dapat mengontrol dan memonitor perangkat keras dari jarak jauh melalui aplikasi di iOS, Android maupun Desktop. Aplikasi ini cocok untuk mengendalikan Arduino, NodeMCU, Raspberry Pi, dan perangkat sejenisnya melalui koneksi internet. Dengan menggunakan aplikasi Blynk, dapat dengan mudah membuat antarmuka grafis untuk proyek dengan metode *drag and drop widget*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan kalibrasi pada setiap sensor, selanjutnya melakukan pengujian pada perangkat keras yang telah deprogram, secara garis besar ini merupakan uji coba program, karena perangkat keras hanya dapat berfungsi jika di kirimkan perintah berupa program logika.

1. pH Sensor

Seperti yang diketahui bahwa sensor pH bekerja dengan melakukan kalibrasi tegangan atau arus listrik menjadi nilai Hidrogen. Setelah melakukan kalibrasi dan menndapatkan nilai kalibrasi yang sesuai barulah pH meter dapat diuji. Pada pengujian ini, penulis menggunakan tiga buah gelas berisikan air kran, air mineral dan air hujan.

Table 1. Uji Coba Kadar pH

No	pH Meter Sensor								
	Air Mineral			Air Hujan			Air Kran		
	Low	Normal	High	Low	Normal	High	Low	Normal	High
1.	7.22	7.54	7.77	6.78	7.57	7.87	6.48	7.73	9.34
2.	7.03	7.35	7.68	6.65	7.34	8.11	6.15	7.67	8.91
3.	7.15	7.33	7.64	7.10	7.97	8.13	7.03	7.77	8.31

Pada table diatas dapat diketahui setiap nilai yang di terima dari setiap wadah yang memiliki kadar air yang berbeda memili kada pH yang berbeda pula. Pada air mineral kadar pH berada pada rentang nilai 7 hingga 7.5, air hujan mengandung kadar pH dengan rentang nilai 6.8 hingga 7 dan air kran 7.8 sampai 8. Masing-masing air memiliki 3 buah sample, dan dilakukan pengecekan dengan ketida sample secara bergantian.

2. TDS Sensor

TDS sensor berkerja terhadap cairan yang memiliki nilai (ion), semakin banyak nilai (ion) pada cairan maka akan semakin besar air dapat menghantarkan listrik, penggunaan TDS sendiri hampir sama dengan menggunakan sensor pH yaitu mengubah zat menjadi aliran listrik yang selanjutnya akan di lakukan kalibrasi.

Table 2. Uji Coba Kadar PPM

No	TDS Sensor Meter								
	Air Hujan			Air Garam			Air Gula		
	Low	Normal	High	Low	Normal	High	Low	Normal	High
1.	264	282	290	396	698	997	116	291	300
2.	272	285	293	499	797	996	144	225	296
3.	276	288	290	499	897	848	144	253	291

Pada table diatas dengan menggunakan 3 buah sample yaitu air hujan, air garam dan air gula dengan masing-masing air terdapat 3 buah sample berbeda pula, dapat disimpulkan bawah air hujan memiliki rentang kadar 276 hingga 290 PPM, air garam 499 hingga 997 PPM dan air gula 144 hingga 296 PPM.

3. Turbidity Sensor

Turbidity memiliki fungsi untuk mengukur kadar kekeruhan pada cairan, cara kerja turbidity hampir memiliki kesamaan seperti sensor cahaya, yaitu dengan mendeteksi tingkat besaran cahaya pada suatu cairan, semakin sedikit cahaya yang dihasilkan semakin keruh atau kotor air yang di deteksi.

Table .3 Uji Coba Kadar NTU

No	Turbidity Sensor Meter					
	Air Kopi			Air Mineral		
	Low	Normal	High	Low	Normal	High
1.	162	176	186	5	9	20
2.	169	285	186	7	10	33

Untuk Turbidity meter dapat hanya menggunakan 2 buah sample, air keruh dan jernih. Penggunaan bubuk kopi yang di campur dengan air bersih dapat memberikan nilai NTU, semakin banyak kopi yang dilarutkan, semakin tinggi nilai NTU yang dihasilkan dan semakin keruh air tersebut. Pada kasus ini air kopi memiliki nilai 169 hingga 285 NTU dan air mineral 7 hingga 33 NTU.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Implementasi Sistem, proyek yang dikembangkan berhasil mengimplementasikan sistem kontrol dan monitoring kualitas air berbasis IoT menggunakan ESP32, sensor pH, TDS, dan turbidity. Sistem ini mampu memantau kualitas air secara real-time melalui platform

Blynk, memungkinkan pengguna untuk memantau parameter kualitas air dari jarak jauh. Pengembangan Hardware dan Software, pengembangan hardware dilakukan sesuai dengan desain skema rangkaian yang telah direncanakan, sementara pengembangan software melibatkan tahapan pengembangan kode, kalibrasi sensor, debugging, dan koneksi ke platform IoT.

Kalibrasi Sensor, alibrasi sensor pH, TDS, dan turbidity dilakukan dengan baik untuk memastikan akurasi pengukuran. Setiap sensor memerlukan pengaturan dan kalibrasi yang spesifik untuk memperoleh hasil yang optimal. Koneksi IoT melalui Blynk, Sistem berhasil dihubungkan ke platform Blynk untuk memungkinkan kontrol dan monitoring jarak jauh, serta menampilkan data secara real-time di perangkat pengguna. Proses Debugging, proses debugging dilakukan secara teliti dengan menggunakan serial monitor untuk memastikan tidak ada kesalahan dalam program. Semua sensor berfungsi dengan baik, dan sistem bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

Saran

- a. Pengujian Lebih Lanjut, lakukan pengujian lebih lanjut dalam berbagai kondisi lingkungan yang berbeda untuk memastikan keandalan dan stabilitas sistem di berbagai situasi, seperti perubahan suhu, kelembaban, dan variasi kualitas air.
- b. Peningkatan Akurasi, pertimbangkan untuk menggunakan metode kalibrasi yang lebih canggih atau alat kalibrasi yang lebih presisi untuk meningkatkan akurasi pengukuran sensor, terutama jika sistem digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan presisi tinggi.
- c. Pemantauan dan Perawatan Rutin, pastikan untuk melakukan pemantauan dan perawatan rutin pada perangkat keras seperti sensor dan modul komunikasi, untuk menghindari degradasi performa akibat korosi atau keausan.
- d. Pengembangan Fitur Tambahan, Pengembangan fitur tambahan seperti alarm otomatis atau sistem peringatan dapat ditambahkan untuk memberi tahu pengguna jika kualitas air berada di luar batas yang diinginkan.
- e. Optimasi Konsumsi Daya, jika sistem digunakan dalam lingkungan yang tidak selalu terhubung ke sumber daya listrik, pertimbangkan untuk mengoptimalkan konsumsi daya agar sistem dapat berjalan lebih lama dengan menggunakan baterai atau sumber daya alternatif.

DAFTAR REFERENSI

- Adani, F., & Salsabil, S. (2019). Internet of things: Sejarah teknologi dan penerapannya. *Isu Teknologi STT Mandala*, 14(2), 92–100.
- Atriwinanto. (2023). Pengertian IoT (Internet of things): Sejarah, tujuan dan contohnya. 29 Desember. <https://www.kotaku.id/pengertian-iotinternet-of-things-sejarah-tujuan-dan-contohnya/>
- Candra Novitasari. (2024). Monitoring: Pengertian, tujuan, contoh dan tahapan. <https://pelajarindo.com/pengertian-monitoring/#:~:text=Pengertian> monitoring adalah proses pengumpulan data yang di,dapat dilakukan dengan perhitungan atas apa yang dilakukan.
- Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK). (2011). Pemantauan kualitas air sumur. *Dinas Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Daerah Istimewa Yogyakarta*, November, 1–4. <https://dlhk.jogjapro.go.id/pemantauan-kualitas-air-sumur#:~:text=Parameter> fisika yang diuji adalah,tinja dan bakteri total koli.
- Esind. (2024). Pengendalian pencemaran air menurut PP Nomor 22 Tahun 2021. <https://www.ensind.com/blog/pengendalian-pencemaran-air-menurut-pp-nomor-22-tahun-2021>
- Fachri, I., Fauzan, H., Hapsari, N., Amrullah, A., & Hanafi, B. (2023). Sistem pengendalian dan pemantauan kualitas air berbasis IoT. 1–7.
- Hidayat, M., & Mardiyantoro, N. (2020). Sistem pemantauan dan pengendalian pH air berbasis IoT menggunakan platform Arduino. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 7(1), 65–70. <https://doi.org/10.32699/ppkm.v7i1.1039>
- Imansyah, N., & Widiastuti, S. H. (2022). Sistem kontrol dan monitoring penggunaan air berbasis IoT menggunakan modul ESP8266. *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, 4(2), 108–113. <https://doi.org/10.37034/jidt.v4i3.207>
- Lestari, A., & Zafia, A. (2022). Penerapan sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things. *LEDGER: Journal Informatic and Information Technology*, 1(1), 17–24. <https://doi.org/10.20895/ledger.v1i1.776>
- Nordin, M. (2018). Gravity: Analog pH sensor/meter kit. 23 Mei. <https://www.cytron.io/p-gravity-analog-ph-sensor-meter-kit>
- Rifa'i, A. (2021). Sistem pemantauan dan kontrol otomatis kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan platform Node-Red untuk budidaya udang. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 7(1), 19. <https://doi.org/10.31884/jtt.v7i1.317>
- Sigurdsson, H. B. M. S. R. H. Y. S. J. (2020). Pemanfaatan aplikasi Blynk sebagai alat bantu monitoring energi listrik. *Encyclopedia of Volcanoes*, 1995, 662.
- Syukhron, I. (2021). Penggunaan aplikasi Blynk untuk sistem monitoring dan kontrol jarak jauh pada sistem kompos pintar berbasis IoT. *Electrician*, 15(1), 1–11. <https://doi.org/10.23960/elc.v15n1.2158>

- Wijaya, A. E., & Sukarni, R. B. S. (2019). Sistem monitoring kualitas air mineral berbasis IoT (Internet of Things) menggunakan platform Node-Red dan metode SAW (Simple Additive Weighting). *Jurnal Teknologi Dan Komunikasi STMIK Subang*, 12(2), 96–106. <https://doi.org/10.47561/a.v12i2.156>
- Wulandari, C. D. (2023). Fenomena buzzer di media sosial jelang pemilu 2024 dalam perspektif komunikasi politik. *Avant Garde*, 11(1), 134. <https://doi.org/10.36080/ag.v11i1.2380>