

Water Monitoring Simulation to Measure pH and Dissolved Residue (TDS) in Water Using IoT-Based ESP32

Saputra Sarira¹, Kusno Harianto², Yulindawati³

Program Studi teknik Informatika, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer
Widya Cipta Dharma
Jl. M. Yamin No 25, Samarinda, 75123
E-mail: saputrameteor@gmail.com, kusnoharianto@wicida.ac.id, wicida@wicida.ac.id

ABSTRACT

Water quality monitoring is a crucial aspect in ensuring environmental sustainability, health, and industrial needs. This research aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based water monitoring system capable of measuring pH and dissolved residue (Total Dissolved Solids/TDS) using the ESP32 microcontroller. The system is designed to provide an efficient and real-time solution for monitoring water quality. The monitoring system consists of a pH sensor and a TDS sensor connected to the ESP32 as the main microcontroller. Data from the sensors are collected and transmitted wirelessly through IoT communication protocols to a cloud platform, making it accessible and analyzable via mobile application. The measurement process is automated, and the results are visualized in graphs with notifications sent if water parameters exceed normal limits. Testing results show that the system can measure pH with an accurate and TDS, meeting the standard requirements for domestic and industrial water monitoring applications. The system successfully transmits data in real-time. The use of ESP32 and IoT platforms enables the system to be cost-effective while remaining reliable and scalable.

Keywords: IoT, ESP32, water quality, pH, dissolved solids, real-time monitoring

Simulasi Monitoring Air Untuk Mengukur Ph Dan Residu Terlarut (Tds) Dalam Air Menggunakan Esp32 Berbasis Iot

ABSTRAK

Monitoring kualitas air menjadi salah satu aspek penting dalam menjaga keberlanjutan lingkungan, kesehatan, dan kebutuhan industri. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring air berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mengukur pH dan residu terlarut (Total Dissolved Solids/TDS) menggunakan mikrokontroler ESP32. Sistem ini dirancang untuk memberikan solusi yang efisien dan *real-time* dalam memantau kualitas air. Sistem monitoring terdiri dari sensor pH dan sensor TDS yang terhubung dengan ESP32 sebagai mikrokontroler utama. Data dari sensor dikumpulkan dan dikirimkan secara nirkabel melalui protokol komunikasi IoT ke platform cloud, sehingga dapat diakses dan dianalisis melalui antarmuka aplikasi seluler. Proses pengukuran dilakukan secara otomatis dan hasil pengukuran divisualisasikan dalam bentuk grafik serta notifikasi jika parameter air berada di luar batas normal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mengukur pH dengan akurat dan TDS, sesuai dengan standar kebutuhan aplikasi pemantauan air domestik maupun industri. Sistem ini juga berhasil mengirimkan data secara real time. Penggunaan ESP32 dan platform IoT membuat sistem ini memiliki biaya implementasi yang rendah namun tetap handal dan skalabel.

Kata Kunci : IoT, ESP32, kualitas air, pH, residu terlarut, monitoring real-time

1. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya yang sangat vital bagi keberlangsungan hidup makhluk hidup, baik untuk keperluan konsumsi, pertanian, industri, maupun aktivitas harian lainnya. Kualitas air yang baik menjadi syarat utama dalam menjaga kesehatan serta mendukung kelangsungan hidup manusia. Dua parameter penting yang digunakan untuk menilai kualitas air adalah tingkat

keasaman (*pH*) dan jumlah residu terlarut (*Total Dissolved Solids* atau *TDS*).

Di era teknologi modern saat ini, metode konvensional dalam memantau kualitas air dinilai kurang efisien karena membutuhkan waktu yang lama, biaya operasional yang tinggi, serta ketergantungan pada proses pengambilan sampel secara manual. Untuk menjawab tantangan tersebut, diperlukan sebuah solusi yang lebih cepat, efisien, dan terintegrasi. Salah satu

teknologi yang berpotensi besar dalam hal ini adalah Internet of Things (IoT). IoT merupakan jaringan perangkat elektronik yang saling terhubung dan dapat berbagi data secara real time.

2. RUANG LINGKUP

Dalam penelitian ini permasalahan mencakup:

1. Rumusan Masalah

Bagaimana perancangan dan implementasi sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 untuk memperoleh data tingkat keasaman (pH) dan total zat terlarut (TDS) dalam air ?

Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi akurasi pengukuran pH Air dan Residu Terlarut dalam sistem ini, dan bagaimana cara memastikan kualitas pengukuran yang optimal?

2. Batasan Penelitian

Pada Penelitian Sistem monitoring hanya akan mengukur parameter- parameter tertentu seperti pH, dan Residu Terlarut pada Air, Penelitian ini menggunakan satu mikrokontroler Arduino yang berfungsi untuk mengolah data dari sensor pH dan sensor total zat terlarut (TDS), Pada Penelitian ini menggunakan dua yaitu sensor pH dan sensor Residu Terlarut (TDS), Perangkat ini menggunakan komponen berupa ESP32, LCD, buzzer, sensor pH dan Residu Terlarut (TDS) dan Air yang diuji menggunakan air yang bersumber dari sumur tanah dan air PDAM

3. Tujuan Penelitian

Merancang dan mengembangkan sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang mampu mengukur tingkat keasaman (pH) dan total zat terlarut (TDS) dalam air secara akurat dan efisien, Menerapkan sensor pH dan sensor Residu Terlarut pada air yang terhubung dengan ESP32 untuk mengumpulkan data kualitas air secara real-time dan mengirimkannya ke platform berbasis IoT dan Menganalisis akurasi dan keandalan pengukuran pH dan Residu Terlarut pada air yang dilakukan oleh sistem ini, serta mengevaluasi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran.

3. BAHAN DAN METODE

3.1 Simulasi

Menurut Jayadiguna (2023), Simulasi merupakan suatu metode yang digunakan untuk meniru atau merepresentasikan karakteristik, tampilan, serta sifat-sifat dari suatu objek atau sistem nyata. Tujuan utama dari simulasi adalah merekonstruksi situasi dunia nyata dalam bentuk model matematis, guna menganalisis karakteristik dan mekanisme kerjanya, serta menarik kesimpulan dan mendukung pengambilan keputusan berdasarkan hasil dari simulasi tersebut. Simulasi dirancang sedemikian rupa agar mendekati kondisi sebenarnya, terutama untuk menggambarkan pergerakan atau proses yang kompleks.

3.2 Monitoring

Menurut Yulia dan Nasrah (2019) Monitoring adalah upaya untuk memahami sesuatu yang ingin diketahui, dimana monitoring dengan tingkat yang lebih tinggi dapat memberikan pengukuran seiring berjalannya waktu, menunjukkan apakah sesuatu sedang mendekati tujuan atau justru menjauh darinya. Monitoring adalah kegiatan yang bertujuan memberikan informasi tentang penyebab dan dampak dari suatu kebijakan yang sedang dijalankan. Monitoring juga Merupakan rangkaian kegiatan yang bertujuan untuk memantau perkembangan pelaksanaan rencana pembangunan, serta mengidentifikasi dan memprediksi berbagai permasalahan yang telah atau berpotensi muncul, sehingga langkah penanganan dapat dilakukan sedini mungkin. Durasi kegiatan monitoring biasanya lebih singkat atau lebih cepat dibandingkan evaluasi. Dalam konteks pengembangan teknologi, monitoring melibatkan pengumpulan serta analisis data. data secara terus-menerus dari sistem atau perangkat yang dimonitor untuk memastikan kinerjanya tetap optimal dan memenuhi standar yang ditetapkan.

3.3 Air

Menurut Handayani dkk (2023) Air merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki peran sangat vital bagi keberlangsungan kehidupan di bumi. Air berfungsi menunjang berbagai kebutuhan makhluk hidup, baik bagi tumbuhan, hewan, maupun manusia. Tanpa adanya air, tumbuhan tidak dapat tumbuh dengan baik dan akan cepat mengalami kelayuan. Hewan pun berisiko punah akibat kekurangan cairan dalam tubuhnya. Sementara itu, manusia umumnya hanya mampu bertahan hidup selama sekitar tiga hari tanpa asupan air. Hal ini menunjukkan bahwa air merupakan komponen utama dalam berbagai siklus kehidupan. Banyak aktivitas di bumi bergantung pada keberadaan air, termasuk proses fotosintesis pada tumbuhan. Meskipun demikian, setiap makhluk hidup memiliki kebutuhan yang berbeda terhadap kualitas air. Perbedaan ini disebabkan oleh variasi tingkat kebutuhan masing-masing organisme. Oleh karena itu, manusia dituntut untuk memastikan bahwa air yang dikonsumsi memiliki kualitas yang baik dan aman bagi kesehatan

3.4 Ph

Secara umum, pH adalah angka yang digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaan dalam sebuah larutan. Skala pH terdiri dari angka 0 sampai 14. Jika angka pH kurang dari 7, maka larutan tersebut bersifat asam, sedangkan jika angka pH lebih dari 7, maka larutan tersebut bersifat basa..

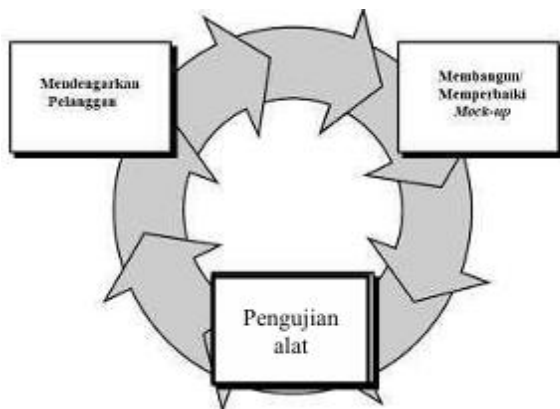
3.5 Residu Terlarut (TDS)

Pencemaran air yang disebabkan oleh bahan padat terjadi karena berbagai 14 faktor seperti erosi dan abrasi lapisan tanah, serta aktivitas Aktivitas manusia dalam memanfaatkan sumber daya alam, kejadian bencana alam, serta proses pembusukan bahan organik dari makhluk hidup yang telah mati atau hasil dekomposisi sampah padat merupakan beberapa faktor yang dapat

menyebabkan pencemaran lingkungan. Selain itu, aktivitas industri seperti pertambangan dan penggalian bahan galian juga turut memberikan kontribusi terhadap pencemaran, khususnya pencemaran air.

3.6 Model Prototype

Menurut Rosa dan Shalahuddin (2018), Model prototype digunakan sebagai pendekatan dalam merancang sistem informasi. Pendekatan ini memberikan peluang bagi pengembang dan objek penelitian untuk berinteraksi secara langsung selama proses perancangan sistem berlangsung. Menurut Yurindra (2017), model prototype adalah "sebuah proses yang memungkinkan pengembang membuat model perangkat lunak. Metode ini sangat cocok digunakan ketika klien tidak dapat memberikan informasi secara lengkap 15 mengenai kebutuhan yang diinginkannya". Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model prototype merupakan salah satu metode pengembangan perangkat lunak, di mana pengembang dan objek penelitian dapat berkomunikasi serta saling memberikan informasi, yang mencakup pengembangan alat, menganalisis kebutuhan, membuat rancangan (mockup), serta melakukan pengujian terhadap rancangan tersebut.



Gambar 1. Model *Prototype*

4. PEMBAHASAN

Pembahasan ini akan menjelaskan mengenai tahap-tahap yang telah dilaksanakan dalam perancangan sistem simulasi monitoring air untuk mengukur pH dan residu terlarut (TDS) dalam air menggunakan esp32 berbasis IoT.

4.1 Pengembangan Alat

Pengembangan alat mencakup kebutuhan seperti data yang diperlukan maupun kebutuhan teknologi untuk membuat simulasi monitoring air untuk mengukur pH dan residu terlarut(TDS) menggunakan esp32 berbasis iot, adapun tahapan pengembangan alat ini diantaranya

1. Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional merupakan jenis kebutuhan yang mendeskripsikan berbagai proses atau aktivitas yang dapat dijalankan oleh sistem selama sistem tersebut beroperasi yaitu Sistem dapat menampilkan kadar pH air, Sistem dapat menampilkan kadar residu Terlarut (TDS).

2. Kebutuhan Nonfungsional

Pada tahap ini hasil pengumpulan kebutuhan diperoleh melalui studi pustaka dengan mengidentifikasi fungsi dari sensor serta mengidentifikasi kebutuhan komponen yang digunakan dalam perancangan sistem simulasi monitoring air untuk mengukur pH dan residu terlarut (TDS) dalam air menggunakan esp32 berbasis IoT yaitu NodeMCU ESP32, Buzzer, LCD 16 x 2, Sensor pH, Sensor TDS dan Kabel Jumper.

4.2 Perancangan dan Pembuatan Prototype

Pada tahap ini, dilakukan proses perancangan serta pembuatan prototype sistem. Prototype yang dikembangkan disesuaikan dengan kebutuhan sistem yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya.

4.2.1 Diagram Blok

Perancangan atau pemodelan prototype ini bertujuan untuk menghasilkan alat yang mampu melakukan monitoring terhadap kualitas air minum yang layak konsumsi. Komponen utama yang digunakan dalam sistem ini meliputi sensor pH, yang berfungsi untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan air, serta sensor TDS yang digunakan untuk mengukur total zat padat terlarut dalam larutan tersebut. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan mikrokontroler ESP32 yang berperan sebagai pusat kendali (otak) dari perangkat, buzzer sebagai indikator suara, dan LCD yang digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran dari sensor pH dan sensor TDS. Dampak dari pencemaran bahan padat tersebut dapat menurunkan kualitas air secara fisik dan menyebabkan kandungan zat-zat berbahaya di dalamnya. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 serta Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014, batas maksimum konsentrasi zat terlarut total (Total Dissolved Solids/TDS) yang diperbolehkan dalam air minum.

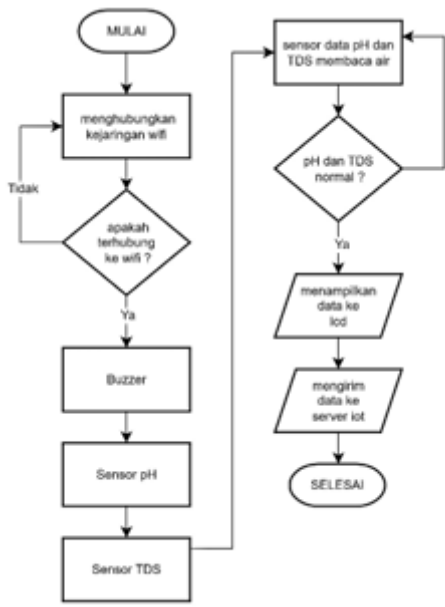


Gambar 2. Diagram Blok

4.2.2 Flowchart

Adapun alur proses Simulasi Monitoring Air Untuk Mengukur pH dan Residu Terlarut (TDS) Dalam Air Menggunakan Esp32 Berbasis Iot dimulai dari alat menghubungkan ke jaringan wifi, jika alat telah terhubung ke jaringan wifi maka buzzer akan berbunyi, sensor pH dan sensor TDS terhubung dan dapat digunakan. Kemudian sensor pH membaca air, Air minum yang layak konsumsi seharusnya memiliki nilai pH dalam kisaran 6,5 hingga 8,5. Jika nilai pH berada di bawah 6,5, maka air tergolong terlalu asam, sedangkan jika melebihi 8,5, air menjadi terlalu basa. Keduanya

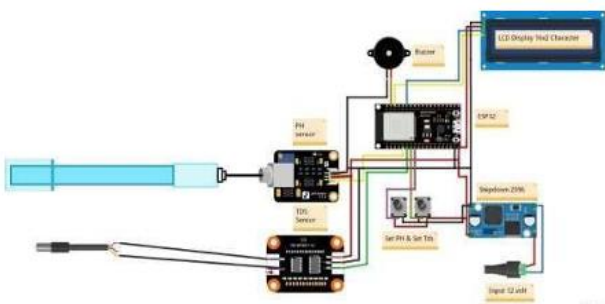
dapat berdampak buruk bagi kesehatan apabila dikonsumsi. Selain itu, tingkat kekeruhan air yang aman adalah di bawah 5 NTU (Nephelometric Turbidity Unit). Hasil pengukuran ini akan ditampilkan melalui 39 LCD 16x2, serta secara bersamaan dikirim dan ditampilkan pada aplikasi ThingsView untuk pemantauan berbasis IoT



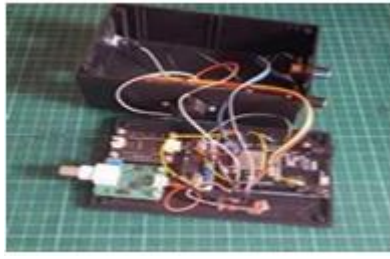
Gambar 3. Flowchart

4.2.3 Membangun Prototype

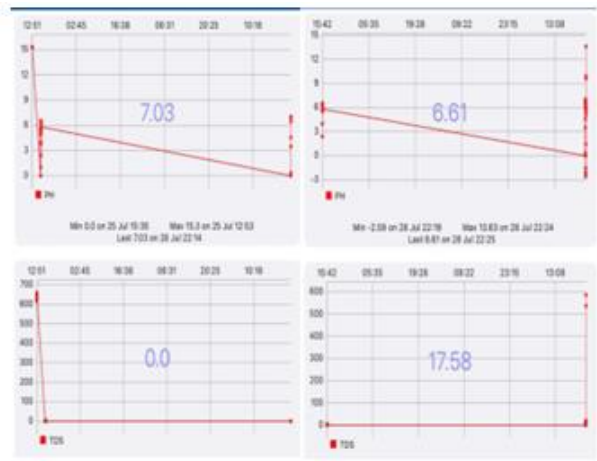
Setelah proses identifikasi kebutuhan dan perancangan sistem diselesaikan, tahap selanjutnya adalah pembangunan prototype, yang mencakup proses perakitan alat. Pada tahap ini, peneliti mulai merealisasikan prototype berdasarkan desain yang telah dirancang pada tahap sebelumnya.



Gambar 4. Rangkaian Alat



Gambar 5. Prototype Alat



Gambar 6. Hasil Uji

4.2.4 Uji Coba

Pada tahap ini peneliti melakukan pengujian terhadap sistem alat yang telah dibuat untuk memeriksa kecacatan yang ada pada sistem. Proses pengujian yang dilakukan menggunakan metode *black-box testing* dan *White-Box Testing*.

1. Black-Box Testing

pengujian perangkat lunak yang berfokus pada fungsionalitas sistem tanpa memperhatikan struktur internal atau kode program. Penguji hanya melihat input dan output, tanpa perlu mengetahui bagaimana sistem tersebut bekerja di balik layar. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan yang diharapkan, seperti yang didefinisikan dalam spesifikasi

No	Uraian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Jumlah Percobaan	
				Berhasil	Gagal
1	Sensor pH	Memberikan nilai pH akurat sesuai standar larutan	Nilai pH tampil dan sesuai standar larutan	4	1
2	Sensor TDS	Memberikan nilai TDS akurat	Nilai TDS tampil dan sesuai standar larutan	4	1
3	Buzzer	Buzzer menyala saat kondisi tidak sesuai	Buzzer aktif sesuai kondisi	4	1
4	NodeM C U ESP32	Mengirim data ke aplikasi Thingsview	Data diterima di Thingsview	3	2
5	Aplikasi Thingsview	Menampilkan data pH dan TDS yang dikirim ESP32	Data pH dan TDS tampil sesuai masukan dari sensor	4	1

Gambar 7. Black-Box Testing

2. White-Box Testing

White-Box Testing adalah metode pengujian perangkat lunak yang menguji struktur internal, kode program, dan alur logika suatu aplikasi secara langsung. Penguji pada white-box testing memiliki akses penuh ke kode sumber dan menelusuri jalur pemrograman dari input hingga output, sehingga dikenal juga sebagai clear box, open box, atau structural testing

5. KESIMPULAN

Sistem simulasi monitoring air untuk mengukur pH dan Total Dissolved Solids (TDS) dalam air

menggunakan ESP32 berbasis Internet of Things (IoT) telah berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik. Berdasarkan hasil pengujian, sistem ini mampu mengukur pH dan TDS secara akurat serta mengirimkan data secara real-time ke platform berbasis cloud untuk pemantauan jarak jauh. Dengan memanfaatkan konektivitas Wi-Fi dari modul ESP32, sistem ini dapat mengirimkan data secara otomatis, sehingga memudahkan pengguna untuk memantau kualitas air kapan saja dan di mana saja.

Kesimpulan dari penelitian. disampaikan sesuai dengan hasil yang diperoleh peneliti dan ditulis secara singkat dan jelas

6. SARAN

Meskipun sistem ini telah berhasil berfungsi dengan baik, masih terdapat beberapa aspek yang dapat ditingkatkan untuk meningkatkan kinerja dan fungsionalitasnya. Beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Penambahan Sensor Lain Untuk meningkatkan kemampuan sistem dalam memantau kualitas air secara lebih komprehensif, disarankan untuk menambahkan sensor lain, seperti sensor suhu dan sensor kandungan oksigen terlarut (DO), yang juga dapat mempengaruhi kualitas air.
2. Peningkatan Akurasi Sensor Penggunaan sensor pH dan TDS yang lebih sensitif dan akurat dapat meningkatkan ketepatan pengukuran yang dihasilkan oleh sistem. Kalibrasi sensor secara berkala juga diperlukan untuk menjaga akurasi data.
3. Penggunaan Platform yang Lebih Canggih Untuk mempermudah analisis dan visualisasi data, disarankan untuk menggunakan platform cloud yang lebih canggih, seperti AWS IoT atau Google Cloud, yang dapat menyediakan lebih banyak fitur dan skalabilitas.
4. Untuk penelitian selanjutnya yang bertema sama ataupun menggunakan penelitian ini diharapkan dan dilakukan pengujian yang berbeda sehingga alat menjadi relevan.

7. REFERENSI

- Ahmad Risal, dkk 2017, BUKU AJAR MIKROKONTROLER DAN INTERACE Universitas Negeri Makassar Fakultas Teknik Pendidikan Teknik Elektronik
- A.S., Rosa dan Shalahuddin, M. 2018. Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek. Bandung: Informatika.
- Dahlan, Fauzi. 2023, Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM Berbasis IoT. Diakses pada rabu 29 <https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/45888>
- Fadlilah, N. I., & Arifudin, A. (2018). Pembuatan Alat Pendeteksi Gempa Menggunakan Accelerometer Berbasis Arduino. *Evolusi: Jurnal Sains Dan*

- Manajemen*, 6(1), 61–67.
<https://doi.org/10.31294/evolusi.v6i1.3582>
- HAKAM GILANG AHMAD, K., & SUPRIANTO, B. (2019). SISTEM KONTROL TEMPERATUR, PH, DAN KEJERNIHAN AIR KOLAM IKAN BERBASIS ARDUINO UNO. *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, 8(2).
<https://doi.org/10.26740/jte.v8n2.p%0p>
- Handayani, S., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2023). ANALISIS KUALITAS AIR MINUM BERDASARKAN KADAR PH AIR MINERAL DAN REBUSAN SEBAGAI SUMBER ENERGI TERBARUKAN. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan*
<https://doi.org/10.37478/optika.v7i2.33>
- Hardiyanto, R, H. 2017. Konsep Internet Of Things Pada Pembelajaran Berbasis Web. *Jurnal Dinamika Informasi* Volume 6, No 1, Februari 2017 ISSN 1978-1660 : 87 – 97 ISSN Online 2549–8517
- Ihsanto, E., Hidayat, S., 2014, Rancang Bangun Sistem Pengukuran pH Meter Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno, *Jurnal Teknik Elektro*. Jayadiguna, Muhamad Amri (2019) Perancangan Interior Museum Kreatif Animasi Indonesia Di Bandung. Other thesis, Universitas Komputer Indonesia.
- Kadir, Abdul. 2015. Buku Pintar Pemrograman Arduino. Yogyakarta: Penerbit Mediamkom
- Kusuma, Gede Rama Weda and Purbhawa, I Made and Budiada, I Made (2023) Perancangan Alat Pengolahan dan Monitoring pH Air Hujan Layak 53 Konsumsi Berbasis IoT. Undergraduate thesis, Politeknik Negeri Bali.
- Mustaqbal, M. Sidiq, dkk. 2015. “ Pengujian Aplikasi menggunakan Black Box Testing Boundary Value Analysis (Studi Kasus : Aplikasi Prediksi Kelulusan SNMPTN)”. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*. Volume I, No 3.
- P. Roger S. Pressman, P. Bruce R. Maxim. (2014), *Software Engineering A Practitioner's Approach*. 2 Penn Plaza, New York.
- Pratama, Aditya Nanda (2017) TA : Implementasi Sensor TDS (Total Dissolved Solids) untuk Kontrol Air Secara Otomatis pada Tanaman Hidroponik. Undergraduate thesis, Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya.
- Pressman, R. S. 2015. *Rekayasa Perangkat Lunak (Buku Satu)*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Puspasari, Fitri - et al. 2019. “Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due Untuk Sistem Monitoring Ketinggian.” *Jurnal Fisika dan Aplikasinya* 15(2): 36.
- Santoso dan Nurmalina, Radna. 2017. Perencanaan dan Pengembangan Aplikasi Absensi Mahasiswa Menggunakan Smart Card Guna Pengembanganampus Cerdas. *Jurnal Integrasi*. 9(1): 86-87.
- Sosa, M. S. Humala. 2019. Perancangan Prototipe Sistem Smartphone Berbasis IoT Dengan Smartphone

- Menggunakan NodeMCU. Medan: Penerbit Universitas Sumatera Utara
- Sommerville, I. (2016). *Software Engineering* (9th ed.). (M. Horton, M. Hirsch, & C. Bell, Penyunt.) Massachusetts, Boston, Massachusetts, United States of America: Pearson Education, Inc.
- Syam, Rafiuddin. 2013. *Dasar Dasar Teknik Sensor*. Makassar: Penerbit Informatika.
- Wardani, A., Rismawan, T., & Suhardi, S. (2024). Sistem Kendali Dan Pemantauan Filter Air Berbasis Mikrokontroler NodeMCU ESP32. *JUPITER: Jurnal Penelitian Ilmu Dan Teknologi Komputer*, 16(1), 49–60.
- Yulia Ramadhani, & Nasrah. (2019). Sistem Informasi Monitoring dan Evaluasi Pelaksanaan Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) Pada Kantor Dinas Pendidikan Kabupaten Soppeng. *Jurnal Ilmiah Sistem 54 Informasi Dan Teknik Informatika* <https://doi.org/10.57093/jisti.v2i2.38>
- Yurindra. (2017). *Software Engineering*. Yogyakarta: Deeppublish
- Wibawa Kurniawan Putra, Henry Rossi Andrian, S.T.,M.T, Muhammad Ikhsan Sani, S.T.,M.T (2019) pengukuran ph air pada sistem hidroponik dengan metode nutrient film technique, e-Proceeding of Applied Science, <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/appliedscience/article/view/11074/10942>
- Moh. Gazali, Agus Widada (2021) analisis kualitas dan perumusan strategi pengendalian pencemaran air sungai bangka hulu bengkulu, *Journal of nursing and public health*, <https://jurnal.unived.ac.id/index.php/jnph/article/view/1441f>
- STMIK Widya Cipta Dharma. (2024). *Panduan Penulisan Tugas Akhir Skripsi*.