

**RANCANG BANGUN SISTEM AKUARIUM CERDAS DENGAN
TEKNOLOGI IOT UNTUK PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN
LINGKUNGAN AKUARIUM**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian dari persyaratan dalam memperoleh gelar

Sarjana Teknik pada Program Studi Sistem Telekomunikasi



Oleh:

Nadhira Aliya Zahra

2009603

PROGRAM STUDI S1 SISTEM TELEKOMUNIKASI

KAMPUS UPI DI PURWAKARTA

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2024

LEMBAR HAK CIPTA

RANCANG BANGUN SISTEM AKUARIUM CERDAS DENGAN TEKNOLOGI IOT UNTUK PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN LINGKUNGAN AKUARIUM

Oleh:

Nadhira Aliya Zahra

Sebuah draft skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Sistem Telekomunikasi

©**Nadhira Aliya Zahra** 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2024

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Draft skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruh atau sebagian, dengan dicetak ulang difotocopy, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

LEMBAR PENGESAHAN

**Draft Skripsi dengan judul
RANCANG BANGUN SISTEM AKUARIUM CERDAS DENGAN
TEKNOLOGI IOT UNTUK PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN
LINGKUNGAN AKUARIUM**

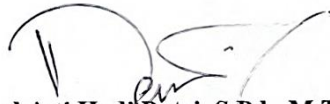
Oleh

Nadhira Aliya Zahra

NIM.2009603

Disetujui dan Disahkan Oleh Pembimbing:

Pembimbing I,



Dewi Indriati Hadi Putri, S.Pd., M.T.

NIP. 920190219900126201

Pembimbing II,

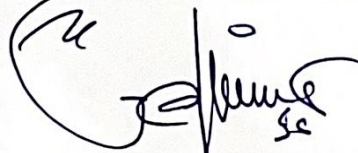


Galura Muhammad Suranegara, S.Pd. M.T.

NIP. 920190219920111101

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sistem Telekomunikasi,



Galura Muhammad Suranegara, S.Pd. M.T.

NIP. 920190219920111101

RANCANG BANGUN SISTEM AKUARIUM CERDAS DENGAN TEKNOLOGI IOT UNTUK PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN LINGKUNGAN AKUARIUM

Nadhira Aliya Zahra

NIM: 2009603

ABSTRAK

Berdasarkan Data Kementerian Kelautan, dan Perikanan (KPP), ekspor ikan hias pada semester 1 tahun 2023 mencapai Rp.326,1 miliar atau USD 20,5 juta yang berarti adanya peningkatan 16,2% dibandingkan nilai ekspor tahun sebelumnya. Ini tandanya, ikan hias masih memiliki minat yang tinggi hingga saat ini. Namun banyaknya peluang yang dimiliki oleh pemilik ikan hias dalam memelihara ikan hias, banyak juga kendala yang didapat saat memelihara ikan hias. Salah satu kendala dalam memelihara ikan hias ialah terletak pada bagaimana tempat pemeliharaan ikan tersebut diperhatikan dengan baik atau tidak. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem akuarium cerdas dengan teknologi IoT untuk pemantauan dan pengendalian lingkungan akuarium. Akuarium cerdas adalah konsep penggunaan teknologi IoT untuk menghubungkan komponen akuarium dengan internet guna memantau dan mengendalikan kondisi lingkungan akuarium secara efisien. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian *Research and Development (R&D)* dengan pendekatan *Waterfall* dengan melakukan tahap analisis kebutuhan (*Requirements Analysis*), tahap desain (*System and Software Design*), tahap implementasi (*Implementation*), tahap pengujian (*Testing*) dan diakhiri tahap pemeliharaan (*Operation & Maintenance*). Berdasarkan data aktual dari media yang ditemukan banyak permasalahan mengenai kualitas air dan kesulitan pemberian pakan secara manual. Maka dari itu, pada penelitian ini memakai ESP32, sensor *turbidity* SKU SEN0189, sensor ultrasonik HC-SR04, servo SG90, pH sensor 4502C dan *relay 2 channel* serta platform Kodular dan Firebase untuk pemantauan jarak jauh secara *real-time*. Sistem akuarium cerdas untuk merancang sebuah sistem akuarium cerdas yang inovatif dan solutif bagi pemilik akuarium dengan skor validitas yang tinggi dengan melakukan pengujian pemantauan dan kontroling akuarium ikan hias selama 7 hari yang menunjukkan data yang fluktuatif pada akuarium ikan hias.

Kata Kunci: Kendala memelihara ikan hias, Sistem Akuarium Cerdas, Teknologi *Internet of Things (IoT)*.

RANCANG BANGUN SISTEM AKUARIUM CERDAS DENGAN TEKNOLOGI IOT UNTUK PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN LINGKUNGAN AKUARIUM

Nadhira Aliya Zahra

NIM: 2009603

ABSTRACT

Based on data from the Ministry of Marine Affairs and Fisheries (KPP), ornamental fish exports in the first semester of 2023 reached IDR 326.1 billion or USD 20.5 million, marking a 16.2% increase compared to the previous year's export value. This indicates a continued high interest in ornamental fish. However, while there are many opportunities for ornamental fish owners, there are also challenges in maintaining them. One significant challenge is how well the aquarium environment is monitored and managed. This study aims to design and build a Smart Aquarium System with IoT Technology for monitoring and controlling the aquarium environment. A smart aquarium is a concept that uses IoT technology to connect aquarium components to the internet for efficient monitoring and control of the aquarium's environmental conditions. This research employs a Research and Development (R&D) approach with a Waterfall methodology, including stages of Requirements Analysis, System and Software Design, Implementation, Testing, and Operation & Maintenance. Based on actual data from media, there are many issues concerning water quality and difficulties in manual feeding. Therefore, this research utilizes ESP32, the SEN0189 turbidity sensor, HC-SR04 ultrasonic sensor, SG90 servo, 4502C pH sensor, and a 2-channel relay, along with the Kodular and Firebase platforms for real-time remote monitoring. The smart aquarium system is designed to be innovative and effective for aquarium owners, with high validity scores achieved through testing and monitoring over 7 days, showing fluctuating data in the ornamental fish aquarium.

Keywords: Challenges in breeding ornamental fish, Smart Aquarium System, Internet of Things (IoT) Technology.

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PLAGIARISME.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Teori Dasar	6
2.1.1 Akuarium Cerdas	6
2.1.2 Ikan Molly.....	7
2.1.3 <i>Internet of Things (IoT)</i>	7
2.1.4 Komponen Elektronika	8
a. Module Wi-Fi ESP32	8
b. Sensor <i>Turbidity</i>	9
c. Sensor Ultrasonik HC-SR04	10
d. ServoSG90	10
e. <i>Relay 2 Channel</i>	11
f. LCD 16x2.....	11
g. Sensor pH Meter 4502C.....	11

h.	Modul RTC (<i>Real-time Clock</i>) DS3231	12
i.	Modul LM2596	13
2.1.5	Arduino IDE.....	13
2.1.6	Firestore <i>Real-time Database</i>	14
2.1.7	Kodular.....	14
2.1	Penelitian Relevan	14
BAB III METODE PENELITIAN.....		18
3.1	Jenis Penelitian	18
3.2	Alur Penelitian.....	19
3.3	Deskripsi Umum Sistem.....	20
3.4	Perancangan Sistem.....	22
3.5	Implementasi Sistem	24
3.6	Pengujian Sistem Aquarium Cerdas	29
3.6.1	Alur Pengujian Sistem	29
3.6.2	Skenario Pengujian Sistem.....	30
3.6.3	Pengujian Fungsionalitas Sensor.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		33
4.1	Implementasi Sistem	33
4.2	Pengujian Fungsionalitas Sensor.....	35
4.2.1	Pengujian Fungsionalitas Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	35
4.2.2	Pengujian Fungsionalitas Sensor Turbidity SKU SEN1089	37
4.2.3	Pengujian Fungsionalitas Sensor pH meter 4502C	39
4.2.4	Pengujian Fungsionalitas LCD dan Kodular.....	43
4.3	Pengujian Sistem	44
4.4	Pengambilan Data per Hari Sistem Aquarium Cerdas	45
4.5	Hasil Pengukuran Tiap Parameter	47
4.6	Pembahasan	52
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI.....		54
5.1	Kesimpulan.....	54
5.2	Implikasi.....	55
5.3	Rekomendasi	56
DAFTAR PUSTAKA		57

LAMPIRAN.....	62
---------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur IoT Sistem Akuarium Cerdas	8
Gambar 2. 2 Komponen Elektronika	8
Gambar 3. 1 Pendekatan <i>Waterfall</i>	18
Gambar 3. 2 Alur Penelitian Sistem Akuarium Cerdas.....	20
Gambar 3. 3 Alur Sistem Akuarium Cerdas.....	22
Gambar 3. 4 Diagram Blok Alur Perancangan Alat.....	23
Gambar 3. 5 Skematik Sistem.....	25
Gambar 3. 6 Tampilan <i>Login Screen</i> pada aplikasi.....	28
Gambar 3. 7 Tampilan <i>Main Screen</i> pada Aplikasi.....	28
Gambar 3. 8 Alur Pengujian Sistem Akuarium Cerdas.....	29
Gambar 4. 1 Implementasi Perangkat Keras.....	33
Gambar 4. 2 Tampilan Firebase Sistem Akuarium Cerdas	34
Gambar 4. 3 Tampilan Kodular Sistem Akuarium Cerdas.....	35
Gambar 4. 4 Pengujian Fungsionalitas Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	37
Gambar 4. 5 Hasil Kalibrasi Sensor pH.....	39
Gambar 4. 6 Perbandingan pH terhadap Tegangan 1	40
Gambar 4. 7 Perbandingan pH terhadap Tegangan 2.....	41
Gambar 4. 8 Pengujian Fungsionalitas Sensor pH.....	43
Gambar 4. 9 Hasil Pengujian Fungsionalitas LCD dan Kodular	44
Gambar 4. 10 Rata-rata Nilai pH Air Akurarium.....	48
Gambar 4. 11 Rata-rata Persentase Volume Pakan	49
Gambar 4. 12 Status Kondisi Kekeruhan Air.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Module Wi-Fi ESP32.....	9
Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor Turbidity DF-ROBOT SKU SEN0189.....	9
Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	10
Tabel 2. 4 Spesifikasi Servo SG90.....	11
Tabel 2. 5 Spesifikasi <i>Relay 2 Channel</i>	11
Tabel 2. 6 Spesifikasi pH meter 4502C.....	12
Tabel 2. 7 Spesifikasi Modul RTC DS3231.....	12
Tabel 2. 8 Penelitian Relevan.....	15
Tabel 3. 1 Perangkat Keras.....	24
Tabel 3. 2 Perangkat Lunak.....	25
Tabel 3. 3 Interkoneksi Pin.....	26
Tabel 3. 4 Skenario Pengujian Sistem.....	30
Tabel 3. 5 Kategori Skor Validasi.....	32
Tabel 4. 1 Pengujian Fungsionalitas Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	36
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Kekerusuhan Air Keran.....	37
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sensor Kekerusuhan Air Keran + Sabun Cair.....	38
Tabel 4. 4 Hasil Kalibrasi Sensor pH Kategori Asam.....	39
Tabel 4. 5 Hasil Kalibrasi Sensor pH Kategori Basa.....	40
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Nilai Asam Basa.....	42
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Sistem dengan Metode <i>Black Box</i>	44
Tabel 4. 8 Rata-rata Hasil Monitoring.....	46
Tabel 4. 9 Hasil Pengukuran Parameter Air.....	48
Tabel 4. 10 Hasil Pengukuran Volume Pakan.....	49
Tabel 4. 11 Hasil Pengukuran Kekerusuhan Air.....	50
Tabel 4. 12 Hasil Pengukuran Status Pompa Air.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 SK Pembimbing Skripsi	62
Lampiran 2 Kartu Bimbingan Pembimbing 1	64
Lampiran 3 Kartu Pembimbing 2.....	65
Lampiran 4 Dokumentasi Penelitian.....	66
Lampiran 5 Hasil Pengujian.....	67
Lampiran 6 Source Code Arduino IDE.....	81

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Haris Maulana. (2022). *Ragam Masalah yang Kerap Terjadi Saat Memelihara Ikan di Akuarium Halaman all—Kompas.com*. Ragam Masalah Yang Kerap Terjadi Saat Memelihara Ikan Di Akuarium Halaman All - Kompas.Com.
<https://www.kompas.com/homey/read/2021/12/19/140700676/ragam-masalah-yang-kerap-terjadi-saat-memelihara-ikan-di-akuarium?page=all>
- admin. (2020, April 14). *PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN (RESEARCH AND DEVELOPMENT) – Kelompok Peneliti Muda*.
<https://www.kpmunj.org/penelitian-dan-pengembangan-research-and-development/>
- admin. (2023, September 9). Pentingnya Keseimbangan pH dalam Proses Penyaringan Air Tawar. *Jurusan Teknik Mesin Terbaik Di Sumut*.
<https://mesin.uma.ac.id/2023/09/09/pentingnya-keseimbangan-ph-dalam-proses-penyaringan-air-tawar/>
- Alda, M., Maulana, D. K., & Abdillah, M. D. (2024). *Membangun Aplikasi Pencarian Wisata Top di Sumatera Utara Berbasis Mobile Menggunakan Kodular*. 8.
- Alkadri, S. I. (2019). Rancang Bangun Sistem Kendali Dan Monitoring Rumah Tinggal Menggunakan Smartphone Berbasis Mikrokontroler Di Sukaharja Kabupaten Ketapang. *Politeknosains diterbitkan oleh LPPM (Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat) Politeknik Pratama Mulia Surakarta., Vol 18 No 2(2)*. <http://jurnal.politama.ac.id/politeknosains>
- Aquarium Care Basics*. (2019). *Aquarium Care Basics*.
<https://www.aquariumcarebasics.com/>
- Bukhori, A. (2023). MODEL SMART AQUARIUM BERBASIS IOT MIKROKONTROLER NODEMCU ESP8266. *3rd Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI)*, 2.
- Hayatunnufus, H., & Alita, D. (2020). SISTEM CERDAS PEMBERI PAKAN IKAN SECARA OTOMATIS. *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, 1(1), 11. <https://doi.org/10.33365/jtst.v1i1.799>

- Ivory, R. A. (2021). *REVIEW PENGGUNAAN SENSOR SUHU TERHADAP RESPON PEMBACAAN SKALA PADA INKUBATOR BAYI. 10.* Kementerian ESDM RI - Media Center—Arsip Berita—Kapal Survei Geomarin III Sebagai Sebuah Jawaban. (2009). Kapal Survei Geomarin III Sebagai Sebuah Jawaban. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/kapal-survei-geomarin-iii-sebagai-sebuah-jawaban>
- Kharisma, R., & Thaha, S. (2020). *Rancang Bangun Alat Monitoring Dan Penanganan Kualitas Air Pada Akuarium Ikan Hias Berbasis Internet Of Things (IOT). 7(2).* <https://doi.org/10.21107/triac.v7i2.8148>
- Khoiru Nurdina, A., Panji Sasmito, A., & Vendyansyah, N. (2023). PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IOT) MONITORING DAN CONTROLLING PERAWATAN ANAKAN IKAN KOI BERBASIS WEBSITE. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika), 6(2), 1115–1122.* <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5349>
- Kodular. (2023). Kodular. <https://www.kodular.io>
- Media, K. C. (2022, March 16). *7 Masalah yang Mengintai Ikan Hias Akibat Terlalu Banyak Makan Halaman all.* KOMPAS.com. <https://www.kompas.com/homey/read/2022/03/16/163300176/7-masalah-yang-mengintai-ikan-hias-akibat-terlalu-banyak-makan->
- Mediatama, G. (2021, November 28). *Ini Aturan-Aturan dalam Mengganti Air Akuarium.* kontan.co.id. <https://momsmoney.kontan.co.id/news/ini-aturan-aturan-dalam-mengganti-air-akuarium>
- Noor, A. (2020). APLIKASI PENDETEKSI KUALITAS AIR MENGGUNAKAN TURBIDITY SENSOR DAN ARDUINO BERBASIS WEB MOBILE. *Joutica, 5(1), 316.* <https://doi.org/10.30736/jti.v5i1.329>
- Nugroho, R. A. (2022). RANCANGAN SISTEM KEAMANAN MENGGUNAKAN SENSOR SIDIK JARI PADA KAP MOBIL. *JURNAL ICTEE, 2.* <https://doi.org/10.33365/jictee.v2i1.1071> 0CITATIONS0 total citations on Dimensions.
- Page Alison. (2020, December 4). *Top 6 Aquarium Water Changers For Easy Maintenance.* <https://www.aquariadise.com/aquarium-water-changer/>

- Putri, D. I. H., Pratama, H. P., & Sari, N. T. A. (2021). *Framework Design IoT for Smart Agriculture*. 04(01).
- Rachman, I., Budiman, M. R., Muhajir, A., & Mi'raz, R. (2023). SMART AQUARIUM BERBASIS IOT DENGAN WEB SERVER DAN INTELLEAGENT OTA. *Technologia : Jurnal Ilmiah*, 14(3), 278. <https://doi.org/10.31602/tji.v14i3.11438>
- Ramadhan, H. P., Kartiko, C., & Prasetiadi, A. (2020). Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Menggunakan NodeMCU, Firebase, dan Flutter. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 6(1). <https://doi.org/10.28932/jutisi.v6i1.2365>
- Ramdani D, Mukti Wibowo F, Adi Setyoko. (2020). Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Suhu dan Monitoring pH Air Aquascape Berbasis IoT (Internet Of Thing) Menggunakan Nodemcu Esp8266 Pada Aplikasi Telegram. *Journal of Informatics, Information System, Software Engineering and Applications (INISTA)*, 2(2). <https://doi.org/10.20895/INISTA.V2I2>
- Rieke Adriati Wijayanti, Ahmad Wilda Yulianto, Dianthy Marya, Muhammad Syirajuddin S., & Nurul Hidayati. (2020). Antarmuka Mikrokontroler IoT (ESP32) Dengan USB Host max3421e. *Journal of Applied Smart Electrical Network and Systems*, 1(02), 70–75. <https://doi.org/10.52158/jasens.v1i02.141>
- Rosidin, H., Mukaromah, I. A., & Ghoni, U. (2022). OTOMATISASI PENGUKURAN TDS, PH AIR DITANDON AIR RUMAH SAKIT UMUM SITI ASİYAH BUMIAYU BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS). *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi (JURTISI)*, 2(1).
- Salim, A. (2023). *Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Bibit Ikan Nila Menggunakan Algoritma Decision Tree*. 11(2). <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v11i2.122313>
- Samala, A. D., & Fajri, B. R. (2021). RANCANG BANGUN APLIKASI E-SERTIFIKAT BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE PENGEMBANGAN WATERFALL. *JURNAL TEKNIK INFORMATIKA*, 13(2), 147–156. <https://doi.org/10.15408/jti.v13i2.16470>

- Samsugi, S., Gunawan, R. D., Thyo, A., & Prastowo, A. T. (2022). *PENERAPAN PENJADWALAN PAKAN IKAN HIAS MOLLY MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO DAN SENSOR RTC DS3231*. 03(02).
- Saputra, D. A., & Bella, C. (2021). *RANCANGAN ALAT PEMBERI MAKAN IKAN BERBASIS MIKROKONTROLER*. 1.
- Seputar Hobi. (2023). *Memahami Ciri-Ciri Ikan Stres Paling Penting untuk Dipelajari*. kumparan. <https://kumparan.com/seputar-hobi/memahami-ciri-ciri-ikan-stres-paling-penting-untuk-dipelajari-210ra2URbnV>
- Setiawan, M. A., & Sulistyasni, S. (2024). Sistem Pertanian Hidroponik Padi Cerdas Berbasis Internet of Things pada Lahan Perkotaan Guna Menambah Ketahanan Pangan Masyarakat: Smart Internet of Things Based Hydroponic Rice Farming System in Urban Areas to Enhance Food Security for the Community. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 4(1), 118–129. <https://doi.org/10.57152/malcom.v4i1.973>
- Sharpe Shirlye. (2022a). *Routine Freshwater Aquarium Maintenance*. The Spruce Pets. <https://www.thesprucepets.com/routine-aquarium-maintenance-1381084>
- Sharpe Shirlye. (2022b). *The Elements You Need to Maintain in Aquarium Water*. The Spruce Pets. <https://www.thesprucepets.com/aquarium-water-basics-1381904>
- Sutri, Saberina, & Syafriadiman. (2021). FLUKTUASI AMMONIA PADA BUDIDAYA IKAN PATIN (*Pangasius sp.*) YANG DIBERI PAKAN JEROAN IKAN. *Jurnal Akuakultur Sebatin*, 2(Vol. 2 No. 2 (2021): JAS November 2021).
- Tadeus, D. Y., Azazi, K., & Ariwibowo, D. (2019). Model Sistem Monitoring pH dan Kekeruhan pada Akuarium Air Tawar berbasis Internet of Things. *METANA*, 15(2), 49–56. <https://doi.org/10.14710/metana.v15i2.26046>
- Tamsil, A., & Hasnidar, H. (2019). Reproductive biology of sailfin molly, *Poecilia latipinna* (Lesueur, 1821) in tambak Bosowa Kabupaten Maros. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(3), 375. <https://doi.org/10.32491/jii.v19i3.503>

- tim. (2022). 5 Manfaat Memelihara Ikan dalam Akuarium bagi Kesehatan. gaya hidup. <https://www.cnnindonesia.com/gaya-hidup/20221011084509-282-858870/5-manfaat-memelihara-ikan-dalam-akuarium-bagi-kesehatan>
- Tim Editor. (2023, Agustus). *Memahami Ciri-Ciri Ikan Stres Paling Penting untuk Dipelajari*. kumparan. <https://kumparan.com/seputar-hobi/memahami-ciri-ciri-ikan-stres-paling-penting-untuk-dipelajari-210ra2URbnV>
- Udin, Hamrul, H., & Mansyur, Muh. F. (2021). Prototype Sistem Monitoring Kekerusuhan Sumber Mata Air Berbasis Internet of Things. *Journal of Applied Computer Science and Technology*, 2(2), 66–72. <https://doi.org/10.52158/jacost.v2i2.219>
- Utomo, B., & Anifah, L. (2023). Rancang Bangun Smart Aquarium Untuk Ikan Channa Berbasis IoT. *Jurnal Teknik Elektro*, 12(3).
- Wardana, M. W. (2019). Deteksi Ikan Molly Menggunakan Metode BLOB Dan HSV Pada Peternakan Ikan CSA Sidoarjo. *Manfish: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Peternakan di Indonesia*