SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.6883

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Sistem Manajemen Energi Listrik dan Otomatisasi pada Kolam Ikan

Januar Adiyansyah Ath thuur, Devi Amalia, Wahyu Setyo Pambudi, Misbahul Munir.

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi ITATS

e-mail: januaradiyansyahaththuur@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia has abundant fishery resources, including tilapia (Oreochromis niloticus), a leading commodity in freshwater fisheries. With increasing market demand locally and internationally, fish farmers must control water use and production costs more efficiently by intensive cultivation with *Recirculating Aquaculture Systems (RAS)*. However, a significant challenge in RAS systems is the high operational cost, particularly the electrical energy consumption for pumps and aerators. The research aimed to implement energy management in RAS-based tilapia aquaculture by utilizing real-time electricity monitoring technology, *ON-OFF* control automation, and *Variable Speed Drive (VSD)* inverters. The researcher conducted tests on two conventional and intensive systems. The intensive system used a control strategy that integrates scheduling on timer outlets and pump speed control through inverters. The test results showed that the intensive system was more efficient than the conventional system, with an initial power consumption of 80.75 kWh, then decreasing to 67.97 kWh. The energy efficiency reached 16%, equivalent to a monthly cost saving of Rp17,279, making the total operational cost of the intensive system only Rp91,895 per month. In addition, the Blynk app-based control system enabled real-time energy monitoring and management, supporting energy savings and improved cost efficiency.

Keywords: : *Energy Efficiency, Automation, Energy Management*.

ABSTRAK

Indonesia memiliki kekayaan sumber daya perikanan yang melimpah, termasuk ikan nila (Oreochromis niloticus), yang menjadi komoditas unggulan perikanan air tawar. Untuk memenuhi meningkatnya permintaan pasar, baik lokal maupun internasional, budidaya intensif dengan Resirkulasi Akuakultur Sistem (RAS) menjadi solusi yang efisien dalam penggunaan air dan biaya produksi. Namun, tantangan utama pada sistem RAS adalah tingginya biaya operasional, khususnya konsumsi energi listrik untuk pompa dan aerator. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan manajemen energi pada budidaya ikan nila berbasis RAS dengan memanfaatkan teknologi pemantauan listrik secara real-time, otomatisasi kontrol ON-OFF, dan penggunaan inverter Variable Speed Drive (VSD). Pengujian dilakukan pada dua sistem konvensional dan intensif. Sistem intensif menggunakan strategi kontrol modern yang mengintegrasikan penjadwalan pada stop kontak timer serta kontrol kecepatan pompa melalui inverter. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem intensif lebih efisien dibandingkan sistem konvensional, dengan konsumsi daya sebesar 67,97 kWh, menurun dari 80,75 kWh pada sistem konvensional. Efisiensi energi mencapai 16%, yang setara dengan penghematan biaya bulanan sebesar Rp17.279, menjadikan total biaya operasional sistem intensif hanya Rp91.895 per bulan. Selain itu, sistem kontrol berbasis aplikasi Blynk memungkinkan pemantauan dan pengelolaan energi secara real-time, mendukung penghematan energi dan peningkatan efisiensi biaya.– font 9 pt

Kata kunci:. : Efisiensi Energi, Otomatisasi, Manajemen Energi

PENDAHULUAN

Berdasarkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 17/PERMEN-KP/2020 tentang Rencana Strategis Kementerian Kelautan dan Perikanan untuk Tahun 2020–2024, salah satu tujuan strategisnya adalah meningkatkan konsumsi ikan per kapita dari 56,39 kg/tahun pada tahun 2020 menjadi 62,50 kg/tahun pada tahun 2024. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan produksi ikan merupakan langkah strategis untuk memenuhi kebutuhan masyarakat sekaligus mendukung ketahanan pangan nasional. Ikan nila menjadi salah satu fokus utama karena potensi budidayanya yang besar dan efisiensinya sebagai sumber protein hewani karena merupakan komoditas penting karena memiliki nilai ekonomi tinggi, kandungan gizi yang baik, serta permintaan pasar yang terus meningkat dari tahun ke tahun [1].

Usaha untuk memenuhi permintaan pasar yang terus meningkat adalah dengan budidaya intensif ikan nila dengan sistem resirkulasi akuakultur (RAS) menawarkan efisiensi air dan peningkatan produktivitas [2]. Sistem sirkulasi air merupakan satu hal yang harus dilakukan untuk menjaga pertumbuhan ikan nila agar selalu dalam kondisi baik dan sehat [3]. Namun, sistem ini memerlukan konsumsi energi tinggi untuk mengoperasikan pompa dan aerator secara berkelanjutan, sehingga biaya operasional yang besar menjadi tantangan utama pengembangannya. Selain itu belum banyak penelitian yang memanfaatkan kontrol berbasis inverter VSD dan pemantauan IoT secara simultan dalam budidaya menggunakan RAS.

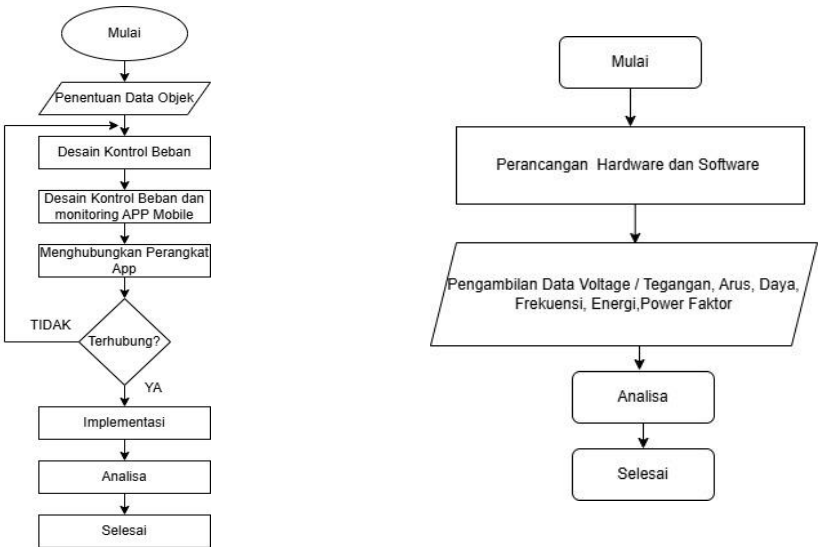
Berdasarkan hal tersebut diperlukan inovasi dalam pengelolaan energi untuk mendukung keberlanjutan budidaya intensif. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah sistem manajemen energi menggunakan kontrol daya listrik dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler untuk mengatur perangkat listrik sesuai jadwal konsumsi energi [4]. Sistem ini dapat mengoptimalkan penggunaan listrik penerapan teknologi otomatisasi pada sistem akuakultur mampu mengurangi konsumsi energi hingga 30%. Studi lain juga mengungkapkan bahwa integrasi mikrokontroler dan VSD dapat meningkatkan efisiensi hingga 25% [5], dengan menghindari jam beban puncak, yaitu pukul 05:00–08:00 dan 17:00–22:00 [6]. sehingga membantu menekan biaya operasional.Selain itu,implementasi teknologi, inverter *Variable Speed Drive* (VSD), dapat mengatur kecepatan dan daya kerja perangkat seperti pompa untuk menyesuaikan kebutuhan secara dinamis.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem manajemen energi berbasis otomatisasi yang dapat diterapkan secara luas oleh petani ikan khususnya ikan nila. Pemanfaatan teknologi seperti mikrokontroler, inverter VSD, dan sumber energi terbarukan, maka harapannya sistem ini dapat mengurangi biaya operasional, meningkatkan efisiensi energi, dan mendukung target konsumsi ikan nasional sebagaimana yang telah direncanakan [7]. Pemanfaatan

aplikasi *Blynk* mampu membantu mengamati hasil upaya dalam melakukan penghematan energi listrik pada penelitian ini [8].

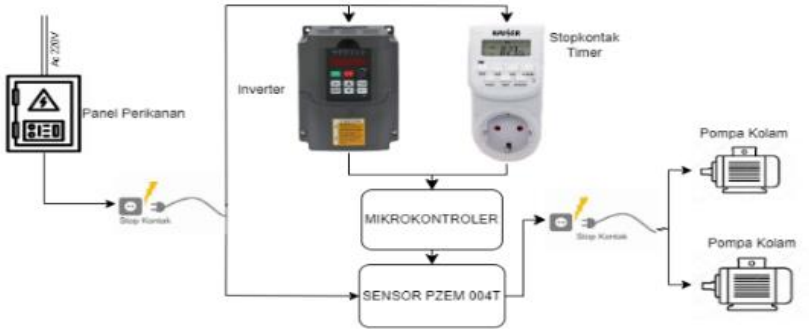
METODE

Rancang Sistem Manajemen Energi Listrik Dan Otomatisasi Pada Kolam Ikan menggunakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen.dalam penelitian ini, data numerik yang akan di kumpulkan adalah data tegangan, arus, daya, frekuensi, energi dan power factor. Pendekatan eksperimen di lakukan dengan menggunakan pompa kolam dan Inverter VSD sebagai pengontrol, sehingga perlu adanya pemantauan secara *real-time* penggunaan konsumsi listrik sebagai pembanding. Adapun alur perancangan pada penelitian bisa di lihat pada gambar 1.a merupakan alur penelitian sedangkan gambar 1.b merupakan alur perangkat penelitian.



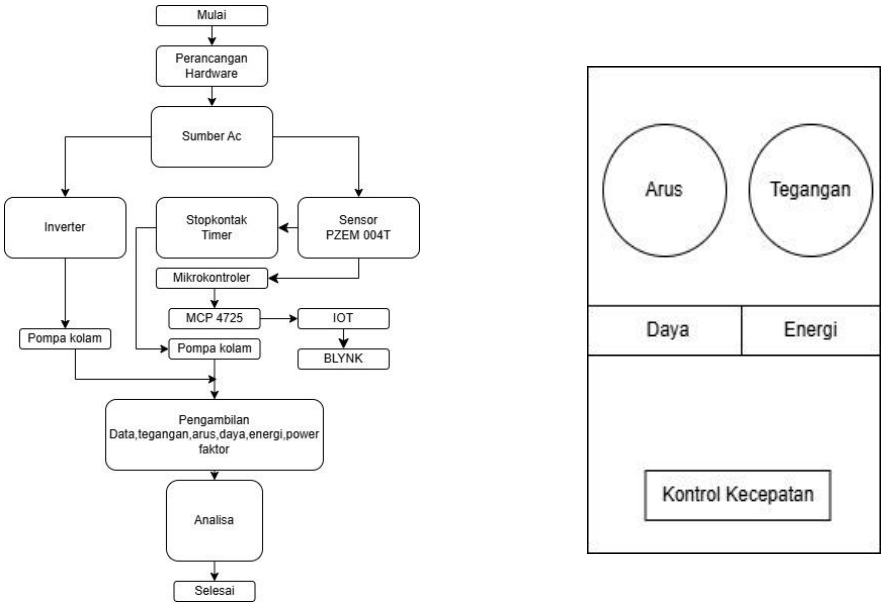
Gambar 1.a. Alur Metode Penelitian Secara umum, b. Alur Perancangan Perangkat Penelitian

Gambar 1.a merupakan tahapan – tahapan Alur penelitian secara umum sehingga akan mempermudah proses penelitian yang akan dilakukan, Metode penelitian yang di gunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen.dalam penelitin ini, data numerik yang akan di kumpulkan adalah data tegangan, arus, daya, frekuensi, energi dan power factor. Pendekatan eksperimen di lakukan dengan menggunakan pompa kolam dan Inverter VSD sebagai pengontrol, sehingga perlu adanya pemantauan secara real-time penggunaan konsumsi listrik sebagai pembanding. Pada gambar 1.b adalah flowchart yang menggambarkan proses pengembangan sistem berbasis aplikasi mobile untuk pengendalian dan pemantauan beban. Adapun alur perancangangan *hardware* dapat di lihat pada gambar 2 yang merujuk pada tahapan secara terknis.



Gambar 2 Desain Alat Dan Komponen

Pada Gambar 2 terdapat bagian perancangan sistem yang menunjukkan alur kerja sistem. Sumber AC yang tersedia akan disalurkan ke sensor PZEM-004T, sensor PZEM-004T ini berfungsi untuk mengukur berbagai parameter listrik seperti tegangan, arus, dan daya [9]. Output dari sensor ini memberikan data yang penting untuk monitoring dan kontrol sistem. Pengambilan data dan pengontrolan pada sistem dapat di lakukan dengan cara mengatur waktu pada stop kontak timer dan frekuensi inverert VSD untuk mengontrol energi pompa yang di keluarkan, setelah itu dapat dilakukan analisa pada keluaran sinyal dari pompa kolam dengan menggunakan sensor PZEM-004T. Adapun alur perancangangan sistem dapat di lihat pada gambar 3.a yang merujuk pada tahapan secara terknis



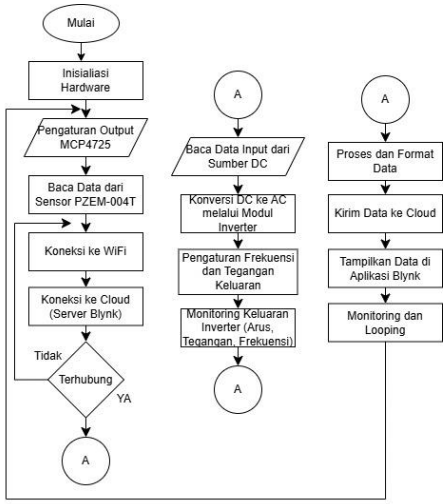
Gambar 3. a Perancangan *Hardware* dan *Software*, b Desain *Interface App Blynk*.

Pada gambar 3.a, ditampilkan alur sistem hardware yang digunakan untuk pengukuran nilai tegangan, arus, daya, frekuensi, energi, dan faktor daya. Rancangan penelitian ini mencakup aspek-aspek teknis dan metodologis yang mendasari pemilihan komponen serta integrasi sistem. Pada gambar 3.b , menampilkan desain dari interface App mobile Blynk yang digunakan untuk pemantauan secara *real-time* yang meliputi nilai tegangan, arus, daya, energi,

dan kontrol kecepatan. Gambar 3.b menunjukkan sebuah desain antarmuka (*interface*) sistem monitoring dan kontrol berbasis IoT.

Adapun konrol kecepatan *Interface* ini dirancang untuk:

1. Monitoring: Memantau parameter listrik utama (arus, tegangan, daya, dan energi) dalam waktu nyata.
2. Kontrol: Memberikan pengguna kemampuan untuk mengatur kecepatan perangkat, misalnya motor, untuk mendukung kebutuhan operasional.

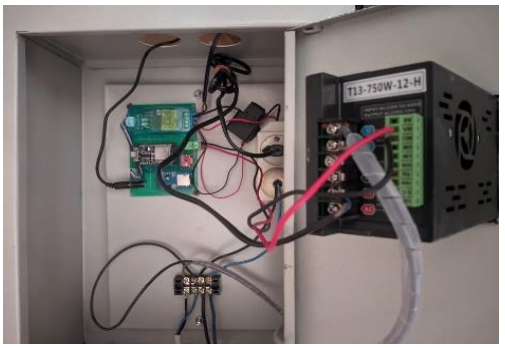


Gambar 4 Perancangan Penghubung Perangkat

Pada Gambar 4 menjelaskan Sistem integrasi antara perangkat dimulai dengan menghidupkan perangkat (*microcontroller* ESP 32, MCP4725, PZEM-004T, WiFi module, dan inverter). Flowchart tersebut menggambarkan alur kerja sistem monitoring berbasis IoT (*Internet of Things*) yang menggunakan sensor, koneksi WiFi, dan platform cloud untuk mengirim serta menampilkan data. Sistem memulai dengan menginisialisasi semua perangkat keras, microcontroller ESP 32, MCP4725: Modul DAC untuk menghasilkan sinyal analog. Sensor PZEM-004T: Digunakan untuk membaca parameter listrik (tegangan, arus, daya). Modul WiFi: dikonfigurasi untuk koneksi ke jaringan internet.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini peneliti melakukan analisa dengan melakukan sampel pada pertumbuhan ikan dengan membandingkan data yang di ambil pada bibit ikan nila dan dengan menggunakan konsumsi energi listrik secara sistem konvensional dan sistem intensif. Sistem intensif yang dimaksud disini adalah dengan menerapkan sistem kontrol inverter VSD dan stopkontak timer untuk mengoptimalkan kinerja pompa dan efisensi dalam mengurangi biaya konsumsi energi listrik. Pengambilan data melalui sistem pemantauan *realtime* melalui *smartphone* dengan nilai keluaran beban pada pompa seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.a dan 5.b.





Gambar 5.a Alat Penelitian, b. Hasil monitor *App Blynk*

Pada gambar 5.a adalah hasil alat penelitian yang telah di rancang dengan menggunakan sistem otomatisasi yang di dalamnya terdapat mekanik dan pemantauan adapun tujuannya sistem kontrol mampu mengatur dan mengelola pompa seperti stop kontak timer untuk mengatur on-off inverter VSD sebagai pengontrol frekuensi. Selanjutnya untuk sistem pemantauan *real-time* bertujuan untuk mengamati dan menganalisis suatu kondisi kinerja sensor PZEM-004T beserta kontrol lainya yang nantinya dapat kita memantau beserta kontrol melalui alikasi Blynk. Sistem kontrol dan pemantauan real-time yang ditampilkan

Pada Gambar 5.b merupakan bagian dari integrasi antara perangkat keras dan aplikasi Blynk, yang memungkinkan pengawasan dan pengendalian berbagai parameter penting dalam sebuah sistem. Parameter-parameter tersebut meliputi nilai arus listrik, tegangan, daya, serta penggunaan energi dalam satuan kilowatt-jam (kWh). Selain itu, sistem ini juga memberikan kemampuan untuk mengontrol kecepatan pompa secara adaptif melalui inverter, yang disesuaikan dengan kebutuhan lingkungan. Adanya kontrol pada inverter pompa dapat secara otomatis menyesuaikan kecepatan pompa sesuai dengan kebutuhan aktual, menjaga keseimbangan antara efisiensi energi dan kesehatan lingkungan perikanan. Hal ini penting dalam upaya menciptakan sistem perikanan yang berkelanjutan dan hemat energi. Di sisi lain, aplikasi Blynk memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol sistem secara jarak jauh melalui smartphone atau perangkat lainnya, memberikan fleksibilitas dan kemudahan dalam pengelolaan operasional sehari-hari.



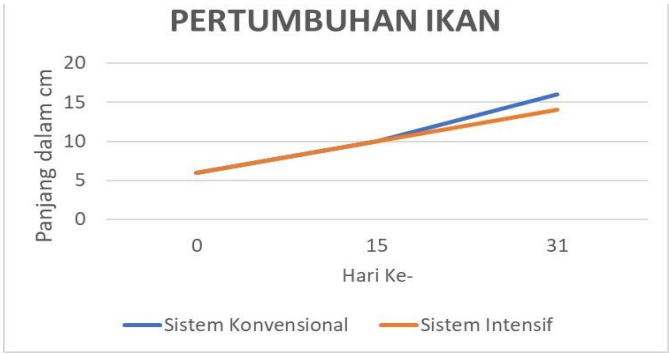
Gambar 6 Grafik perbandingan rata-rata konsmsi listrik selama 31 hari

Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan pada Gambar 6, dilakukan perbandingan antara dua sistem, yaitu sistem konvensional dan sistem intensif, untuk mengukur efektivitas penghematan energi dalam operasional sehari-hari. Pengujian ini bertujuan untuk melihat seberapa signifikan penerapan sistem intensif dapat mengurangi konsumsi daya listrik serta biaya operasional yang berhubungan dengan penggunaan energi.

Pada pengujian sistem konvensional, total penggunaan daya listrik yang tercatat selama satu bulan adalah sebesar 80,75 kWh. Dengan tarif listrik yang dihitung berdasarkan biaya listrik saat ini, total biaya yang dikeluarkan untuk konsumsi listrik pada sistem konvensional mencapai 109.174 Rupiah. Ini menunjukkan bahwa sistem konvensional, meskipun bekerja secara fungsional, masih memiliki potensi pemborosan energi yang bisa dioptimalkan lebih lanjut., pada pengujian sistem intensif, konsumsi daya listrik selama periode yang sama berhasil ditekan menjadi 67,97 kWh. Ini menunjukkan penurunan konsumsi daya sebesar 13,06 kWh dibandingkan dengan sistem konvensional. Dengan tarif listrik yang sama, sistem intensif hanya memerlukan biaya sebesar 91.895 Rupiah per bulan. Ini berarti, terdapat penghematan biaya sebesar 17.279 Rupiah per bulan. Dengan Persamaan 2.20. persamaan ini akan membantu dalam efisiensi energi.

Penghematan Energi (%)=(80,75-67,97)/80,75 x 100% = 16%

Dari perhitungan ini, dapat disimpulkan bahwa penerapan sistem intensif berhasil menghemat sekitar 16% dari total konsumsi energi listrik dibandingkan dengan sistem konvensional. Penghematan sebesar 16% ini cukup signifikan, terutama dalam konteks penggunaan sistem dalam jangka panjang. Jika dihitung dalam skala yang lebih besar, seperti pada fasilitas industri atau komersial, penghematan energi ini dapat berkontribusi secara signifikan terhadap penurunan biaya operasional dan peningkatan efisiensi energi.



Gambar 7 Grafik perbandingan laju pertumbuhan ikan selama 31 hari

Berdasarkan hasil pengujian sistem, pada gambar 7, didapatkan hasil rata-rata laju pertumbuhan ikan yang terhitung 0 hari sampai dengan 31 hari . dari penerapan 2 sistem , Pengujian sistem konvensional dan sistem inetnsif , pada hari ke-1 sampai dengan hari ke-15 memiliki kesamaan pertumbuhan rata-rata panjang ikan bertambah menjadi 4 cm,yang awalnya 6 cm menjadi 10 cm . pada hari ke-15 sampai dengan hari ke-30 sistem konnvensional bertumbuh 6 cm dari 10cm menjadi 16cm,sedangkan sistem intensif bertumbuh 14 cm dari 10 cm menjadi 14 cm .

Dari hasil perbandingan tersebut menunjukan adanya penurunan laju pertumbuhan ikan di setiap sistem.dimana di tunjukan pada hari ke-15 sampai dengan hari ke-31 laju pertumbuhan ikan dengan sistem konvensional cenderung lebih tinggi di bandingkan dengan sistem intesif,hal ini terjadi dikarenakan pada saat hari ke-15 sampai dengan ke-31 ikan lebih cenderung bertumbuh besar dan membutuhkan banyak oksigen terlarut.

KESIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem manajemen energi yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan efisiensi. Strategi kontrol menggunakan stop kontak timer dan inverter VSD berhasil mengurangi konsumsi energi sebesar 16% (13,06 kWh) dan menekan biaya operasional hingga Rp17.279 per bulan. Sistem pemantauan berbasis aplikasi Blynk memungkinkan pengelolaan energi secara real-time dengan integrasi protokol yang optimal. Efektivitas sistem intensif ini terbukti melalui penghematan energi dibandingkan metode konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Robisalmi, B. Gunadi, and P. Setyawan, "Evaluasi Performa Pertumbuhan Dan Heterosis Persilangan Antara Ikan Nila Nirwana (Oreochromis Niloticus) Betina Dengan Ikan Nila Biru (Oreochromis Aureus) Jantan F2 Pada Kondisi Tambak Hipersalinitas," *Ber. Biol.*, vol. 19, no. 1, pp. 1–11, 2020, doi: 10.14203/beritabiologi.v19i1.3758.

[2] S. Nurhadi *et al.*, "Penerapan Sistem Electric Submersible Pump (ESP) untuk Budidaya Betta Splendens Sistem Resirkulasi Akuakultur (RAS)," *JPM J. Pengabdi. Mandiri*, vol. 2, no. 11, pp. 2323–2527, 2023, [Online]. Available: http://bajangjournal.com/index.php/JPM

[3] W. Firmansyah, N. Cokrowati, and A. R. Scabra, "Pengaruh Luas Penampang Sistem Resirkulasi yang Berbeda terhadap Kualitas Air pada Pemeliharaan Ikan Nila (Oreochromis niloticus) The Effect of Different Size Recirculation Systems on the Quality of Water in Tilapia (Oreochromis niloticus) Culture," *J. Perikan. dan Kelaut.*, vol. 26, no. 2, pp. 85–93, 2021.

[4] A. F. Ragali, A. Soetedjo, F. Y. Limpraptono, and T. Elektro, "Sistem manajemen energi listrik berbasis okupansi menggunakan teknologi iot di laboratorium otomasi dan robotika teknik elektro itn malang," vol. 07, no. 02, pp. 1–13, 2024.

[5] W. P. Chen, L. K. Wang, T. T. Wang, and Y. T. Chen, "An Intelligent Management System for Aquaculture's Environmental Monitoring and Energy Conservation," *Proc. 2013 Int. Work. Comput. Sci. Sport.*, vol. 77, no. Iwcss 2013, pp. 194–198, 2013, doi: 10.2991/iwcss-13.2013.52.

[6] I. M. W. A. Artha, A. Yuniarto, and A. Ahyar, "Pengaruh Elevated Reservoir dalam Meningkatkan Efisiensi Energi di PDAM Bandarmasih Kota Banjarmasin," *J. Ilm. Indones.*, vol. 6, no. 1, pp. 380–392, 2021.

[7] J. K. Tangka, M. N. W. EVINA, and J. N. Ngah, "Development of a Computerized Automated System for Feed, Water and Sanitation Management in Animal Farms," *Curr. J. Appl. Sci. Technol.*, vol. 40, no. 3, pp. 1–15, 2021, doi: 10.9734/cjast/2021/v40i331279.

[8] E. R. Arganata, W. Setyo Pambudi, and T. Suheta, "Rancang Bangun Kontrol Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya yang Dilengkapi Informasi Kondisi Lampu dengan Bantuan Internet of Things," *J. Ris. Komputer)*, vol. 9, no. 2, pp. 2407–389, 2022, doi: 10.30865/jurikom.v9i2.3923.

[9] M. N. Taufiqurohman, M. A. Alfianto, I. Sugistoro, H. Yazid, and ..., "Sistem Monitoring Energi Listrik Rumah Tangga Menggunakan Sensor PZEM004T dengan Integrasi Firebase dan Blynk," *Snhrp*, pp. 529–535, 2023, [Online]. Available: https://snhrp.unipasby.ac.id/prosiding/index.php/snhrp/article/view/592/529