

PENERAPAN SISTEM ALARM AERATOR BERBASIS IoT PADA BUDIDAYA LELE SISTEM BIOFLOK DI BEKASI BARAT

Implementation of an IoT-Based Aerator Alarm System in Biofloc Catfish Farming in West Bekasi

Meredita Susanty*, Ade Irawan, Raihan Putra Akbar, Muhammad Irfan Wira Kusuma

Program Studi Ilmu Komputer Universitas Pertamina

Jl. Teuku Nyak Arief, RT.7/RW.8, Simprug, Kec. Kby. Lama, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12220

*Alamat Korespondensi: meredita.susanty@universitaspertamina.ac.id

(Tanggal Submission: 11 Januari 2026, Tanggal Accepted : 31 Agustus 2026)



Kata Kunci :

IoT, Aerator, Bioflok, Sistem Alarm, Budidaya Lele, Pengabdian Masyarakat

Abstrak :

Budidaya ikan lele sistem bioflok di RW 13, Kelurahan Kota Baru, Bekasi Barat sangat bergantung pada kestabilan oksigen terlarut yang dipasok aerator. Ketika aerator berhenti bekerja tanpa segera diketahui, kadar oksigen turun cepat dan risiko kematian massal ikan meningkat. Pembudidaya mitra selama ini hanya mengandalkan pengecekan manual, sehingga gangguan aerator sering terlambat disadari. Belum tersedia sistem peringatan dini yang sederhana dan terjangkau di lokasi mitra. Kegiatan pengabdian ini bertujuan merancang, menguji, dan menyiapkan penerapan sistem alarm aerator berbasis *Internet of Things* (IoT) yang memberikan notifikasi otomatis kepada pembudidaya ketika aerator berhenti berfungsi. Kegiatan diawali dengan identifikasi masalah dan analisis kebutuhan mitra di lapangan, dilanjutkan perancangan serta pengujian prototipe berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor arus PZEM-004T di laboratorium. Tahap berikutnya adalah pelatihan teknis bagi pembudidaya dan mitra Posyantek Mekar Berseri, disertai persiapan instalasi lapangan. Uji fungsional di laboratorium menunjukkan prototipe mampu mendeteksi terputusnya arus listrik ke aerator, menyalakan lampu peringatan, dan mengirimkan notifikasi ke ponsel dalam waktu kurang dari satu menit. Pelatihan diikuti 13 peserta dengan rata-rata pretest 70,8 dan posttest 63,6; penurunan tersebut dipengaruhi peserta yang terlambat hadir dan tidak menerima materi secara utuh. Meskipun demikian, 9 dari 13 peserta (69%) mempertahankan atau meningkatkan skor pada rentang 80–100. Instalasi pada dua kolam mitra belum terlaksana karena menunggu penyesuaian dengan siklus penebaran benih, sehingga efektivitas pada kondisi operasional nyata belum dapat diukur. Prototipe sistem alarm aerator berbasis IoT terbukti berfungsi pada tahap pengujian dan berpotensi menekan risiko kegagalan aerasi setelah instalasi lapangan terlaksana.

Key word :	Abstract :
IoT, Aerator, Biofloc, Alarm System, Catfish Farming, Community Service	Biofloc catfish farming in RW 13, Kota Baru Subdistrict, West Bekasi depends heavily on stable dissolved oxygen supplied by aerators. When an aerator stops without being noticed, oxygen levels fall rapidly and the risk of mass fish mortality rises. Partner farmers have relied solely on manual checks, so failures are often detected late. This community service programme aimed to design, test, and prepare the deployment of an Internet of Things (IoT)-based aerator alarm system that automatically notifies farmers when the aerator stops working. The activity began with problem identification and needs analysis in the field, followed by the design and laboratory testing of a prototype built on an ESP32 microcontroller and a PZEM-004T current sensor, and technical training for farmers and the Posyantek Mekar Berseri partner. Laboratory functional testing showed that the prototype could detect the loss of electrical current to the aerator, activate a local warning lamp, and deliver a notification to a mobile application in under one minute. Training involved 13 participants, with mean pretest and posttest scores of 70.8 and 63.6 respectively; the decline was influenced by participants who arrived late and did not receive the full material, although 9 of 13 participants (69%) maintained or improved their scores within the 80–100 range. Installation at the two partner ponds has not yet taken place because it is being aligned with the fingerling stocking cycle, so effectiveness under real operating conditions has not been measured. The prototype is proven to function at the testing stage and has strong potential to reduce the risk of aeration failure once field installation is completed.

Panduan sitasi / citation guidance (APPA 7th edition) :

Susanty, M., Irawan, A., Akbar, R. P., & Kusuma, M. I. W. (2026). Penerapan Sistem Alarm Aerator Berbasis IoT Pada Budidaya Lele Sistem Bioflok di Bekasi Barat. *Jurnal Abdi Insani*, 13(8), 587-598. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v13i8.3793>

PENDAHULUAN

Budidaya ikan lele (*Clarias* sp.) merupakan salah satu kegiatan perikanan budidaya yang sangat populer di Indonesia karena relatif mudah dilakukan, cepat dalam siklus panen, dan memiliki permintaan pasar yang stabil. Salah satu pendekatan modern yang semakin banyak diadopsi dalam budidaya lele adalah sistem bioflok. Sistem ini memanfaatkan mikroorganisme untuk mengolah limbah organik dalam kolam menjadi biomassa yang dapat dimanfaatkan kembali oleh ikan sebagai pakan tambahan sekaligus menjaga kualitas air tetap stabil tanpa harus melakukan pergantian air secara rutin (Dauda *et al.*, 2018). Meskipun demikian, efisiensi sistem bioflok sangat bergantung pada kestabilan parameter kualitas air, terutama oksigen terlarut, sehingga aspek aerasi menjadi titik kritis yang menentukan keberhasilan budidaya.

Keunggulan sistem bioflok antara lain efisiensi penggunaan lahan dan air, peningkatan konversi pakan, dan penurunan limbah lingkungan. Namun demikian, sistem ini juga memiliki kelemahan, yaitu ketergantungan terhadap kestabilan kadar oksigen terlarut (DO) di dalam air. Ketersediaan DO sangat penting baik bagi ikan maupun bagi mikroorganisme dalam sistem bioflok. Oleh karena itu, keberadaan aerator, alat yang berfungsi mencampurkan udara ke dalam air, menjadi sangat vital dalam menjaga keberlangsungan sistem bioflok. Sayangnya, aerator bersifat mekanis dan sangat bergantung pada suplai listrik yang stabil. Dalam praktiknya, kegagalan sistem aerasi sering terjadi akibat pemadaman listrik, kabel putus, atau kerusakan motor aerator. Gangguan aerasi yang tidak segera ditangani menyebabkan kadar oksigen menurun drastis dalam waktu singkat serta memicu akumulasi amonia, yang berujung pada stres dan kematian massal ikan (Dewi & Ulfah, 2022). Dengan demikian, yang menentukan keberhasilan budidaya bukan hanya keberadaan aerator, melainkan juga kontinuitas operasinya sepanjang siklus pemeliharaan.



Penelitian terdahulu menekankan bahwa sistem aerasi adalah aspek paling kritis dalam budidaya bioflok karena mempengaruhi sirkulasi air dan pembentukan flok (Maulianawati *et al.*, 2024). Penggunaan unit aerasi yang kurang optimal, seperti batu aerasi, dapat menurunkan tingkat kelangsungan hidup ikan lele hingga hanya 33,33%, dibandingkan 97,22–98,00% pada penggunaan pipa mikropori atau tabung udara (Maulianawati *et al.*, 2024). Hal ini mengonfirmasi pentingnya keberadaan aerasi dan pemilihan teknik aerasi yang tepat bagi keberhasilan sistem bioflok.

Di lingkungan RW 13, Kelurahan Kota Baru, Kecamatan Bekasi Barat, terdapat kelompok masyarakat mitra yang memiliki 2 unit kolam bioflok dan berada pada tahap persiapan operasional awal penebaran benih lele. Berdasarkan observasi lapangan dan hasil *Focus Group Discussion* (FGD) bersama tim pengabdian, seluruh unit kolam mitra belum dilengkapi dengan sistem pemantauan maupun peringatan dini terhadap kondisi aerator. Mengingat siklus pemeliharaan aktif di lokasi pembudidaya baru akan dimulai, data historis frekuensi kegagalan aerasi belum terbentuk. Meskipun demikian, hasil FGD menunjukkan kekhawatiran yang besar dari mitra terhadap potensi henti daya aerator secara mendadak yang berpotensi memicu kegagalan produksi akibat penurunan kadar oksigen terlarut (DO). Oleh karena itu, tindakan mitigasi preventif sebelum penebaran benih menjadi hal penting. Di sisi lain, hasil FGD juga mengonfirmasi bahwa sebagian besar pembudidaya telah memiliki akses terhadap ponsel pintar dan jaringan internet rumah tangga yang dapat dimanfaatkan sebagai sarana adopsi sistem alarm berbasis Internet of Things (IoT).

Seiring berkembangnya *Internet of Things* (IoT), berbagai alat monitoring dan otomatisasi kini dapat dibangun dengan biaya murah dan kemampuan teknis yang sederhana. Penerapan teknologi IoT dalam sektor perikanan modern telah mencakup berbagai aspek, seperti pemantauan parameter kualitas air (pH, suhu, dan TDS) secara *real-time*, kontrol otomatis, serta pengelolaan sistem sirkulasi nutrisi pada akuaponik guna memastikan pertumbuhan ikan yang optimal (Setiawan *et al.*, 2024). Studi lain menunjukkan bahwa penerapan IoT untuk budidaya lele skala rumah tangga sangat layak dilakukan dan mendukung ketahanan pangan (Sukarno *et al.*, 2022). Namun, sebagian besar penerapan IoT tersebut masih berfokus pada pemantauan parameter kualitas air seperti pH, suhu, dan amonia (Bu'u *et al.*, 2023; Soambaton *et al.*, 2024), sedangkan penerapan yang secara khusus ditujukan sebagai sistem alarm kegagalan aerator masih sangat terbatas.

Namun, sangat sedikit pengabdian masyarakat yang secara khusus menargetkan penerapan sistem alarm untuk aerator, padahal ini merupakan titik kritis dalam sistem bioflok. Kehadiran alat yang mampu mendeteksi matinya aerator dan memberikan peringatan secara otomatis dapat menjadi solusi tepat guna bagi pembudidaya ikan skala kecil. Menjawab tantangan tersebut, kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk merancang, menguji secara fungsional di laboratorium, serta menyiapkan implementasi sistem alarm aerator berbasis IoT yang mampu mengirimkan notifikasi langsung ke ponsel pembudidaya ketika sistem aerasi terganggu.

Sistem ini menggunakan sensor arus listrik sebagai indikator hidup-matinya aerator, serta memanfaatkan mikrokontroler ESP32 untuk pengolahan data dan pengiriman notifikasi melalui aplikasi. Selain itu, kegiatan ini juga melibatkan pelatihan kepada masyarakat dan mitra teknologi lokal (Posyantek Mekar Berseri) agar sistem dapat dioperasikan dan dirawat secara mandiri. Metode pelatihan dan pendampingan serupa telah terbukti efektif dalam meningkatkan adopsi teknologi *smart aquaculture* di masyarakat (Sukarno *et al.*, 2023).

Tujuan dari kegiatan pengabdian ini adalah memberikan solusi teknologi tepat guna untuk mengantisipasi risiko kegagalan aerator pada sistem budidaya bioflok yang dikembangkan, terutama pada pembudidaya pemula. Dengan merancang dan menyiapkan implementasi sistem alarm aerator berbasis IoT, kegiatan ini bertujuan membantu pembudidaya dalam melakukan langkah mitigasi risiko preventif sebelum siklus pemeliharaan aktif dimulai. Selain itu, kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan literasi teknologi masyarakat mengenai pemanfaatan sistem peringatan otomatis yang mudah digunakan dan terjangkau, serta memperkuat kapasitas kelembagaan Posyantek Mekar Berseri sebagai mitra lokal agar mampu mendampingi dan menyebarkan teknologi ini secara berkelanjutan.

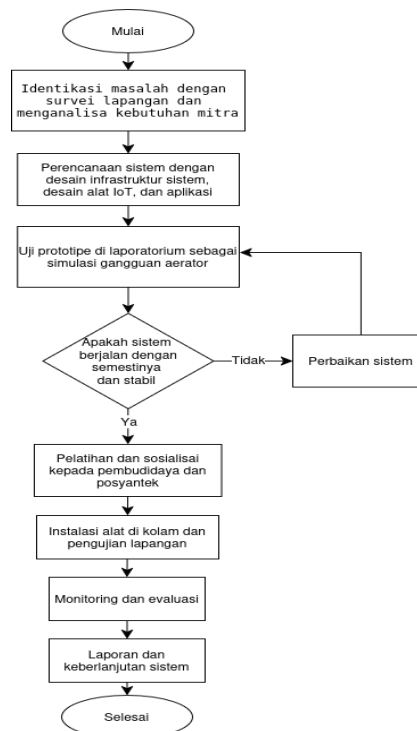
METODE KEGIATAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan pada bulan Mei hingga November 2025, bertempat di RW 13, Kelurahan Kota Baru, Kecamatan Bekasi Barat, Kota Bekasi, Jawa Barat. Lokasi ini dipilih karena kelompok masyarakat mitra di RW 13 sedang merintis budidaya ikan lele sistem bioflok dengan keterbatasan lahan yang ada. Berdasarkan hasil diskusi awal bersama kelompok pemula dan pembudidaya setempat, teridentifikasi kendala teknis utama berupa ketiadaan sistem deteksi dini apabila terjadi gangguan operasional pada aerator.

Kegiatan ini melibatkan warga pembudidaya lele yang tergabung dalam kelompok RW 13 serta mitra teknologi lokal, yaitu Posyantek Mekar Berseri Kota Baru. Sebanyak dua kepala keluarga yang berpartisipasi secara langsung dalam program ini. Selain itu, empat anggota Posyantek juga terlibat sebagai mitra pendamping teknis, serta dua mahasiswa dari bidang ilmu komputer yang berperan dalam proses desain dan implementasi alat. Kolaborasi ini bertujuan memastikan keterlibatan semua pihak dari perencanaan hingga evaluasi pasca-implementasi. Tahapan pelaksanaan kegiatan secara rinci dapat dilihat pada Gambar 1.

Metode pelaksanaan kegiatan diawali dengan tahap identifikasi masalah dan analisis kebutuhan masyarakat mitra. Tim pelaksana melakukan survei lapangan, observasi langsung ke lokasi kolam, serta wawancara semi-terstruktur dengan pembudidaya setempat dan pengurus Posyantek. Data yang dikumpulkan mencakup riwayat gangguan aerator, pola pengecekan kolam oleh pembudidaya, serta ketersediaan perangkat dan jaringan internet di rumah tangga mitra. Temuan dari tahap ini diuraikan pada bagian Hasil dan Pembahasan.

Setelah memperoleh pemahaman atas kondisi lapangan, tahap selanjutnya adalah perancangan dan pengembangan prototipe sistem. Sistem alarm aerator dirancang berbasis Internet of Things (IoT), menggunakan sensor arus listrik (PZEM-004T) untuk mendeteksi keberadaan aliran listrik menuju aerator secara real-time. Mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai unit pengendali utama yang bertugas mengolah data pembacaan sensor. Apabila gangguan terdeteksi, mikrokontroler akan melakukan pemrosesan lokal (local processing) untuk segera mengaktifkan lampu peringatan fisik di lokasi kolam, sekaligus mengirimkan data ke server untuk meneruskan notifikasi peringatan ke ponsel pengguna. Pendekatan pemrosesan data langsung pada perangkat ini dipilih untuk menjamin waktu respons alarm fisik yang cepat dan mandiri tanpa bergantung sepenuhnya pada latensi komunikasi dengan server eksternal.



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Pelaksanaan

Prototipe awal sistem dirakit dan diuji terlebih dahulu di laboratorium kampus untuk memverifikasi fungsi sensor, konektivitas internet, dan pengiriman notifikasi ke aplikasi. Pengujian dilakukan dengan mematikan suplai listrik ke aerator serta memutus kabel secara sengaja untuk menyimulasikan gangguan, kemudian mencatat aktifnya lampu peringatan fisik dan waktu tiba notifikasi pada aplikasi. Hasil pengujian tersebut dilaporkan pada bagian Hasil dan Pembahasan.

Setelah prototipe dinyatakan layak, tim merencanakan tahap implementasi lapangan berupa pemasangan dua perangkat sistem alarm pada dua kolam milik warga mitra. Sampai dengan penyusunan laporan ini, koordinasi lapangan dilakukan untuk menyelaraskan jadwal instalasi fisik dengan rencana jadwal penebaran benih lele oleh mitra sehingga alat disiapkan dalam status siap pasang. Sebagai langkah persiapan operasional, pelatihan teknis kepada warga dan mitra Posyantek dilaksanakan lebih dahulu sebagai dasar pengetahuan masyarakat terhadap prototipe. Pelatihan dibagi menjadi dua segmen, yaitu pelatihan pemahaman sistem dan pemeliharaan alat bagi teknisi Posyantek, serta pelatihan penggunaan dan respons setelah menerima notifikasi bagi pembudidaya ikan. Pelatihan dilakukan di lokasi kolam dengan praktik langsung dan modul berbasis ilustrasi dan langkah kerja sebagai buku panduan pengguna agar mudah dipahami.

Evaluasi efektivitas sistem dirancang untuk dilaksanakan satu bulan setelah perangkat terpasang, melalui pemantauan data historis pada aplikasi dan wawancara dengan pengguna. Indikator yang akan diukur meliputi keandalan perangkat selama operasi berkelanjutan, jumlah notifikasi yang terkirim, serta waktu tanggap pembudidaya terhadap notifikasi. Karena instalasi lapangan masih dalam tahap penyesuaian jadwal, tahap evaluasi ini belum dilaksanakan pada periode pelaporan kegiatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Budidaya ikan lele dengan sistem bioflok di wilayah RW 13, Kelurahan Kota Baru, menghadapi tantangan besar terkait ketergantungan terhadap aerator sebagai sumber utama oksigen terlarut (DO) dalam kolam. Sistem bioflok membutuhkan kondisi perairan yang kaya oksigen karena keberadaan mikroorganisme yang berfungsi memproses limbah nitrogen menjadi senyawa yang tidak berbahaya. Ketika suplai oksigen terputus, baik karena listrik padam maupun kerusakan aerator, proses bioflok terganggu dan menyebabkan akumulasi amonia yang berujung pada kematian massal ikan (Dewi & Ulfah, 2022).



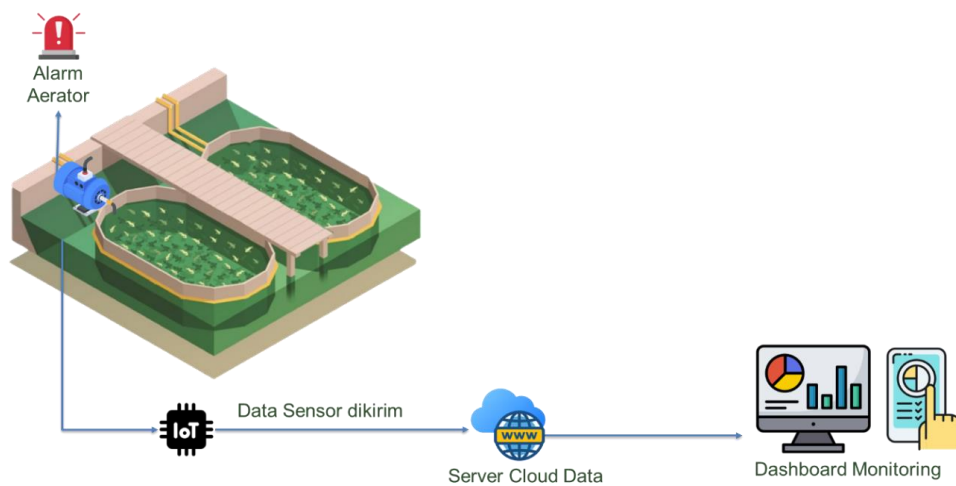
Gambar 2. Kolam Bioflok Warga

Berdasarkan observasi di lokasi mitra seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, sistem aerasi merupakan komponen kritis dalam budidaya lele intensif yang berfungsi menjaga ketersediaan oksigen terlarut. Ketergantungan yang tinggi pada alat ini menciptakan risiko produksi yang besar apabila terjadi kegagalan fungsi aerator secara tiba-tiba. Pada pola budidaya konvensional, gangguan aerator sering kali terlambat disadari karena hanya mengandalkan inspeksi manual secara berkala sehingga tindakan penanganan berisiko terlambat dilakukan. Bagi pembudidaya pemula yang baru akan memulai penebaran benih, potensi risiko tersebut menjadi kekhawatiran utama sehingga

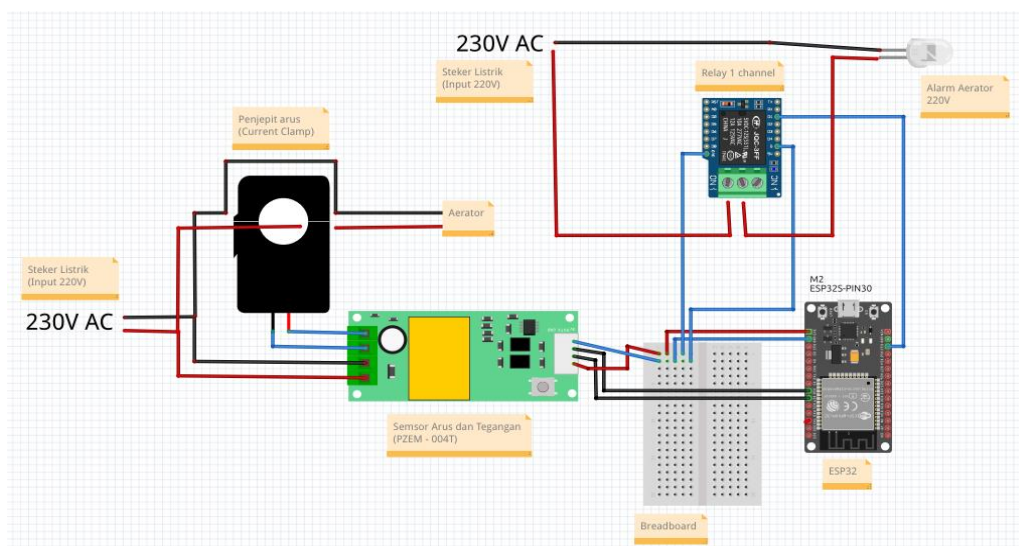
teknologi peringatan dini (*early warning system*) berbasis IoT menjadi kebutuhan preventif untuk meminimalisir risiko kegagalan produksi..

Kondisi sosial masyarakat juga menjadi pertimbangan dalam menentukan solusi. Sebagian besar warga telah menggunakan ponsel pintar dan jaringan WiFi rumah tangga, namun belum terbiasa dengan sistem elektronik yang kompleks. Oleh karena itu, solusi harus memiliki karakteristik sederhana, terjangkau, dan mudah dipelihara. Teknologi Internet of Things (IoT) dipandang tepat untuk menjawab tantangan ini. Sistem alarm aerator berbasis IoT memungkinkan pengawasan arus listrik secara otomatis dan pengiriman notifikasi ke perangkat seluler dalam waktu nyata, sehingga mampu memberikan peringatan kepada petani sebelum terjadi kerusakan yang lebih parah.

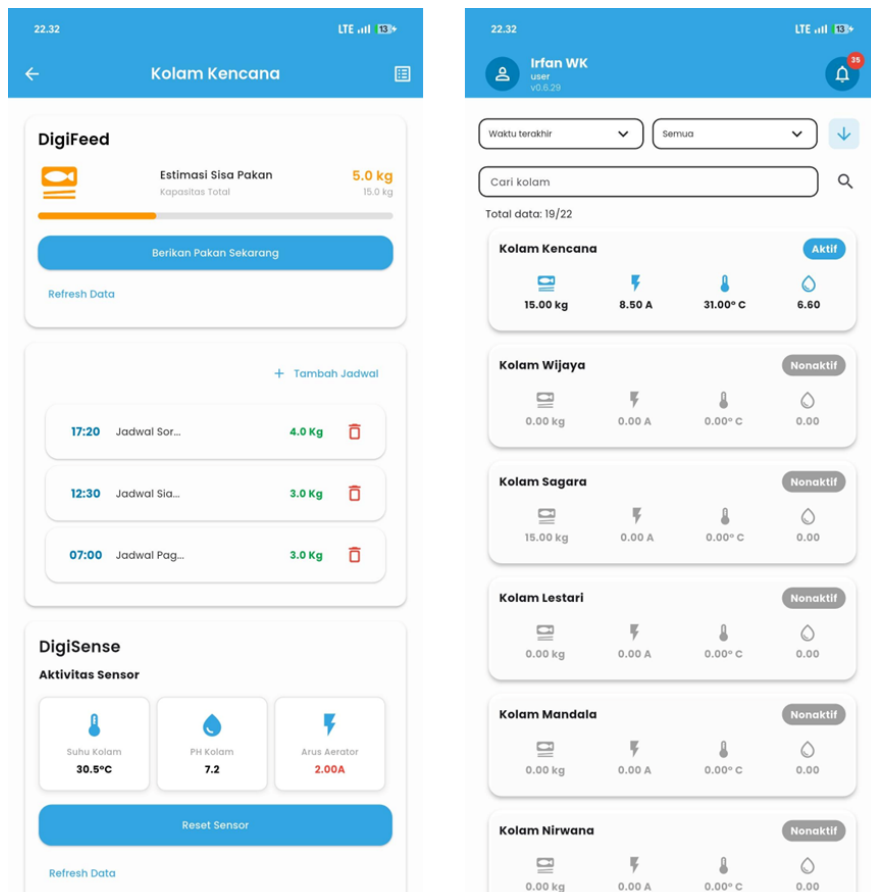
Sebagai tindak lanjut dari analisis kebutuhan, dikembangkan sebuah sistem peringatan dini kegagalan aerator yang terdiri dari mikrokontroler ESP32 dan sensor arus PZEM-004T. Skema rangkaian elektronik sistem ini diperlihatkan pada Gambar 4. Mikrokontroler berfungsi sebagai pengendali utama yang memproses data dari sensor dan mengatur respons yang sesuai. Pemilihan ESP32 sejalan dengan praktik pada sistem pemantauan kolam dan tambak berbasis IoT lainnya yang menuntut konektivitas nirkabel dan konsumsi daya rendah (Hidayat *et al.*, 2022; Rohim *et al.*, 2025).



Gambar 3. Gambaran Solusi



Gambar 4. Desain Rangkaian Elektronik



Gambar 5. Mockup Aplikasi Mobile Pemantauan Kondisi Kolam

Skema pengawasan aliran listrik aerator mengombinasikan rutinitas deteksi cepat dan pembaruan data berkala. Sensor arus PZEM-004T melakukan pembacaan status arus listrik dengan interval 1 menit untuk memastikan pemantauan ketersediaan daya secara responsif. Apabila terputusnya arus listrik terdeteksi, mikrokontroler ESP32 secara instan (*local processing*) menyalakan lampu peringatan fisik di lokasi kolam sekaligus meneruskan notifikasi alarm ke ponsel pembudidaya. Sementara itu, pembaruan nilai data telemetri sensor pada antarmuka aplikasi seluler diperbarui secara berkala setiap 10 menit untuk efisiensi (Gambar 5). Arsitektur integrasi sistem alarm aerator ini disajikan secara lengkap pada Gambar 3.

Pada tahap ini, prototipe telah melewati rangkaian uji fungsional di lingkungan laboratorium untuk memvalidasi akurasi deteksi dan stabilitas pengiriman data. Pengujian dilakukan melalui simulasi gangguan listrik dan pemutusan kabel secara sengaja untuk melihat respons sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat mampu mengidentifikasi gangguan dalam interval pemantauan yang ditetapkan. Perangkat berhasil menyalakan lampu alarm di tempat lokasi kolam sekaligus meneruskan notifikasi peringatan ke aplikasi dalam waktu kurang dari satu menit setelah kegagalan aerator terdeteksi oleh sensor arus (PZEM-004T).

Sampai dengan penyusunan laporan ini, perangkat telah selesai dirakit dan lulus uji fungsional laboratorium, tetapi belum terpasang pada dua titik kolam milik warga mitra. Proses instalasi lapangan dijadwalkan bertepatan dengan fase pennebaran benih lele agar pengujian operasional dapat berjalan sinkron dengan dimulainya siklus budidaya baru. Dengan demikian, kemampuan sistem dalam mempercepat waktu tanggap pembudidaya pada kondisi nyata belum dapat diverifikasi dan untuk sementara masih berupa proyeksi berdasarkan hasil uji laboratorium.

Setelah sistem berhasil melewati uji fungsional di laboratorium, tahap selanjutnya adalah transfer teknologi melalui pelatihan intensif kepada masyarakat. Pelatihan ini dilaksanakan pada hari Jumat, 21 November 2025 yang bertempat di kantor sekretariat RW 13, Kelurahan Kota Baru, Bekasi

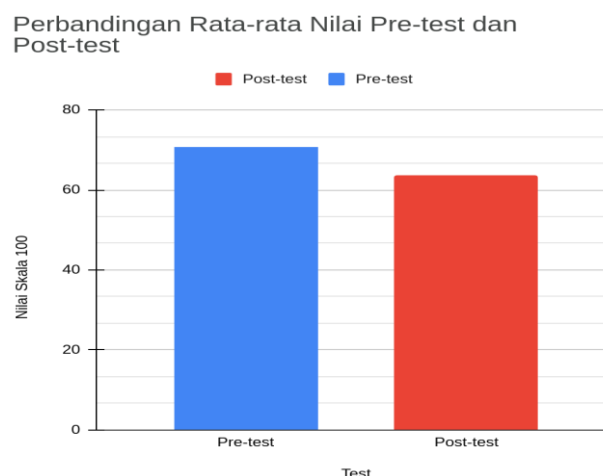
Barat. Kegiatan ini diikuti oleh peserta yang terdiri dari teknisi Posyantek Mekar Berseri dan warga pembudidaya ikan lele lokal yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pelatihan Pengelolaan dan Pengoperasian Sistem Alarm Aerator

Materi pelatihan disusun untuk memenuhi kebutuhan mitra. Dari sisi teknisi Posyantek Mekar Berseri, materi pelatihan ini berisikan prosedur instalasi sensor arus PZEM-004t dan pengenalan komponen ESP32 yang sudah dipaketkan menjadi box controller, hingga penempatan dan manajemen kelistrikan kolam yang aman. Dari sisi pembudidaya, materi pelatihan berfokus pada pemahaman risiko kegagalan aerasi, cara kerja lampu alarm lokal, dan integrasi notifikasi pada ponsel pintar sehingga pembudidaya mengetahui langkah tepat apa yang harus dilakukan ketika terjadi kegagalan aerator.

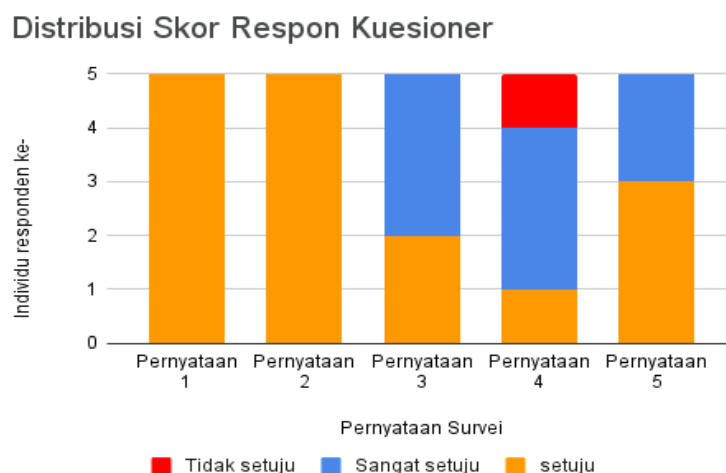
Efektivitas transfer pengetahuan teknis dalam kegiatan ini diukur melalui pengujian pretest dan posttest yang diisi oleh 13 peserta. Berdasarkan hasil pengolahan data, tercatat rata-rata nilai pretest sebesar 70,8 dan rata-rata posttest sebesar 63,6 (Gambar 7) sehingga secara keseluruhan terjadi penurunan sebesar 7,2 poin. Penurunan ini perlu dibaca secara hati-hati dan tidak dapat langsung disimpulkan sebagai kegagalan pelatihan. Selain faktor kehadiran sebagian peserta yang terlambat sehingga tidak menerima materi secara utuh, keterbatasan utama terletak pada struktur instrumen di mana soal pretest dan posttest yang diberikan berbeda. Soal pada sesi posttest dirancang dengan tingkat kesulitan yang lebih tinggi dibandingkan pretest, padahal secara ideal instrumen evaluasi pembelajaran mensyaratkan penggunaan soal yang identik atau setara agar perubahan pengetahuan peserta dapat diukur secara objektif. Di sisi lain, instrumen tes belum diuji validitas dan reliabilitasnya, serta jumlah peserta yang kecil membuat nilai rata-rata sangat sensitif terhadap fluktuasi skor individu. Oleh karena itu, angka rata-rata pretest–posttest ini lebih tepat diposisikan sebagai catatan proses pelaksanaan kegiatan, bukan sebagai bukti kuantitatif atas efektivitas transfer pengetahuan.



Gambar 7. Grafik Rata-rata Nilai

Meskipun demikian, analisis pada tingkat individu memberikan gambaran yang lebih informatif. Sebanyak 9 dari 13 peserta (69%) mempertahankan atau meningkatkan skor mereka pada rentang yang lebih tinggi (80–100). Pola ini mengindikasikan bahwa peserta yang mengikuti sesi secara penuh cenderung memahami mekanisme kerja sistem IoT dan mitigasi risiko aerasi dengan baik. Temuan tersebut bersifat indikatif dan masih memerlukan konfirmasi melalui pengukuran lanjutan dengan instrumen yang tervalidasi serta responden pretest dan posttest yang sama.

Selain evaluasi transfer pengetahuan, tim melakukan survei persepsi untuk mengukur tingkat penerimaan teknologi di masyarakat. Survei ini hanya diisi oleh 5 orang dari seluruh peserta yang hadir, sehingga hasilnya hanya dapat dibaca sebagai indikasi awal dan tidak dapat digeneralisasi. Berdasarkan Gambar 8 mengenai distribusi skor respons kuesioner, terlihat pola penerimaan yang positif terhadap implementasi sistem alarm aerator berbasis IoT ini.



Gambar 8. Grafik Respons Kuesioner oleh 5 Responden

Pada Pernyataan 1 (pemahaman risiko aerator mati) dan Pernyataan 2 (kejelasan cara kerja alat dan notifikasi), seluruh responden memberikan penilaian “Setuju”. Hal ini menunjukkan bahwa materi edukasi mengenai pentingnya oksigen terlarut dalam kolam bioflok dan mekanisme teknis perangkat IoT telah tersampaikan dengan baik. Pada Pernyataan 3, tentang kemanfaatan alat untuk ketenangan dan pencegahan kerugian, respons meningkat dengan 3 responden menyatakan “Sangat Setuju” dan 2 responden menyatakan “Setuju”. Pola ini mengindikasikan bahwa secara psikologis teknologi ini memberikan nilai rasa aman bagi pembudidaya dalam menjalankan usahanya, sejalan dengan temuan Faturahman *et al.*, (2025) yang menyatakan bahwa persepsi kegunaan merupakan faktor kunci adopsi teknologi *smart farming*.

Pernyataan 4 mengenai kesadaran pengawasan 24 jam menunjukkan distribusi respons yang paling beragam. Adanya satu responden yang menyatakan “Tidak Setuju” mengindikasikan bahwa edukasi pengawasan manual ke pengawasan otomatis berbasis teknologi masih memerlukan waktu adaptasi bagi sebagian kecil pembudidaya. Pada Pernyataan 5, efektivitas demo alat dinilai tinggi dengan 2 responden menyatakan “Sangat Setuju” dan 3 responden menyatakan “Setuju”. Hal ini mengonfirmasi bahwa pendekatan simulasi langsung di lokasi kolam lebih efektif dalam membantu masyarakat memahami teknologi baru dibandingkan sekadar pemaparan teori.

Evaluasi efektivitas sistem dirancang untuk dilakukan secara berkala setelah fase instalasi lapangan. Fokus evaluasi mencakup dua aspek utama, yaitu keandalan teknis perangkat dalam lingkungan operasional secara terus-menerus serta kecepatan respons pembudidaya terhadap notifikasi sistem. Uji fungsional di laboratorium telah berhasil pada seluruh skenario yang diujikan, namun kinerja pada kondisi lapangan yang sesungguhnya belum diketahui. Karena itu, potensi sistem untuk menekan risiko kematian massal ikan akibat keterlambatan penanganan kegagalan aerator masih berupa proyeksi yang perlu dibuktikan melalui evaluasi pasca-instalasi.

Keberlanjutan program juga didukung oleh peran aktif mitra Posyantek Mekar Berseri. Sebagai bagian dari proses transfer teknologi, mitra telah dilibatkan dalam tahap finalisasi perangkat dan perencanaan skema pemeliharaan mandiri. Terdapat potensi besar bagi Posyantek untuk mereplikasi sistem ini secara mandiri guna menjangkau cakupan wilayah yang lebih luas. Langkah ini diharapkan dapat menciptakan ekosistem inovasi lokal di mana teknologi tepat guna dapat diadopsi dan dikelola langsung oleh masyarakat secara berkelanjutan.

Dari sisi ekonomi, sistem ini tergolong efisien. Dengan biaya pembuatan sekitar Rp350.000 per unit, nilai investasinya jauh lebih kecil dibandingkan potensi kerugian akibat kematian massal ikan dalam satu siklus panen. Perbandingan ini masih bersifat estimasi karena penghematan aktual baru dapat dihitung setelah sistem beroperasi penuh di lapangan. Estimasi tersebut sejalan dengan pernyataan Sudibyo *et al.*, (2024) yang menyebutkan bahwa teknologi IoT dapat meningkatkan produktivitas pada skala akuakultur kecil tanpa memerlukan investasi infrastruktur besar.

Dalam pelaksanaan, sistem ini tidak lepas dari kendala teknis, khususnya terkait stabilitas koneksi internet dan ketersediaan daya listrik. Tantangan utama yang teridentifikasi adalah koneksi WiFi rumah tangga yang fluktuatif serta risiko alat menjadi non-aktif saat terjadi pemadaman listrik dari pusat. Kendala serupa juga dilaporkan pada implementasi sistem pemantauan kolam berbasis IoT lainnya (Irvan *et al.*, 2024). Sebagai solusi jangka panjang untuk menjamin keberlanjutan operasional alat tanpa henti (*continuous availability*), penggunaan sumber daya mandiri berbasis baterai dan panel surya diidentifikasi sebagai kebutuhan krusial dan direkomendasikan menjadi fokus utama pada program pengabdian kepada masyarakat periode selanjutnya. Sementara itu, untuk perlindungan fisik, alat telah dilengkapi *enclosure* tahan air guna mengantisipasi kelembaban dan hujan. Modul *troubleshooting* visual juga disiapkan agar mitra dapat menangani kendala teknis dasar secara mandiri, sehingga meminimalkan ketergantungan pada teknisi eksternal.

Kegiatan ini menunjukkan bahwa pengembangan teknologi tepat guna berbasis IoT memiliki potensi besar dalam meningkatkan ketahanan ekonomi masyarakat pembudidaya. Sistem alarm aerator yang dikembangkan berbiaya rendah, sederhana, dan adaptif terhadap konteks lokal, meskipun efektivitasnya pada kondisi operasional nyata masih perlu dibuktikan. Pendekatan partisipatif dan pelibatan lembaga lokal seperti Posyantek juga memperlihatkan peluang percepatan difusi teknologi di tingkat komunitas.

Posyantek yang telah diberdayakan berpotensi menjadi agen transformasi digital pada sektor akuakultur di tingkat komunitas. Dengan desain sistem yang modular dan *open-source*, sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mendeteksi parameter lain seperti suhu, pH, atau tingkat kekeruhan. Keberlanjutan pengabdian masyarakat sangat ditentukan oleh keberhasilan penciptaan ekosistem inovasi lokal (Gafur *et al.*, 2025). Model alarm aerator berbasis IoT ini tidak hanya menyasar penyelesaian masalah teknis, tetapi juga pembangunan kapasitas dan jaringan sosial yang mendukung perubahan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat di RW 13, Kelurahan Kota Baru, Bekasi Barat telah berhasil merancang, merakit, dan menguji fungsionalitas prototipe sistem alarm aerator berbasis Internet of Things (IoT). Pada uji fungsional laboratorium, sistem terbukti andal mendeteksi henti daya listrik, menyalakan alarm fisik lokal (*local processing*), dan mengunggah notifikasi ke aplikasi seluler dalam waktu kurang dari satu menit. Pelatihan teknis yang diselenggarakan juga berhasil meningkatkan kesiapsiagaan kualitatif mitra pembudidaya dan Posyantek Mekar Berseri. Pemasangan fisik pada dua kolam mitra saat ini berada dalam status siap pasang (*field-ready*) yang diselaraskan dengan jadwal tebar benih. Dengan demikian, capaian kegiatan ini berfokus pada kesiapan prototipe teruji dan peningkatan kapasitas awal mitra, sementara efektivitas penekanan kerugian di lapangan masih bersifat proyeksi.

Untuk pengembangan dan keberlanjutan program di masa depan, beberapa langkah strategisnya adalah:

1. Evaluasi empiris lapangan dengan penuntasan instalasi fisik pada dua kolam mitra perlu dilaksanakan saat siklus tebar benih dimulai, dilanjutkan pengujian keandalan sistem dan response time pembudidaya secara nyata selama minimal satu bulan operasional.
2. Penyempurnaan metodologi edukasi dengan pengukuran transfer pengetahuan pada kegiatan pelatihan mendatang disarankan menggunakan instrumen homogen yang telah tervalidasi dengan responden pretest dan posttest yang sama.
3. Peningkatan keandalan hardware dengan pengembangan sistem disarankan mengintegrasikan daya cadangan berbasis baterai/panel surya untuk mengantisipasi mati listrik dari pusat.
4. Kemandirian kelembagaan mitra dengan pendampingan skema pemeliharaan mandiri bagi Posyantek Mekar Berseri perlu diperluas agar replikasi teknologi tepat guna di wilayah lain dapat berjalan secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Pertamina yang telah memberikan dukungan terhadap kegiatan pengabdian masyarakat ini berdasarkan surat tugas dengan nomor 197/UPER-R/SK/HK.01/V/2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Bu'u, K. S., Nachrowie, N., & Sonalitha, E. (2023). Monitoring Kualitas Air pada Aquarium Berbasis Internet of Things (IoT). *Blend Sains Jurnal Teknik*, 2(2), 184–190. <https://doi.org/10.56211/blendsains.v2i2.321>
- Dauda, A. B., Romano, N., Ebrahimi, M., & Karim, M. (2018). Influence of Carbon/Nitrogen Ratios on Biofloc Production and Biochemical Composition and Subsequent Growth of African Catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture*, 483, 120–130. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.10.016>
- Dewi, E. R. S., & Ulfah, M. (2022). Performa Bioflok pada Sistem Bioflok-Akuaponik Ramah Lingkungan. *Bioma: Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(1), 1–11. <https://doi.org/10.26877/bioma.v11i1.11145>
- Faturahman, M. F., Al Makky, M., & Setiadi, F. (2025). Analisis Adopsi Smart Fish Feeder di SEIN Farm Menggunakan Metode Technology Acceptance Model (TAM). *e-Proceeding of Engineering*, 4551.
- Gafur, A., Fajrul, R., & Indra, A. (2025). Transfer Teknologi Tepat Guna pada Posyantek Kecamatan Se-Kabupaten Bengkalis untuk Meningkatkan Kemandirian Masyarakat. *TANJAK: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 6(1), 181–187.
- Hidayat, F., Harijanto, A., & Supriadi, B. (2022). Rancang Bangun Alat Ukur Sistem Monitoring PH dan Suhu Kolam Ikan Lele Berbasis IoT dengan ESP8266. *Jurnal Kumparan Fisika*, 5(2), 77–84. <https://doi.org/10.33369/jkf.5.2.77-84>
- Irvan, M., Zarory, H., Ullah, A., & Faizal, A. (2024). Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu Air Kolam Ikan Lele Fardu Farm Menggunakan PLC Outseal Mega V.3 dengan Sensor BGT-D718-PH Berbasis IoT. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 6(1), 245–256. <https://doi.org/10.47065/bits.v6i1.5375>
- Maulianawati, D., Kiing, H., Dewi, D. P., Irawati, H., & Amien, M. (2024). The Application of Different Types of Diffusers for African Catfish (*Clarias gariepinus*) Culture in Biofloc Systems: Effects on Growth and Water Quality. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 13(1), 105–115. <https://doi.org/10.20473/jafh.v13i1.43013>
- Rohim, M. H., Susanto, A., & Munazilin, A. (2025). Sistem Monitoring Suhu dan pH Air Tambak Udang Vaname Berbasis Internet of Things (IoT). *Storage: Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer*, 4(2), 131–136. <https://doi.org/10.55123/storage.v4i2.5327>
- Setiawan, B., Styawati, S., & Alim, S. (2024). Implementasi Sistem IoT pada Akuakultur dan Hidroponik (Akuaponik) Modern untuk Pertumbuhan Ikan Nila. *Jurnal Informatika dan Pengembangan IT (JPIT)*, 9(1), 47–52. <https://doi.org/10.30591/jpit.v9i1.5896>

- Situmorang, J. P., Ariyanto, E., & Al Makky, M. (2023). Pemanfaatan IoT pada Metode Ad Satiation untuk Meningkatkan Efektivitas Budidaya Ikan Mas. *e-Proceeding of Engineering*, 10(2), 2061–2068.
- Soambaton, M. F., Djuniadi, D., & Al-Azhari, A. H. (2024). Monitoring Kolam Ikan Nila Berbasis IoT dengan Sensor Amonia, Suhu, Ketinggian, dan PH. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(2), 919–926. <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i2.4021>
- Sudibyo, H., Yuniko, F., Fadel, A., Lesmana, L., & Efendi, R. (2024). Sistem Monitoring Budidaya Perikanan Berbasis IoT Fish Feeder sebagai Implementasi Smart Farming. *JOISIE: Journal of Information Systems and Informatics Engineering*, 8(2), 236–247. <https://doi.org/10.35145/joisie.v8i2.4544>
- Sukarno, P., Nuha, H. H., Suwastika, N. A., Al Makky, M., Oktaria, D., Utomo, R. G., & Yasirandi, R. (2023). Penerapan dan Pelatihan Sistem Smart Aquaculture untuk Budidaya Ikan dalam Biofloc di SEIN Farm Kota Bandung. *Aksiologi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(2), 234–244. <https://doi.org/10.30651/aks.v7i2.11532>
- Sukarno, P., Yasirandi, R., Al Makky, M., Husen, J. H., Riskiana, R. R., Nugraha, N. D., Nastiti, N. E., Aulia, R., Suwastika, N. A., & Oktaria, D. (2022). Pemanfaatan dan Uji Kelayakan Teknologi Internet of Things (IoT) untuk Budidaya Ternak Lele dan Tanaman Kangkung untuk Mendukung Ketahanan Pangan Masyarakat Kelurahan Margasari Kota Bandung di Era Pandemi COVID-19. *JAPATUM: Jurnal Pemanfaatan Teknologi untuk Masyarakat*, 1(1), 19–32. <https://doi.org/10.59328/JAPATUM.2022.1.1.30>