

NASKAH ORISINAL

Integrasi Teknologi *Internet of Things* dalam Pengembangan Sistem Pemantauan Kualitas Air dan Kesehatan Udang Air Tawar untuk Optimalisasi Produk Perikanan

Raden Venantius Hari Ginardi^{1,*} | Muchammad Husni¹ | Rizka Wakhidatus Sholikhah¹ | Annisaa Sri Indrawanti¹ | Irzal Ahmad Sabilla¹ | Eka Sari Oktarina² | Susijanto Tri Rasmana² | Mohammad Yanuar Hariyawan² | Hendi Briantoro² | M. Januar Eko Wicaksono¹ | Iki Adfi Nur Mohammad¹ | Ilhan Ahmad Syafa¹ | Rahmad Aji Wicaksono¹ | Naufan Zaki Luqmanulhakim¹ | Zulfa Hafizh Kusuma¹ | Hafis Akmalidi Santosa¹ | Agas Ananta Wijaya¹

¹Departemen Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

²Teknik Komputer, Universitas Telkom Surabaya, Surabaya, Indonesia

Korespondensi

*Raden Venantius Hari Ginardi, Departemen teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia. Alamat e-mail: hari@its.ac.id

Alamat

Laboratorium Kota Cerdas dan Keamanan Siber, Departemen Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.

Abstrak

Pengelolaan kualitas air adalah salah satu komponen penting yang perlu diperhatikan dalam budidaya perikanan, terutama pada udang air tawar. Faktor kualitas air dapat mempengaruhi hasil produksi dan keberhasilan dari budidaya udang. Beberapa komponen dalam air yang perlu diperhatikan dalam budidaya udang antara lain suhu, oksigen terlarut, salinitas, dan PH dari air. Keempat komponen tersebut dapat memberikan gambaran terkait kondisi air dari budidaya udang apakah dalam kondisi baik atau dalam kondisi yang dapat mengganggu pertumbuhan udang. Pemantauan keempat komponen utama tersebut idealnya dilakukan setiap hari untuk dapat melakukan intervensi jika terjadi ketidak seimbangan kondisi air. Pada pengabdian masyarakat ini dibangun perangkat *Internet of Things* (IoT) untuk melakukan pemantauan kondisi air pada budidaya udang air tawar. Perangkat IoT memungkinkan dilakukan pemantauan kondisi air dari jauh dengan memanfaatkan aplikasi mobile. Hal tersebut dapat mempermudah petani udang untuk melakukan pemantauan tanpa harus datang langsung ke lokasi budidaya. Selain itu pelatihan pada mitra juga dilakukan untuk memberikan sosialisasi penggunaan alat dan implementasinya. Hasil luaran dari pengabdian masyarakat ini berupa *prototype* alat IoT untuk monitoring yang telah diimplementasikan pada pihak mitra, publikasi pada laman berita daring, HKI (Hak Kekayaan Intelektual) video abmas, dan jurnal pengabdian kepada masyarakat.

Kata Kunci:

Budidaya Udang, *Internet of Things* (IoT), Kualitas Air, Udang Air Tawar.

1 | PENDAHULUAN

1.1 | Latar Belakang

Budidaya udang merupakan salah satu komoditas industri yang mengalami perkembangan pesat^[1]. Pada tahun 2022 produksi udang di Indonesia mencapai 1.099.976 ton menjadikan Indonesia masuk ke dalam 5 besar negara penghasil udang terbesar di dunia. Budidaya udang secara umum dapat dikelompokkan ke dalam dua jenis yaitu budidaya udang air tawar dan budidaya udang air payau. Pada budidaya udang air tawar kualitas air menjadi salah satu faktor penentu keberhasilan dari budidaya. Selain itu manajemen kualitas air yang tepat dapat meningkatkan produksi dari udang^[2]. Terdapat empat komponen utama yang dapat mempengaruhi kualitas air pada budidaya udang air tawar yaitu tingkat *Dissolve Oxygen* (DO), kadar garam, pH air, dan suhu air^[3].

DO atau kadar oksigen terlarut dalam air berperan dalam pernafasan udang. DO ideal untuk udang berada pada kisaran 4mg/L sampai 5mg/L^[4]. Apabila kadar DO terlalu rendah <4mg/L menyebabkan perlambatan pertumbuhan dan penurunan nafsu makan. Jika nilai DO berada di bawah 2.5mg/L akan menyebabkan kematian bagi udang. Kestabilan DO pada budidaya udang perlu diperhatikan karena akan berpengaruh pada pertumbuhan dari udang. Komponen kedua yang penting untuk diperhatikan adalah kadar garam atau salinitas merupakan parameter untuk mengukur kadar ion klorida dalam air. Idealnya untuk budidaya udang diperlukan tingkat salinitas antara 15-30ppt^[5]. Meskipun pada beberapa spesies udang dapat hidup pada rentang salinitas yang lebih besar yaitu pada kisaran 5-40ppt. Tingkat Salinitas udang yang terlalu tinggi bisa menyebabkan udang rentan terhadap serangan penyakit. Kenaikan atau penurunan salinitas yang terlalu tinggi pada udang dapat menimbulkan udang mengalami stres. pH atau derajat keasaman dalam air merupakan faktor yang mempengaruhi metabolisme dan kondisi fisiologis dari udang. Tingkat pH yang ideal untuk pertumbuhan udang yang optimal berada pada kisaran 7,0-8,5^[6]. Sementara itu suhu air yang ideal untuk udang berada pada kisaran 29 - 31 °C^[6]. Suhu air banyak dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti lokasi budidaya tambak dan cuaca. Pada budidaya udang pengecekan suhu setiap hari perlu dilakukan untuk mengantisipasi adanya perubahan suhu yang signifikan.

Kempat komponen utama yaitu DO, salinitas, pH, dan suhu air dapat menunjukkan kualitas air dari suatu budidaya perikanan. Pemantauan keempat komponen utama tersebut merupakan salah satu kunci dari kesuksesan budidaya udang air tawar. Hal ini berkaitan dengan langkah preventif apabila terjadi ketidak seimbangan kualitas air. Pemantauan kualitas air pada umumnya dilakukan secara manual setiap hari pada waktu tertentu di lokasi budidaya udang dengan melakukan pengukuran DO, salinitas, pH, dan suhu air. Metode tersebut rentan terhadap adanya perubahan kondisi air sewaktu-waktu diluar jam pemantauan. Sehingga perlu adanya peralatan untuk dapat melakukan pemantauan kualitas air secara *real-time*.

UMKM Omah Tuwek merupakan startup di bidang distributor budidaya ikan air tawar dan udang. Lokasinya berada di Kecamatan Bumiaji, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. Umah Tuwek menjadi mitra dalam pengabdian masyarakat ini. Kendala yang dihadapi oleh mitra Omah Tuwek adalah kurangnya pengawasan terhadap kondisi ideal lingkungan air pada budidaya udang. Sehingga budidaya udang rentan terhadap kegagalan atau rendahnya hasil panen.

Oleh karena itu pada pengabdian masyarakat ini diusulkanlah sistem *Internet of Things* (IoT) untuk melakukan pemantauan kualitas air dan kesehatan udang dengan mitra Omah Tuwek. Sistem yang akan dibangun berbasis IoT dengan mengintegrasikan sensor pH, sensor suhu, sensor DO, dan sensor TDS. Setiap sensor akan mengirimkan nilai pembacaan kondisi air secara *real-time* sehingga dapat mengetahui dengan lebih cepat apabila terdapat perubahan keadaan air yang signifikan. Sistem juga akan terintegrasi dengan perangkat *smartphone* sehingga petani udang dapat melakukan pemantauan kualitas air dari mana saja tanpa perlu langsung datang di lokasi budi daya. Selain itu dilakukan pula pelatihan dan sosialisasi terkait penggunaan alat dan implementasi alat pada kolam udang juga dilakukan di Omah Tuwek guna memberikan transfer pengetahuan terkait alat yang dikembangkan.

1.2 | Solusi Permasalahan atau Strategi Kegiatan

Dari permasalahan yang telah dipaparkan pada subbab sebelumnya dilakukan diskusi dengan pihak mitra dan penggalian kebutuhan dengan pihak mitra. Akhirnya diusulkanlah dua buah solusi yang akan dilaksanakan secara berkesinambungan. Solusi pertama berkaitan dengan kebutuhan akan adanya sistem pemantauan yang otomatis, *real-time*, dan dapat diakses dari mana saja.

Sehingga diusulkanlah sebuah sistem IoT dengan mengintegrasikan berbagai sensor yang mampu melakukan pembacaan kualitas air dan dapat dimonitor secara *real-time* melalui aplikasi *smartphone*. Solusi kedua terkait permasalahan implementasi dan penggunaan alat. Sehingga akan dilakukan pelatihan dan sosialisasi terkait bagaimana cara pemasangan alat dan penggunaannya yang dilaksanakan di lokasi mitra yaitu di Omah Tuwek.

Strategi kegiatan menggunakan pendekatan partisipatif dengan *stakeholder* yang akan terlibat langsung dalam pembuatan, pengimplementasian, pelatihan, dan penggunaan sistem. Kegiatan awal dimulai dengan pengumpulan data baik primer maupun sekunder. Data yang diperoleh kemudian ditelaah lebih lanjut dan dianalisis sehingga tersusun perumusan strategi, program, dan kegiatan. Selanjutnya dilakukan pelaksanaan sesuai dengan hasil dari analisa.

1.3 | Target Luaran

Kegiatan pengabdian masyarakat ini memiliki manfaat untuk menghasilkan sistem budidaya udang yang mampu membantu pihak mitra yaitu Omah Tuwek dalam meningkatkan hasil budidaya udang melalui penerapan IoT. Target luaran dari pengabdian masyarakat ini berupa produk pemantauan kualitas air pada budidaya udang air tawar. Selain itu kegiatan ini juga akan menghasilkan luaran lainnya berupa artikel ilmiah pengabdian masyarakat yang akan diterbitkan dalam jurnal nasional Sewagati, book chapter aktivitas abmas, berita populer yang akan diterbitkan pada ITSNews, Video kegiatan abmas yang telah didaftarkan HKInya, laporan kemajuan, dan laporan akhir.

Sementara itu target luaran dari pelatihan berupa tersosialisasikannya kepada petani budidaya udang di Omah Tuwek terkait sistem yang telah dikembangkan. Selain itu agar petani di Omah Tuwek dapat melakukan pemasangan sendiri dan melakukan penggunaan alat secara mandiri sehingga mampu menghasilkan hasil nyata dalam budidaya udang air tawar.

2 | TINJAUAN PUSTAKA

2.1 | Studi Literatur

Meningkatnya budidaya udang di seluruh wilayah Indonesia di wilayah pertambakan. Menariknya, beberapa petani mulai bereksperimen membudidayakan udang di kolam air tawar. Bahkan, para petani di daerah perkotaan ikut untuk memanfaatkan lahan pekarangan di rumahnya yang kurang produktif untuk kegiatan ini. Udang memiliki toleransi yang tinggi terhadap tingkat salinitas, dari 2 hingga 40 ppt, dan mampu tumbuh dengan baik bahkan di lingkungan dengan salinitas rendah. Kemampuan adaptasi ini mendorong para petani melakukan proses aklimatisasi untuk membudidayakan udang di air tawar, hingga berhasil menciptakan lingkungan budidaya dengan salinitas serendah 2 ppt. Budidaya udang vannamei di air tawar memiliki sejumlah keunggulan, salah satunya adalah tingkat ketahanan yang lebih tinggi terhadap risiko penyakit. Penyakit yang sering menyerang udang akibat virus dan bakteri, terutama di perairan air payau, menjadi lebih jarang terjadi di air tawar. Namun, air tawar yang digunakan untuk budidaya ini bukanlah air tawar murni, melainkan air dengan kandungan garam rendah yang mendekati salinitas 2 ppt.

Budidaya udang di dalam kolam air tawar adalah salah satu inovasi yang menjanjikan dalam sektor perikanan. Hal ini dilakukan melalui serangkaian proses aklimatisasi untuk mengadaptasikan udang pada kondisi air dengan kandungan salinitas rendah. Dengan adanya ini, udang lebih tahan terhadap serangan virus atau bakteri yang umumnya berkembang biak di air payau. Tetapi parameter kualitas air seperti suhu, pH, dan kadar oksigen harus dipantau secara berkala untuk memastikan kondisi ideal pertumbuhan udang. Budidaya udang di air tawar adalah solusi inovatif yang memadukan teknologi modern dengan pengelolaan sumber daya yang efisien. Hal ini memberikan harapan baru bagi pengembangan sektor perikanan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat.

2.2 | Internet of Things (IoT)

Istilah IoT, pertama kali digunakan oleh Kevin Ashton dalam presentasinya pada tahun 1998. IoT mengacu pada perangkat teknologi yang memfasilitasi komunikasi antar perangkat melalui jaringan internet^[7]. Dalam ekosistem IoT, perangkat seperti sensor, kamera, aktuator, dan alat lainnya dapat mengumpulkan, mengirim, dan menerima data secara *real-time*, memungkinkan integrasi data dan otomatisasi proses yang efisien. IoT tidak hanya menghubungkan perangkat, tetapi juga memungkinkan mereka untuk mengontrol dan mengotomatisasi berbagai proses dengan menggunakan data yang dikumpulkan dari lingkungan sekitar.

Dalam konteks penelitian pengabdian masyarakat ini, IoT berperan penting dalam membantu petani meningkatkan efisiensi produksi melalui pemantauan kondisi lingkungan secara otomatis. Berbagai sensor yang terpasang di kolam air tawar yang berisi udang akan memantau faktor penting seperti suhu dalam air, kandungan salinitas air, dan DO dalam air. Data-data ini dikumpulkan oleh perangkat IoT dan dikirimkan secara otomatis ke sistem pusat melalui jaringan *WiFi*.

Di berbagai industri, IoT telah membawa perubahan besar, salah satunya di bidang perikanan cerdas (*Smart Fisheries*), di mana teknologi IoT digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas dengan cara memantau kondisi air secara *real-time*, seperti suhu dalam air, kandungan salinitas air, DO, kalsium, magnesium, fosfat, dan nitrat^[8]. Dalam bidang pertanian cerdas (*Smart Agriculture*) terdapat banyak penelitian yang melibatkan IoT untuk meningkatkan produksi panen, salah satunya adalah usulan dari Ciptaningtyas et. al.^[9]. IoT dipergunakan untuk membantu dalam melakukan otomatisasi proses irigasi pada tanah dengan secara otomatis dengan memperhatikan kualitas dan keadaan tanah pada pertanian bawang mearah. Perangkat IoT terhubung dengan *dashboard* monitoring yang memungkinkan petani untuk memantau keadaan tanah dari mana saja.

2.3 | Sensor Dissolved Oxygen (DO)

Sensor *Dissolved Oxygen* (DO) Merupakan sensor yang digunakan sebagai deteksi kadar oksigen terlarut pada air. Kadar oksigen terlarut memiliki pengaruh pada kualitas air baik dari segi fisik, kimia maupun biologi. DO merupakan konsentrasi atau kandungan gas oksigen dari ekosistem perairan yang dibutuhkan oleh seluruh biota perairan. Dalam pengembangan sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT, sensor DO menjadi salah satu elemen kunci. Dalam pertanian udang, kadar DO harus dijaga dalam kisaran optimal untuk mendukung pertumbuhan udang. Tingkat DO yang terlalu rendah dapat menyebabkan stres, menurunkan imun udan, hingga risiko kematian. Gambar 1 menunjukkan contoh dari sensor DO yang dipergunakan dalam pembangunan sistem IoT.



Gambar 1 Sensor *Dissolved Oxygen*

2.4 | Sensor Suhu

Sensor suhu adalah perangkat yang berfungsi mengonversi energi panas menjadi sinyal listrik, sehingga dapat mendeteksi perubahan suhu pada suatu objek. Sensor ini bekerja dengan mengukur tingkat panas atau dingin yang dipancarkan oleh objek dan mengonversinya menjadi *output* berupa data analog atau digital.

DS18B20 merupakan sensor suhu dengan fitur tahan air yang ideal untuk mengukur suhu pada area yang sulit dijangkau atau dalam kondisi basah. Keluaran data digitalnya memastikan transmisi tanpa degradasi meskipun digunakan pada jarak jauh. Sensor ini juga menyediakan keluaran data dengan tingkat resolusi yang dapat disesuaikan antara 9-bit hingga 12-bit^[10]. Sensor ini menggunakan protokol komunikasi 1-wire untuk membaca suhu dan memiliki tiga pin, yaitu pin daya (+5V), pin *ground*, serta pin data untuk input dan *output*. Beberapa keunggulan dari sensor DS18B20 meliputi: Kalibrasi langsung dalam satuan *celsius*. Akurasi yang konsisten dalam rentang suhu -10°C hingga +85°C. Kemampuan pengukuran dalam rentang -55°C hingga 125°C. Dapat beroperasi pada tegangan antara 3,0V hingga 5,5V. Waktu respons yang cepat, kurang dari 750 ms. Dengan

keunggulan tersebut, DS18B20 menjadi pilihan yang handal untuk berbagai aplikasi pengukuran suhu, termasuk di lingkungan yang ekstrem.

Studi lain mengungkapkan penggunaan satu sensor DS18B20 sudah cukup baik karena kesalahan pengukurannya tidak signifikan. Namun, hasil analisis studi menunjukkan bahwa penggunaan empat sensor secara bersamaan memberikan hasil yang lebih optimal. Dengan menggunakan empat sensor, batas atas dan bawah interval kepercayaan 95% dari perbedaan hasil pengukuran menjadi jauh lebih kecil dibandingkan dengan satu sensor. Hal ini berarti bahwa rata-rata hasil pengukuran dari empat sensor secara signifikan mengurangi kesalahan pengukuran. Oleh karena itu, meskipun satu sensor cukup baik, konfigurasi empat sensor adalah pilihan yang optimal untuk meningkatkan akurasi sekaligus mempertimbangkan efisiensi biaya^[11].



Gambar 2 Sensor Temperature

2.5 | Sensor TDS

Sensor TDS adalah perangkat elektronik yang dirancang untuk mengukur konsentrasi zat padat terlarut dalam air menggunakan sinyal analog. Dengan teknologi canggih, sensor ini memberikan informasi yang akurat mengenai jumlah partikel terlarut dalam air. Hasil pengukuran biasanya dinyatakan dalam satuan *parts per million (ppm)*, yang menunjukkan jumlah partikel terlarut per sejuta bagian air. Sensor TDS mampu mendeteksi berbagai senyawa kimia terlarut, seperti kalsium, fosfat, natrium, dan kalium. Kemampuan ini berpotensi untuk dimanfaatkan dalam berbagai sektor kehidupan masyarakat.

Di sektor pertanian, sensor TDS digunakan untuk memantau kualitas air irigasi dan larutan nutrisi tanaman, yang membantu petani memberikan nutrisi yang tepat guna mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal. Dalam industri, sensor ini berfungsi untuk mengontrol kualitas air yang digunakan dalam proses produksi, memastikan hasil produk tetap terjaga kualitasnya. Di bidang pengelolaan lingkungan, sensor TDS membantu memantau kualitas air di sungai, danau, atau laut, serta mendeteksi adanya polusi atau kontaminasi yang dapat membahayakan ekosistem perairan dan kesehatan manusia. Dengan kemampuan mendeteksi berbagai zat terlarut seperti garam, mineral, dan logam, sensor TDS menjadi alat penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan dan memastikan keberlanjutan sumber daya alam. Gambar 3 menunjukkan contoh sensor TDS yang dipergunakan dalam pengabdian masyarakat ini.



Gambar 3 Sensor TDS

2.6 | Sensor pH

Sensor pH adalah sensor yang digunakan untuk mengetahui derajat keasaman. pH meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasahan larutan. Prinsip utama kerja pH meter adalah terletak pada sensor probe berupa elektroda kaca (*glass electrode*) dengan jalan mengukur jumlah ion H_3O^+ di dalam larutan. Dalam pengabdian masyarakat ini digunakan sensor pH tipe PH405 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Sensor pH Air

2.7 | ESP 32

ESP32 Devkit V1 merupakan salah satu pengembangan dari mikrokontroler ESP32 yang dirancang oleh Espressif Systems. Mikrokontroler ini sangat fleksibel dan mendukung berbagai aplikasi berbasis IoT maupun *Artificial Intelligence* (AI). Keunggulan utama dari ESP32 Devkit V1 adalah keberadaan modul *WiFi* dan *Bluetooth Low Energy* (BLE) yang terintegrasi, yang memungkinkan komunikasi data nirkabel yang efisien. Mikrokontroler ini juga dilengkapi dengan memori sebesar 448 kB ROM, 520 kB SRAM, dan 4MB *flash*, serta berbagai antarmuka seperti 18 pin ADC (12-bit), empat unit SPI, dan dua unit I2C. Kemampuan pemrosesan data yang tinggi dan dukungan terhadap Arduino IDE menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi yang memerlukan konektivitas tinggi serta efisiensi daya.

Salah satu contoh penggunaan ESP32 antara lain untuk pengembangan sistem monitoring listrik tiga fasa berbasis GUI^[12]. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ESP32 mampu membaca dan mengirim data seperti tegangan, arus, dan frekuensi secara *real-time* ke aplikasi *desktop*, serta mengendalikan beban listrik melalui relai. Hal ini menunjukkan bahwa ESP32 tidak hanya handal dalam memproses data tetapi juga efisien dalam mendeteksi gangguan seperti kelebihan beban, yang kemudian dapat memutus aliran listrik secara otomatis.



Gambar 5 Mikrokontroler

Dibandingkan dengan pendahulunya, ESP8266, ESP32 Devkit V1 memiliki arsitektur *dual-core* yang memungkinkan pembagian tugas, seperti satu inti untuk koneksi *WiFi/Bluetooth* dan inti lainnya untuk aplikasi pengguna. Fitur ini menjadikannya lebih cocok untuk aplikasi intensif dan memastikan stabilitas dalam pemrosesan multi-tugas (*multitask*). Selain itu, dengan harga

yang relatif terjangkau, ESP32 menjadi salah satu mikrokontroler yang paling populer untuk pengembangan proyek IoT yang inovatif^[12].

3 | METODE KEGIATAN

3.1 | Bidang Permasalahan

Sistem pemantauan kualitas air kolam udang yang dibangun diharapkan dapat menjadi solusi bagi permasalahan budidaya udang dari dua bidang, yaitu permasalahan bidang produksi dan permasalahan bidang manajemen. Sistem pemantauan kualitas air kolam udang dapat menjadi solusi dari bidang produksi dalam memantau kondisi lingkungan air yang ideal bagi pertumbuhan udang yang optimal sehingga dapat meningkatkan produksi dalam hal kuantitas dan kualitas udang mitra. Selain itu, sistem pemantauan yang dapat diakses secara realtime melalui perangkat IoT dan dapat diakses melalui *dashboard management* diharapkan dapat membantu pihak manajemen pengawas produksi dalam memantau kualitas air dari tambak udang.

3.2 | Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Untuk mengembangkan dan menerapkan sistem pemantauan kualitas air maka tahapan pelaksanaan kegiatan yang diperlukan adalah:

1. Analisa kebutuhan pengguna

Pada tahap ini tim akan melaksanakan wawancara dengan pengelola budi daya udang di mitra untuk mengetahui kebutuhan sistem yang diharapkan. Berdasarkan hasil studi literatur dari tim, sensor yang diperlukan dalam pemantauan kualitas air meliputi sensor pH air, sensor suhu, sensor salinitas air, dan sensor DO. Namun, setelah dilakukan analisis kebutuhan pengguna, ternyata sensor salinitas dan sensor suhu tidak dibutuhkan. Pengguna lebih membutuhkan sensor ammonia, sensor kekeruhan dan sensor cahaya (karena tingkat kekeruhan dipengaruhi oleh cahaya).

2. Analisa kebutuhan sistem

Setelah mengetahui kebutuhan pengguna (pengelola budidaya udang) maka dilakukan analisa terhadap kebutuhan sistem yang akan dikembangkan. Pada tahap ini akan dianalisis siapa saja pengguna dari sistem, apa saja yang perlu dilakukan oleh sistem, alur pelaksanaan sistem, dan perangkat yang diperlukan.

3. Desain sistem

Setelah mengetahui kebutuhan sistem maka berikutnya adalah membuat desain dari sistem yang akan dikembangkan pada tanggal 5 juni 2024 tim ITS bekerja sama dengan tim dari Telkom University Surabaya untuk mendesain alat pemantau kualitas air pada tambak udang air tawar. Gambar 6 menunjukkan FGD antara ITS dan Telkom University Surabaya sebagai langkah awal kolaborasi pengabdian terhadap masyarakat.

4. Pengadaan dan pengembangan sistem

Pada tahap ini maka dilaksanakan pengadaan dari beberapa perangkat yang diperlukan sistem pemantauan kualitas air ini. Berdasarkan analisis kebutuhan pengguna, perangkat sensor yang diperlukan meliputi sensor pH air, sensor ammonia, sensor kekeruhan, sensor cahaya, dan sensor DO. Seluruh sensor ini dirangkai kedalam sebuah sistem yang terhubung dengan sebuah komputer. Data dari sensor akan diolah oleh aplikasi yang akan dibuat untuk menampilkan berbagai data yang diperoleh dari semua sensor tersebut dalam bentuk *dashboard*. Dengan adanya *dashboard* tersebut maka akan dapat diketahui kualitas air yang dipergunakan untuk budi daya air.

5. Uji coba sistem

Setelah sistem pemantauan kualitas air selesai dibuat maka tahap berikutnya adalah melaksanakan uji coba terhadap sistem yang dikembangkan. Uji coba dilaksanakan dalam dua tahap. Tahap pertama uji coba dilaksanakan di kampus untuk mengetahui apakah semua sensor terpasang sudah bekerja secara maksimal atau belum. Uji coba dilaksanakan untuk mengetahui apakah data dari sensor dapat terbaca oleh aplikasi. Jika uji coba ini berhasil maka akan dilaksanakan uji coba kedua yaitu di lokasi budi daya udang. Hal yang telah dilakukan adalah dengan membuat kolam fiber untuk melakukan



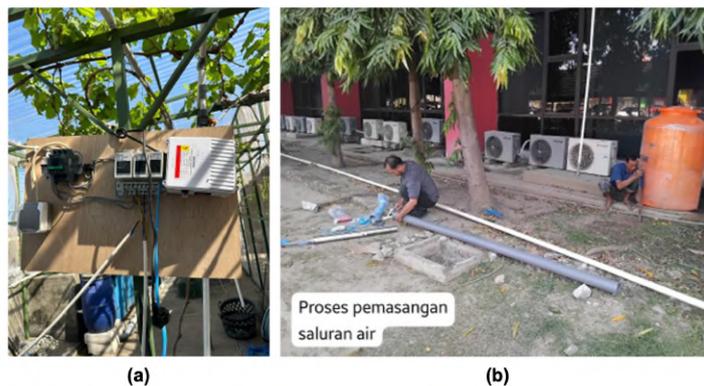
Gambar 6 FGD kolaborasi antara tim dari ITS dan tim dari Telkom University Surabaya.

pengujian *prototype* system, kolam diletakkan pada *rooftop* pada Telkom University Surabaya dengan dimensi 160cm x 160cm x 50cm.



Gambar 7 Kolam udang diameter 160cm x 160cm x 50cm.

Dikarenakan kolam berada pada *rooftop*, maka air dari tambak ditampung terlebih dulu pada tandon yang disediakan lantai 1 dan ditarik ke atas oleh pompa *submersible*. WLC 2 TANKI 61F-G1-AP Omron digunakan untuk melakukan kontrol terhadap sensor ketinggian air pada kolam dan tandon.



Gambar 8 Proses pemasangan alat dan saluran air.

Selanjutnya proses pengambilan air tambak untuk pengisian tandon diambil dari IBAP Banjarkemuning, Sidoarjo.

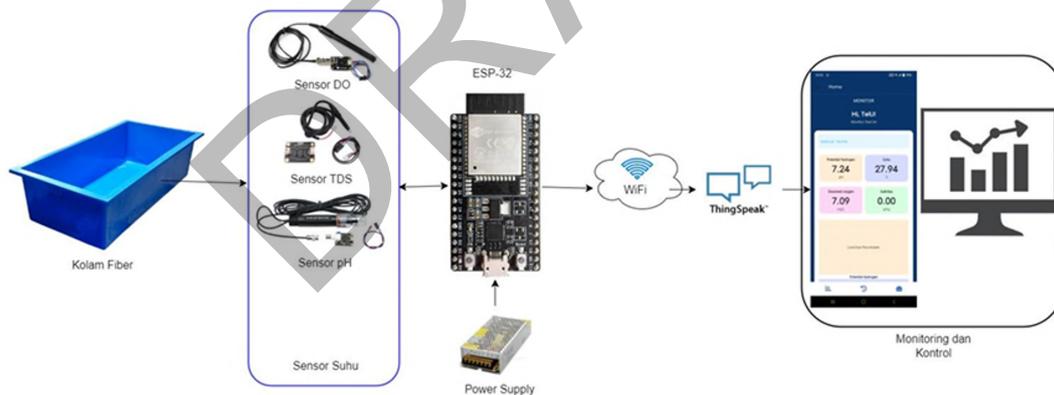


Gambar 9 Proses pengambilan air tambak untuk pengisian tandon: (a) Proses pengambilan air tambak, (b) Pengisian tandon dari IBAP Banjarkemuning sebagai uji coba awal.

Setelah semua sudah siap, dimulai perancangan sistem untuk monitoring air pada kolam.

4 | HASIL DAN DISKUSI

4.1 | Skema Rangkaian Design



Gambar 10 Gambaran umum sistem.

1. Pengumpulan Data

Data diambil dari sensor DO, sensor TDS, sensor pH dan sensor suhu yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32. Sensor ini mengukur kandungan unsur dalam air, seperti oksigen, suhu, pH, tingkat salinitas dalam air, yang penting untuk pertumbuhan udang.

2. Pengiriman Data

Data yang dikumpulkan oleh ESP32 yang terhubung dengan internet. Kemudian data akan dikirimkan melalui protokol internet ke layanan *Firestore* menggunakan API, *Firestore* berperan sebagai perantara, menerima data dari ESP

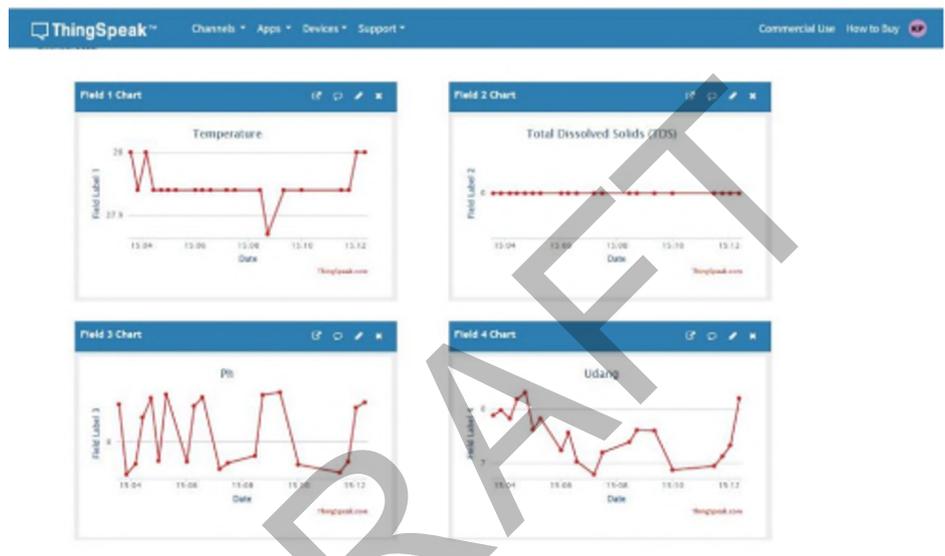
32 dan meneruskannya ke aplikasi monitoring di perangkat *mobile*. *Firestore* menyediakan kecepatan dalam pengiriman data secara realtime, memungkinkan petani udang mendapatkan notifikasi langsung jika ada perubahan mendadak pada parameter air.

3. Penyimpanan dan Pemrosesan Data

Data yang dikirim melalui *Firestore* oleh API yang terintegrasi dengan database PostgreSQL untuk menyimpan data hasil pengukuran.

4. Luaran

Hasil pemrosesan data disimpan di database PostgreSQL dan dapat diakses melalui aplikasi *mobile* untuk monitoring oleh petani udang.



Gambar 11 dashboard system pemantauan kualitas air.

4.2 | Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

1. Implemtasi Sistem.

Jika uji coba sistem sudah selesai dan sistem dapat bekerja dengan baik maka sistem pemantauan kualitas air akan langsung diimplemenmtasikan. Implementasi dilakukan pada kolam air tawar untuk budidaya udah di Omah Tuwek.

2. Alih Pengetahuan

Setelah sistem berhasil diimplementasikan maka tahap berikutnya adalah alih pengetahuan sistem tersebut kepada pengelola budi daya udang. Dengan alih pengetahuan ini maka diharapkan pengelola budi daya udang dapat mengetahui cara kerja dari sistem. Selain pengelola budi daya udang dapat melaksanakan berbagai upaya supaya kondisi air selalu berkualitas berdasarkan data semua sensor yang sudah berhasil ditampilkan di komputer. Alih pengetahuan akan dilakukan dengan pelatihan yang dilakukan di desa Kajar, Kota Batu yang akan dilaksanakan dalam waktu dekat setelah laporan kemajuan ini dibuat.

3. Pelaksanaan Pelatihan dan Sosialisasi.

Pelaksanaan pelatihan dan sosialisasi pengenalan teknologi IoT monitoring udang yang diselenggarakan di Omah Tuwek, Desa Kajar, Kota Batu, pada Hari Senin, 7 Oktober 2024. Kegiatan ini melibatkan partisipasi dari berbagai kalangan,

termasuk siswa-siswa SMK yang tertarik pada teknologi terbaru di bidang perikanan, serta beberapa petani udang yang berkeinginan meningkatkan efisiensi dan produktivitas usaha tambak mereka melalui adopsi teknologi modern.



Gambar 12 Kegiatan pelatihan dan sosialisasi.

Pada pelatihan ini, peserta diajarkan secara menyeluruh tentang cara penggunaan alat IoT monitoring udang, mulai dari pemasangan sensor seperti DO, TDS, pH, dan suhu, hingga cara mengintegrasikan alat tersebut dengan sistem berbasis *cloud* untuk pemantauan data secara realtime. Peserta juga dilibatkan dalam simulasi langsung penggunaan aplikasi mobile untuk membaca hasil pemantauan kualitas air, memahami data yang dihasilkan, serta mengambil tindakan yang sesuai berdasarkan rekomendasi sistem.

4. Kegiatan Sosialisasi dan Demonstrasi alat

Metode sosialisasi yang akan dilakukan melibatkan kombinasi dari presentasi, pelatihan, dan demonstrasi penggunaan alat IoT monitoring kualitas air pada tambak udang, sehingga memberikan pemahaman yang komprehensif kepada peserta. Melalui metode presentasi, peserta akan diberikan penjelasan teori yang mendalam mengenai teknologi IoT, mulai dari pengenalan perangkat keras seperti sensor DO, TDS, pH, suhu, hingga fungsi mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali pusat. Pada sesi pelatihan, peserta akan dilibatkan secara langsung untuk mempraktikkan cara memasang, mengoperasikan, dan mengintegrasikan alat-alat tersebut dengan sistem berbasis *cloud* seperti *Firebase*, serta mempelajari bagaimana data hasil pemantauan dapat diakses melalui aplikasi mobile untuk memantau kualitas air secara realtime.



Gambar 13 *dashboard* system pemantauan kualitas air.

Sesi demonstrasi alat akan dilakukan dengan mempraktikkan penggunaan sistem IoT monitoring di lapangan, termasuk bagaimana sensor bekerja, cara membaca hasil pengukuran, dan langkah-langkah pengambilan keputusan berdasarkan data yang diperoleh, seperti ketika DO rendah atau pH tidak sesuai standar. Peserta juga akan diajarkan cara mengelola dan memelihara perangkat untuk memastikan alat dapat digunakan secara optimal dalam jangka panjang.

Kegiatan sosialisasi ini bertujuan agar peserta tidak hanya mendapatkan wawasan baru tentang teknologi IoT yang sedang berkembang pesat dalam sektor budidaya udang, tetapi juga memiliki kemampuan teknis untuk menerapkan teknologi tersebut dalam praktik. Dengan demikian, diharapkan mereka mampu meningkatkan efisiensi dan produktivitas tambak udang, serta mendukung transformasi digital di bidang perikanan. Sosialisasi ini juga membuka peluang bagi peserta untuk memahami inovasi teknologi terkini, sehingga mereka dapat bersaing dan beradaptasi dengan perkembangan industri budidaya udang modern di era digital.

4.3 | Hasil Pengabdian Masyarakat

Dari serangkaian kegiatan pengabdian masyarakat yang telah dilakukan memberikan beberapa hasil luaran diantaranya:

1. Sistem pemantauan kualitas air pada tambak udang air tawar yang telah diimplementasikan pada mitra yaitu di kolam udang Omah Tuwek, Kota Batu.
2. Kegiatan demo alat dan sosialisasi penggunaan alat pada pihak mitra dan juga siswa SMK di Kota Batu.
3. HKI video pengabdian masyarakat yang berisi serangkaian proses pengabdian masyarakat mulai dari pengembangan alat, pengimplementasian alat, hingga sosialisasi pada pihak mitra yaitu petani udang di Omah Tuwek dan juga siswa SMK di kota Batu.
4. Jurnal pengabdian masyarakat yang menuliskan serangkaian proses pengabdian masyarakat dalam pengembangan alat IoT untuk monitoring kualitas air pada tambak udang air tawar.

5 | KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 | Kesimpulan

Kegiatan pengabdian masyarakat yang telah dilaksanakan oleh tim dalam rangka mendukung di sektor perikanan di Desa Kajar, Kota Batu, mencakup serangkaian tahapan. Yang pertama implementasi sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT budidaya udang air tawar terbukti menjadi inovasi yang menjawab berbagai tantangan di sektor produksi dan manajemen tambak udang. Sistem ini memungkinkan pemantauan parameter kualitas air, seperti DO, pH, ammonia, kekeruhan, dan cahaya, secara realtime, sehingga kondisi lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan udang dapat dijaga. Integrasi sistem ini dengan teknologi *cloud* seperti *Firebase* dan database PostgreSQL memastikan pengelolaan data yang efisien serta memberikan aksesibilitas yang tinggi melalui aplikasi mobile.

Kegiatan pelatihan dan sosialisasi yang dilaksanakan di Desa Kajar, Kota Batu, memberikan pemahaman menyeluruh kepada peserta tentang cara kerja, pengoperasian, dan manfaat teknologi IoT ini. Selain meningkatkan wawasan peserta, pelatihan ini juga mendorong adopsi teknologi modern dalam pengelolaan tambak udang, yang pada akhirnya berkontribusi pada peningkatan produktivitas, efisiensi, dan keberlanjutan usaha perikanan. Melalui pendekatan yang terstruktur mulai dari analisis kebutuhan, pengembangan sistem, hingga pelatihan dan alih pengetahuan, kegiatan ini mampu memberikan solusi yang komprehensif bagi pelaku budidaya udang untuk menghadapi tantangan industri yang semakin kompetitif

5.2 | Saran

Untuk mendukung optimalisasi penggunaan teknologi IoT dalam monitoring udang, disarankan agar pengembangan sistem pemantauan kualitas air terus ditingkatkan dengan menambahkan fitur kecerdasan buatan (AI). Fitur ini dapat digunakan untuk menganalisis data sensor secara prediktif, sehingga petani dapat mengambil tindakan preventif berdasarkan pola data yang terdeteksi. Selain itu, sistem juga dapat dilengkapi dengan alarm otomatis atau notifikasi berbasis data kritis yang terintegrasi dengan perangkat mobile, sehingga petani dapat merespons secara cepat apabila terjadi anomali pada parameter air. Perluasan kegiatan sosialisasi dan pelatihan juga sangat penting dilakukan, khususnya ke daerah-daerah yang memiliki potensi besar dalam

budidaya udang, namun memiliki keterbatasan akses terhadap teknologi. Kolaborasi dengan institusi pendidikan dan lembaga pemerintah dapat menjadi langkah strategis untuk mendukung penyebaran teknologi ini secara lebih luas.

Selanjutnya, evaluasi dan monitoring berkelanjutan terhadap sistem yang telah diimplementasikan juga perlu dilakukan, baik dari segi perangkat keras maupun perangkat lunak, guna memastikan alat tetap berfungsi optimal dan relevan dengan kebutuhan petani. Di samping itu, meningkatkan infrastruktur pendukung tambak, seperti sistem aerasi otomatis dan tandon air yang lebih efisien, dapat membantu mendukung operasional sistem monitoring. Untuk mendukung adopsi teknologi ini oleh petani kecil, disarankan agar tim pengembang mengajukan proposal hibah atau pendanaan dari pemerintah maupun organisasi non-pemerintah, sehingga alat IoT ini dapat diakses oleh lebih banyak petani. Dengan langkah-langkah ini, teknologi IoT untuk monitoring udang diharapkan mampu memberikan dampak positif yang lebih luas, meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan sektor perikanan di Indonesia.

6 | UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang telah memberikan pendanaan melalui skema pendanaan Abmas Berbasis Produk. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada mitra pengembangan produk dari Teknik Komputer Telkom University Surabaya. Tidak lupa ucapan terima kasih juga ditujukan kepada pihak mitra yaitu Omah Tuwek atas kerjasamanya dalam pengabdian masyarakat ini.

Referensi

1. Hermawan S, Rahmawati S, Adita Q, Wibowo B, Yuswanto A. Designing a water temperature control and monitoring for vaname shrimp cultivation based on the internet of things (IoT). *Jurnal Komputer dan Elektro Sains* 2023;1(1):14–17.
2. Putra FR, Manan A. Monitoring Kualitas Air pada Tambak Pembesaran Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) di Situbondo, Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 2014;6(2).
3. Utami RS, Roslidar MA, Rizki M. Sistem Kendali dan Pemantauan Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Salinitas, Suhu, dan pH Air. *KITEKTRO: Jurnal Komputer, Informasi Teknologi. dan Elektro* 2023;8(3):43–48.
4. Rahmawati D, Purnomo MD, Saputro AK, Ibadillah AF, Alfita R, Hardiwansyah M, et al. Rancang Bangun PEngaturan Microbubble dan Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Internet of Things (IoT). *SinarFe7* 2024;6(1):59–65.
5. Ihsan A, Muttaqin K, Fadillah N, Arif Z, Febrianti S. Pendampingan Pembuatan Resirkulasi Air dan Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Internet of Things di Desa Matang Pineung Aceh Timur. *Jurnal Mardika, Masyarakat Berdikari dan Berkarya* 2023;1(1).
6. Uddin MS, Istiaq MF, Rasadin M, Talukder MR. Freshwater Shrimp Farm Monitoring System for Bangladesh Based on Internet of Things. *Engineering Reports* 2020;2(7).
7. Kopetz H, Steiner W. Internet of Things. In: Kopetz H, Steiner W, editors. *Real-Time Systems* Cham: Springer; 2022.p. 325–341.
8. Akhter F, Siddiquei HR, Alahi ME, Mukhopadhyay SC. Recent Advancement of Sensors for Monitoring the Water Quality Parameters in Smart Fisheries Farming. *Computers*; 2021.
9. Ciptaningtyas HT, Sabilla IA, Haqqi MI. IoT-based Smart Irrigation for *Allium Ascalonicum* using Fuzzy Logic. In: Eighth International Conference on Informatics and Computing (ICIC) Indonesia: Manado; 2023. .
10. Hariono T, Sujono S, Yuliana AI, Ashoumi H. Pelatihan Implementasi Teknologi Smart Hydroponis System Kelompok Petani Hydroponic Pogo Farm di Kabupaten Jombang. *GLOBAL ABDIMAS: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 2024;4(2):77–84.
11. Nie S, Cheng Yc, Dai Y, et al. Characteristic Analysis of DS18B20 Temperature Sensor in the High-voltage Transmission Lines' Dynamic Capacity Increase. *Energy Power Eng* 2013;5(04):557–560.

12. Pratama EW, Kiswantono A. Electrical analysis using ESP-32 module in realtime. JEECS (Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences) 2022;7(2):1273–1284.

Cara mengutip artikel ini: Ginardi, R. V. H., Husni, M., Sholikah, R. W. Indrawanti, A. S., Sabilla, I. A., Oktarina, E. S., Rasmana, S. T., Hariyawan, M. Y., Briantoro, H., Wicaksono, M. J. E., Mohammad, I. A. N. M., Syafa, I. A. Wicaksono, R. A., Luqmanulhakim, N. Z., Kusuma, Z. H., Santosa, H. A., Wijaya, A. A, (2025), Integrasi Teknologi *Internet of Things* dalam Pengembangan Sistem Pemantauan Kualitas Air dan Kesehatan Udang Air Tawar untuk Optimalisasi Produk Perikanan, *Sewagati*, 9(1):1–14, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v9i1.xxx>.

DRAFT