

Sistem Monitoring Kualitas Air PT. Centralpertiwi Bahari Menggunakan Metode Prototype Berbasis Web

Mokhamad Mukti Maulana* , Renita Selviana, Alimin

Institut Teknologi dan Bisnis Yadika Pasuruan, Indonesia

Email: patetongkuy@gmail.com*, renita.selvi@itbyadika.ac.id, alimin@itbyadika.ac.id

Keywords	Abstract
monitoring system; water quality; shrimp farming; web; prototype; black box testing	<i>This study aims to design and build a web-based water quality monitoring system at PT Centralpertiwi Bahari Situbondo to improve the process of recording, storing, tracking, and presenting water quality data. The value of the research lies in the application of the Prototype method that involves users in the evaluation and improvement of the system iteratively, with the coverage of pH, salinity, temperature, ammonia (NH₃), and dissolved oxygen (DO) parameters. Data were collected through observation, interviews, and literature studies. Development is carried out through needs communication, rapid planning, rapid design, prototype development, evaluation and feedback, prototype refinement, final system development, and functional testing. The system still has limitations in the form of local storage, no automatic notifications, no direct IoT sensor integration, and no full multi-user management. The prototype was evaluated by two monitoring officers and one supervisor. The main inputs in the form of adding graphics parameter filters and improving the naming of export files have been implemented. Black Box testing includes 15 scenarios and all scenarios produce outputs as expected so that the success rate reaches 100%. The system helps to make data recording and management more structured, makes it easier to monitor water conditions, and improves the efficiency of information delivery between field officers and related parties.</i>

Kata Kunci:	Abstrak
sistem monitoring; kualitas air; budidaya udang; web; prototype; black box testing.	Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem monitoring kualitas air berbasis web pada PT Centralpertiwi Bahari Situbondo untuk memperbaiki proses pencatatan, penyimpanan, penelusuran, dan penyajian data kualitas air. Nilai penelitian terletak pada penerapan metode Prototype yang melibatkan pengguna dalam evaluasi dan penyempurnaan sistem secara iteratif, dengan cakupan parameter pH, salinitas, suhu, amonia (NH ₃), dan oksigen terlarut (DO). Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan studi pustaka. Pengembangan dilakukan melalui komunikasi kebutuhan, perencanaan cepat, perancangan cepat, pembangunan prototype, evaluasi dan umpan balik, penyempurnaan prototype, pengembangan sistem final, dan pengujian fungsional. Sistem masih memiliki keterbatasan berupa penyimpanan lokal, belum adanya notifikasi otomatis, belum terintegrasi sensor IoT secara langsung, dan belum menerapkan manajemen multi-pengguna secara penuh. Prototype dievaluasi oleh dua petugas monitoring dan satu supervisor. Masukan utama berupa penambahan filter parameter grafik dan penyempurnaan penamaan file ekspor telah diimplementasikan. Pengujian Black Box mencakup 15 skenario dan seluruh skenario menghasilkan keluaran sesuai harapan sehingga tingkat keberhasilan mencapai 100%. Sistem membantu membuat pencatatan dan pengelolaan data lebih terstruktur, mempermudah pemantauan

PENDAHULUAN

Kualitas air merupakan salah satu faktor penting dalam kegiatan budidaya udang karena perubahan parameter lingkungan dapat memengaruhi kestabilan proses produksi dan kelangsungan hidup udang. Pada PT Centralpertiwi Bahari Situbondo, proses monitoring kualitas air sebelumnya masih dilakukan secara manual menggunakan buku tulis dan formulir kertas. Kondisi tersebut menimbulkan risiko kesalahan pencatatan, kehilangan data, kesulitan penelusuran riwayat, serta keterlambatan penyusunan laporan (Ansyah et al., 2024; Essamlali et al., 2024; Lal et al., 2024; Sugiharto et al., 2023; Wiryasaputra et al., 2024).

Perkembangan sistem berbasis web memberikan peluang untuk mengubah proses pencatatan manual menjadi pengelolaan data yang lebih terstruktur. Sistem informasi pada dasarnya mengolah input menjadi keluaran yang memiliki arti bagi pengguna (Kadir, 2019; Sidik & Pohan, 2018). Sistem dapat menyediakan formulir digital, riwayat data, pencarian, filter, visualisasi grafik, klasifikasi status parameter, dan ekspor laporan. Implementasi berbasis web dipilih karena mendukung penyajian antarmuka dan interaksi pengguna melalui browser (Jabbar et al., 2024). Pada konteks penelitian ini, kebutuhan tersebut penting karena petugas tidak hanya membutuhkan media pencatatan, tetapi juga informasi yang dapat digunakan untuk meninjau kondisi kualitas air dan menyampaikan hasil monitoring kepada supervisor.

Pemilihan metode Prototype didasarkan pada karakteristik kebutuhan yang perlu diklarifikasi bersama pengguna (Amalia & Nasution, 2024; Jogiyanto, 2017; Pressman & Maxim, 2015; Rosa & Shalahuddin, 2018). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode Prototype dapat digunakan untuk mengembangkan sistem monitoring kualitas air dengan proses evaluasi dan penyempurnaan berulang (Fathoni & Oktawati, 2020; Irawan et al., 2021). Pendekatan serupa juga digunakan pada sistem monitoring yang terintegrasi dengan IoT dan web, sehingga kebutuhan pengguna dan keluaran sistem dapat diuji sejak tahap awal (Widodo et al., 2021).

Penelitian ini berfokus pada pengembangan Sistem Monitoring Kualitas Air PT Centralpertiwi Bahari berbasis web menggunakan metode Prototype. Berbeda dari sistem manual, sistem yang dibangun menyediakan pengelolaan data parameter pH, salinitas, suhu, NH_3 , dan DO, serta menyajikan data melalui dashboard, riwayat, grafik, dan ekspor Excel. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada pengelolaan data kualitas air di bagian pembenihan udang dan pengujian fungsional sistem.

Tujuan penelitian adalah: (1) menganalisis proses monitoring yang berjalan dan kendalanya; (2) merancang dan membangun sistem monitoring berbasis web yang mampu mencatat, menyimpan, dan mengelola data secara terstruktur; serta (3) menerapkan metode Prototype agar rancangan dapat disempurnakan berdasarkan umpan balik pengguna.

Ringkasan penelitian terdahulu menunjukkan bahwa Prototype banyak dipilih ketika kebutuhan pengguna perlu dikonfirmasi secara bertahap. (Fathoni & Oktawati, 2020) mengembangkan monitoring kualitas air berbasis IoT dengan parameter suhu dan pH. (Irawan et al., 2021) menggunakan Prototype pada monitoring berbasis web dengan parameter pH, TDS, dan kekeruhan. (Widodo et al., 2021) mengintegrasikan monitoring akuaponik dengan web server dan Telegram. Penelitian ini mengambil sisi interaksi pengguna dari pendekatan Prototype, tetapi objek dan parameter disesuaikan dengan kebutuhan monitoring pada pembenihan udang PT Centralpertiwi Bahari.

Tabel 1. Perbandingan penelitian terdahulu dan posisi penelitian.

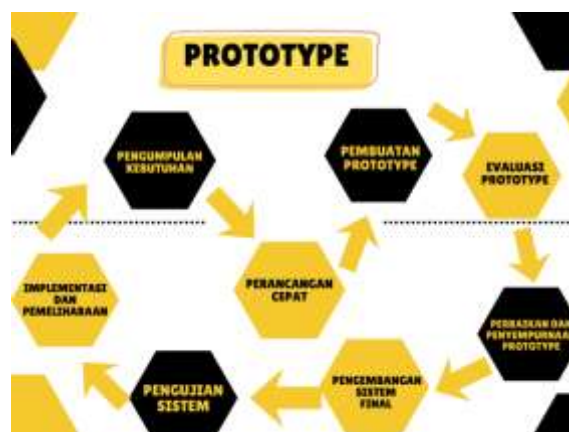
Penelitian	Objek/Parameter	Pendekatan	Kontribusi terhadap penelitian
Fathoni & Oktiawati, (2020)	Kualitas air; suhu, pH	Prototype + IoT	Menunjukkan kelayakan monitoring dan evaluasi bertahap.
Irawan et al., (2021)	pH, TDS, kekeruhan	Prototype + web	Menekankan kesesuaian fitur dengan kebutuhan pengguna.
Widodo et al., (2021)	Akuaponik; suhu, pH, TDS, kekeruhan	Prototype + IoT + Telegram	Menunjukkan potensi integrasi notifikasi dan sensor.
Penelitian ini	Pembenihan udang; pH, salinitas, suhu, NH ₃ , DO	Prototype + web	Pengelolaan data, dashboard, riwayat, grafik, ekspor Excel, dan evaluasi pengguna.

METODE

Penelitian menggunakan pendekatan pengembangan sistem dengan metode Prototype. Data kebutuhan diperoleh melalui observasi, wawancara, dan studi pustaka. Observasi dilakukan terhadap proses monitoring yang berjalan; wawancara digunakan untuk memperoleh kebutuhan informasi dan kriteria sistem; sedangkan studi pustaka digunakan untuk memperkuat landasan konseptual dan teknis.

Tahapan Pengembangan

Metode Prototype dalam penelitian ini dijalankan secara iteratif. Tahapan dimulai dari komunikasi kebutuhan, perencanaan cepat, perancangan cepat, pembangunan prototype, evaluasi dan umpan balik, penyempurnaan prototype, pengembangan sistem final, dan pengujian fungsional. Siklus tersebut memungkinkan hasil evaluasi pengguna diterjemahkan menjadi perubahan fitur sebelum sistem final diuji.



Gambar 1. Siklus pengembangan sistem menggunakan metode Prototype.

Tabel 2. Implementasi tahapan metode Prototype.

Tahap	Aktivitas utama	Keluaran
1. Komunikasi kebutuhan	Wawancara, observasi proses manual, studi kebutuhan	Daftar kebutuhan fungsional
2. Perencanaan cepat	Menentukan ruang lingkup, prioritas fitur, dan alur pengembangan	Rencana prototype

3. Perancangan cepat	Mockup antarmuka, struktur menu, alur proses, dan rancangan data	Wireframe dan rancangan sistem
4. Pembangunan prototype	Implementasi login, input data, dashboard, riwayat, grafik, dan ekspor	Prototype operasional
5. Evaluasi & umpan balik	Uji coba langsung oleh 3 pengguna dan pengisian lembar umpan balik	Masukan pengguna
6. Penyempurnaan	Penambahan filter grafik, penyempurnaan ekspor, penyesuaian tampilan	Prototype disempurnakan
7. Sistem final & pengujian	Implementasi lengkap dan Black Box Testing	Sistem final; 15 skenario diuji

Analisis Kebutuhan Fungsional

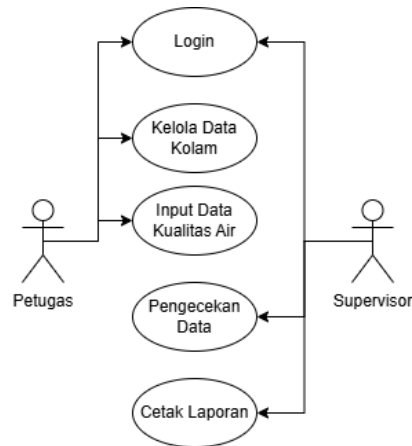
Kebutuhan fungsional diturunkan dari masalah pada sistem lama. Masalah utama meliputi pencatatan manual, tidak tersedianya riwayat historis yang mudah ditelusuri, proses pelaporan yang membutuhkan rekap, tidak adanya indikator status parameter, serta keterbatasan akses data secara terpusat. Kebutuhan kemudian dipetakan ke fitur sistem.

Tabel 3. Kebutuhan fungsional sistem.

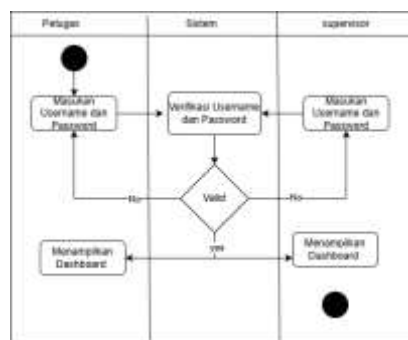
No.	Fitur	Kebutuhan fungsional
1	Autentikasi	Registrasi, login, validasi, dan logout.
2	Input kualitas air	Memasukkan tanggal/waktu, pH, salinitas, suhu, NH ₃ , DO, dan catatan.
3	Dashboard	Menampilkan ringkasan kondisi dan data terbaru.
4	History	Menampilkan, mencari, memfilter, dan menghapus data.
5	Grafik	Menampilkan tren bulanan dan distribusi status.
6	Ekspor Excel	Menghasilkan file .xlsx berisi data detail dan ringkasan bulanan.
7	Status kualitas	Memberikan klasifikasi kondisi berdasarkan standar parameter yang digunakan.

Perancangan Sistem

Perancangan menggunakan artefak UML dan alur proses untuk menggambarkan interaksi antara petugas, supervisor, dan sistem (Wahyuni & Prasetyo, 2019). Use case memperlihatkan fungsi login, pengelolaan data kolam, input kualitas air, pengecekan data, dan pencetakan laporan (Adeleke et al., 2023). Activity diagram digunakan untuk menggambarkan alur autentikasi dan respons sistem terhadap input pengguna.



Gambar 2. Use case sistem monitoring kualitas air.



Gambar 3. Activity diagram proses autentikasi.

Parameter Kualitas Air

Parameter yang digunakan pada sistem terdiri atas pH, salinitas, suhu, amonia (NH_3), dan oksigen terlarut (DO). Nilai referensi yang digunakan dalam antarmuka sistem berasal dari standar operasional yang dicantumkan pada skripsi dan digunakan sebagai acuan pemantauan kualitas air (Bhati et al., 2024).

Tabel 4. Parameter standar kualitas air yang digunakan pada sistem.

No.	Parameter	Satuan	Nilai optimal	Keterangan
1	pH	—	7,5–8,5	Keasaman air
2	Salinitas	ppt	15–35	Kadar garam terlarut
3	Suhu	°C	28–32	Suhu optimal pertumbuhan
4	Amonia (NH_3)	mg/L	< 0,1	Batas aman racun udang
5	DO	mg/L	> 4,0	Minimal untuk respirasi

Pengujian Fungsional

Pengujian dilakukan dengan Black Box Testing. Fokus pengujian adalah kesesuaian input dan output tanpa memeriksa implementasi kode secara internal. Skenario dikelompokkan menjadi autentikasi serta input dan manajemen data. Tingkat keberhasilan dihitung berdasarkan jumlah skenario yang menghasilkan keluaran sesuai harapan dibandingkan seluruh skenario pengujian:

$$\begin{aligned}\text{Tingkat keberhasilan} &= (\text{jumlah skenario lulus} / \text{jumlah seluruh skenario}) \times 100\% \\ &= (15 / 15) \times 100\% = 100\%\end{aligned}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Awal dan Solusi Sistem

Hasil observasi menunjukkan bahwa sistem lama menggunakan buku tulis dan formulir kertas. Dampak utamanya adalah risiko kesalahan penulisan, kehilangan data, kesulitan menelusuri histori, keterlambatan pelaporan, dan tidak tersedianya peringatan otomatis ketika parameter berada di luar batas. Sistem baru mengubah alur tersebut menjadi pencatatan digital dengan riwayat yang dapat dicari dan data yang dapat divisualisasikan.

Tabel 5. Perbandingan sistem manual dan sistem berbasis web.

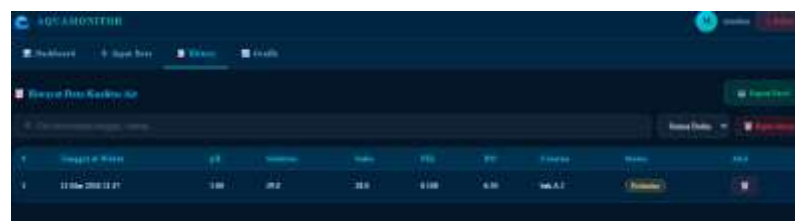
Aspek	Sistem lama	Sistem baru
Media pencatatan	Buku/formulir kertas	Formulir digital berbasis web
Akses data	Terbatas pada lokasi fisik	Diakses melalui browser
Visualisasi	Tidak tersedia	Grafik interaktif per bulan
Riwayat	Sulit ditelusuri dan rentan hilang	Tersimpan digital dan dapat dicari
Pelaporan	Rekap manual	Ekspor Excel
Indikator kondisi	Tidak tersedia	Klasifikasi status
Mobile	Tidak tersedia	Antarmuka responsif

Implementasi Antarmuka

Implementasi menghasilkan beberapa halaman utama yang saling terhubung. Dashboard menyajikan ringkasan kondisi parameter dan data terbaru. Halaman input digunakan untuk memasukkan hasil pengukuran. Halaman history menyediakan pencarian, filter berdasarkan bulan, pagination, penghapusan data, dan ekspor Excel. Halaman grafik menyediakan visualisasi tren dan ringkasan statistik.



Gambar 4. Dashboard monitoring kualitas air.



Gambar 5. Halaman history/riwayat data.



Gambar 6. Visualisasi grafik parameter kualitas air.

No.	Tanggal & Waktu	Stasiun	Parameter	Nilai	Status	No.	Tanggal & Waktu	Stasiun	Parameter	Nilai	Status
1	2020-06-28 22:00:00	7	PERHATIAN	28	BAIK	21	2020-06-28 22:00:00	7	PERHATIAN	28	BAIK
2	2020-06-28 22:00:00	7	BAIK	30	BAIK	22	2020-06-28 22:00:00	7	BAIK	30	BAIK
3	2020-06-28 22:00:00	7	BAIK	30.5	BAIK	23	2020-06-28 22:00:00	7	BAIK	30.5	BAIK
4	2020-06-28 22:00:00	7	PERHATIAN	28	BAIK	24	2020-06-28 22:00:00	7	PERHATIAN	28	BAIK
5	2020-06-28 22:00:00	7	BAIK	28	BAIK	25	2020-06-28 22:00:00	7	BAIK	28	BAIK
6	2020-06-28 22:00:00	7	BAIK	28.5	BAIK	26	2020-06-28 22:00:00	7	BAIK	28.5	BAIK
7	2020-06-28 22:00:00	7	PERHATIAN	25.5	BAIK	27	2020-06-28 22:00:00	7	PERHATIAN	25.5	BAIK
8	2020-06-28 22:00:00	7	BAIK	25.5	PERHATIAN	28	2020-06-28 22:00:00	7	BAIK	25.5	PERHATIAN
9	2020-06-28 22:00:00	7	BAIK	25.5	BAIK	29	2020-06-28 22:00:00	7	BAIK	25.5	BAIK
10	2020-06-28 22:00:00	7	PERHATIAN	25.5	BAIK	30	2020-06-28 22:00:00	7	PERHATIAN	25.5	BAIK
11	2020-06-28 22:00:00	7	BAIK	25.5	BAIK	31	2020-06-28 22:00:00	7	BAIK	25.5	BAIK

Gambar 7. Contoh hasil ekspor data ke Microsoft Excel.

Evaluasi Prototype oleh Pengguna

Evaluasi prototype dilakukan bersama dua petugas monitoring kualitas air dan satu supervisor. Pengguna mencoba fitur sistem secara langsung kemudian memberikan umpan balik. Hasil evaluasi menunjukkan penerimaan positif terhadap kemudahan input, kelengkapan parameter, visualisasi, pencarian data, ekspor, responsivitas, dan keamanan dasar.

Tabel 6. Hasil evaluasi prototype oleh pengguna.

No.	Aspek	Hasil evaluasi	Tindak lanjut
1	Kemudahan form input	Mudah digunakan	Tidak ada perubahan
2	Kelengkapan parameter	Sesuai kebutuhan lapangan	Tidak ada perubahan
3	Grafik & visualisasi	Informatif dan menarik	Tambah filter parameter
4	Pencarian & filter history	Membantu pencarian data lama	Tambah filter per bulan
5	Ekspor Excel	Sangat bermanfaat untuk laporan	Perjelas format nama file
6	Responsivitas smartphone	Berjalan baik di mobile	Tidak ada perubahan
7	Keamanan/login/logout	Cukup aman	Tidak ada perubahan

Dua masukan utama—filter parameter pada grafik dan format penamaan file ekspor—diimplementasikan pada tahap penyempurnaan. Temuan ini memperlihatkan fungsi metode Prototype sebagai mekanisme validasi kebutuhan sebelum sistem final digunakan.

Hasil Pengujian Black Box

Pengujian fungsional terdiri atas 15 skenario. Tujuh skenario menguji autentikasi, sedangkan delapan skenario menguji input dan manajemen data. Seluruh skenario menghasilkan keluaran aktual yang sesuai dengan keluaran yang diharapkan.

Tabel 7. Rekapitulasi 15 skenario Black Box Testing.

No.	Skenario uji	Hasil aktual	Status
1	Login dengan data valid	Masuk dashboard	Normal
2	Login dengan password salah	Pesan error	Normal
3	Login field kosong	Pesan validasi	Normal
4	Registrasi akun baru valid	Akun dibuat dan redirect login	Normal
5	Registrasi password < 6 karakter	Pesan validasi	Normal
6	Registrasi username duplikat	Pesan error duplikat	Normal
7	Logout	Kembali ke halaman login	Normal
8	Input data lengkap dan valid	Data tersimpan; notifikasi sukses	Normal
9	Input field kosong	Pesan validasi	Normal
10	Pencarian berdasarkan keyword	Data terfilter real-time	Normal
11	Filter berdasarkan bulan	Data bulan terpilih tampil	Normal
12	Hapus data individual	Konfirmasi dan data terhapus	Normal
13	Hapus semua data	Peringatan dan data terhapus	Normal
14	Ekspor data ke Excel	File .xlsx terunduh	Normal
15	Grafik garis per bulan	Grafik diperbarui sesuai filter	Normal

Tabel 8. Ringkasan hasil pengujian fungsional.

Kelompok pengujian	Jumlah skenario	Lulus	Tingkat keberhasilan
Autentikasi	7	7	100%
Input & manajemen data	8	8	100%
Total	15	15	100%

Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh fungsi yang diuji memenuhi spesifikasi fungsional pada saat pengujian. Dengan demikian, dari perspektif pengujian fungsional, prototype final dapat dinyatakan lulus. Namun, keberhasilan Black Box tidak berarti seluruh aspek nonfungsional telah tervalidasi; performa pada skala besar, keamanan tingkat lanjut, integrasi sensor, dan reliabilitas penyimpanan masih berada di luar cakupan pengujian penelitian.

Analisis Data Contoh Monitoring

Tujuh data contoh hasil monitoring digunakan untuk menunjukkan bagaimana sistem menyimpan dan menyajikan parameter kualitas air. Data terdiri atas pH, salinitas, suhu, NH₃, DO, serta status. Dari tujuh data tersebut, lima berstatus Normal (71,4%), satu Perhatian (14,3%), dan satu Buruk (14,3%).

Tabel 9. Contoh data hasil monitoring kualitas air.

No.	Tanggal/Waktu	pH	Salinitas (ppt)	Suhu (°C)	NH ₃ (mg/L)	DO (mg/L)	Status
1	01-08-2025 06:30	7,8	28,5	29,2	0,05	6,8	Normal
2	01-08-2025 12:00	8,1	29,0	30,5	0,07	5,9	Normal
3	02-08-2025 06:30	7,4	27,0	28,8	0,12	4,8	Perhatian
4	03-08-2025 07:00	7,9	30,2	29,0	0,04	7,1	Normal
5	05-08-2025 06:30	6,8	25,5	27,5	0,35	3,2	Buruk
6	07-08-2025 07:00	8,0	29,8	29,5	0,06	6,5	Normal
7	10-08-2025 06:30	7,7	28,0	30,1	0,08	5,5	Normal

Data tanggal 5 Agustus 2025 menunjukkan kondisi Buruk karena NH₃ sebesar 0,35 mg/L melebihi batas aman 0,1 mg/L dan DO sebesar 3,2 mg/L berada di bawah batas minimum 4,0 mg/L. Contoh ini memperlihatkan nilai praktis dari penyajian status: petugas dapat mengenali kombinasi parameter yang perlu mendapat perhatian tanpa melakukan rekap manual terlebih dahulu.

Pada data tanggal 2 Agustus 2025, NH₃ sebesar 0,12 mg/L juga melewati nilai referensi <0,1 mg/L, sementara DO 4,8 mg/L masih berada di atas batas minimum. Status Perhatian pada contoh tersebut menunjukkan bahwa sistem dapat menyajikan kondisi yang tidak sepenuhnya normal sebagai informasi yang perlu ditinjau lebih lanjut.

Ekspor Data dan Pelaporan

Fitur ekspor menggunakan library SheetJS dan menghasilkan berkas .xlsx dengan dua sheet. Sheet “Data Kualitas Air” memuat data detail, sedangkan sheet “Ringkasan Bulanan” memuat jumlah data, rata-rata parameter, serta persentase status. Fitur ini mengurangi kebutuhan rekap manual dan mendukung penyusunan laporan berkala.

Tabel 10. Struktur keluaran fitur ekspor Excel.

Komponen ekspor	Isi
Data Kualitas Air	Nomor urut, tanggal, waktu, pH, salinitas, suhu, NH ₃ , DO, catatan, status
Ringkasan Bulanan	Jumlah data, rata-rata parameter, persentase status Baik/Perhatian/Buruk
Format file	Microsoft Excel (.xlsx)
Pola nama file	AquaMonitor_[username]_[tanggal].xlsx

Kelebihan dan Keterbatasan

Kelebihan utama sistem adalah dapat dijalankan melalui browser tanpa instalasi tambahan, memiliki antarmuka responsif untuk desktop dan perangkat mobile, menyediakan ekspor Excel, menampilkan klasifikasi status, serta menyimpan data secara terstruktur dengan pencarian dan filter. Dari sisi proses pengembangan, Prototype membantu mengarahkan penyempurnaan berdasarkan masukan pengguna.

Keterbatasan sistem perlu dipertimbangkan ketika hasil penelitian digunakan sebagai dasar pengembangan lanjutan. Dari sisi pengelolaan data, kebutuhan basis data terstruktur menjadi penting agar data dapat dikelola secara konsisten (Sari & Nugroho, 2021). Sistem masih menggunakan `localStorage` sehingga data tersedia pada perangkat yang digunakan dan belum menjadi basis data terpusat multi-pengguna. Sistem juga belum menyediakan notifikasi otomatis ketika parameter berada di luar batas, belum menerima data sensor IoT secara otomatis, dan belum mengimplementasikan manajemen multi-pengguna admin/operator secara penuh.

Tabel 11. Keterbatasan dan implikasi pengembangan.

Aspek	Kondisi pada penelitian	Implikasi
Penyimpanan	<code>localStorage</code>	Akses data masih bergantung pada perangkat.
Notifikasi	Belum tersedia otomatis	Respons terhadap anomali masih bergantung pada pemantauan pengguna.
IoT	Input parameter masih manual	Belum ada akuisisi sensor real-time otomatis.
Multi-user	Belum penuh	Pembagian hak akses lanjutan masih perlu dikembangkan.
Skala penelitian	Terbatas pada objek uji di PT Centralpertiwi Bahari	Generalisasi perlu diuji pada lokasi dan volume data lebih luas.

Pembahasan

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa metode Prototype bukan hanya berfungsi sebagai model pengembangan, tetapi juga sebagai mekanisme untuk memvalidasi kebutuhan pengguna. Evaluasi melibatkan tiga pengguna dan menghasilkan perubahan konkret pada filter grafik serta format ekspor. Temuan ini mendukung penggunaan Prototype ketika kebutuhan antarmuka dan penyajian informasi belum sepenuhnya dapat ditentukan pada tahap awal (Irawan et al., 2021; Sutabri, 2018).

Dari sisi fungsional, sistem telah mencakup alur utama monitoring: autentikasi, input, penyimpanan, pencarian, visualisasi, dan pelaporan. Keberhasilan 15/15 skenario memperlihatkan konsistensi keluaran pada skenario yang diuji. Namun, hasil tersebut perlu dibaca sesuai batas penelitian karena Black Box Testing tidak mengevaluasi aspek seperti beban pengguna dalam skala besar atau keamanan penyimpanan tingkat lanjut.

Dari sisi operasional, perbedaan paling penting antara sistem lama dan baru adalah perubahan dari pencatatan berbasis dokumen fisik menjadi data digital yang dapat ditelusuri. Grafik dan ringkasan bulanan juga memberikan bentuk informasi yang lebih siap digunakan untuk pemantauan. Dengan demikian, kontribusi utama penelitian ini berada pada digitalisasi alur monitoring dan penyelarasan fitur dengan kebutuhan pengguna di lokasi penelitian.

Temuan mengenai keterbatasan `localStorage`, input manual, dan belum adanya notifikasi memberikan arah pengembangan yang jelas. Tahap berikutnya dapat memprioritaskan basis data server terpusat, integrasi sensor IoT, mekanisme peringatan dini, penguatan autentikasi, backup, dan aplikasi mobile. Arah ini juga sejalan dengan penelitian yang telah mengintegrasikan sistem monitoring dengan IoT dan kanal notifikasi (Widodo et al., 2021).

KESIMPULAN

Penelitian berhasil merancang dan membangun Sistem Monitoring Kualitas Air PT Centralpertiwi Bahari berbasis web menggunakan metode Prototype. Sistem dikembangkan

untuk menjawab permasalahan pencatatan manual dan menyediakan alur pengelolaan data yang lebih terstruktur.

Sistem mencakup autentikasi, input data kualitas air, dashboard, riwayat, pencarian dan filter, grafik, klasifikasi status, serta ekspor Excel. Parameter yang dikelola adalah pH, salinitas, suhu, NH₃, dan DO. Evaluasi prototype oleh tiga pengguna menghasilkan masukan yang diterapkan pada penyempurnaan sistem, terutama filter parameter grafik dan penamaan file ekspor.

Pengujian Black Box mencakup 15 skenario, terdiri atas 7 skenario autentikasi dan 8 skenario input/manajemen data. Seluruh skenario lulus sehingga tingkat keberhasilan fungsional mencapai 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa fitur yang diuji telah berjalan sesuai kebutuhan fungsional.

Pengembangan lanjutan disarankan mencakup integrasi basis data server, notifikasi peringatan dini, integrasi sensor IoT, penguatan keamanan dan backup, dukungan multi-pengguna, pengujian pada skala tambak yang lebih luas, serta pengembangan aplikasi mobile. Rekomendasi tersebut secara langsung menindaklanjuti keterbatasan yang ditemukan pada penelitian.

REFERENSI

- Adeleke, I. A., Nwulu, N. I., & Ogbolumani, O. A. (2023). A hybrid machine learning and embedded IoT-based water quality monitoring system. *Internet of Things*, 22, 100774. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.100774>
- Amalia, F., & Nasution, S. (2024). Implementation system monitoring and control temperature and pH in urban silver catfish hatchery to enhance efficiency and responsiveness based on IoT. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 8(1), 22–34. <https://doi.org/10.30656/jsmi.v8i1.7544>
- Ansyah, A. S. S., Arifin, M., & Laili, U. (2024). Applying fuzzy logic and IoT for intelligent automation in crayfish water quality control. *Jurnal Ilmiah Kursor*, 12(3), 101–110. <https://doi.org/10.21107/kursor.v12i3.334>
- Bhati, A., Hiran, K. K., Vyas, A. K., Mijwil, M. M., Aljanabi, M., Metwally, A. S. M., Al-Asad, M. F., Awang, M. K., & Ahmad, H. (2024). Low cost artificial intelligence Internet of Things based water quality monitoring for rural areas. *Internet of Things*, 27, 101255. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101255>
- Essamlali, I., Nhaila, H., & El Khaili, M. (2024). Advances in machine learning and IoT for water quality monitoring: A comprehensive review. *Heliyon*, 10(6), e27920. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27920>
- Fathoni, S., & Oktiawati, R. (2020). Sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan metode prototype. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 6(2), 85–93.
- Irawan, D., Setiawan, A., & Prasetyo, E. (2021). Rancang bangun sistem monitoring kualitas air berbasis web menggunakan metode prototype. *Jurnal Informatika dan Sistem Informasi*, 4(3), 210–219.
- Jabbar, W. A., Ting, T. M., Hamidun, M. F. I., Che Kamarudin, A. H., Wu, W., Sultan, J., Alsewari, A. A., & Ali, M. A. H. (2024). Development of LoRaWAN-based IoT system for water quality monitoring in rural areas. *Expert Systems with Applications*, 242, 122862. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.122862>
- Jogiyanto, H. M. (2017). *Analisis dan desain sistem informasi*. Andi.
- Kadir, A. (2019). *Dasar Basis Data*. Andi Offset.
- Lal, K., Menon, S., Noble, F., & Arif, K. M. (2024). Low-cost IoT based system for lake water quality monitoring. *PLoS ONE*, 19(3), e0299089. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0299089>

- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2015). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (8th ed.). McGraw-Hill Education.
- Rosa, A. S., & Shalahuddin, M. (2018). *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek*. Informatika.
- Sari, D. P., & Nugroho, E. (2021). Pemodelan kebutuhan sistem informasi menggunakan use case diagram. *Jurnal Teknologi Informasi*, 5(2), 120–128.
- Sidik, B., & Pohan, H. I. (2018). *Pemrograman Web dengan HTML, CSS, dan JavaScript*. Informatika.
- Sugiharto, W. H., Susanto, H., & Prasetijo, A. B. (2023). Real-time water quality assessment via IoT: Monitoring pH, TDS, temperature, and turbidity. *Ingénierie Des Systèmes d'Information*, 28(4), 823–831. <https://doi.org/10.18280/isi.280403>
- Sutabri, T. (2018). *Analisis Sistem Informasi*. Andi Offset.
- Wahyuni, S., & Prasetyo, A. (2019). Pentingnya monitoring kualitas air dalam budidaya perikanan. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*, 14(2), 75–82.
- Widodo, A., Alfia, N., Nurhayati, S., & Kholis, M. (2021). Sistem monitoring kualitas air akuaponik berbasis IoT terintegrasi web dan Telegram. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 9(4), 310–318.
- Wiryasaputra, R., Huang, C.-Y., Lin, Y.-J., & Yang, C.-T. (2024). An IoT real-time potable water quality monitoring and prediction model based on cloud computing architecture. *Sensors*, 24(4), 1180. <https://doi.org/10.3390/s24041180>