



Adaptasi Human Machine Interface (HMI) dalam Monitoring dan Kendali Kualitas Air pada Tambak Udang

Maman Somantri*, M. Arfan, Oscar Solideo Siregar

^a Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Naskah Diterima : 2 Juni 2022; Diterima Publikasi : 6 November 2022

DOI: 10.21456/vol12iss2pp73-80

Abstract

A good and really important vaname cultivation is to maintain the quality of shrimp. Shrimp pond water quality includes several parameters including temperature, pH, salinity, oxygen content, and air altitude. The large number of actuators and sensors requires an interface that connects sensors and actuators with humans to facilitate the monitoring process and manual remote control. In this study, a web-based Human Machine Interface (HMI) was built to monitor and control air quality manually remotely. The HMI built in this research uses IoT (Internet of Things) technology so that the process of reading and sending data can be done anywhere, anytime, and through any online device. This website-based HMI was tested using the black box testing method, namely by looking at the experimental results based on the given scenario. The survey results were also given to 5 respondents, 2 of whom considered this website-based HMI to be very good and 3 others considered it normal. From this test, it can be said that the website-based HMI has been successfully implemented.

Keywords : HMI; Water Quality; Internet of Things; Website.

Abstrak

Budidaya vaname yang baik dan benar sangat penting untuk menjaga kualitas udang. Kualitas air tambak udang meliputi beberapa parameter antara lain suhu, pH, salinitas, kandungan oksigen, dan ketinggian air. Besarnya jumlah aktuator dan sensor diperlukan interface yang menghubungkan perangkat sensor dan aktuator dengan manusia untuk mempermudah proses monitoring dan remote control secara konvensional. Dalam proses adaptasi perlu dibangun *Human Machine Interface* (HMI) berbasis web untuk melakukan pemantauan dan pengendalian kualitas air tambak secara manual dari jarak jauh. HMI yang dibangun menggunakan teknologi IoT (*Internet of Things*) sehingga proses membaca dan mengirim data dapat dilakukan dimana saja, kapan saja, dan melalui perangkat online apa saja. HMI berbasis website ini diuji menggunakan metode *black box testing* yaitu dengan melihat hasil eksperimen berdasarkan skenario yang diberikan. Hasil survey tertulis juga diberikan kepada 5 responden, 2 diantaranya menilai HMI berbasis website ini sangat baik dan 3 lainnya menganggap biasa saja. Dari pengujian ini dapat disimpulkan bahwa HMI berbasis website telah berhasil diimplementasikan.

Kata kunci : HMI; Kualitas Air; Internet of Things; Website.

1. Pendahuluan

Sistem kendali pengawasan merupakan suatu sistem yang terbagi menjadi dua bagian yaitu perangkat keras dan perangkat lunak yang mampu untuk mengendalikan suatu mesin atau *plant* dari jarak jauh agar proses *plant* dapat menyelesaikan tugas yang diharapkan. Secara umum, komponen yang menyusun sistem pengendalian *monitoring* adalah Sensor, aktuator (perangkat lapangan), RTU (*Remote Terminal Unit*) dan HMI (*Human Machine Interface*). Karena meningkatnya kemudahan penggunaan dan kemampuan untuk mengumpulkan sampel besar dengan cepat, penting bagi peneliti untuk mengetahui siapa pengguna, perangkat keras

dan perangkat lunak apa yang mereka gunakan untuk mengakses eksperimen (Anwyl-Irvine *et al.*, 2020).

Sensor yang terpasang digunakan sebagai *input* dari *plant* dimana data pembacaan sensor akan dimonitor setiap kali terjadi fluktuasi nilai dari RTU. Aktuator sebagai perangkat lapangan digunakan untuk menghasilkan *output* dari sebuah *plant* yang nantinya akan dikontrol oleh RTU yang diperoleh oleh sensor pada fluktuasi nilai tertentu.

HMI merupakan antarmuka aplikasi yang menjadi perantara operator dan *plant* yang ingin dikendalikan. RTU akan mengirimkan data secara terus menerus sesuai dengan membawa nilai *input* dan *output* dari *plant* menuju HMI. *Software* HMI dapat didefinisikan sebagai bentuk proses dari

*) Penulis korespondensi: mmsomantri@live.undip.ac.id

berjalannya sistem atau *plant* yang menunjukkan keadaan *input* dan *output* dari sebuah *plant*. Perubahan pada perangkat lunak yang dimonitoring dan diterjemahkan sebagai oleh sistem akan memicu fluktuasi pada pemilihan model *input* dan *output* yang terjadi pada *plant*, perangkat lunak yang terpasang di RTU dan pengaturan penggunaan *input*, *plant*, *output*, prosedur pengumpulan data, prosedur pemilihan dan mekanisme dalam menyimpan data.

Proses pembuatan HMI untuk kualitas air tambak udang ini menggunakan bahasa pemrograman PHP (*Hypertext Preprocessor*) menggunakan framework CodeIgniter 3 agar tampilan HMI menjadi lebih dinamis. *Tools* yang digunakan untuk mendukung pengembangan perangkat lunak adalah PHP (*Hypertext Preprocessor*) dimana dengan menggunakan *tools* ini akan memudahkan dalam proses pembuatan serta modifikasi yang diperlukan (Jeng *et al.*, 2021). Protokol komunikasi yang digunakan adalah protokol HTTP dimana dengan menggunakan metode GET untuk membangun komunikasi dengan RTU. Dalam pemrosesan RTU meskipun tidak seluruhnya berjalan independen, tetapi ketergantungan dapat diminimalisasi dengan menggunakan pengontrol secara universal, dimana proses modifikasi kembali pada program di dalamnya sesuai kebutuhan dan kompatibilitas dengan elemen HMI. Selain itu, perangkat lunak ini dilengkapi dengan proses penerimaan data dalam format JSON sehingga memungkinkan pengiriman pesan melalui sistem yang kecil dan memiliki proses transmisi data yang cepat (Jeng *et al.*, 2021).

2. Kerangka Teori

2.1. HMI (Human Machine Interface)

HMI adalah perangkat lunak antarmuka yang menyajikan tampilan untuk pengguna berbasis grafis komputer yang menghubungkan pengguna dengan mesin atau peralatan yang dapat dikendalikan dan melakukan aksi berdasarkan monitoring. Beberapa referensi HMI menyatakan bahwa secara umum HMI memiliki fungsi sesuai kebutuhan pengguna.

Fungsi pengaturan memudahkan operator untuk melakukan perubahan nilai ambang (*setpoint*) dari suatu *input* atau parameter *input* (*sensor*) kemudian operator dapat mengatur *output* atau *output* (*aktuator*) berdasarkan nilai *input* yang didapatkan.

Fungsi monitoring memudahkan operator untuk mengawasi kondisi *plant* dalam periode waktu terkini (*real-time*). Hasil penangkapan sebuah masukan (*input*) dan keluaran (*output*) suatu *plant* menjadi cikal bakal data keadaan pada *plant* yang berlangsung saat ini.

Fungsi mengambil tindakan memungkinkan operator melakukan upaya untuk melakukan atau menghentikan suatu proses di *plant*.

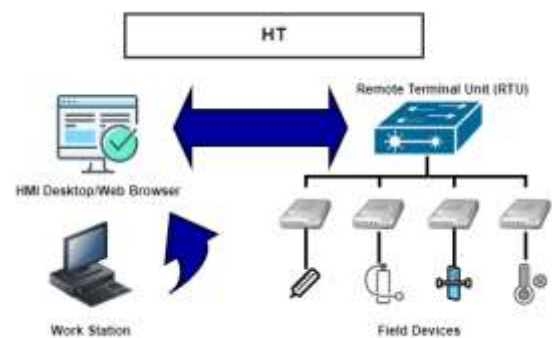
Fungsi data logging and storage merupakan fungsi dimana operator dapat melakukan proses

pengambilan dan penyimpanan data (*input*, *output*, status, dll) dalam sebuah database.

Fungsi *history* dan *summary* alarm adalah dimana operator dapat melihat data kondisi alarm secara historis, sehingga operator dapat mengetahui alasan dan waktu terjadinya penyimpangan internal suatu sistem.

Trending adalah istilah untuk menampilkan data dalam bentuk grafik dari suatu kondisi sistem. Dengan fungsi *trending*, maka Operator dapat melihat data grafis secara *real-time* maupun historis.

Gambaran sederhana bentuk interaksi antara HMI dengan RTU yang mengawasi dan mengendalikan beberapa perangkat file dari suatu sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Gambaran umum interaksi HMI dari RTU

2.2. Kualitas Air Tambak Udang

Kualitas air tambak udang ditentukan berdasarkan nilai nilai parameter yang sesuai dengan kelangsungan hidup udang vaname. Kualitas air tambak udang meliputi beberapa parameter antara lain pH air, suhu air, salinitas air, kandungan oksigen dalam air, dan ketinggian air. Dalam prosesnya, nilai parameter tersebut di sesuaikan dengan kebutuhan budidaya tambak udang. Seperti pada Fuady *et al.*, (2013), Junaidi dan Kartiko (2020) nilai parameter yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut.

Tabel 1. Nilai Optimal dan Aksi setiap parameter

Parameter	Value (Unit)	Aksi
pH	<7,5 (pH)	Injeksi Ca(OH) ₂
	>8,5 (pH)	Molase + Bakteri
Suhu	<26 (°C)	Kurangi Umpan
	>31 (°C)	Kurangi Umpan
Kadar Oksigen	<4 (ppm)	Berikan lebih banyak Aerasi

Tabel 2. Nilai Optimal dan Aksi setiap parameter (lanjutan)

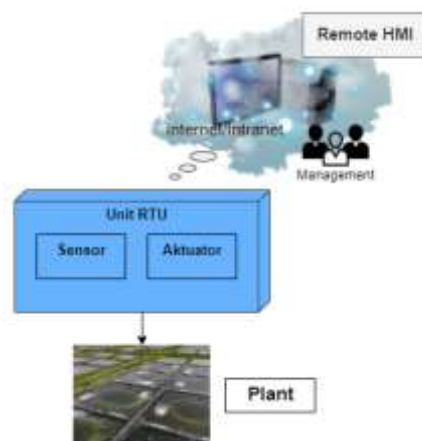
Parameter	Value (Unit)	Aksi
Salinitas	<10 (ppt)	Injeksi Mineral (K, Iodium, Mg)
Kadar air	<80 (cm)	Peningkatan Ketinggian Air
	>150 (cm)	Penurunan Ketinggian Air

3. Metode

Metode yang digunakan dalam pengembangan sistem adalah metode Rapid Application Development (RAD). Desain sistem meliputi perancangan UML dan HMI. Penggunaan notasi UML sebagai alat bantu dalam menganalisis dan merancang sistem. Secara umum, analisis dapat didefinisikan sebagai proses mengeksplorasi kebutuhan sistem dan menentukan apa yang harus dilakukan sistem. UML adalah metode pemodelan visual untuk alat desain perangkat lunak. UML dibagi menjadi dua kategori, yaitu diagram bentuk struktural dan diagram yang menggambarkan perilaku. Diagram bentuk struktural digunakan untuk menggambarkan struktur organisasi fisik dari sistem HMI. Sedangkan diagram perilaku digunakan untuk menggambarkan perilaku komponen-komponen dalam sistem HMI. Dalam hal ini, diagram struktur yang digunakan adalah diagram kelas dan diagram penyebaran. Sedangkan diagram perilaku yang digunakan adalah diagram use case.

3.1. Gambaran Sistem

Sistem yang dikembangkan adalah kontrol pengawasan untuk memantau dan mengontrol nilai parameter kualitas air tambak. Gambar 3.1 menunjukkan diagram blok sistem HMI secara keseluruhan untuk kualitas air tambak udang. Sistem ini terdiri dari *plant* dimana sensor dipasang untuk membaca parameter kualitas air dan aktuator yang akan mengontrol tindakan. Sensor dan aktuator berkomunikasi secara aktif menuju unit RTU yang merupakan sistem kontrol utama di *plant*. Data hasil pengukuran dikirimkan secara berkala ke unit HMI melalui jaringan internet. Operator dapat melakukan proses monitoring dan pengendalian sistem *plant* melalui antarmuka HMI yang dikembangkan. Komunikasi antara unit RTU dan elemen HMI menggunakan protokol HTTP (Rote *et al.*, 2017).



Gambar 2. Diagram Blok Keseluruhan Sistem HMI

3.2. Gambaran Sistem

Software HMI diperlukan untuk menjaga keberlangsungan kualitas air tambak udang, mengawasi dan mengontrol sistem agar proses berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Secara umum *software* HMI untuk sistem kontrol dan monitoring ini memiliki beberapa fungsi.

Fungsi setting akan disiapkan hal-hal yang berkaitan dengan proses pembentukan komunikasi dan proses di *plant* seperti mengatur alamat URL pada RTU, mengatur timer untuk proses refresh halaman HMI secara berkala dan pengaturan koneksi jaringan WiFi.

Fungsi komunikasi akan mengkomunikasikan antara HMI dengan RTU melalui jaringan internet dengan protokol HTTP untuk mengirim data ke RTU dan mengirim data ke HMI, mengontrol aktuator pembangkit (Pott *et al.*, 2021).

HMI melakukan fungsi pengelolaan data yang diterima oleh RTU, dengan memproses data yang diterima kemudian menampilkan dalam bentuk raw data atau data visual. Selanjutnya data yang telah diproses disimpan dalam sebuah file dalam bentuk DBMS. Data yang disimpan dapat divisualisasikan dalam bentuk tabel atau grafik berdasarkan hasil pemrosesan data (Eyada *et al.*, 2020; Lestariningsih *et al.*, 2019).

Secara umum, tiga fungsi utama mewakili fungsi umum dari perangkat lunak HMI, seperti pengaturan, pemantauan, pengambilan tindakan, pencatatan dan penyimpanan data, riwayat alarm atau pemberitahuan, serta ringkasan dan tren.

3.3. Analisis dan Desain Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak ini dijelaskan menggunakan UML (*Unified Modeling Language*). UML adalah metode pemodelan visual untuk alat desain perangkat lunak. UML dibagi menjadi dua kategori, yaitu diagram bentuk struktural dan diagram dengan menggambarkan aktor perilaku. Diagram bentuk struktural digunakan untuk menggambarkan struktur organisasi fisik dari suatu sistem. Sedangkan diagram perilaku digunakan untuk menggambarkan perilaku komponen-komponen dalam sistem. Dalam hal ini diagram struktur yang digunakan adalah diagram kelas dan diagram penyebaran. Sedangkan diagram perilaku yang digunakan adalah diagram use case (Planas dan Cabot, 2020).

3.3.1. Analisis dan Desain Perangkat Lunak

Diagram use case menunjukkan beberapa fitur yang dimiliki HMI.

Fitur login memungkinkan pengguna untuk membuka halaman dengan nama pengguna dan kata sandi yang sesuai.

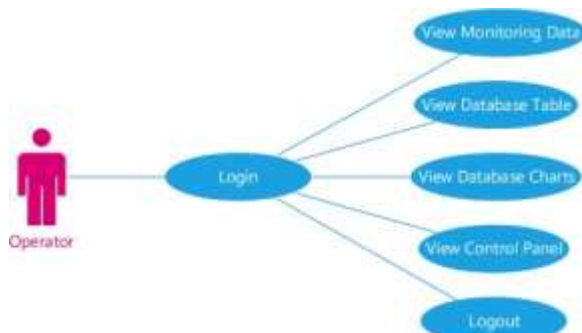
Fitur Monitoring memungkinkan pengguna untuk melihat data hasil pengukuran terakhir yang telah dikirimkan dari RTU.

Fitur database memungkinkan pengguna untuk melihat data dari RTU dalam bentuk grafik maupun dalam bentuk tabel riwayat.

Fitur Control Panel memungkinkan pengguna untuk melakukan proses kontrol aktuator dengan HMI.

Fitur Logout memungkinkan untuk mengembalikan pengguna ke halaman awal atau halaman login.

Berdasarkan fungsi umum perangkat lunak yang telah dijelaskan sebelumnya pada gambaran umum perangkat lunak, dibuat diagram use case seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Use case Diagram HMI

3.3.2. Class Diagram HMI

Class diagram menggambarkan struktur sistem dalam hal mendefinisikan kelas-kelas yang dibuat untuk membangun sistem. Dalam penelitian ini digambarkan sebuah class diagram untuk menampilkan semua fungsi yang ada pada website. Gambar 4 merupakan diagram kelas dari website.

Berdasarkan gambar 4 dibawah ini terdapat 18 kelas dalam desain HMI.

Class API1, ada dua jenis metode dimana metode pertama adalah metode indeks, sedangkan metode kedua adalah metode simpan. Metode index memiliki beberapa atribut yaitu lastdata, lastdata1, lastdata2, relay, dan data array. Metode save berfungsi untuk mengambil data yang dikirim oleh RTU melalui alamat URL di Setting.

Pada class API1_model terdapat beberapa jenis metode yaitu metode get_last_data, metode get_last_data1, get_last_data2, metode get_relay, dan metode tambah. Metode get_last_data, get_last_data1, get_last_data2 berfungsi untuk mengambil data terakhir yang disimpan di database. Metode get_relay berfungsi untuk mengambil data perintah dari database. Metode Tambah berfungsi untuk menyimpan nilai parameter kualitas air yang dikirimkan oleh RTU.

Pada class API2 terdapat dua jenis metode dimana metode pertama adalah metode indeks, sedangkan metode kedua adalah metode simpan. Metode indeks memiliki beberapa atribut yaitu lastdata, lastdata1, lastdata2, mode, relay, dan arraydata. Metode save berfungsi untuk mengambil

data yang dikirim oleh RTU melalui alamat URL di Setting. Parameter API2 berfokus pada parameter ketinggian air.



Gambar 4. Class Diagram HMI

Pada *class* API2_model terdapat beberapa jenis method yaitu method `get_last_data`, `get_last_data1`, `get_last_data2`, `get_mode`, `get_relay` dan method `added`. Metode `get_last_data`, `get_last_data1`, metode `get_last_data2` berfungsi untuk mengambil data terakhir yang disimpan dalam database. Metode `get_mode` berfungsi untuk mengambil data perintah terakhir yang diberikan oleh operator baik secara manual maupun otomatis. Metode `get_relay` digunakan untuk mengambil perintah data yang diberikan oleh operator dari database. Metode Tambah adalah untuk menyimpan nilai parameter kualitas air yang dikirim oleh RTU. Parameter API2_model adalah fokus dari parameter ketinggian air.

Pada *class* API4 terdapat dua jenis metode dimana metode pertama adalah metode indeks, sedangkan metode kedua adalah metode simpan. Metode indeks memiliki beberapa atribut yaitu `lastdata` dan `data` array. Metode `save` berfungsi untuk mengambil data yang dikirim oleh RTU melalui alamat URL di Setting. Parameter yang menjadi fokus API4 ini adalah parameter level oksigen.

Pada *class* API4_model terdapat beberapa jenis method yaitu method `get_last_data` dan method Tambah. Metode `get_last_data` digunakan untuk mengambil data terakhir yang disimpan dalam database. Metode Tambah berfungsi untuk menyimpan nilai parameter kualitas air yang dikirimkan oleh RTU. Parameter yang menjadi fokus API4_model ini adalah parameter level oksigen.

Pada *class* Database terdapat tiga jenis metode, yaitu metode indeks, metode pencarian, dan metode grafik. Metode `index` berfungsi untuk menampilkan data dari database secara keseluruhan. Metode pencarian berfungsi untuk melakukan pencarian berdasarkan waktu tertentu. Metode grafik berfungsi untuk menampilkan data yang dicari berdasarkan waktu tertentu dalam bentuk grafik.

Pada *class* Basisdata_model terdapat beberapa jenis metode yaitu metode `getAlldata`, metode `getAlldata1`, metode `getAlldata2`, metode `get_per_page`, metode `get_per_page1`, metode `get_per_page2`, metode `count_All`, dan metode `search_by_date`. Metode `getAlldata`, `getAlldata1`, `getAlldata2` digunakan untuk mengambil data dari database dan mengurutkan berdasarkan id. Metode `get_per_page`, `get_per_page1`, `get_per_page2` digunakan untuk mengambil data dari database yang digunakan untuk halaman pada data tabel. Metode `count_All` mengembalikan jumlah baris data yang disimpan. Metode `search_by_date` digunakan untuk menampilkan data berdasarkan tanggal yang dimasukkan.

Di *class* Tombol, ada beberapa jenis metode antara lain metode indeks `updateon99`, metode `updateon1`, metode `updateon2`, metode `updateon3`, metode `updateon4`, metode `updateon5`, metode `updateon6`, metode `updateoff1`, metode `updateoff2`,

metode `updateoff3`, metode `updateoff4`, metode `updateoff5`, metode `updateoff6`. Metode `index` memiliki beberapa atribut yaitu `data` relay dan `array`. Metode `updateon` dan `updateoff` berfungsi untuk mengisi nilai pada database relay dengan nilai nol dan satu.

Pada *class* Tombol_model hanya ada satu jenis metode yaitu metode `update_relay_data`. Metode `update_relay_data` berfungsi untuk mengisi data perintah pada database yang disediakan oleh operator.

Class Kendali_relay berfungsi untuk memanggil fungsi-fungsi yang terdapat pada folder `view` agar halaman menampilkan halaman `relay_view`.

Pada *class* Kelola terdapat beberapa jenis metode, yaitu metode `tambah_pengguna`, metode `edit_pengguna`, metode `hapus_pengguna`, dan metode indeks.

Pada *class* Kelola_model terdapat fungsi untuk menjalankan query untuk pengelolaan pengelolaan data user ke database tabel user serta query untuk menampilkan hasil *input* data user.

Pada *class* Logs terdapat dua jenis metode, yaitu metode indeks dan metode pencarian. Metode indeks digunakan untuk menampilkan hasil log aktivitas pengguna dengan memanggil metode yang terdapat dalam kelas `Logs_model`. Metode pencarian digunakan untuk menampilkan data berdasarkan tanggal yang dimasukkan oleh operator.

Class `Logs_model` berfungsi menjalankan kueri untuk mengambil nilai dari database tabel log, baik semua data maupun data berdasarkan pencarian tanggal.

Pada *class* Login terdapat dua jenis method yaitu method `index` dan method `logout`. Metode `index` berfungsi untuk menyimpan nilai `username` dan `password`, sedangkan metode `logout` berfungsi untuk memanggil metode `logout` pada *Class* `login` sederhana.

Pada *Class* `Simple_login` terdapat dua jenis metode yaitu metode `login` dan metode `logout`. Metode `login` berfungsi untuk sistem login yang memerlukan parameter *input* dari metode indeks yang terletak di kelas `login`. Metode `logout` berfungsi untuk menghapus semua data *input* login yang tersimpan dalam variabel `session`.

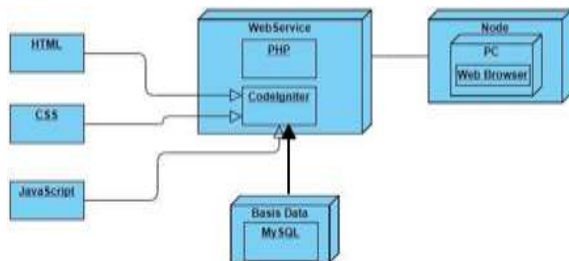
Pada *class* Monitoring hanya ada satu jenis method yaitu method `index` yang berfungsi untuk mengarahkan ke halaman `monitoring_view`.

3.3.3. Deployment Diagram HMI

Deployment diagram berfungsi untuk menggambarkan arsitektur sistem berupa konfigurasi komponen-komponen dalam proses eksekusi aplikasi (Mendoza *et al.*, 2021).

Gambar 5 menunjukkan garis besar sistem HMI yang terdiri dari database MySQL, web service, user, dan web browser. Pada framework CodeIgniter terdapat beberapa prosedur pemrograman

diantaranya javascript untuk membangun logika pada tampilan agar lebih dinamis, HTML digunakan untuk membuat struktur web pada halaman web browser, CSS untuk membangun layout, dan PHP sebagai bahasa pemrograman untuk membangun pemrograman logika pada sistem. Gambar 5 berikut adalah diagram penerapan HMI.



Gambar 5. Deployment Diagram HMI

4. Hasil dan Pembahasan

Pada tahap pengujian, pengujian yang dilakukan adalah pengujian fungsionalitas dengan metode pengujian *black box* dan dengan melakukan survei kelayakan HMI berbasis website terhadap pekerja tambak udang. Metode pengujian *black box* atau lebih dikenal dengan pengujian fungsional adalah metode pengujian perangkat lunak tanpa mengetahui struktur internal dari kode atau program. Untuk pengujian dengan metode *black box testing* dapat dilihat pada table 3 dibawah ini.

Tabel 3. Tabel pengujian menggunakan metode *Black Box*

No	Class	Skenario	Hasil yang diharapkan	Penjelasan
1	Login Menu	Memasukkan nama pengguna dan kata sandi yang benar	Login berhasil dan masuk ke halaman monitoring	Sukses
		Tidak ada Masukkan nama pengguna dan kata sandi	Login gagal dan tetap berada di halaman login yang menampilkan pesan, masukkan nama pengguna Anda dan kata sandi	Sukses
		Memasukkan nama pengguna dan kata sandi yang salah	Login gagal dan tetap berada di halaman login yang menampilkan pesan kesalahan login gagal	Sukses
2	Menu Monitor	Klik Monitoring Menu	Tampilan pemantauan dan fungsinya berfungsi	Sukses

No	Class	Skenario	Hasil yang diharapkan	Penjelasan
3	Menu Basis Data	Tekan submenu tabel	Tampilan data Tabel Historis	Sukses
		Masukkan data tanggal dan tekan tombol cari	Menampilkan hasil pencarian sesuai dengan tanggal yang dimasukkan	Sukses
		Klik submenu data Grafik	Tampilan halaman berupa data grafis tetapi grafik belum muncul	Sukses
4	Menu Control Panel	Masukkan data tanggal dan tekan tombol cari	Menampilkan hasil pencarian data dalam bentuk grafik sesuai tanggal masuk	Sukses
		Klik Menu Panel Kendali dan pilih mode apa saja	Tampilan Control Panel dan fungsi di dalamnya tersedia	Sukses
		Klik tombol ON / OFF pada setiap aktuator	Menampilkan hasil kontrol yang cocok dengan yang ada di ketuk	Sukses
5	Tombol Logout	Klik Mode Otomatis	Menampilkan hasil kontrol sesuai dengan yang ditekan	Sukses
		Tekan tombol logout	Keluar dari halaman HMI	Sukses

Dari tabel 3 terlihat bahwa setiap menu yang terdapat pada HMI dapat berjalan dengan baik. Hal ini dibuktikan ketika submenu yang dipilih akan ditampilkan sesuai dengan desain pada diagram UML. Selain itu, pengujian dilengkapi dengan skenario pengujian untuk menguji tingkat keamanan HMI pada bagian sistem login. Sistem ini sudah berjalan dengan baik. Hasil implementasi kode-kode dalam bahasa PHP yang dijalankan akan keluar dengan tampilan seperti pada Gambar 6. Gambar 6 merupakan tampilan awal HMI pada website. Pada tampilan ini, operator harus login terlebih dahulu sebelum masuk ke menu selanjutnya. Gambar 7 adalah screenshot menu monitoring dari HMI. Pada menu ini, data pembacaan sensor akan ditampilkan dalam bentuk numerik dan grafik. Data akan diperbarui setiap 20 detik sehingga operator tidak perlu *me-refresh* halaman HMI.

Gambar 8 merupakan tampilan submenu Tabel pada menu database. Di bagian ini, semua data historis dapat dilihat oleh operator. Operator juga dapat mengakses data historis sesuai dengan tanggal yang dimasukkan.



Gambar 6. Tampilan awal HMI



Gambar 7. Tampilan Menu Monitoring HMI



Gambar 8. Tampilan Tabel Submenu pada Menu Database

Pada Gambar 9 merupakan tampilan menu Control Panel pada HMI. Pada bagian ini terdapat tombol yang dapat digunakan untuk mengontrol aktuator dari jarak jauh. Menu ini juga dilengkapi dengan notifikasi yang menandakan bila terjadi situasi yang tidak normal. Gambar 10 merupakan tampilan notifikasi yang muncul saat parameter kualitas air dalam kondisi buruk. Dari Gambar 10 terlihat adanya perbedaan tindakan yang disarankan. Hal ini secara langsung menyesuaikan dengan kondisi air tambak. Tampilan tersebut juga memberi notifikasi yang muncul ketika parameter kualitas air adalah pH air dalam kondisi buruk. Dari Gambar 10 terlihat adanya perbedaan tindakan yang disarankan. Hal ini secara langsung menyesuaikan dengan kondisi air tambak.



Gambar 9. Tampilan Menu Control Panel di HMI



Gambar 10. Tampilan Menu Monitoring

Pada Gambar 11 merupakan tampilan notifikasi yang muncul ketika parameter kualitas air adalah pH air dalam kondisi buruk. Dari Gambar 11 terlihat adanya perbedaan tindakan yang disarankan. Hal ini secara langsung menyesuaikan dengan kondisi air tambak.



Gambar 11. Tampilan Menu Control Panel HMI

Selanjutnya evaluasi HMI berbasis website dilakukan langsung dengan responden yang bersangkutan. Tujuannya untuk mengetahui pendapat responden terhadap website HMI berbasis website yang telah dibuat. Evaluasi akan dilakukan oleh 5 (lima) responden dan responden yang dimaksud adalah pekerja dan teknisi yang bekerja langsung di tambak udang. Responden ini akan memberikan penilaian dengan mengisi kuisioner yang berisi opini dan juga kritik dan saran pengembangan (jika ada) terhadap HMI terhadap kualitas air tambak udang ini. Hal-hal yang akan dievaluasi berupa desain tampilan HMI dan kesesuaian fitur-fitur yang terdapat pada HMI.

Dalam evaluasi desain, hal-hal yang akan dievaluasi adalah tampilan HMI yang diperbarui mulai dari tampilan nilai sensor hingga tampilan dengan notifikasi jika ada hal-hal yang tidak normal. Pada tahap evaluasi ini, dari 5 responden yang melakukan evaluasi, 3 responden menyatakan biasa saja dan 2 responden menyatakan tampilan desain HMI sudah bagus. Ada juga beberapa saran untuk pengembangan agar tampilan HMI bisa lebih dinamis dan interaktif.

Dalam mengevaluasi kesesuaian fitur HMI, hal yang akan dievaluasi adalah fitur tambahan berupa sistem kontrol manual dan otomatis serta fitur notifikasi saat kondisi tidak normal. Dari 5 responden terdapat 2 responden yang menyatakan biasa saja, 3 responden menyatakan sangat baik. Ada juga beberapa saran pengembangan agar HMI dapat diinstal pada ponsel Android melalui Playstore.

Selain itu, ada juga saran agar aplikasi dapat mengontrol semua parameter kualitas air tambak.

5. Kesimpulan

Adaptasi Human Machine Interface (HMI) pada aplikasi ini digunakan sebagai interface untuk monitoring dan kendali kualitas air tambak udang. HMI bawaan memiliki fitur pemantauan, pengambilan tindakan, pencatatan dan penyimpanan data, riwayat alarm, serta ringkasan dan tren. HMI yang dibuat berbasis IoT sehingga dapat digunakan dimana saja, kapan saja, dan dengan perangkat apa saja yang terhubung dengan internet. *Software* HMI ini untuk mendukung konsep pertukaran data dalam integritas sistem yang saling membutuhkan. Dengan menggunakan konsep interchange, HMI dapat berkomunikasi dengan RTU secara dua arah. HMI berbasis website ini diuji menggunakan metode *black box testing* yaitu dengan melihat hasil eksperimen berdasarkan skenario yang diberikan. Dalam pengujian ini, hasil yang diperoleh sesuai dengan masing-masing skenario yang diberikan. Selain itu, survei tertulis juga dilakukan dengan pekerja atau teknisi (responden) yang bekerja di pertanian secara langsung. Hasil survey ini dari 5 responden, 2 diantaranya menilai HMI berbasis website ini sangat baik dan 3 lainnya menganggap biasa saja. Dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan bahwa HMI berbasis website telah berhasil diimplementasikan.

Daftar Pustaka

- Anwyl-Irvine, A., Dalmaijer, E.S., Hodges, N., & Evershed, J.K., 2020. Realistic precision and accuracy of online experiment platforms, web browsers, and devices. <https://doi.org/10.3758/s13428-020-01501-5>/Published
- Eyada, M., Saber, W., El Genidy, M., & Amer, F., 2020. Performance Evaluation of IoT Data Management Using MongoDB Versus MySQL Databases in Different Cloud Environments. *IEEE Access*, 8, 110656–110668.
- Fuady, M.F., Haeruddin, & Nitisupardjo, M., 2013. Pengaruh Pengelolaan Kualitas Air Terhadap Tingkat Kelulushidupan dan Laju Pertumbuhan Udang Vaname (*litopenaeus vannamei*) di PT. Indokor Bangun Desa, Yogyakarta. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*; Volume 2, Nomor 4, Tahun 2013 DO - 10.14710/Marj.V2i4.4279 . <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/maquares/article/view/4279>.
- Jeng, S.-L., Chieng, W.-H., & Chen, Y., 2021. Web-Based Human-Machine Interfaces of Industrial Controllers in Single-Page Applications. *Mobile Information Systems*, 2021, 6668843. <https://doi.org/10.1155/2021/6668843>.
- Junaidi, A. & Kartiko, C., 2020. Design of pond water quality monitoring system based on internet of things and pond fish market in real-time to support the industrial revolution 4.0. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 771, 12034. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/771/1/012034>
- Lestariningsih, T., Artono, B., Hidayatullah, N., & Kusbandono, H., 2019. Microcontroller and android HMI based water level and control system. *EAI Endorsed Transactions on Internet of Things*, 5, 162807. <https://doi.org/10.4108/eai.28-1-2019.162807>
- Mendoza, E., Andramuño, J., Núñez, J., & Córdova, L., 2021. Human machine interface (HMI) based on a multi-agent system in a water purification plant. *Journal of Physics: Conference Series*, 2090(1), 12122. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2090/1/012122>
- Planas, E., & Cabot, J., 2020. How are UML class diagrams built in practice? A usability study of two UML tools: Magicdraw and Papyrus. *Computer Standards & Interfaces*, 67, 103363. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.csi.2019.103363>
- Pott, P.P., Beckerle, P., & Stewart, K.W., 2021. Design and hardware Integration of elastic actuators for HMI BT-Novel Bioinspired Actuator Designs for Robotics (P. Beckerle, M. A. Sharbafi, T. Verstraten, P. P. Pott, & A. Seyfarth (eds.); pp. 29–44). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-40886-2_4
- Rote, S., Mourya, A., Oak, T., & Yadav, P., 2017. Automatic water distribution system using PLC. *International Journal of Engineering Research And*, V6. <https://doi.org/10.17577/IJERTV6IS040435>