

PEMBANGUNAN *PROTOTYPE* APLIKASI PENGAWASAN DAN PENGENDALIAN PEMBUDIDAYAAN MIKROALGA SPIRULINA

Richi Dwi Agustia¹, Thomas Aquinas Kiki H²

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika, Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipati Ukur No.112-116, Lebakgede, Coblong, Kota Bandung, Jawa Barat 40132
E-mail : richi@email.unikom.ac.id¹, aquinast12@email.unikom.ac.id²

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun sebuah *prototype* aplikasi pengawasan dan pengendalian pertumbuhan spirulina dengan memanfaatkan teknologi Internet of things (IoT). Spirulina merupakan mikroalga hijau kebiruan yang hidupnya tersebar luas dalam semua ekosistem, baik itu darat ataupun perairan (air tawar/ air payau/ air laut). Spirulina dapat dikelola menjadi berbagai macam produk seperti obat, kosmetik atau makanan dimana untuk menghasilkan bahan dasar produk tersebut dilakukan pengaturan terhadap parameter-parameter pertumbuhannya pada saat proses pembudidayaan, meliputi PH air, suhu air, intensitas cahaya dan ketinggian air. Metode pembangunan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah *prototyping model* yang mana memiliki 6 tahapan yaitu *requirements gathering and analysis, quick design, build prototype, user evaluation, refining prototype* dan *engineer product*. Untuk pembacaan dan pengontrolan nilai parameter pertumbuhan spirulina maka digunakan mikrokontroler yang dihubungkan dengan sensor-sensor parameter. Untuk menguji apakah *prototype* dapat melakukan pengawasan dan pengontrolan maka dilakukan pengujian pembudidayaan spirulina dengan menggunakan box berkapasitas 50 liter dan pengaturan indikator pertumbuhan untuk produk makanan. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan hasil bahwa sensor-sensor dapat membaca nilai parameter pertumbuhan spirulina dengan galat 0.03% dengan alat pengukuran parameter konvensional dan mikrokontroler dapat melakukan pengendalian secara otomatis kepada alat-alat yang mempengaruhi indikator pertumbuhan spirulina.

Kata kunci : Mikroalga, Spirulina, Makanan, Mikrokontroler, IoT

1. PENDAHULUAN

Spirulina merupakan mikroalga hijau kebiruan yang mengandung protein tinggi sekitar 55-70%, mineral esensial sekitar 3-7%, asam palmik sekitar 44,6-54,1%, asam oleat 1-15,5%, asam linoleat 10,8-30,7%, dan karotenoid yang tinggi berupa betakaroten yang dapat diubah menjadi vitamin A

dan vitamin B serta memiliki kandungan kolesterol sebesar 32,5mg/100g (M. Christwardana dan Nur Hadiyanto, 2013).

Spirulina hidup dapat tumbuh dengan baik dalam semua ekosistem, baik itu darat ataupun perairan (air tawar/ air payau/ air laut) dan spirulina juga memiliki kemampuan untuk tumbuh di media yang mempunyai alkalinitas tinggi, (pH 8,5–11), dimana mikroorganisme lainnya tidak bisa tumbuh dengan baik dalam kondisi ini (Kebede dan Ahlgren, 1996). Spirulina dapat tumbuh dengan subur pada kisaran suhu 18°C-40°C dengan intensitas cahaya 500-350.000 lux (I Nyoman, 2006). Spirulina tercatat memiliki 58 spesies (M. Christwardana dan Nur Hadiyanto, 2013) dan dapat dikelola menjadi berbagai macam produk seperti obat, kosmetik atau makanan.

Banyak penelitian telah dilakukan untuk pembudidayaan spirulina, salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh amorina farm. Amorina farm adalah sebuah usaha mikro, kecil dan menengah (UMKM) yang membuat sebuah indikator standar pembudidayaan untuk makanan dengan ketentuan pH air sama dengan 10, suhu air lebih dari sama dengan 18°C, ketinggian air sama dengan 30cm dan intensitas cahaya lebih dari sama dengan 1500 lux dan dibudayakan pada lingkungan yang steril seperti *greenhouse*. Permasalahan dalam pembudidayaan tersebut adalah rentannya terjadi perubahan indikator terutama dalam masa rentan pertumbuhan yaitu selama dua minggu pertama sejak kultivasi, dimana seharusnya dalam rentan waktu tersebut indikator harus terpenuhi secara konstan sehingga apabila ada perubahan maka harus dilakukan tindakan seperti menambah volume air, menambahkan natrium bikarbonat untuk mengatur pH air dan menyalakan lampu untuk menaikkan suhu air. Proses pengecekan spirulina dilakukan berdasarkan waktu-waktu tertentu karena kondisi lingkungan yang harus steril sehingga kontak secara langsung pembudidaya dibatasi. Untuk mencegah terjadinya kontak berulang kali secara langsung untuk pengecekan indikator maka diperlukan sebuah sistem pengawasan dan pengendalian secara otomatis dimana pembudidaya dapat melakukan pengaturan indikator sesuai output produk dan

mencegah kontak secara langsung kelingkungan pembudidayaan spirulina.

Banyak metode yang dapat digunakan untuk memantau dan mengendalikan indikator pertumbuhan spirulina salah satunya adalah melalui pemanfaatan *Internet of Things* (IoT). *Internet of Things* (IoT) itu sendiri dapat didefinisikan sebagai teknologi yang memungkinkan adanya pengendalian, komunikasi, dan kerja sama dengan berbagai perangkat keras melalui jaringan komputer. Beberapa penelitian yang memanfaatkan IoT pernah dilakukan untuk pembudidayaan mahluk hidup. mulai dari pembudidayaan tumbuhan hingga pembudidayaan hewan. Hermansyah (Hermansyah 2017) menggunakan IoT untuk melakukan pengendalian pH air untuk pembudidayaan ikan lele sedangkan Yesi Erika (Yesi Erika, 2018)

Pada bidang lain IoT digunakan untuk mengontrol perilaku pemilik kendaraan bermotor (Sri Wiwoho Mudjanarko et all, 2017), IoT digunakan untuk pembelajaran mikrokontroler (Dias Prihatmoko, 2016), pemantauan untuk bencana alam banjir (Chrisyantar Hasiholan, 2018) dan untuk peningkatan efisiensi terdapat infrastruktur listrik dalam teknologi *smart grid* (Nur Asyik Hidayatullah, 2017).

Berdasarkan ringkasan dari pemaparan singkat yang telah dijelaskan sebelumnya, didapatkan bahwa perlu dilakukan pembangunan *prototype* aplikasi pengawasan dan pengendalian pembudidayaan mikroalga spirulina untuk membantu pembudidaya memantau dan mengontrol indikator pertumbuhan spirulina.

2. ISI PENELITIAN

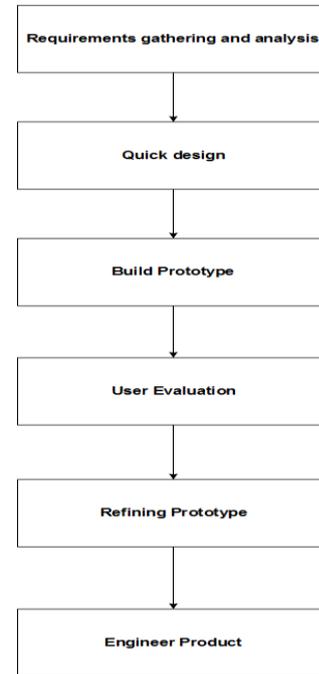
2.1 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan adalah menggunakan *prototyping model* dimana akan akan dihasilkan sebuah model *prototype* yang nanti akan diuji keefektifannya sesuai dengan kebutuhan pengguna sistem yang mana dalam hal ini adalah pembudidaya spirulina. Tahapan-tahapan yang digunakan dalam *prototyping model* ini yaitu *requirements gathering and analysis*, *quick design*, *build prototype*, *user evaluation*, *refining prototype* dan *engineer product*. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.

1. Requirement Gathering and Analysis

Pada tahapan ini dilakukan analisis kebutuhan sistem yang akan dibangun dengan melakukan proses pengumpulan data menggunakan teknik *interview* ke pengguna sistem dimana pengguna sistem dalam penelitian ini adalah pihak amorfina farm. Analisis yang dilakukan meliputi analisis proses bisnis yang berjalan, analisis medium

kultivasi, analisis kebutuhan sensor dan analisis pengolahan indikator pertumbuhan spirulina.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2. Quick Design

Pada tahapan ini dilakukan pemodelan arsitektur sistem, pemodelan basis data, pemodelan fungsional dan non-fungsional sistem, perancangan antarmuka, dan perancangan struktur menu sesuai dengan hasil analisis kebutuhan sistem yang didapatkan dalam proses sebelumnya.

3. Build Prototype

Pada tahapan ini dilakukan proses pembangunan sistem dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP untuk pembangunan web dan bahasa C untuk pengolahan proses di mikrokontroler.

4. User Evaluation

Pada tahapan ini dilakukan pengujian secara menggunakan *blackbox* dengan menguji fungsional sistem, pengujian dilakukan juga kepada pembacaan sensor terhadap perubahan indikator pertumbuhan spirulina, selain itu pengujian sistem dilakukan pula dengan mengundang pengguna sistem dalam hal ini pihak amorfina untuk meriview *prototype* apakah sudah sesuai dengan kebutuhan proses bisnis.

5. Refining Prototype

Pada tahapan ini dilakukan pembangunan kembali sistem sesuai dengan hasil evaluasi yang dilakukan pada tahapan sebelumnya.

6. Engineer Product

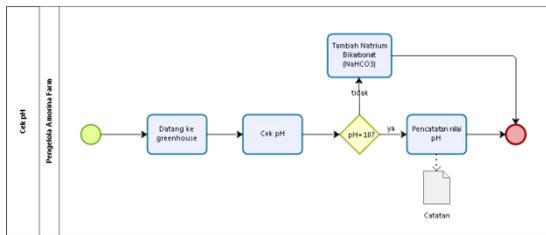
Pada tahapan ini dilakukan sistem akan diuji coba kembali pengguna sistem dan apabila sistem sudah digunakan dalam pembudidayaan maka akan

dilakukan proses penjadwalan perawatan sistem secara berkala.

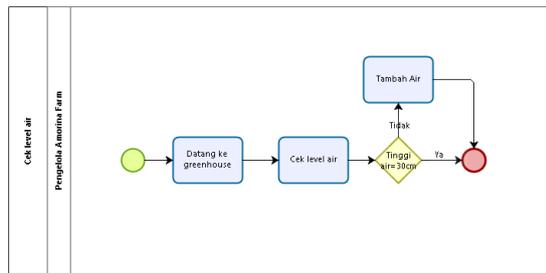
2.2 Hasil dan Pembahasan

2.2.1 Analisis Proses Bisnis yang Berjalan

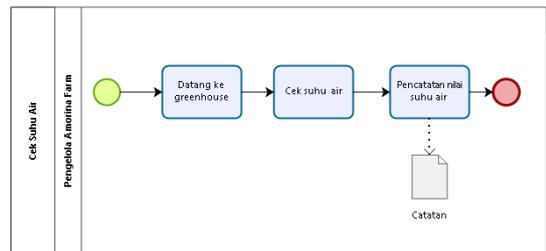
Analisis proses bisnis yang sedang berjalan merupakan tahapan yang memberikan gambaran sebelum menggunakan sistem atau proses bisnis yang saat ini sedang berlangsung dilapangan. Proses bisnis yang diamati adalah pada proses pemeliharaan Spirulina dari awal kultivasi sampai akhir pemeliharaan. Tahap-tahap pemeliharaan yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 2 untuk pengecekan pH, gambar 3 untuk pengecekan level air, gambar 4 untuk pengecekan suhu air dan gambar 5 untuk pengecekan intensitas cahaya.



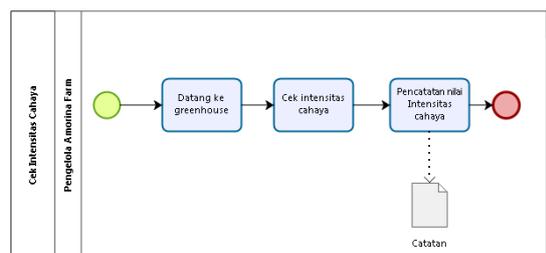
Gambar 2. Pengecekan pH



Gambar 3. Pengecekan level air



Gambar 4. Pengecekan suhu air



Gambar 5. Pengecekan intensitas cahaya.

2.2.2 Analisis Medium Kultivasi

Pada penelitian ini kolam pembudidayaan Spirulina akan menggunakan box kontainer berukuran panjang 60cm, lebar 40cm dan tinggi 40cm (box kontainer kapasitas 50 liter) yang akan diletakan disebuah ruangan khusus berukuran ± 2,5m x 3,5m. Ketinggian air akan diatur sebesar 25cm karena mempertimbangkan volume air sebanyak 50 Liter dan faktor terbuangnya air akibat aerasi. Gambar kolam pertumbuhan Spirulina dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Medium Kultivasi

2.2.3 Spesifikasi Kebutuhan Fungsional Perangkat Lunak

Spesifikasi kebutuhan fungsional perangkat lunak yang dibangun dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Tabel Spesifikasi Kebutuhan Fungsional

Kode SKPL	Spesifikasi
SKPL-F-001	Sistem menyediakan fasilitas login ke sistem.
SKPL-F-002	Sistem menyediakan fasilitas lupa password.
SKPL-F-003	Sistem menyediakan fasilitas untuk kelola data user.
SKPL-F-004	Sistem menyediakan fasilitas untuk memantau perubahan nilai pH air.
SKPL-F-005	Sistem menyediakan fasilitas untuk memantau perubahan nilai suhu air.
Kode SKPL	Spesifikasi
SKPL-F-006	Sistem menyediakan fasilitas untuk memantau perubahan nilai ketinggian air.

SKPL-F-007	Sistem menyediakan fasilitas untuk memantau perubahan nilai intensitas cahaya yang masuk ke greenhouse.
SKPL-F-008	Sistem menyediakan fasilitas untuk mengelola data laporan.
SKPL-F-009	Sistem menyediakan fasilitas untuk mengelola data notifikasi.
SKPL-F-010	Sistem menyediakan fasilitas untuk pengaturan batas pH air.
SKPL-F-011	Sistem menyediakan fasilitas untuk pengaturan batas ketinggian air.

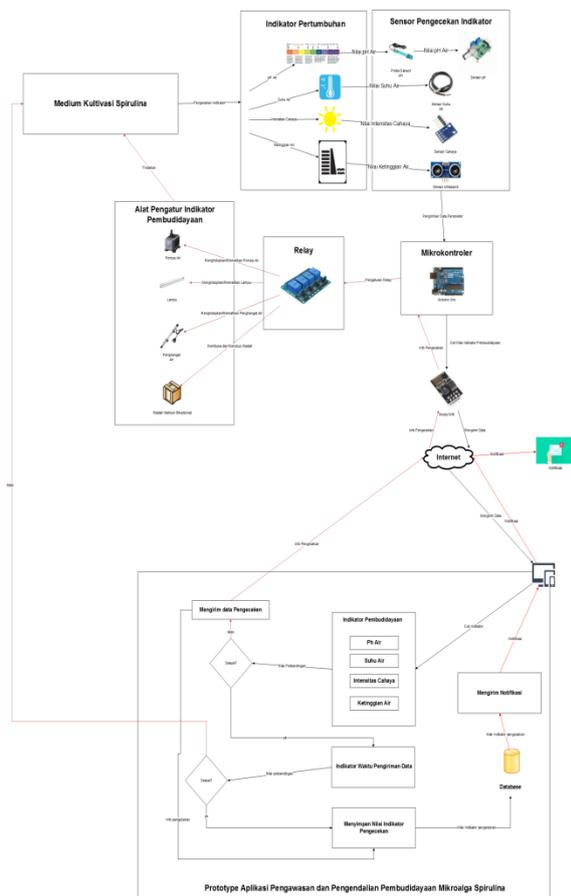
Tabel kebutuhan sensor dan indikator pengecekan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Tabel Kebutuhan Sensor dan Indikator Pengecekan

Indikator Pertumbuhan	Jenis Sensor	Indikator Pengecekan
pH Air	Sensor PH-4502C dengan probe E201-C-9	pH < 10 dilakukan penambahan natrium bikarbonat
Suhu Air	Sensor suhu DS18B20	Suhu Air < 18 ^o C, penghangat air akan menyala otomatis hingga suhu air mencapai 18 ^o C
Level Air	Sensor ultrasonik	Level air < 30 cm, pompa air otomatis nyala hingga level air mencapai 30 cm
Intensitas Cahaya	Sensor lux meter GY 302 chip IC BH-1750	Intensitas < 2000 lux, lampu penghangat otomatis nyala hingga intensitas mencapai = 2000 lux

2.2.4 Arsitektur sistem

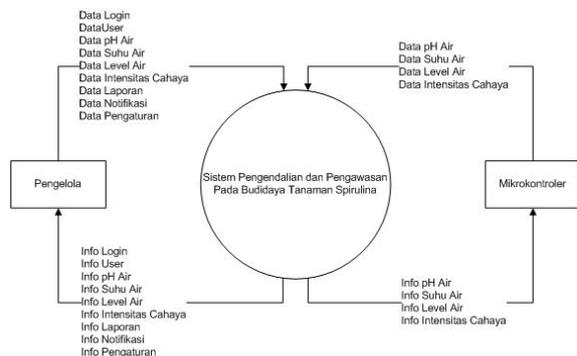
Arsitektur sistem yang akan dibangun dapat dilihat pada gambar 7



Gambar 7. Arsitektur Sistem

2.2.6 Perancangan Data Flow Diagram

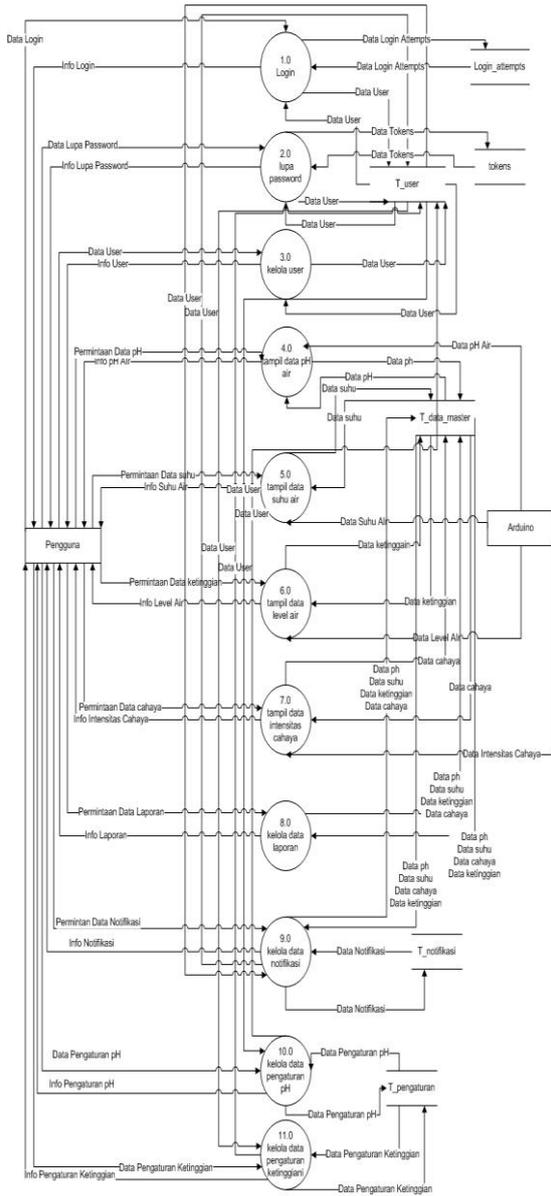
Perancangan Data Flow Diagram Level 0 atau Diagram konteks dari *Prototype* Aplikasi Pengendalian dan Pengawasan Pembudidayaan Mikroalga Spirulina dapat dilihat pada gambar 8 dan DFD Level 1 dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 8. Diagram Konteks

2.2.5 Analisis Sensor dan Indikator Pengecekan

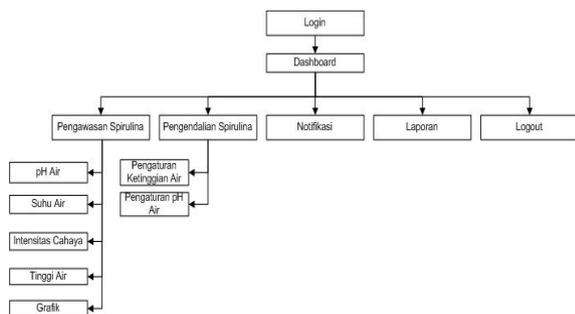
Analisis sensor dilakukan untuk mengetahui kebutuhan jenis sensor yang sesuai dan dapat terhubung dengan mikrokontroler. Adapun mikrokontroler yang digunakan adalah arduino uno.



Gambar 9. DVD level 1

2.2.7 Perancangan Struktur Menu

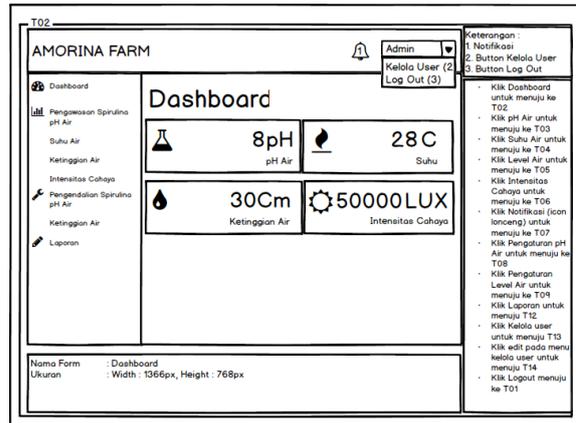
Perancangan struktur menu merupakan gambar alur pemakaian sistem, sehingga sistem yang dibangun mudah dipahami dan mudah digunakan. Adapun perancangan struktur menu dapat dilihat pada gambar 10



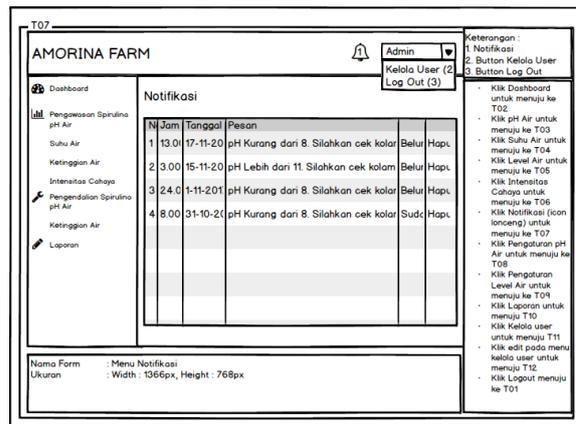
Gambar 10. Struktur Menu

2.2.8 Perancangan Antar muka

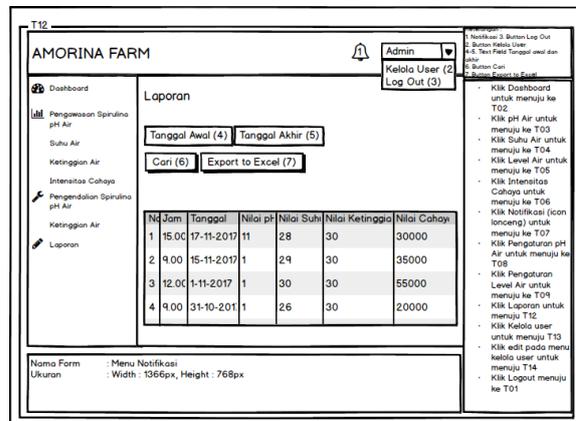
Perancangan antarmuka atau biasa disebut interface merupakan gambaran dari tampilan sistem yang akan dibangun, dibuat untuk memberi konsep pada implementasi pembuatan tampilan antarmuka atau *interface* pada sistem yang akan dibangun. Perancangan antarmuka *dashboard*, antarmuka notifikasi, dan antarmuka laporan dapat dilihat pada gambar 11, gambar 12 dan gambar 13.



Gambar 11. Perancangan Antarmuka Dashboard



Gambar 12. Perancangan Antarmuka Notifikasi



Gambar 13. Perancangan Antarmuka Laporan

2.2.9 Implementasi Perangkat

Implementasi perangkat meliputi implementasi perangkat keras dan perangkat lunak. Untuk perangkat keras implementasi dilakukan untuk perangkat keras server, perangkat keras client, dan perangkat keras IoT. Untuk perangkat lunak implementasi dilakukan di sisi server dan client. Implementasi perangkat keras dapat dilihat di tabel 3, tabel 4, tabel 5. Implementasi perangkat lunak dapat dilihat di tabel 6 dan tabel 7.

Tabel 3. Tabel Implementasi Perangkat Keras Server

Perangkat Keras	Spesifikasi
Processor	3.75 Ghz
RAM	512 MB
Storage	10 GB

Tabel 4. Tabel Implementasi Perangkat Keras Client Personal Computer

Perangkat Keras	Spesifikasi
RAM	2 GB
Free Space	1 GB
Processor	2,53 Ghz
Mouse dan Keyboard	Standar
Monitor	14" dengan resolusi 1336 x 768 pixel
W-Lan Card	Onboard Wifi

Tabel 5. Tabel Implementasi Perangkat Keras IoT

Perangkat Keras	Spesifikasi
Papan Mikrokontroler	Arduino Uno R3
Sensor pH	pH Sensor Module V 1.1
Probe pH	Probe E201-C-9
Sensor Suhu	DS18B20
Sensor Cahaya	GY-30 BH1750
Sensor Ketinggian Air	Sensor Ultrasonik HC-SR04
Modul Relay	Relay 4 Modul
Modul RTC	RTC DS1307
Modul Wifi	ESP 8266 NodeMCU 1.0
Wifi Adapter	HUAWEI E5673

Tabel 6. Tabel Implementasi Perangkat lunak Server

Perangkat Lunak	Spesifikasi
DBMS	MySQL
Web Server	Apache

Tabel 7. Tabel Implementasi Perangkat lunak Client Personal Computer

Perangkat Keras	Spesifikasi
Sistem Operasi	Windows 7
Browser	Chrome

2.2.10 Pengujian Sistem

Pengujian sistem yang dilakukan adalah dengan melakukan pengujian sensor dan pengujian fungsional.

2.2.10.1 Pengujian Sensor

Pengujian sensor dilakukan untuk membandingkan nilai yang diperoleh dari sensor dengan alat pembanding sehingga diperoleh nilai galat relatif atau selisih error dari perbandingan data. Percobaan dilakukan sebanyak 10 kali dengan durasi antar percobaan selama dua menit karena mempertimbangkan durasi pengecekan. Hal ini dilakukan untuk proses kalibrasi sensor sebelum diimplementasikan pada proses pembudidayaan. Pengujian sensor dilakukan terhadap indikator-indikator pertumbuhan spirulina yang mana akan dihitung galat relatifnya, tabel perhitungan dapat dilihat pada tabel 8 untuk pengujian sensor pH, tabel 9 untuk pengujian sensor suhu, tabel 10 untuk pengujian sensor Ultrasonik dan tabel 11 untuk pengujian sensor intensitas cahaya.

Rumus menghitung galat absolut

$$Ea = |Xi - Xp| \tag{1}$$

Rumus Menghitung galat relatif

$$Er = \left(\frac{Ea}{Xp}\right) * 100\% \tag{2}$$

Dengan

Er = galat relatif (%)

Ea = galat absolut

Xi = nilai pengukuran

Xp = nilai sejati

Tabel 8. Tabel Pengujian Sensor pH

Percobaan	Nilai Sensor pH	pH tester	Galat Mutlak	Galat Relatif (%)
1	10,01	10,1	0,09	0,008911
2	10,06	10,1	0,04	0,00396
3	10,06	10,1	0,04	0,00396
4	10,17	10,1	0,07	0,006931
5	10,11	10,1	0,01	0,00099
6	10,08	10,1	0,02	0,00198
7	10,7	10,1	0,6	0,059406
8	10,7	10,1	0,6	0,059406
9	10,75	10,1	0,65	0,064356
10	10,42	10,1	0,32	0,031683
Rata-Rata Persentase Kesalahan %				0,024158

Tabel 9. Tabel Pengujian Sensor Suhu

Percobaan	Nilai Sensor Suhu	Thermometer	Galat Mutlak	Galat Relatif (%)
1	25,75	25,7	0,05	0,0019455
2	26	26	0	0
3	26	26,2	0,2	0,0076335
4	26	26	0	0
Percobaan	Nilai Sensor Suhu	Thermometer	Galat Mutlak	Galat Relatif (%)
5	26	26	0	0
6	26	25,9	0,1	0,003861
7	26	26	0	0
8	26	26	0	0
9	25,88	25,8	0,08	0,0031007
10	26	26,9	0,9	0,0334572
Rata-Rata Persentase Kesalahan %				0,0049998

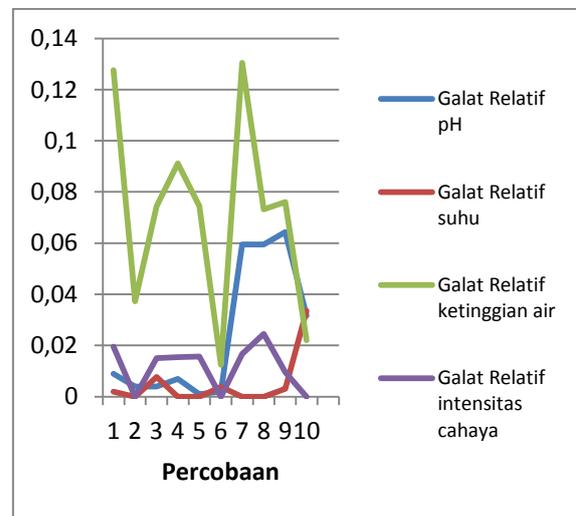
7	236	240	4	0,01666667
8	239	245	6	0,0244898
9	208	210	2	0,00952381
10	208	208	0	0
Rata-Rata Persentase Kesalahan %				0,01164107

Berdasarkan hasil dari pengujian, nilai rata-rata persentase kesalahan pada sensor pH adalah sebesar 0,024158% atau jika dibulatkan menjadi 0,024% , nilai rata-rata persentase kesalahan pada sensor suhu adalah sebesar 0,0049998% atau jika dibulatkan menjadi 0,005% ,nilai rata-rata persentase kesalahan pada sensor ultrasonik adalah sebesar 0,07188% atau jika dibulatkan menjadi 0,072% , dan nilai rata-rata persentase kesalahan pada sensor intensitas cahaya adalah sebesar 0,01164107% atau jika dibulatkan menjadi 0,012%. Angka tersebut menunjukkan pembacaan sensor tidak melebihi batas toleransi masing-masing alat ukur konvensional.

Tabel 10. Tabel Pengujian Sensor Ultrasonik

Percobaan	Nilai Sensor Ultrasonik	Meteran	Galat Mutlak	Galat Relatif (%)
1	28,19	25	3,19	0,1276
2	25,93	25	0,93	0,0372
3	26,86	25	1,86	0,0744
4	27,28	25	2,28	0,0912
5	26,86	25	1,86	0,0744
6	24,69	25	0,31	0,0124
7	28,26	25	3,26	0,1304
8	26,83	25	1,83	0,0732
9	26,9	25	1,9	0,076
10	24,45	25	0,55	0,022
Rata-Rata Persentase Kesalahan %				0,07188

Grafik perbandingan galat relatif per indikator pertumbuhan spirulina dapat dilihat pada gambar 14



Gambar 14. Perbandingan Galat Relatif per Indikator Pertumbuhan

Tabel 11. Tabel Pengujian Sensor Cahaya

Percobaan	Nilai Sensor Cahaya	LUX Meter	Galat Mutlak	Galat Relatif (%)
1	451	460	9	0,01956522
2	270	270	0	0
3	261	265	4	0,01509434
4	256	260	4	0,01538462
5	251	255	4	0,01568627
6	241	241	0	0

2.2.10.2 Pengujian Fungsional

Pada pengujian fungsional digunakan metode *blackbox* dimana rencana pengujian dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Rencana Pengujian

Butir Pengujian	Detail Pengujian	Jenis Uji
Login	Verifikasi Email dan Password	Black Box
Lupa Password	Verifikasi Email	Black Box
Reset Password	Verifikasi Password	Black Box
Atur pH air	Pengaturan pH Air	Black Box
Atur Ketinggian Air	Pengaturan Ketinggian Air	Black Box
Butir Pengujian	Detail Pengujian	Jenis Uji
Laporan	Menampilkan Laporan dan Pengiriman Notifikasi	Black Box
Edit Password	Rubah Password.	Black Box
Edit User	Edit Username dan Email	Black Box

3. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan ini, dapat disampaikan beberapa kesimpulan, diantaranya

1. Pengujian penggunaan sensor menunjukkan pembacaan indikator pertumbuhan masih berada pada selisih error yang tidak jauh dengan penggunaan alat ukur konvensional sehingga sensor bisa digunakan untuk alat pengukuran.
2. Sistem dapat mengatur secara otomatis perlengkapan pembudidayaan untuk mengatur indikator pertumbuhan spirulina sesuai dengan yang ditentukan.
3. Sistem membantu pengguna dalam proses pengawasan dengan adanya notifikasi perubahan nilai indikator pertumbuhan melalui email..

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih peneliti ucapkan kepada pihak amorina farm yang telah memberikan teori dan review untuk pembangunan dan pengembangan *prototype ini*.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Chrisyantar Hasiholan, Rakhmadhany Primananda, Kasyful Amron, “Implementasi Konsep Internet of Things pada Sistem Monitoring Banjir menggunakan Protokol

MQTT”, Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Vol. 2, No. 12, Desember 2018.

[2] Dias Prihatmoko, “Penerapan Internet Of Things (IoT) Dalam Pembelajaran Di Unisnu Jepara” Jurnal SIMETRIS, Vol 7, No 2 November 2016.

[3] Hermansyah, “Rancang Bangun Pengendali pH Air Untuk Pembudidayaan Ikan Lele Berbasis Mikrokontroler Atmega16” Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, Vol 2, No 1, 2017

[4] I Nyoman K Kabinawa, Spirulina Ganggang Penggempur Aneka Penyakit, Jakarta: Argo Media Pustaka, 2006.

[5] Kabede, E and Ahlgren, G. “Optimum Growth Conditions and Light Utilization Efficiency of Spirulina platensis (Arthospira) fusiformis) from Lake Chitu”, Jurnal Ethiopia. Hydrobiol., Vol 332, Page 99-109, 1996.

[6] M. Christwardana, and Nur Hadiyanto, “Spirulina Platensis: Potensinya Sebagai Bahan Pangan Fungsional” Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan, Vol.2, No.1, 2013.

[7] Nur Asyik Hidayatullah, Dirvi Eko Juliando Sudirman, “Desain Dan Aplikasi Internet Of Thing (IoT) Untuk Smart Grid Power System”, Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro, Vol 2, No. 1, Page 35-44, April 2017.

[8] Sri Wiwoho Mudjanarko, Slamet Winardi dan Arthur Daniel Limantara, “Pemanfaatan Internet Of Things (Iot) Sebagai Solusi Manajemen Transportasi Kendaraan Sepeda Motor“, Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah X (ATPW), Surabaya, 05 Agustus 2017.

[9] Yesi Erika, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Iklim Mikro Pada Budidaya Tanaman Hortikultura Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Berbasis Internet Of Things (IoT)” Fakultas Pertanian Universitas Lampung, 2018, Unpublished.