

Penerapan IoT dan Sistem Pakar untuk Memonitoring Kualitas Air dan Mendiagnosa Penyakit pada Tambak Udang Vaname

Kevin Alexander, Rudy Adipranata, Leo Willyanto Santoso

Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra

Jln. Siwalankerto 121 – 131 Surabaya 60236

Telp. (031)-2983455, Fax. (031)-8417658

Kevinalexanderh27@gmail.com, rudya@petra.ac.id, leow@petra.ac.id

ABSTRAK

Kematian udang merupakan salah satu hal yang dihindari bagi petambak udang Vaname. Dimana hal tersebut dapat terjadi akibat dari kondisi air yang buruk maupun cara pemeliharaan udang yang tidak dikontrol.

Permasalahan yang ingin diselesaikan oleh penulis yaitu dengan memanfaatkan sebuah aplikasi yang berfungsi untuk melihat kondisi kualitas air menggunakan internet of things dan menggunakan sistem pakar dengan metode Forward Chaining untuk mendiagnosa apabila adanya gejala-gejala yang timbul pada udang.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, aplikasi yang dibuat telah dapat memonitoring kualitas air dengan baik dan hasil dari uji metode mampu mencapai nilai akurasi 100%.

Kata Kunci: Forward Chaining, sistem pakar, udang Vaname, kualitas air

ABSTRACT

Shrimp's death is one of the things that is avoided by Vaname shrimp farmers. Where this can occur due to poor water conditions, or the way farmer maintain their shrimp.

The problem that the author wants to solve is by utilizing an application that functions to see the condition of water quality using internet of things and using an expert system with the forward chaining method to diagnose if there are symptoms that arise in shrimp.

Based on the test that have been carried out, the application made is able to monitor water quality properly and the results of the method test are able to reach an accuracy value of 100%.

Keywords: Forward Chaining, expert system, Vaname shrimp, monitor water quality

1. PENDAHULUAN

Kematian udang merupakan hal yang sangat dihindari bagi petambak udang. Dimana hal tersebut dapat disebabkan oleh beberapa hal, salah satunya yaitu kualitas dari air kolam budidaya[6]. Kualitas air memiliki dampak yang sangat tinggi pada budidaya udang Vaname, dikarenakan apabila kualitas air pada kolam budidaya dinilai bagus, maka perkembangan dan pertumbuhan udang dan biota air didalam kolam akan berkembang dengan baik. Apabila kualitas air pada kolam budidaya tidak terjaga bisa sangat mengganggu aktivitas biota yang ada didalam kolam

budidaya. Salah satunya yaitu membuat udang menjadi stress, dimana ini dapat menyebabkan turunya nafsu makan udang yang berakibat pada banyaknya sisa limbah organik yang dapat merusak ekosistem pada kolam budidaya dan juga dapat menyebabkan udang mudah terserang penyakit yang mengakibatkan udang mati. Apabila udang sudah terkena penyakit, tidak adanya obat yang pasti bisa 100% menyembuhkan penyakit pada udang yang terkena penyakit, karena pengobatan udang tidak sama dengan manusia. Pada kebanyakan skenario apabila udang sudah terkena penyakit, berarti hal tersebut sudah terlambat, maka dari itu pentingnya menjaga kualitas air pada kolam budidaya karena hal tersebut merupakan salah satu cara yang bisa digunakan untuk mengontrol pertumbuhan udang.

Berdasarkan permasalahan diatas, usaha untuk menangani kualitas air pada tambak yang buruk dan juga penanganan pertama apabila munculnya tanda-tanda gejala pada udang dirasa sangat diperlukan, karena apabila udang sudah terkena penyakit bisa dikategorikan sebagai sudah terlambat, maka dari itu dibuatlah sebuah sistem yang dapat memantau kualitas air dan juga dapat mendiagnosa penyakit sejak dini berdasarkan gejala yang tampak pada udang. Adanya sebuah sistem yang dapat memberi keterangan mengenai kualitas air pada tambak, akan memberikan kemudahan pada petambak dalam mengambil keputusan mengenai air yang ada di kolam budidaya pada saat itu juga. Kriteria yang digunakan untuk sensor yang bisa membaca kualitas air berupa salinitas, pH, suhu, dan tingkat kekeruhan.

Alat ini bekerja dengan cara membaca data menggunakan sensor, kemudian data dikirimkan kedalam database yang kemudian akan ditampilkan kedalam aplikasi. Setelah data diterima, aplikasi akan mengirimkan notifikasi secara otomatis apabila parameter air melebihi dari range telah ditentukan. Terdapat fitur untuk mendiagnosa penyakit apabila timbulnya gejala pada udang, dimana diagnosa ini menggunakan metode Forward Chaining. Rules penyakit dibuat berdasarkan hasil wawancara dengan seorang pakar untuk mendapatkan data-data berupa penyakit dan juga gejala untuk setiap penyakitnya. Input dari user berupa gejala yang tampak pada udang. Atribut-atribut hasil input akan dicocokkan dengan rules yang telah dibuat menggunakan forward chaining sehingga dapat diidentifikasi penyakit mana yang kemungkinan diderita oleh udang tersebut.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Pakar

Sistem Pakar merupakan sebuah program komputer yang memiliki kemampuan untuk meniru kemampuan pakar manusia dalam mengambil keputusan. Sebuah sistem pakar menggunakan

pengetahuan seorang ahli untuk memecahkan masalah, jadi secara tidak langsung perannya sama seperti seorang ahli yang memiliki pengetahuan untuk dapat membantu suatu sistem dalam menentukan atau mengambil suatu keputusan. Selain menggunakan pengetahuan dari seorang ahli, sistem pakar juga bisa menggunakan pengetahuan melalui buku atau *common knowledge* [4].

2.2 Forward Chaining

Metode forward chaining adalah metode pelacakan kedepan berdasarkan dari semua data dan aturan yang akan ditelusuri hingga mencapai tujuan/hasil yang diinginkan. Pada forward chaining, semua pertanyaan pakar akan disampaikan kepada user, agar dapat menghasilkan tujuan yang sama seperti menanyakan kepada seorang pakar [10].

2.3 Udang

Udang yang memiliki nama latin *Penaeus sp* adalah hewan air yang bisa hidup di air laut dan air tawar. Udang merupakan salah satu jenis crustacea. Udang dapat ditemukan semua jenis air, baik tawar, payau, dan asin dengan kedalaman yang bervariasi [5].

2.4 Udang Vaname

Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) merupakan udang yang bisa dibudidayakan di air tawar dan air payau. Udang Vaname atau yang disebut udang putih ini merupakan udang yang memiliki daya tahan tubuh yang paling bagus diantara udang putih lainnya dan juga pertumbuhan yang cepat serta merupakan jenis udang unggulan [1].

2.5 Kualitas Air

Kualitas air merupakan kondisi air yang akan diukur berdasarkan beberapa parameter tertentu dengan metode yang ditentukan. Kualitas air dapat diukur berdasarkan parameter fisika, kimiawi, dan mikrobiologi. Pengontrolan kualitas air ini sangat diperlukan untuk menjaga kualitas air tetap pada kondisi yang baik [6].

2.6 Suhu

Suhu merupakan faktor fisika yang dapat menentukan pertumbuhan udang. Suhu dapat berubah-ubah sesuai dengan musim dan juga dipengaruhi oleh pagi dan malam. Suhu air juga sangat mempengaruhi jumlah oksigen terlarut di dalam air. Suhu juga berpengaruh pada kondisi fisiologi udang, dimana akan merujuk pada metabolisme dan nafsu makan udang. Semakin rendah suhu akan menurunkan metabolisme pada udang begitu juga sebaliknya. Serta suhu yang turun secara mendadak dapat menyebabkan tingkat stress pada udang yang bisa berakibat pada nafsu makan udang yang berkurang dan berujung kematian [1].

2.7 Intensitas Cahaya

Kecerahan air di tambak dapat disebabkan oleh keruh atau tidaknya air ditambak. Dimana kekeruhan ini disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut misalnya lumpur dan pasir halus [3], maupun bahan anorganik seperti plankton dan mikroorganisme lain [8].

Kecerahan air pada tambak dapat diukur menggunakan Secchi Disk, dimana Tongkat Secchi ini di dumsukkan kedalam air hingga tidak bisa melihat warna dari dasar tongkat tersebut [9].

2.8 Derajat Keasaman(pH)

Derajat keasaman merupakan salah satu parameter air yang penting dikarenakan tingkat keasaman atau kebasaaan suatu larutan dapat mempengaruhi aktivitas ion hidrogen yang terlarut [1], dimana ini bisa mempengaruhi pada metabolisme dan kondisi fisiologi pada

udang. Nilai pH yang disarankan berkisar dari 7,8 hingga 8,5. Faktor utama yang mempengaruhi pH berupa keberadaan karbondioksida pada air di kolam budidaya [7].

2.9 Salinitas

Salinitas atau tingkat keasinan air merupakan salah satu faktor yang menentukan tingkat kelangsungan hidup pada udang, karena budidaya pada salinitas rendah dapat menyebabkan pertumbuhan udang menjadi lambat dan berakhir pada penurunan populasi. Akan tetapi pada udang jenis Vaname ini memiliki rentang Salinitas yang cukup luas sehingga udang jenis ini dapat hidup meskipun lokasi budidaya dengan salinitas rendah. Range salinitas pada udang Vaname ini berkisar pada 33-40 ppt untuk pertumbuhan yang optimal, namun udang Vaname bisa bertahan dengan range 0,5 – 40 ppt [2].

3. DESAIN SISTEM

3.1 Analisis Permasalahan

Banyak petambak yang tidak mengerti seberapa penting kualitas air dalam kolam budidaya dapat mempengaruhi kelangsungan hidup udang. Apabila adanya suatu masalah seperti tingkah laku pada udang yang tidak semestinya, petambak yang tidak bekerja sama dengan PT/CV akan berkonsultasi kepada sesama petambak lainnya, dimana ini bisa menjadi salah satu penyebab salahnya informasi yang bisa berakibat fatal pada penebaran berikutnya.

3.2 Desain Sistem

Pembuatan aplikasi ini terdiri dari dua bagian utama yaitu untuk memonitoring air dan mendiagnosa penyakit pada udang. Data rule penyakit didapatkan dari hasil wawancara dengan pakar, yang dimana pada tiap penyakit akan dikelompokkan berdasarkan gejala yang sudah ditentukan. Dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

3.2.1 Data Gejala dan Penyakit

Tabel 1. Tabel Penyakit

No.	Gejala Klinis
G1	Bintik putih di kulit
G2	Kemerahan pada tubuh udang
G3	Hilangnya nafsu makan udang
G4	Berenang dipermukaan air
G5	Karapas berwarna kecoklatan
G6	Bercak hitam pada karapas
G7	Kotoran berwarna putih mengambang di kolam budidaya/ancho
G8	Saluran hepatopankreas (dibagian perut yang terisi makanan) mengecil dan berwarna keputihan
G9	Usus udang kosong
G10	Saluran hepatopankreas (dibagian yang terisi makanan) berwarna kekuningan
G11	Bagian kepala udang membengkak
G12	Ekor udang berwarna kemerah – merahan
G13	Warna kuning pada bagian kepala udang
G14	Insang udang berwarna pucat atau kecoklatan
G15	Saluran pencernaan & hepatopankreas pucat dan mengecil

G16	Kulit udang lunak
G17	Bintik hitam pada hepatopankreas
G18	Udang lemas dan tenggelam didasar kolam
G19	Insang udang berwarna putih pucat
G20	Insang udang berwarna kecoklatan
G21	Insang udang berwarna hitam
G22	Pertumbuhan udang yang tidak merata
G23	Punggung udang menjadi putih khususnya dibagian pencernaan
G24	Terhambatnya pertumbuhan karapas
G25	Udang tampak lemas dan pucat
G26	Ruas bawah hingga ekor memerah
G27	Udang mengalami disorientasi
G28	Ada bercak merah disekujur tubuh
G29	Bercak hitam pada bagian yang berubah warna
G30	Kematian udang
G31	Udang mati saat molding

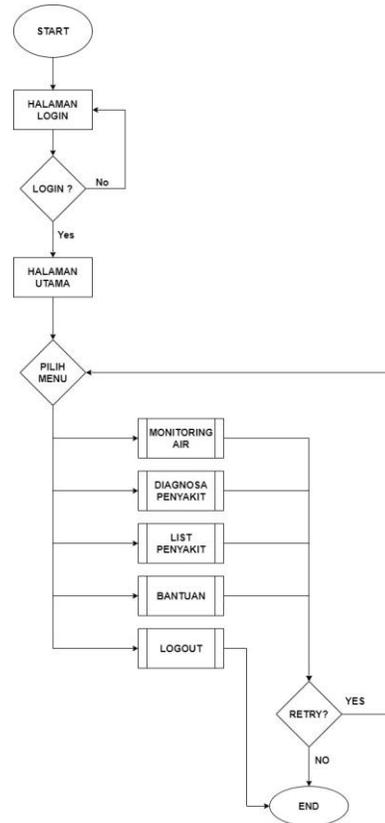
Tabel 2. Tabel Gejala

No.	Nama Penyakit Udang	Gejala Klinis
P1	Penyakit Bintik Putih / White Spot Disease	G1,G2,G3,G4
P2	Penyakit Bintik Hitam / Black Spot Disease	G5,G6
P3	Penyakit Kotoran Putih / White Feces Disease	G7,G8,G9
P4	Penyakit Kepala Kuning / Yellow Head Disease	G10,G11,G12,G13,G14
P5	Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease	G15,G16,G17,G18,G30
P6	Penyakit Insang Hitam / Black Gill Disease	G19,G20,G21
P7	Enterocytozon Hepatopenaeci/EHP	G22,G23
P8	Infectious Hypodermal and Hematopoietic Necrosis Virus/IHHNV	G22,G24,G30
P9	Penyakit Myo / Infectious Myonecrosis Virus	G25,G26
P10	Taura Syndrome/TSV	G16,G25,G27,G28,G29,G30

3.2.2 Flowchart

Metode ini digunakan untuk mengumpulkan data yang digunakan sebagai rule dasar atau basis knowledge yang dimana digunakan

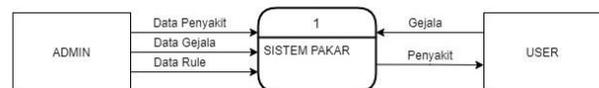
untuk menentukan penyakit yang menyerang udang. Langkah-langkah yang akan dilakukan pada tahap perancangan berupa perancangan Data Flow Diagram, Flowchart Aplikasi dan Conceptual Data Model. Dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart program

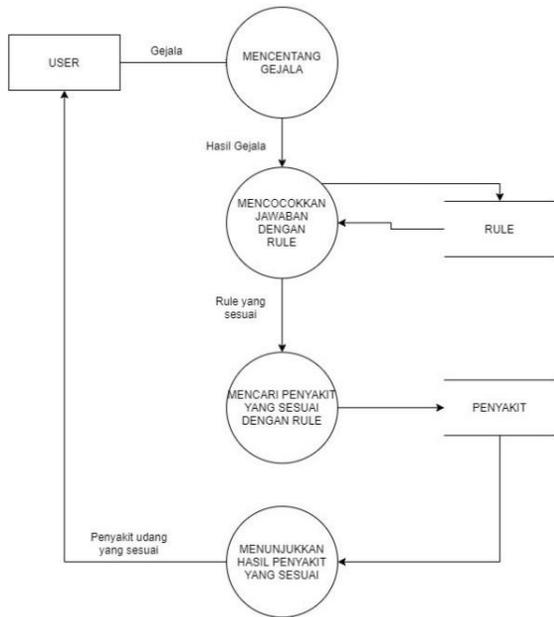
3.2.3 Data Flow Diagram Sistem

Pada Context Diagram ini menjelaskan mengenai alur data pada sistem pakar. Admin menginputkan data berupa data gejala penyakit dan data rule kedalam database. Kemudian data yang sudah masuk ke dalam database tersebut, akan digunakan oleh pengguna untuk melakukan diagnosa penyakit melalui inputan gejala dari pengguna dan hasilnya berupa kesimpulan penyakit yang diderita oleh udang.



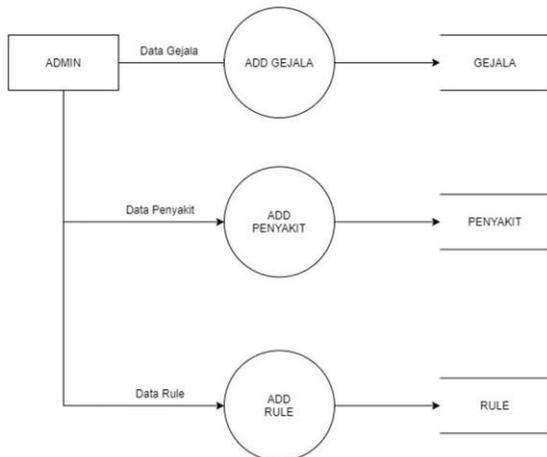
Gambar 2. Context Diagram

Dari Context Diagram yang telah dijabarkan pada gambar 2, kemudian alur proses dijabarkan menjadi DFD antar pengguna dan sistem pakar. Hal yang pertama merupakan pengguna memasukkan gejala yang kemudian dikirimkan kedalam sistem pakar. Lalu sistem pakar memproses jawaban pengguna dengan mencocokkan jawaban dengan rule yang ada. Setelah menemukan rule yang sesuai, maka sistem akan mengeluarkan hasil yang sesuai dengan gejala yang dimasukkan oleh pengguna. DFD dari penjabaran Context Diagram antara pengguna dan sistem pakar dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. DFD Pengguna dan Sistem Pakar

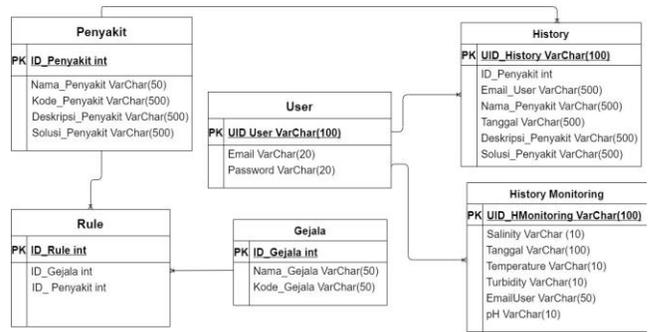
Selain DFD antara pengguna dan sistem pakar, Context Diagram juga dijabarkan menjadi DFD mengenai alur proses *admin* dengan sistem pakar. Hal yang pertama dalam alur ini adalah admin memasukkan data yang diperlukan kedalam sistem pakar. Sistem pakar akan menyimpan data tersebut kedalam *database* sehingga dapat diakses sewaktu-waktu apabila dibutuhkan oleh sistem pakar. DFD dari penjabaran *Context Diagram* antara *admin* dan sistem pakar dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. DFD Admin dan Sistem Pakar

3.2.4 Entity Relationship Diagram Sistem

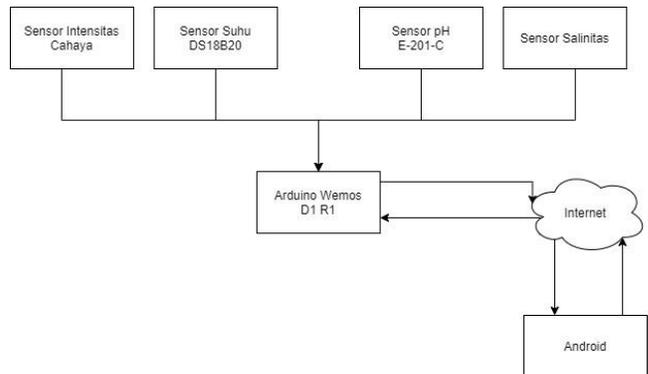
Berikut merupakan ERD dari sistem pada aplikasi yang saya gunakan. Pada ERD ini terdapat beberapa tabel, yaitu tabel penyakit, gejala, rule, user, history dan history monitoring. Pada tabel dijelaskan bahwa setiap penyakit dan gejala bisa memiliki lebih dari satu *rule*. Begitu juga dengan *user* dimana setiap user bisa memiliki banyak *history*. Tabel ini diisi berdasarkan hasil wawancara dengan pakar yang akan dijadikan sebagai base rule awal untuk sistem pakarnya. Dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. ERD Sistem

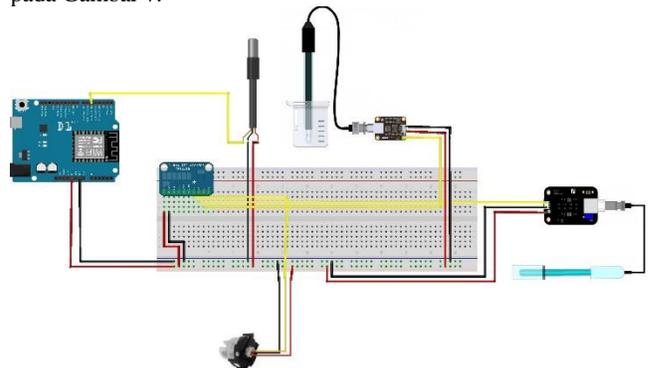
3.2.5 Blok Diagram Arduino

Blok diagram pada Gambar 6 merupakan blok diagram yang digunakan untuk menjelaskan sistem pengiriman data sensor secara keseluruhan. Desain perangkat untuk monitoring kualitas air, dimana masing-masing sensor akan dihubungkan ke mikrokontroler wemos D1. Wemos D1 berguna untuk membaca data yang diterima dari tiap sensor dan dikirimkan ke *database* menggunakan *Wi-Fi* dan nantinya akan ditampilkan di Android.



Gambar 6. Blok Diagram Rangkaian

Gambar 6 merupakan desain keseluruhan rangkaian listrik yang digunakan untuk monitoring air, dimana di gambar menggunakan *breadboard* untuk menyatukan semua pin pada sensor yang kemudian akan dibaca pada mikrokontroler. Berikut merupakan rangkaian listrik yang digunakan pada aplikasi ini. Dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian Listrik Arduino

3.3 Desain Tampilan

Desain tampilan aplikasi prototype sebagai gambaran awal untuk user interface dari aplikasi sistem pakar dan internet of things. Berikut merupakan gambaran desain halaman utama dari aplikasi

dimana memiliki menu untuk mengakses fitur diagnosa penyakit, list penyakit, dan monitoring kualitas air. Dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Desain halaman utama aplikasi

Berikut merupakan gambaran desain halaman diagnosa penyakit, dimana user akan mencentang gejala apa saja yang terjadi pada udang, kemudian klik tombol confirm untuk memulai diagnosa berdasarkan gejala yang telah dipilih. Dapat dilihat pada Gambar 9.



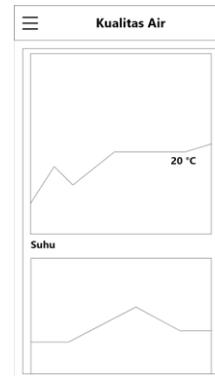
Gambar 9. Desain Halaman Diagnosa Penyakit

Berikut merupakan gambaran desain halaman detail penyakit, dimana pada halaman ini hanya menampilkan penyakit apa saja yang terdaftar didalam database. Dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Desain Halaman Detail Penyakit

Berikut merupakan gambaran desain halaman monitoring kualitas air, dimana dihalaman ini menampilkan data dari sensor yang digunakan, dimana data akan secara realtime dikirimkan dari sensor kedalam database dan data tersebut akan disajikan didalam menu tersebut. Dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Desain Halaman Kualitas Air

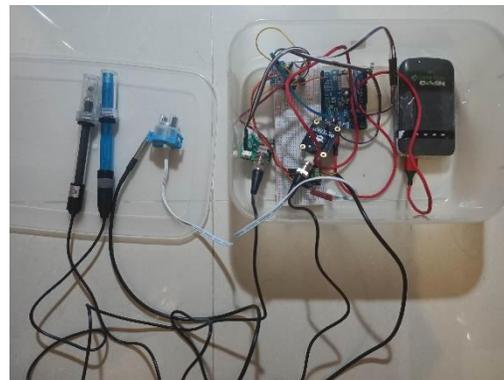
4. PENGUJIAN SISTEM

Pengujian dilakukan pada tambak udang Vaname, dimana akan dilakukannya 2 pengujian. Yang pertama berupa pengujian alat Internet of Things pada satu kolam budidaya udang Vaname, dan yang kedua berupa Sistem Pakar. Pengujian sistem dilakukan pada perangkat dengan spesifikasi :

- Nama : OPPO Reno 3
- Waktu rilis : 2020, Maret
- Sistem operasi : Android 10, ColorOS 7
- Prosesor : Octa-core (2x2.2 GHz Cortex-A75 & 6x2.0 GHz Cortex-A55)
- GPU : PowerVR GM9446
- RAM : 8GB

4.1 Hasil Pengujian Arduino

Pengujian Arduino dilakukan untuk menunjukkan hasil dari monitoring air ditambah. Implementasi alat dilakukan dengan menggunakan 4 sensor yang dihubungkan pada Wemos D1 dimana Arduino akan dinyalakan menggunakan *powerbank* sebagai sumber daya agar dapat mengirimkan data secara *realtime* kedalam *database*. Dapat dilihat pada Gambar 12.

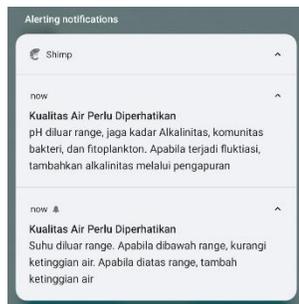


Gambar 12. Rangkaian Pengujian Arduino

Hasil pengujian dari sensor dilakukan pada salah satu tambak udang vaname saja. Arduino akan dinyalakan menggunakan power bank dan sensor akan dicelupkan kedalam salah satu kolam budidaya, dimana sensor dapat membaca data dengan cukup baik, dengan turbidity terbaca 0, pH terbaca 7.75, temperature 29.37 °C, dan salinitas 28.01 mS/cm. Dapat dilihat pada Gambar 13. Apabila ada angka yang diluar dari range yang ditentukan akan mengirimkan notifikasi otomatis. Dapat dilihat pada Gambar 14.

Shimp
Turbidity (Ideal 25 - 400 NTU) :
0
pH (Ideal 7,8 - 8,5) :
7.75
Temperature (Ideal 26 - 32 °C) :
29.37
Salinity (Ideal 24.7 - 46.25 mS/cm) :
28.01

Gambar 13. Pengujian sensor



Gambar 14. Notifikasi dari sensor

4.1.1 Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pengujian sensor dilakukan dengan cara membandingkan nilai yang diterima dengan thermometer digital. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Percobaan	Pengukuran Sensor (°C)	Pengukuran Termometer (°C)	Error
1	25.0	26.1	1.1
2	27.9	28.3	0.5
3	29.4	28.7	0.3
4	33.9	34.7	0.8
5	34.7	34.2	0.5
Rata-rata error			0.64

4.1.2 Pengujian Sensor Salinitas

Pengujian sensor dilakukan dengan cara membandingkan nilai yang diterima dengan refractometer. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Sensor Salinitas

Percobaan	Pengukuran Sensor (mS/cm)	Pengukuran Refraktometer (mS/cm)	Error
1	50.23	48.64	1.59

2	46.24	47.62	1.38
3	30.73	34.89	4.16
4	23.24	20.90	2.34
5	14.69	17.02	2.33
Rata-rata error			2.36

4.1.3 Pengujian Sensor pH

Pengujian sensor dilakukan dengan cara membandingkan nilai yang diterima dengan pH Meter. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Sensor pH

Percobaan	Pengukuran Sensor	Pengukuran pH meter	Error
1	7.7	8.1	0.4
2	8.1	7.6	0.5
3	7.1	6.8	0.3
4	5.4	5.3	0.1
5	4.4	4.1	0.3
Rata-rata error			0.32

4.2 Pengujian Sistem Pakar

Untuk mengetahui pendapat pengguna mengenai penggunaan aplikasi ini, maka dilakukan penelitian dengan cara memberikan kuesioner kepada beberapa pengguna yang menggunakan aplikasi ini termasuk pakar dan juga praktisi di tambak. Data dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengujian Sistem Pakar

No	Gejala	Diagnosa	Output	Keterangan
1	G4, G3, G13	Yellow Head Disease	White Spot Disease	Sesuai
2	G1, G3, G4	White Spot Disease	White Spot Disease	Sesuai
3	G17, G4, G16, G15	Acute Hepatopanc reatic Necrosis Disease	Acute Hepatopanc reatic Necrosis Disease	Sesuai
4	G26, G27, G28	Infectious Myonecrosis Virus	Infectious Myonecrosis Virus	Sesuai
5	G28, G29, G30	Taura Syndrome	Taura Syndrome	Sesuai

Rata-Rata	100%
-----------	------

4.3 Pengujian Sistem Pakar

Setelah program telah dibuat, 5 responden yang bekerja di tambak yang telah memiliki pengalaman dalam bidang perikanan setidaknya lebih dari 5 Tahun, diminta untuk menjalankan aplikasi. Setelah selesai mencoba dan melihat aplikasi, responden diminta untuk mengisi kuesioner.

Dari 5 responden, 20% berpendapat bahwa tampilan user interface pada aplikasi termasuk dalam kategori sangat baik. 80% berpendapat bahwa sudah baik.

Dari 5 responden, 20% berpendapat bahwa aplikasi dapat bekerja dengan sangat baik. 80% responden berpendapat dengan nilai baik.

Dari 5 responden, 80% berpendapat bahwa penilaian mengenai kemudahan dalam penggunaan aplikasi dinilai sangat baik. 20% responden sisanya berpendapat dengan dinilai baik.

Dari 5 responden, 20% berpendapat mengenai apakah aplikasi dapat mempermudah dalam membantu diagnosa dan membaca data parameter air di tambak dengan nilai sangat baik. 80% sisanya berpendapat dengan nilai baik.

Dari 5 responden, 40% berpendapat mengenai apakah aplikasi dapat mendiagnosa penyakit dengan baik sesuai dengan pengalaman dan informasi yang dimiliki dengan nilai sangat baik. 40% berpendapat mengenai apakah aplikasi dapat mempermudah dalam membantu diagnosa dan membaca data parameter air di tambak dengan nilai baik. Dan 20% sisanya berpendapat bahwa aplikasi dinilai cukup.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembuatan aplikasi sistem pakar diagnosa penyakit pada udang dan sistem monitoring kualitas air pada tambak, dapat ditarik kesimpulan, yaitu :

Dengan adanya aplikasi ini, user dapat lebih mudah dalam melihat parameter air saat ditambak, serta user dapat mengetahui penyakit apa yang sedang diderita oleh udang serta penanganan dan solusinya dikarenakan bisa dilakukan secara online tanpa harus bertemu dengan pakar pada saat itu juga.

Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik tambak dapat disimpulkan bahwa aplikasi memiliki desain yang cukup bagus dan mudah digunakan oleh pengguna. Dalam segi kebutuhan, program cukup mampu dalam memenuhi kebutuhan. Perlu adanya kalibrasi secara rutin agar nilai yang terukur dari sensor tetap valid.

Berdasarkan dari percobaan yang dilakukan oleh pakar, dapat disimpulkan bahwa aplikasi dapat mendiagnosa dengan cukup baik, dimana setelah dilakukan 5 kali percobaan mendapatkan hasil diagnosa dengan tingkat akurasi 100%. Serta dalam segi penggunaan dari aplikasi dinilai mudah.

5.2 Saran

Saran yang dapat digunakan untuk pengembangan aplikasi, maupun penelitian serupa untuk lebih lanjut diantaranya :

Dapat diintegrasikan dengan web untuk sistem administrasi dan untuk pengaturan alat Internet of Things seperti dapat dibuatkan sistem agar *user* dapat mengkonfigurasi koneksi internet yang akan dihubungkan ke Arduino.

Dapat menggunakan *database* lain seperti MySQL, dikarenakan kurangnya efisiensi apabila menggunakan *database* NoSQL pada data yang menggunakan *relationship*.

Menambah input data parameter air untuk melengkapi detail pada tambak yang sedang diobservasi. Seperti menambahkan textbox untuk ketinggian air, debit air, pengukuran menggunakan *secchi disk*, dan sebagainya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adiwijaya, D., Supto, P.R., Sutikno Sugeng, E., dan Subiyanto. "Budidaya udang vannamei (*Litopenaus Vannamei*)", Departemen Kelautan dan Perikanan, 2003.
- [2] Adiwijaya, D., Supito., I. Sumantri. "Penerapan teknik budidaya udang vannamei (*Litopenaus Vannamei*) Semi Intensif pada Lokasi Tambak Salinitas Tinggi", Departemen Kelautan dan Perikanan, 2008
- [3] Boyd, C.E. & Fast, A.W. "Pond monitoring and management. Marine Shrimp Culture Principles and Practices", Elsevier Science Publishing Comp. Inc, New York, 1992.
- [4] Hayadi, H. 2018. *Sistem Pakar*. Yogyakarta: deepublish.
- [5] Indonesia Students. 2017. 3 Pengertian Udang dan Klarifikasinya Menurut Para Ahli Lengkap. URL=<https://www.indonesiastudents.com/pengertian-udang-dan-klarifikasinya-menurut-para-ahli/>
- [6] inFishta. 2020. 4 Faktor Penting Untuk Manajemen Kualitas Air Tambak Udang Vaname. URL=<https://infishta.com/blogs/empat-faktor-penting-untuk-manajemen-kualitas-air-tambak-udang-vaname?lang=en>
- [7] Kordi, M. G., & Andi, B. T., *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan*, Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2009.
- [8] lelykesehatan. 2020. *Kekeruhan Air*. URI=<https://lelykesehatan.wordpress.com/2011/03/19/kekeruhan-air/#:~:text=Kekeruhan%20disebabkan%20oleh%20adanya%20bahan,plankton%20dan%20mikro%20organism%20lain>.
- [9] Novie. 2013. *Kecerahan dengan Secchi Disk*. URL=<https://environmentalchemistry.wordpress.com/2013/01/24/kecerahan-dengan-secchi-disk/>
- [10] Tutik, Kadek, Gusti Ayu, dkk. 2009. Penerapan Forward Chaining Pada Program Diagnosa Anak Penderita Autisme. Universitas Kristen Duta Wacana : Yogyakarta.