

# Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ikan Arwana dengan Menentukan Tingkat Kualitas Air Menggunakan *Forward Chaining* dan *Simple Additive Weighting*

Kevin Christian <sup>1</sup>, Djoni Haryadi Setiabudi <sup>2</sup>, Hans Juwiantho <sup>3</sup>  
Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra  
Jl. Siwalankerto 121 - 131 Surabaya 60236  
Telp. (031) - 2983455, Fax. (031) - 8417658

Email : c14180089@john.petra.ac.id <sup>1</sup>, djonih@petra.ac.id <sup>2</sup>, hans.juwiantho@petra.ac.id <sup>3</sup>

## ABSTRAK

Ikan arwana selalu memiliki daya tarik tersendiri bagi masyarakat Indonesia, maupun mancanegara. Namun setiap makhluk hidup pasti pernah terserang penyakit, termasuk ikan arwana sendiri. Penyakit pada arwana sering kali tidak teridentifikasi dengan baik oleh penghobi maupun pemula karena banyak parameter yang harus diperhatikan. Salah satu masalah dalam mengidentifikasi penyakit arwana adalah masalah kesesuaian parameter air dengan ikan arwana.

Sistem pakar dilengkapi dengan metode *Forward Chaining* dan *Simple Additive Weighting*. *Forward Chaining* memungkinkan sistem pakar menanyakan pertanyaan yang dibutuhkan saja. *Simple Additive Weighting* digunakan untuk menentukan tingkat kecocokan parameter pada ikan arwana. Metode ini memungkinkan kita untuk menentukan apakah kualitas air cocok dengan ikan arwana dengan melakukan perhitungan berdasarkan bobot parameter air dengan cepat.

Pengujian dilakukan oleh 2 pakar pada 20 ikan arwana. Hasil pengujian pada sistem pakar diagnosa penyakit ikan arwana didapat tingkat akurasi kesesuaian dengan pakar dengan nilai akurasi 95 %.

**Kata Kunci:** sistem pakar, *Forward Chaining*, *Simple Additive Weighting*, diagnosa penyakit ikan arwana, kecocokan kualitas air pada arwana

## ABSTRACT

*arwana fish always has its own charm for the people of Indonesia, as well as foreign countries. But every living thing must have been stricken with disease, including the arwana fish itself. Diseases in arwana are often not well identified by hobbyists and beginners because there are many parameters that must be considered. One of the problems in identifying arwana disease is the problem of the suitability of water parameters with arwana fish.*

*This expert system is equipped with Forward Chaining and Simple Additive Weighting methods. Forward Chaining allows the expert system to ask only the questions it needs. Simple Additive Weighting is used to determine the level of suitability of parameters in arwana fish. This method allows us to determine whether the water quality is suitable for the arwana fish by performing calculations based on the weight of the water parameters quickly.*

*Tests were carried out by 2 experts on 20 arwana fish. The test results on the expert system for diagnosing arwana fish disease obtained an accuracy level of conformity with the expert with an accuracy value of 95%.*

**Keywords:** *expert system, Forward Chaining, Simple Additive Weighting, diagnosis of arwana fish disease, suitability of water quality in arwana*

## 1. PENDAHULUAN

Ikan arwana merupakan ikan khas Indonesia yang dilindungi, namun masih boleh untuk diperdagangkan dengan pemasangan chip pada ikan arwana [6]. Setiap makhluk hidup pasti pernah terserang penyakit, termasuk ikan arwana sendiri. Penyakit pada arwana sering kali tidak teridentifikasi dengan baik karena banyak parameter yang harus diperhatikan. Masalah dalam mengidentifikasi penyakit arwana adalah ketidaksesuaian parameter air. Ketidakcocokan parameter air dengan ikan arwana mengakibatkan ikan arwana dalam kondisi buruk [12]. Jika tidak ada pengecekan terhadap parameter air secara berkelanjutan akan mengakibatkan kematian pada ikan.

Sistem pakar adalah aplikasi berbasis komputer yang digunakan untuk menyelesaikan masalah seperti yang dipikirkan pakar [4]. Sistem pakar dirancang untuk mewakili seorang pakar yang tidak dapat dihubungi atau sedang berhalangan. Pakar disini adalah ahli yang memiliki kemampuan pada suatu bidang yang tidak dimiliki oleh orang awam. Kualitas dari sistem pakar sangat bergantung pada pakar dan saat merepresentasikan pengetahuan ke dalam sistem pakar.

Metode *Forward Chaining* merupakan metode penalaran yang digunakan dalam mesin inferensi, dimana metode ini dimulai dengan data untuk menuju pada suatu kesimpulan [14]. Metode ini menggunakan logika *IF Then Rules* untuk menghasilkan sebuah fakta. Metode ini menggunakan rules *AND* dan *OR* sebagai logikanya.

Metode *Simple Additive Weighting* sering disebut sebagai metode penjumlahan terbobot [5]. metode ini menggunakan bobot pada kriteria, lalu diubah ke bentuk normal dari kriteria tersebut sehingga dapat digunakan untuk menentukan persentase. Bobot dari setiap kriteria yang diperoleh dapat diperoleh dari banyak sumber salah satunya adalah pakar.

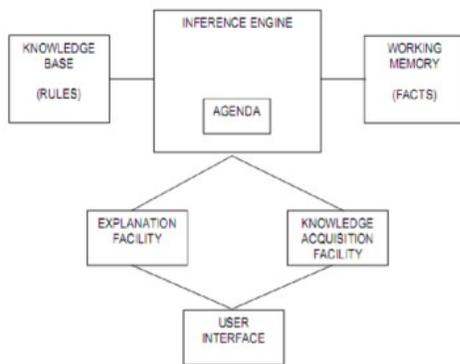
Terdapat beberapa penelitian serupa, Alkadri & Abdullah [1] melakukan penelitian pada arwana. Pada penelitian ini mengharuskan *user* menginputkan suatu nilai terhadap gejala pada database, tanpa ada *inferensi*. dengan tingkat akurasi 70 %. Penelitian yang dilakukan Sihotang [10], dikatakan memiliki kelemahan pada pemberian nilai *range* dengan tingkat akurasi 87 % dengan perbandingan dengan pakar. Sumantorno. et al [11] melakukan penelitian pada ikan lele menggunakan *Certainty Factor*. Dikatakan pada penelitian ini kelemahan pada metode

*Certainty Factor* adalah ketika gejala yang ada sangat kecil. Pakar harus lebih detail lagi dalam membuat daftar gejala, penyakit, dan bobot yang menyertainya sehingga hasilnya dapat lebih akurat. prakasiwi & wiranata [7] melakukan penelitian pada ikan arwana, pada penelitian ini hasilnya hanya menjelaskan bahwa sistem sangat membantu. Thenardo & Siddik [13] melakukan penelitian terhadap berbagai macam jenis ikan, namun setiap ikan memiliki penyakit dan gejala yang berbeda. Sehingga diagnosa akan meluas.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Sistem Pakar

Sistem pakar adalah aplikasi berbasis komputer yang digunakan untuk menyelesaikan masalah sebagaimana yang dipikirkan pakar [4]. Pakar yang dimaksud adalah orang yang memiliki keahlian khusus yang dapat menyelesaikan masalah yang tidak dapat diselesaikan oleh orang awam. Struktur sistem pakar akan menjelaskan komponen - komponen yang ada dalam sistem pakar. Dalam sistem pakar kita memiliki *rule* sebagai pengetahuan pakar, lalu *inference engine* akan mencari *rules - rules* yang akan digunakan dan menyimpan semua fakta pada *working memory*. Sistem pakar juga memiliki *interface* untuk *user* (mendapat penjelasan diagnosa) / *admin* (mengolah data yang didapat dari pakar). Struktur sistem pakar dapat dilihat pada Gambar 1 [9]. Dengan detail sebagai berikut:



Gambar 1. Struktur Sistem Pakar

- Knowledge Base (Basis Pengetahuan)**  
 Basis pengetahuan mengandung pengetahuan untuk pemahaman, formulasi, dan penyelesaian masalah. Sistem pakar disusun atas fakta dan aturan. Fakta berupa informasi dalam area permasalahan, sedangkan aturan merupakan suatu informasi untuk menemukan fakta baru dari fakta yang telah ada. Knowledge base berupa suatu kondisi *IF* <kondisi> *Then* <aksi>.
- Inference Engine (Mesin Inferensi)**  
 Mesin inferensi merupakan otak dari sebuah sistem pakar. Komponen ini mengandung mekanisme pola pikir dan penalaran seorang pakar dalam menyelesaikan suatu masalah.
- Working Memory**  
 Berguna untuk menyimpan fakta yang dihasilkan oleh inference engine dengan penambahan parameter berupa derajat kepercayaan atau dapat juga dikatakan sebagai global database dari fakta yang digunakan oleh aturan - aturan yang ada.
- Explanation Facility**  
 Menyediakan Kebenaran dari solusi yang dihasilkan kepada user (reasoning chain)
- Knowledge Acquisition Facility**

Meliputi proses pengumpulan, pemindahan dan perubahan dari kemampuan pemecahan masalah seorang pakar atau sumber pengetahuan terdokumentasi ke program komputer, yang bertujuan untuk memperbaiki atau mengembangkan basis pengetahuan.

- User Interface**

Mekanisme untuk memberi kesempatan kepada user dan sistem pakar untuk berkomunikasi. Antar muka menerima informasi dari user dan mengubahnya ke dalam bentuk yang dapat diterima oleh sistem. Sistem akan mengolah informasi tersebut untuk disajikan kepada user.

### 2.2 Forward Chaining

*Forward chaining* adalah teknik pencarian yang dimulai dengan fakta yang diketahui, kemudian mencocokkan fakta-fakta tersebut dengan bagian *IF* dari rule *IF-THEN*. Bila ada fakta yang cocok dengan kondisi *IF*, maka rule tersebut dapat dieksekusi. Bila sebuah *rule* dieksekusi, maka sebuah fakta baru ditambahkan ke dalam *database* [8]. Algoritma yang digunakan adalah sebagai berikut [2]:

- Langkah pertama adalah inialisasi. Inialisasi memerlukan tiga tabel, yaitu tabel *Working Memory*, tabel *Attribute Queue*, dan tabel *Rule / Premis* Status. Tabel *Working Memory* digunakan untuk menyimpan setiap input dan fakta baru yang didapat. Tabel *Attribute Queue* digunakan untuk memeriksa setiap attribute maupun value yang sedang diproses. Tabel *Rule / Premis* Status digunakan untuk menyimpan semua rule dan premis yang ada. Pada tahap inialisasi ini tabel *Working Memory* dan *Attribute Queue* akan dikosongkan datanya. *Rules* akan diberikan status *Active* (A) dan *unmarked* (U), sedangkan setiap premis diberi status *Free Free Clause* (FR). Dalam algoritma ini terdapat beberapa status lain yang akan diberikan pada suatu *rules / premis*, yaitu :

A = <i>Active Rule</i>	FD = <i>Fired Rule</i>
D = <i>Discarded Rule</i>	FR = <i>Free Clause</i>
U = <i>Unmarked Rule</i>	FA = <i>False Clause</i>
M = <i>Marked Rule</i>	TU = <i>True Clause</i>
TD = <i>Triggered Rule</i>	

- Mengambil *value* dari *attribute* pada tabel premis. *Attribute* ini akan disimpan pada tabel *Attribute Queue* lalu untuk *value* dari *attribute* akan disimpan ke dalam tabel *Working Memory*.
- Memulai proses pemeriksaan untuk mengecek ada tidaknya kesamaan dengan premis dari rule. Mencari rule yang aktif, jika tidak ada maka pencarian akan dihentikan. Jika ada, maka mencocokkan rule yang status nya masih *Active* (A) dengan *value* dari atribut pada bagian teratas tabel *Attribute Queue*. Untuk premis yang bernilai benar maka diberi tanda *True Clause* (TU), sedangkan untuk premis yang tidak sesuai akan diberi tanda *False Clause* (FA).
- Untuk premis yang bernilai salah pada salah satu *rule*, ubah status *rul*enya menjadi D untuk menandai bahwa *rule* tersebut sudah tidak digunakan.
- Jika ada rule yang semua premisnya bernilai benar, maka berikan tanda TD pada status *rule* untuk menunjukkan bahwa rule tersebut dapat dijalankan dan fakta baru akan disimpan ke dalam table *working memory*.
- Jika tidak ada rule yang statusnya TD, lanjutkan ke langkah nomor 5, bila ada lanjutkan *rule* yang statusnya TD kembali ke langkah nomor 4.

7. Selanjutnya hapus attribute teratas pada tabel Attribute Queue dan ubah juga statusnya.
8. Hapus bagian teratas yang pada bagian tabel Attribute Queue.
9. Carilah *rule* yang statusnya masih A dan U. Jika ada rule yang ditemui diberi tanda M pada *rule* yang pertama kali ditemukan dalam pencaharian.
10. Pada rule yang diberikan tanda M gunakan *rule* tersebut untuk ditanyakan kepada *user*. Bila *user* memberikan jawaban lanjutkan langkah nomor 8, bila tidak maka langkah ini akan diulang pada setiap rule bertanda M. Bila premis pada rule telah diperiksa, kembali ke langkah nomor 6.
11. Masukkan *attribute* dari *rule* ke dalam bagian teratas dari tabel *Attribute Queue*, masukkan *value* dari atribut tersebut ke dalam *working memory* untuk menyimpan fakta, lalu kembali ke langkah nomor 3.

### 2.3 Simple Additive Weighting

Metode *Simple Additive Weighting* (SAW) sering juga dikenal dengan istilah metode penjumlahan terbobot [5]. Metode ini mencari penjumlahan terbobot dari tiap atribut kriteria yang ada. Metode ini membutuhkan proses normalisasi matriks keputusan ke suatu skala lalu dibandingkan dengan semua bobot kriteria yang ada. Formula perhitungan terbagi menjadi 2 yaitu untuk *benefit* dan *cost*. *Benefit* digunakan saat suatu nilai tertinggi dianggap terpenting (nilai keuntungan). Rumus formula perhitungan untuk *benefit* dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$\Gamma_{ij} = \frac{X_{ij}}{\text{Max } X_{ij}} \quad (1)$$

*Cost* jika suatu nilai terkecil dianggap terpenting. Rumus formula perhitungan untuk *cost* dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$\Gamma_{ij} = \frac{\text{Min } X_{ij}}{X_{ij}} \quad (2)$$

- $j$  (*benefit*) = Mementingkan nilai terbesar
- $j$  (*cost*) = Mementingkan nilai terendah
- $\text{Max } X_{ij}$  = Nilai terbesar dari setiap kriteria  $i$
- $\text{Min } X_{ij}$  = Nilai terkecil dari setiap kriteria  $i$
- $X_{ij}$  = Nilai atribut yang dimiliki setiap kriteria

Proses terakhir dalam perhitungan metode *Simple Additive Weighting* (SAW) adalah dengan melakukan perhitungan pada tiap item dengan menjumlahkan nilai bobot setiap kriteria. Rumus untuk perhitungan tiap alternatif dapat dilihat pada persamaan berikut :

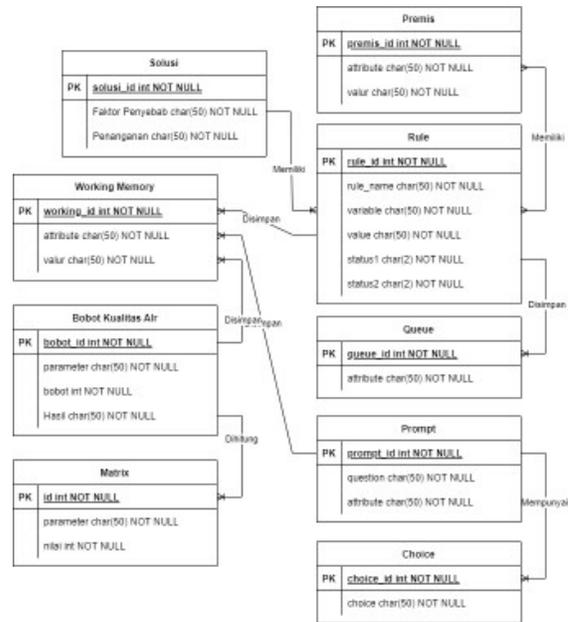
$$V_i = \sum_{j=1}^n W_j \Gamma_{ij} \quad (3)$$

- $V_i$  = *Rangking* untuk setiap alternatif
- $W_j$  = Nilai bobot *ranging* (tiap kriteria)
- $\Gamma_{ij}$  = Nilai *rangking* kinerja ternormalisasi

## 3. DESAIN SISTEM

### 3.1 Conceptual Data Model (CDM)

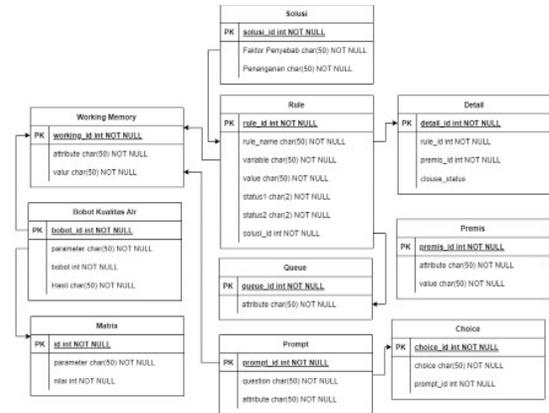
*Conceptual Data Model* (CDM) merupakan gambaran dari bentuk *database* secara konsep. Pada sistem pakar diagnosa penyakit ikan arwana memiliki beberapa tabel yaitu *rule*, premis, solusi, *working memory*, *queue*, *prompt*, *choice*, *matrix* dan bobot kualitas air. *Conceptual Data Model* (CDM) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Conceptual Data Model* (CDM)

### 3.2 Physical Data Model (PDM)

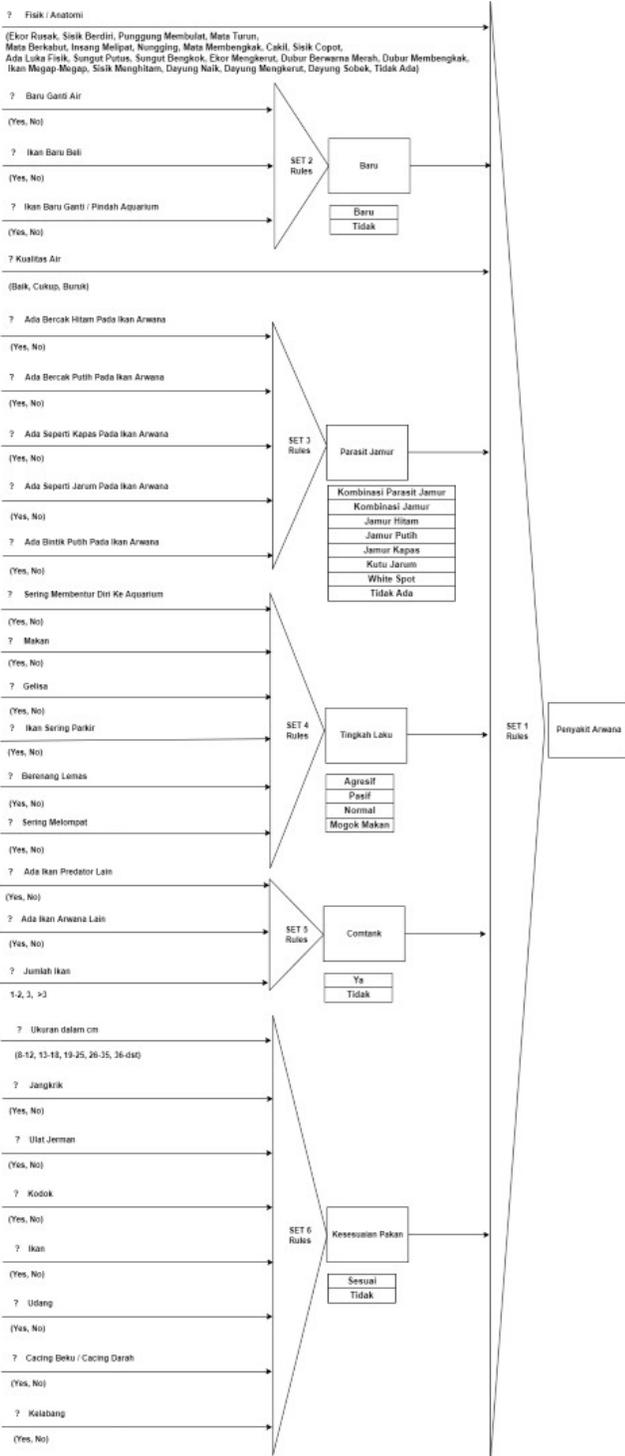
*Physical Data Model* (PDM) merupakan gambaran pemodelan *database* secara fisik atau bentuk fisik dari *database* yang akan digunakan. Bentuk fisik Ini merupakan hasil *database* dari *Conceptual Data Model* (CDM) pada Gambar 2. *Physical Data Model* (PDM) dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Physical Data Model* (PDM)

### 3.3 Dependency Diagram

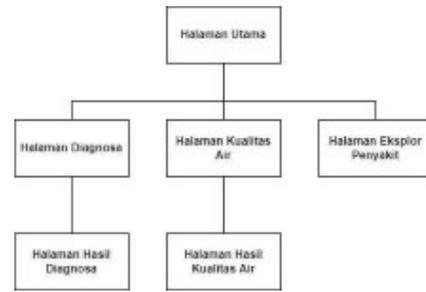
*Dependency diagram* dibuat untuk menggambarkan hubungan antara pertanyaan yang akan digunakan dalam sistem, *variable*, *output* (hasil) pada *rule* yang akan digunakan nantinya. Pada skripsi ini terdapat 6 *set rules* dan dibuat 2 tingkat. Hal ini bertujuan untuk sistem pakar dapat menanyakan pertanyaan-pertanyaan yang bergantung saja, sehingga tidak semua pertanyaan yang ada pada *database* akan ditanyakan kepada *user*. *Dependency diagram* pada aplikasi sistem pakar diagnosa penyakit ikan arwana dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Dependency Diagram Sistem Pakar

### 3.4 Desain User Interface

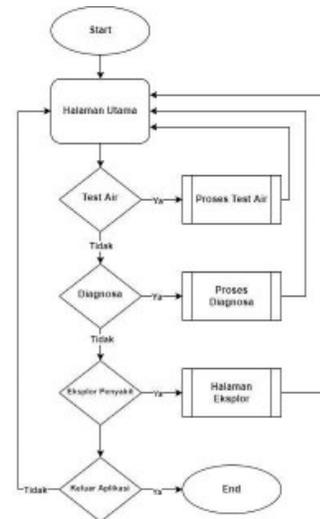
Desain *user interface* berupa prototipe untuk memberikan gambaran besar desain tampilan pada sistem pakar. Prototipe ini yang akan digunakan untuk acuan mendesain tampilan sistem pakar. Untuk mempermudah dapat melihat struktur menu pada Gambar 5.



Gambar 5. Struktur Menu

### 3.5 Flowchart

Pertama kali *user* dalam aplikasi ini dihadapkan dengan halaman utama. Halaman ini merupakan halaman untuk navigasi yang akan menuju ke halaman test air, diagnosa, dan juga eksplor penyakit. Flowchart halaman navigasi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Flowchart Halaman Navigasi



Gambar 7. Flowchart Proses Test Air

Setelah *user* masuk ke halaman test air, *user* akan mengikuti proses test air. Pada *flowchart* proses ini *user* memerlukan alat dalam pengamatan secara manual pada parameter air. Contohnya suhu

*user* membutuhkan termometer untuk mengukur. Dari pengecekan manual *user* akan input hasil ke dalam aplikasi untuk dilakukan perhitungan sehingga bisa didapatkan hasil kecocokan air. Flowchart ini dapat dilihat pada Gambar 7.

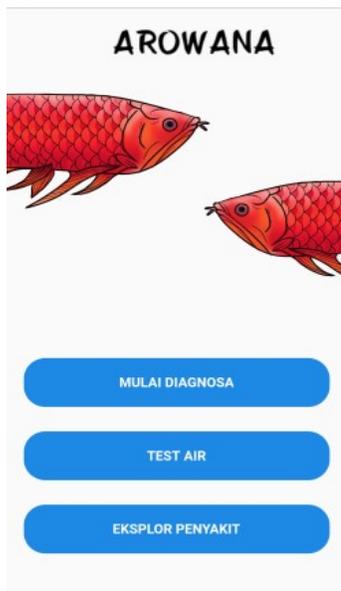
Pada *flowchart* diagnosa *user* akan menjawab beberapa pertanyaan yang akan ditampilkan berdasarkan inferensi. Setelah sistem mendapatkan jawaban sistem akan menampilkan hasil diagnosa. Flowchart dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Flowchart Halaman Diagnosa

## 4. PENGUJIAN

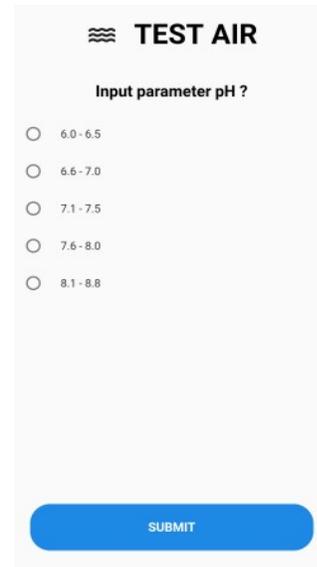
### 4.1 Pengujian Aplikasi



Gambar 9. Halaman Navigasi

Pada tampilan awal aplikasi *user* dihadapkan dengan menu navigasi. halaman digunakan untuk menuju halaman test air,

diagnosa, maupun eksplorasi penyakit. Halaman ini dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 10. Halaman Test Air

Jika *user* memilih menu test air, maka *user* akan diarahkan ke halaman test air. Halaman ini bertujuan untuk melakukan pengecekan terhadap parameter air.. Halaman pertanyaan tes air dapat dilihat pada Gambar 10.

Setelah *user* menjawab pertanyaan yang ada, sistem akan mengarahkan *user* menuju halaman hasil tes air. Halaman hasil tes kecocokan air dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Halaman Hasil Test Air

Jika *user* memilih menu diagnosa, *user* akan diarahkan ke menu diagnosa. Halaman ini digunakan untuk diagnosa pada arwana. Pada halaman ini sistem membutuhkan inputan dari *user* berupa pertanyaan. Setelah itu sistem akan memproses inputan dari *user* dengan metode *Forward Chaining*. Halaman pertanyaan sistem pakar dapat dilihat pada Gambar 12.

Gambar 12. Halaman Hasil Test Air

Sistem akan mengarahkan *user* menuju halaman hasil diagnosa sistem pakar setelah sistem mendapatkan jawaban. Halaman hasil diagnosa sistem pakar dapat dilihat pada Gambar 13.

Gambar 13. Halaman Hasil Diagnosa

## 4.2 Pengujian Sistem

Pengujian hasil diagnosa akan menggunakan 5 contoh ikan milik peneliti, 10 ikan milik pakar, dan 5 contoh ikan yang pernah ditangani oleh pakar. Pakar 1 bernama Achmad Khoirun dan Pakar 2 bernama Michael Christianto. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur berapa tingkat akurasi sistem pakar yang telah dibuat. Hasil pengujian yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Tabel Pengujian Sistem Pakar (Kecocokan Air)

No	Hasil Sistem	Pakar	Manual	Hasil
1	Baik (96.00 %)	Baik	0.960	Cocok

2	Buruk (50.57 %)	Buruk	0.5056666	Cocok
3	Cukup (77.83 %)	Cukup	0.7783	Cocok
4	Baik (93.50 %)	Baik	0.935	Cocok
5	Baik (96.00 %)	Baik	0.96	Cocok
6	Cukup (79.90 %)	Cukup	0.799	Cocok
7	Cukup (78.50 %)	Cukup	0.785	Cocok
8	Cukup (76.03 %)	Cukup	0.76033	Cocok
9	Buruk (53.90 %)	Buruk	0.538998	Cocok
10	Baik (90.27 %)	Baik	0.90266	Cocok
11	Baik (91.04 %)	Baik	0.91044	Cocok
12	Cukup (74.49 %)	Cukup	0.744871	Cocok
13	Baik (94.20 %)	Baik	0.942	Cocok
14	Cukup (76.29 %)	Cukup	0.762865	Cocok
15	Baik (94.33 %)	Baik	0.943333	Cocok
16	Buruk (58.54 %)	Buruk	0.585438	Cocok
17	Cukup (77.30 %)	Cukup	0.773047	Cocok
18	Cukup (74.89 %)	Cukup	0.748939	Cocok
19	Baik (91.40 %)	Baik	0.914	Cocok
20	Baik (91.40 %)	Baik	0.914	Cocok

Tabel 2. Tabel Pengujian Sistem Pakar (Diagnosa)

No	Sistem	Pakar 1	Pakar 2	Hasil
1	Gigit Ekor (Stress)	Gigit Ekor	Ikan Mengalami Gigit Ekor	Sesuai
2	Insang Melipat (Kualitas Air)	Insang Melipat	Insang Melipat atau Terlipat	Sesuai
3	Kembung (Pakan)	Kembung	Ikan Kembung	Sesuai
4	Kembung (Kurang Puasa)	Kembung	Ikan Kembung	Sesuai
5	Sisik Hitam (Jamur)	Sisik Hitam	Sisik Arwana menghitam	Sesuai
6	Kurang	Kurang	Ikan Kurang	Sesuai

	Oksigen	Oksigen	Oksigen	
7	Cakil (Pakan)	Cakil	Bibir Cakil	Sesuai
8	Drop Eye	Drop Eye	Drop Eye	Sesuai
9	Ambeien (Kualitas Air)	Ambeien	Ambeien	Sesuai
10	Sisik Lepas (Jamur)	Sisik Copot	Sisik Lepas / Copot	Sesuai
11	Ada Jamur Hitam	Jamur Hitam	Jamur Hitam	Sesuai
12	Ada Jamur Putih	Jamur Putih	Ada Jamur Putih pada Tubuh Ikan	Sesuai
13	Ekor Rusak (Comtank)	Comtank	Ekor Rusak (Community Tank)	Sesuai
14	Kembung (Kurang Puasa)	Kembung	Ikan Kembung	Tidak Sesuai
15	Ekor Keriting (Gigit Ekor)	Ekor Keriting	Ekor Keriting atau Tumbuh Tidak Lurus	Sesuai
16	Kembung (Kualitas Air)	Kembung	Ikan Kembung	Sesuai
17	Drop Eye	Drop Eye	Drop Eye	Sesuai
18	Ada Kutu Jarum	Kutu Jarum	Terdapat Kutu Jarum	Sesuai
19	Mogok Makan Biasa	Mogok Makan	Mogok Makan	Sesuai
20	Mogok Makan (Ketidaksuaian Pakan)	Mogok Makan	Mogok Makan	Sesuai

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada sistem pakar didapat beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Dengan pengujian yang dilakukan oleh 2 pakar, dari 20 sampel didapat 95% dari sampel mendapatkan hasil yang sesuai dengan 3 pendapat pakar. 5% dari sampel tidak memberikan hasil yang sesuai karena premis yang diinputkan tidak sesuai dengan *rule* yang ada.
2. Dapat diambil kesimpulan dari pengujian yaitu sistem dapat memenuhi target (akurasi 90%) dengan nilai akurasi 95 %.

### 5.2 Saran

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada sistem pakar didapat beberapa saran, yaitu:

1. Menambahkan metode *Certainty Factor* untuk menambahkan nilai keyakinan pada *user*. dengan menambahkan nilai keyakinan *user* dalam melakukan pengamatan dan nilai dari seorang pakar.
2. Melakukan *update* pada *rules*, jika pada penelitian berikutnya terdapat penyakit ikan arwana baru yang ditemukan.
3. Menggabungkan beberapa pakar untuk menentukan standar kualitas air yang baik untuk arwana, dikarenakan standar setiap pakar berbeda dalam menentukan kualitas air yang baik bagi ikan arwana.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alkadri, S. P. A., & Abdullah, A. (2022). Sistem pakar penyakit pada ikan arwana dengan menggunakan metode certainty factor berbasis web. *Digital Intelligence*, 2(2), 59-71.
- [2] Ignizio, J. P. 1991. Introduction to expert systems. McGraw-Hill.
- [3] Kusriani. 2008. Aplikasi Sistem Pakar, Menentukan Faktor Kepastian Pengguna dengan Metode Kuantifikasi Pertanyaan + CD. Penerbit Andi.
- [4] Nofriansyah, D. 2015. Konsep data mining vs sistem pendukung keputusan. Deepublish.
- [5] Praditya, I. I. 2020, July 7. Pemerintah dorong kemandirian industri ikan arwana. *Liputan6.com*. <https://www.liputan6.com/bisnis/read/4298326/pemerintah-dorong-kemandirian-industri-ikan-arwana>
- [6] Prakasiwi, D. A., & Wiranata, A. 2018. Sistem pakar mendiagnosa penyakit ikan arwana (*scleropages formosus*) untuk meminimalisir penyebaran hama dan penyakit menggunakan metode forward chaining. *Fortech (Journal of Information Technology)*, 2(2), 45-49.
- [7] Ramadhan, P. S., & Pane, U. F. S. 2018. Mengenal metode sistem pakar. *Uwais Inspirasi Indonesia*.
- [8] Rosnelly, R. 2012. Sistem pakar: konsep dan teori. Penerbit Andi.
- [9] Sihotang, D. M. 2018. Penentuan Kualitas air untuk Perkembangan Ikan Lele Sangkuriang Menggunakan Metode fuzzy SAW. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, 7(4). <https://doi.org/10.22146/jnteti.v7i4.453>
- [10] Sumartono. et al. 2017. Expert System of Catfish Disease Determinants Using Certainty Factor Method. *International Journal of Recent Trends in Engineering and Research*, 3(8), 202–209. <https://doi.org/10.23883/ijrter.2017.3405.tcyz2>
- [11] Suryaatmadja, S. 2010. A-z merawat arwana. Penebar Swadaya.
- [12] Theonardo, R., & Siddik, M. 2021. Sistem pakar mendiagnosa penyakit ikan hias air tawar menggunakan metode forward chaining dan theorema bayes berbasis web. *Jurnal Mahasiswa Aplikasi Teknologi Komputer dan Informasi (JMApTeKsi)*, 2(2), 68-76.
- [13] Wadi, H. n.d. Sistem pakar forward chaining dengan java gui & mysql : studi kasus diagnosa penyakit ikan air tawar. *TURIDA Publisher*. <http://ojs.unh.ac.id/index.php/fortech/article/view/446/383>