

## RANCANG BANGUN SISTEM PAKAR UDANG WINDU FASE BENUR

I M. Joni<sup>1</sup>, B. M. Wibawa<sup>1</sup>, D. Hidayat<sup>1</sup>, E. S. Mulyasari<sup>1</sup>,  
Suharyadi<sup>2</sup>, M. Farchan<sup>2</sup>, dan I K. Daging<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instrumentasi Elektronika, Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Padjadjaran

<sup>2</sup>Bagian Administrasi Pelatihan Perikanan Lapangan, Sekolah Tinggi Perikanan,  
Karangantu Serang Banten

Alamat untuk surat menyurat e-mail: i.m.joni@unpad.ac.id

Diterima 28 Agustus 2007, perbaikan 10 Desember 2007, disetujui untuk diterbitkan 27 Desember 2007

### ABSTRACT

Currently, the hatchery of shrimp in aquaculture faces many obstacles. Our research objective was to design and development of expert system to control the physical variable of the environment and feeding distribution. We have been successfully developing an expert system implemented on aquaculture of shrimp hatchery. The hatchery expert system control physical parameters (such temperature, pH, DO, and water level) and feed distribution based on the knowledge of one expert on shrimp hatchery which is implemented in the form of computer program. The validation of hatchery expert system has been successfully shows that results such solutions and analysis match to the knowledge of expert given to the system. We conclude that the expert system was ready to integrate to the hardware of instrumentation and controls systems.

**Keywords:** hatchery, shrimp, expert system

### 1. PENDAHULUAN

Udang windu pernah menjadi salah satu primadona komoditas ekspor pada tahun 1990-an dengan nilai ekspor yang luar biasa. Namun akhir-akhir ini terjadi kemerosotan dalam memproduksi udang windu. Kemerosotan produksi udang windu tersebut secara umum disebabkan oleh tiga hal, yakni penyakit, kondisi lingkungan, dan modal. Faktor terbesar kematian udang adalah serangan virus SEMBV atau *white spot* dan *tauro syndrome*. Lemahnya daya tahan udang terhadap virus ini muncul akibat kelemahan pada awal proses produksi yakni hasil pemilihan benur yang kurang berkualitas<sup>1</sup>). Kematian udang windu fase benur (fase *nouplius*) sering terjadi akibat kondisi air tambak yang tidak stabil<sup>2</sup>).

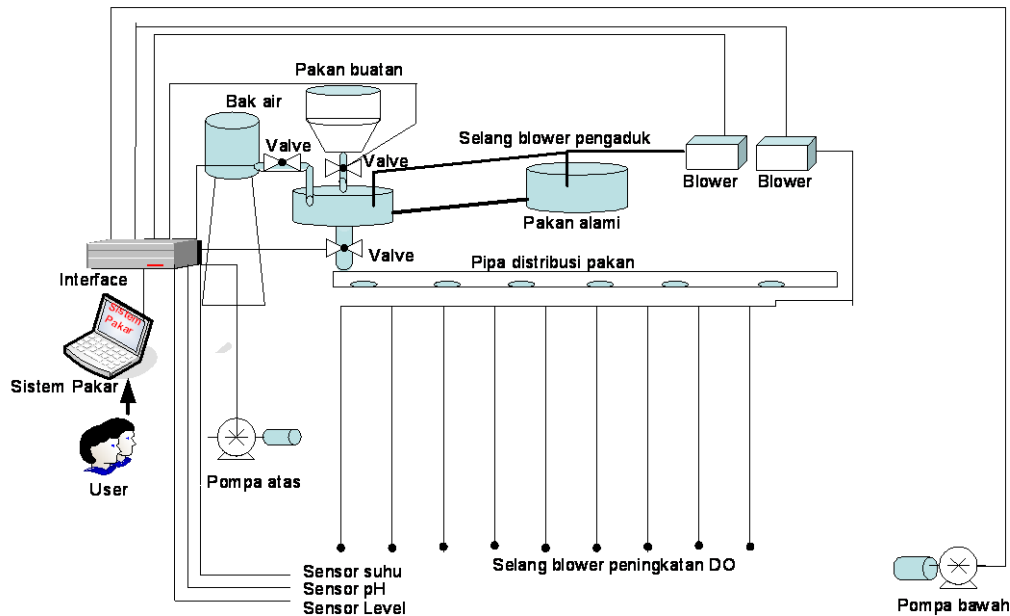
Daya tahan benur udang windu sangat lemah terhadap perubahan kondisi lingkungan yang ekstrim seperti perubahan besaran fisis yang meliputi perubahan suhu, pH, salinitas, kadar oksigen (DO) dan level air. Kendala lain yang dihadapi dalam pembibitan benur udang windu adalah pemberian takaran pakan dengan jumlah tertentu dan penjadwalan pemberian pakan yang sangat padat (~tiga jam sekali). Langkanya orang yang mempunyai pengetahuan dan pengalaman (pakar) dalam pembibitan udang windu ini juga merupakan kendala dalam pembudidayaan secara luas di Indonesia. Agar pembudidayaan udang dapat dilakukan secara luas dan mudah, metode penanganan pemeliharaan udang windu terutama fase benur perlu dikembangkan. Dalam makalah ini, kami menyajikan perancangbangunan program penasihat berbasis komputer yang mencoba meniru proses berpikir dan berpengetahuan dari seorang pakar dalam menyelesaikan masalah pembibitan secara efisien (sistem pakar<sup>1</sup>) untuk pemeliharaan udang windu fase benur. Sistem pakar dirancang untuk pengkonstruksian tambak, pengendalian parameter lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan udang dan pendistribusian jumlah pakan.

### 2. METODE PENELITIAN

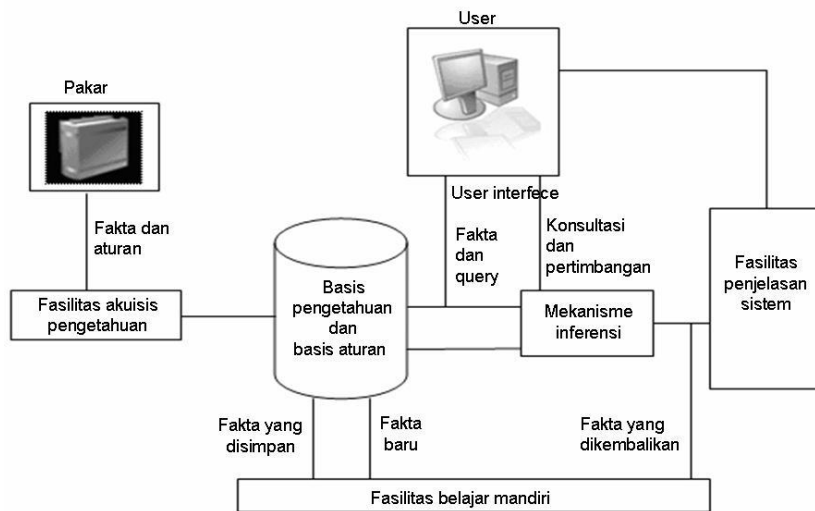
Sistem pakar digunakan untuk mengatasi pengendalian kondisi parameter fisis lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan dan kesehatan udang benur. Rancangan tambak benur yang digunakan sebagai acuan dalam pembuatan sistem pakar dimuat dalam Gambar 1.

Pada sistem pakar yang dirancang, komputer dapat menerima pengetahuan melalui input manusia dan menggunakan pengetahuan yang didapatkannya melalui simulasi proses penalaran dan pemikiran manusia dalam memecahkan berbagai masalah<sup>3</sup>). Komponen-komponen sistem pakar dimuat oleh Gambar 2<sup>4</sup>).

Sistem pakar dirancang dengan melakukan beberapa tahapan pengembangan yaitu pengumpulan data, perumusan permasalahan dan perumusan solusi mengenai pembibitan benur udang windu dari pakar<sup>5)</sup>. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari data yang dikumpulkan, dibuat suatu algoritma yang diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic<sup>3)</sup>. Untuk mengetahui ketepatan solusi dan analisis yang diberikan sistem pakar terhadap masalah perubahan parameter fisis dan penjadwalan pemberian pakan, hasil rancangan diuji coba secara simulasi.



Gambar 1. Desain tambak Benur Udang Windu



Gambar 2. Komponen sistem pakar

## 2.1. Fasilitas Akuisisi Pengetahuan

Bahan pengetahuan yang digunakan dalam sistem pakar bersumber dari pakar pemelihara udang windu fase benur dari Sekolah Tinggi Perikanan (STP) Serang – Banten. Sistem pakar dibangun setelah dilakukan akuisisi pengetahuan dari pakar. Pengetahuan yang diakuisisi meliputi pengaturan parameter fisis (suhu, pH, salinitas, oksigen, dan level air), distribusi pakan dan kondisi internal udang. Parameter yang dikendalikan untuk semua fase benur udang adalah karakteristik air. Pengaturan parameter dilakukan agar kondisi air tetap kondusif untuk pertumbuhan benur udang windu. Kondisi lingkungan ideal untuk habitat udang windu fase benur dimuat pada Tabel 1 dan pengkondisian lingkungan ideal dimuat pada Tabel 2.

Basis pengetahuan untuk distribusi pakan meliputi pengaturan jumlah pakan dan jadwal pemberian pakan dimuat pada Tabel 3. dan Tabel 4<sup>6,7)</sup>. Sedangkan basis pengetahuan untuk kondisi internal udang dimuat dalam Table 5.

**Tabel 1.** Kondisi Ideal Habitat Udang Windu Fase Benur

No.	Parameter	Rentang	Ideal	Keterangan
1.	Oksigen	(4 – 9) ppm	7 ppm	
2.	Suhu	(28 – 33)°C	31°C	
3.	Level air	(8 – 10) m <sup>3</sup>	8 m <sup>3</sup>	Untuk awal pembenihan jumlah 80 ekor/liter nouplus
4.	Salinitas	(28 – 33) ppt	31 ppt	Menggunakan refraktor
5.	pH	7,5 – 8,5	8	

**Tabel 2.** Pengkondisian Ideal Parameter Fisis Habitat Udang Windu Fase Benur

No	Parameter	Analisis	Solusi	Catatan	
1	Suhu	> 31 °C	a. Metabolisme benur naik, energi hasil metabolisme digunakan untuk mempertahankan hidup, bukan untuk pertumbuhan. b. Menyebabkan kematian pada benur yang rentan	Terpal dibuka	Bila terpal dibuka, plankton berfotosintesis. Bila terpal ditutup, plankton akan kekurangan nutrisi, menyebabkan kematian kemudian membusuk (meningkatkan amonia/ bersifat asam). Upaya yang perlu dilakukan: a. Pakan udang (plankton) dikurangi, b. Air diganti untuk membuang plankton busuk c. Menambah probiotik untuk mempercepat penguraian plankton yang membusuk
		< 31 °C	Metabolisme rendah sehingga pertumbuhan lambat	Suhu dinaikkan menggunakan pemanas	Kenaikan suhu sedikit berpengaruh terhadap salinitas
2	pH	> 8	Udang stress	Melakukan sirkulasi air	
		< 8	c. Udang stress akibatnya DO rendah, d. Penguraian sisa pakan tidak sempurna menimbulkan nitrit yang akan mengganggu respirasi	dengan memperhatikan level air ideal (debit air masuk=debit air keluar).	
3	Salinitas	> 31 ppt	a. Udang tidak bisa moulting/berosmosa b. Tumbuh bakteri yang tidak menguntungkan dan memungkinkan bakteri tersebut masuk ke tubuh udang	Melakukan pergantian air	Level air dijaga dalam kondisi ideal. Dengan pergantian air kondisi salinitas air tambak benur menjadi normal /ideal kembali
		< 31 ppt	a. Proses pembentukan kulit lambat b. Pertumbuhan terjadi, tetapi kulit udang ketika panen bersifat lembek		
5	Oksigen	> 7 ppm	Tidak terlalu bermasalah		
		< 7 ppm	Udang cenderung berkumpul pada suatu sumber oksigen	Mengaktifkan blower untuk mendistribusikan oksigen secara merata.	Distribusi oksigen yang baik dapat mengurangi konsentrasi udang yang terpusat pada satu tempat
6	Level air				a. Sesuai dengan aturan volume air dan jumlah bibit b. Tinggi level air tetap dijaga perubahannya ketika pergantian air berlangsung yang berlaku pada fase Post Larva.

Tabel 3 . Pendistribusian Jenis dan Jumlah Pakan Benur Udang Windu

No	Fase	Jenis pakan	Jumlah	Catatan
1	Telur 12 jam	tidak perlu diberi pakan, karena nutrisi makannya berasal dari kandungan telur sendiri		Karena fase ini tidak diproduksi langsung, pemeliharaannya tidak dikontrol, dan biasanya setelah 12 jam fase telur menjadi fase Noupilus.
2	Noupilus 40-48 jam (2 hari)	Masih bermetabolisme dari persediaan makanan dalam tubuhnya		Sebelum memasuki fase Zoea Noupilus, benur mengalami perubahan 6 kali
3	Zoea 4 hari	alami: fitoplankton (Skeletonema Costatum)	Pakan alami berasal dari hasil campuran 500 liter fitoplankton + air 10m <sup>3</sup> Distribusi pemberian pakan 3 kali sehari	Sel fitoplankton berukuran 4-5 mikron.
		buatan: Spirullina, lansy ZM, BP	3 ppm/hari dikalikan jumlah volume air	Untuk frekwensi 5 kali pemberian pakan buatan, maka jumlah pakan yang ditebar tiap 1 kali $\frac{ppm * V_{air}}{5}$
4	Mysis 4 hari	alami: fitoplankton	=sama dengan fase Zoea=	= sama dengan Zoea=
		buatan: Spirullina, lansy ZM, BP	4 ppm/hari dikali volume air ditambah air 10 liter	= sama dengan zoea=
5	Post larva 12 hari	PL 1,2,3,4,5	alami: Zooplankton (artemia)	7 ekor artemia/ekor larva
			buatan: Flake, lansy PL	5 ppm/hari dikali volume air ditambah air 10 liter
	PL 6,7,8	alami: Zooplankton (artemia)	12 ekor artemia/ekor larva	
		buatan: Flake, lansy PL	7 ppm/hari dikalikan volume air ditambah air 10 liter	
	PL 9,10,11,12	alami: Zooplankton (artemia)	20 ekor artemia/ekor larva	
		buatan: Flake, lansy PL	8 ppm tiap hari dikali volume air ditambah air 10 liter	

Tabel 4. Jadwal Periodik Pendistribusian Pakan Udang Windu

Frekuensi Ke-	1	2	3	4	5	6	7	8
Jam	06.00	09.00	12.00	15.00	18.00	21.00	24.00	03.00
Jenis Pakan	B	A	B	B	A	B	A	B

Keterangan Jenis Pakan : A = Pakan Alami; B = Pakan Buatan

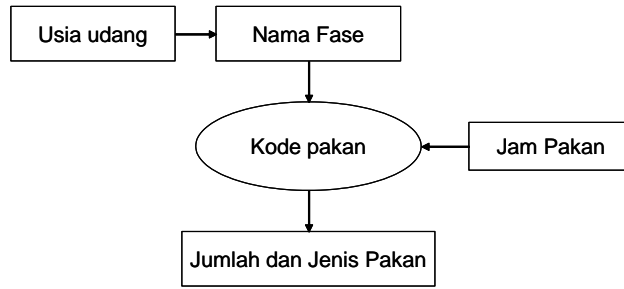
Tabel 5. Sifat Kehidupan Benur Udang Windu

No	Kejadian	Akibat	Solusi	Catatan
1	Moulting (pergantian kulit)	Udang menjadi lemah	Penebaran probiotik, menguraikan kulit dan bahan organik lain hasil metabolisme	Moulting ini terjadi setiap fase, tidak perlu adanya pergantian air cukup dengan probiotik.
2	Sifat kanibal	Saling makan-memakan	Dikondisikan penempatan pipa dari blower yang merata	Disebabkan oleh kepadatan larva sehingga larva menjadi kanibal
3	Proaktif	Proses metabolisme cepat	Memperbanyak pakan alami	Pada waktu malam
4	Mati	Terjadi pembusukan larva	Diberi probiotik untuk menguraikan larva yang mati	Kematian terjadi karena a. moulting tidak kuat b. penyakit c. stress

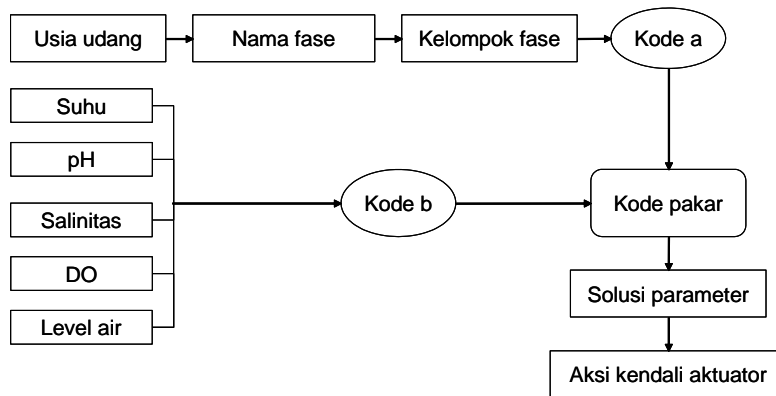
## 2.2. Perancangan Basis Pengetahuan dan Basis Aturan

Perancangan basis pengetahuan dan basis aturan terdiri dari distribusi jenis dan jumlah pakan udang, dan pengendalian kondisi parameter fisis habitat udang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.

Aturan aktuatur untuk fase pra post larva digunakan hanya tiga buah yaitu *heater*, *blower*, dan terpal (Tabel 6). Pergantian air tidak dilakukan sehingga parameter yang diamati hanya perubahan suhu dan oksigen. Untuk pH dan salinitas tidak dijadikan acuan dalam rancangan penentuan solusi aktuatur fase post larva. Pada fase post larva semua parameter menjadi acuan perancangan aturan penentuan solusi aktuatur (Tabel 7).



Gambar 3. Desain aturan jenis dan jumlah pakan



Gambar 4. Desain kendali parameter fisis udang

Tabel 6. Pengkondisi Parameter Fisis Habitat Udang Windu Fase Pra Post Larva

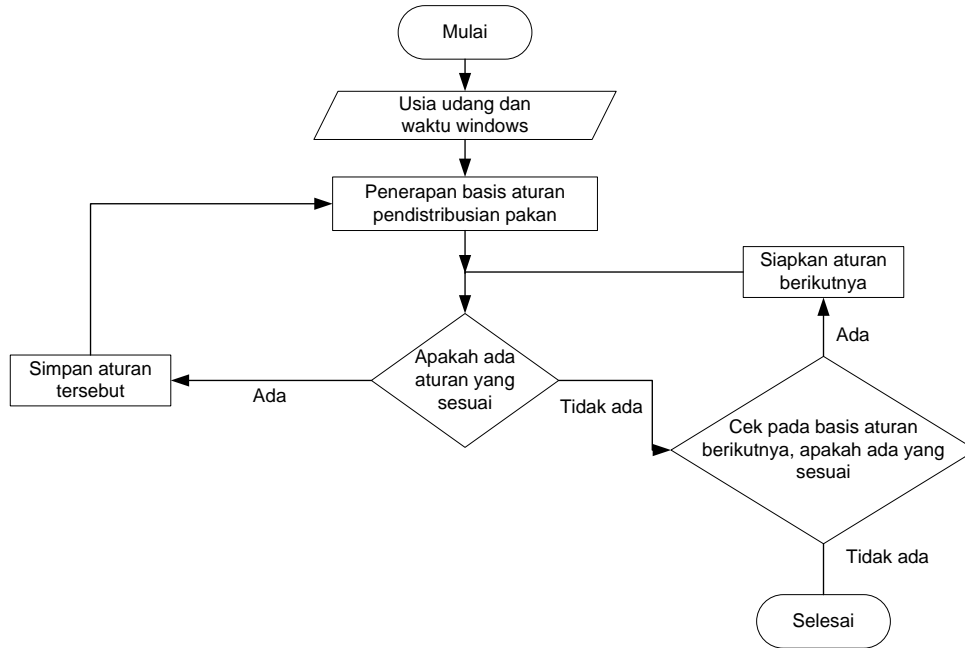
Kondisi	Suhu Rendah	Suhu Stabil	Suhu Tinggi
Oksigen Rendah	Heater	Blower	Terpal dibuka
Oksigen Stabil	Heater	Tidak dilakukan aksi	Tidak dilakukan aksi
Oksigen Tinggi	Heater	Tidak dilakukan aksi	Terval dibuka

Tabel 7. Pengkondisi Parameter Fisis Habitat Udang Windu Fase Post Larva

No	Nama Aktuator	Keterangan
1	Pompa Bawah	Untuk menurunkan level air
2	Pompa Atas	Untuk menaikkan level air
3	Blower	Untuk menambah kadar Oksigen / untuk menurunkan suhu
4	Heater	Untuk menaikkan suhu
5	Terval	Untuk menurunkan suhu (Aktuator alternatif)

### 2.3. Perancangan Mekanisme Inferensi

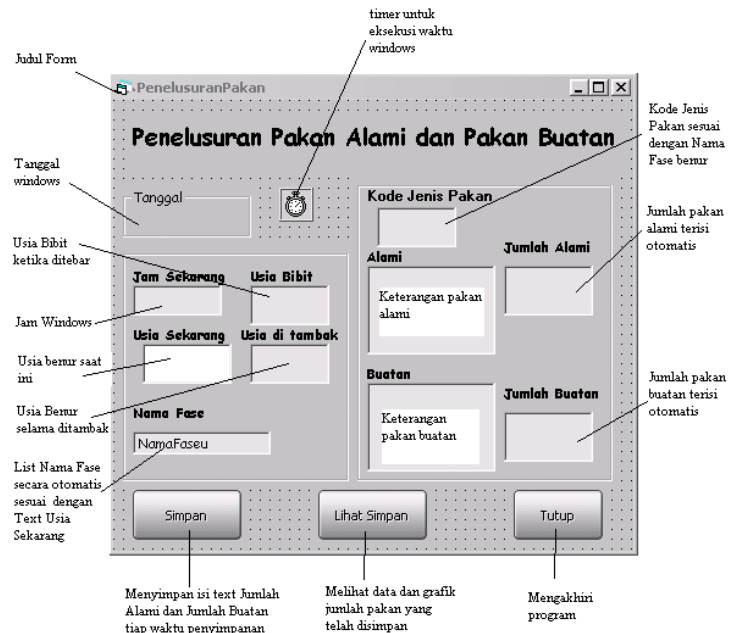
Metode penalaran dan penelusuran pendistribusian pakan yang digunakan ditunjukkan seperti pada Gambar 5. Form penelusuran pendistribusian pakan diperlihatkan oleh Gambar 6. Metode penelusuran dan pelacakan pengkondisi parameter yang digunakan adalah metoda pelacakan ruang keadaan menggunakan ledakan kombinatorial. Ledakan kombinatorial merupakan pohon pelacakan dengan tiga ranting tiap node (N) ke tingkat keadaan (D) yang akan menghasilkan  $N^D = 3^5 = 243$  kemungkinan.



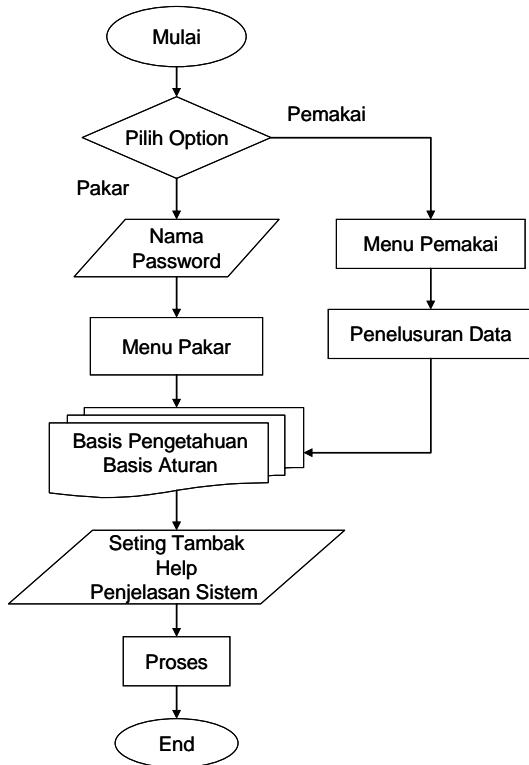
Gambar 5. Metode penalaran pendistribusian pakan

#### 2.4. Implementasi Database

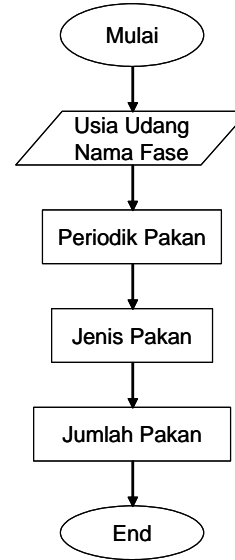
Setelah data diorganisasikan dalam bentuk tabel-tabel yang berrelasi, langkah berikutnya adalah mengimplementasikan database ke dalam bentuk program. Database dibuat dengan menggunakan beberapa perangkat lunak yaitu Microsoft Access, Visual Data Manager dan Data Access Objects. Flowchart Menu Utama, Setting Tambak, Penelusuran Pakan, dan Penelusuran Parameter dirancang untuk menerapkan kepakaran penanganan udang windu fase benur seperti ditunjukkan secara berurutan pada Gambar 7 - 10.



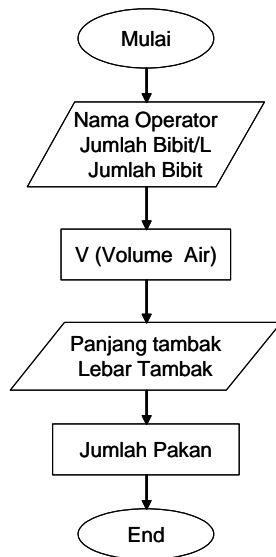
Gambar 6. Form penelusuran pakan benur udang windu



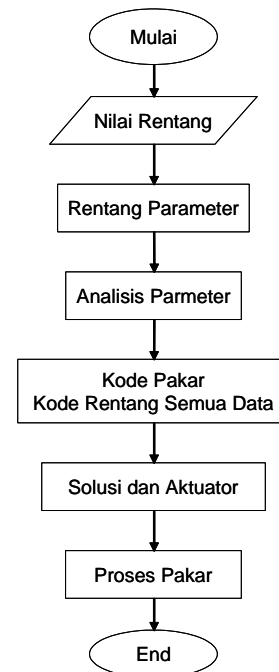
Gambar 7. Flowchart menu utama sistem Pakar udang windu fase benar



Gambar 8. Flowchart seting tambak



Gambar 9. Flowchart penelusuran pakanr



Gambar 10. Flowchart penelusuran parameter

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan perangkat lunak sistem pakar dibuat dengan dua jenis akses yaitu untuk pemakai dan pakar seperti pada Gambar 11. Akses Pemakai dipergunakan oleh operator yang akan memberikan masukan data awal pada sistem, sedangkan akses pakar digunakan untuk memberikan kemudahan pakar memodifikasi aturan kepakaran apabila ditemukan suatu pengalaman atau kepakaran baru. Menu utama pada Gambar 12 berisi Form untuk setting awal bibit udang, penelusuran pakan dan penelusuran parameter seperti pada Gambar 13-20.



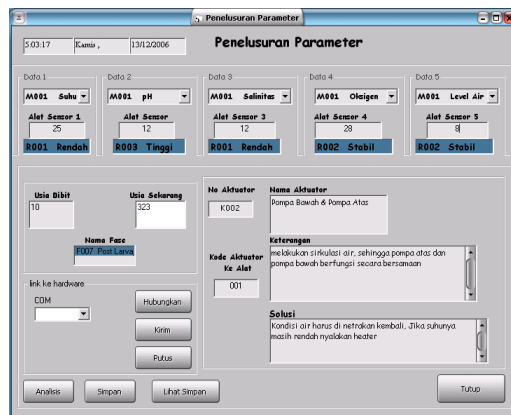
Gambar 11. Form password dan pemakai



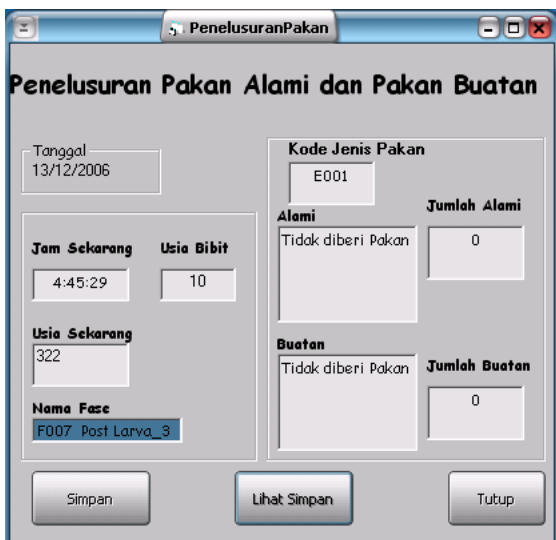
Gambar 12. Form menu utama pemakai



Gambar 13. Form seting awal



Gambar 15. Form penelusuran parameter fisik



Gambar 14. Form penelusuran pakan



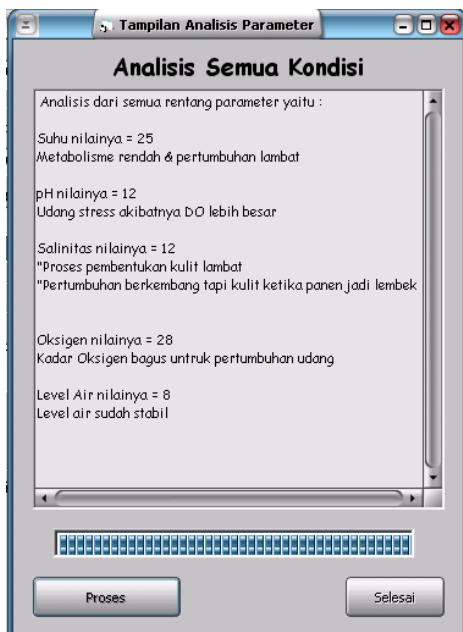
Gambar 16. Form data usia



Sistem pakar diuji coba secara simulasi untuk mengetahui ketepatan solusi dan analisis yang diberikan sistem terhadap delapan keadaan perubahan besaran fisis yang diberikan dan juga penjadwalan pemberian pakan. Hasil uji coba tersebut ditabulasikan dalam Tabel 8. Hasil analisis dari sistem pakar berdasarkan data kondisi semua parameter fisis yang diperoleh sesuai dengan pengetahuan kepakaran yang dirancang seperti yang ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 8. Data Pengujian Pakar Solusi Kondisi Parameter Fisis Habitat Udang Windu

Tes Solusi Data Parameter											
Data Ke	Usia	Nama Fase	Nilai Suhu	Nilai pH	Nilai Salinitas	Nilai DO	Nilai Level Air	Kode Aktuator	Nama Aktuator	Solusi	
1	10	Telur	22	12	22	22	22	005	Heater	suhu dinaikkan dengan heater ke air tambak, Hidupkan blower dan cek kembali blower yang sudah terpasang	
2	50	Nouplius	11	11	11	11	11	005	Heater	suhu dinaikkan dengan heater ke air tambak	
3	100	Zoea	28	7	25	10	8	0	Tidak dilakukan aksi	Tidak dilakukan aksi	
4	150	Zoea	30	12	20	13	10	0	Tidak dilakukan aksi	Tidak dilakukan aksi	
5	200	Mysis	28	5	26	8	8	0	Tidak dilakukan aksi	Tidak dilakukan aksi	
6	250	Mysis	35	10	23	8	8	006	Terpal di buka	terpal harus dibuka sebagian supaya plankton tidak terlalu cepat berkembang	
7	300	Post Larva_3	28	8	29	3	8	004	Blower	Harus menyalakan blower untuk menaikkan kadar oksigen	
8	350	Post Larva_5	30	12	29	30	8	001	Pompa Bawah & Pompa Atas	Kondisi air harus dinetralkan kembali,	



Gambar 17. Form analisis parameter fisis



Gambar 18. Form daftar data parameter



Gambar 19. Form daftar pendistribusian pakan



Gambar 20. Form data parameter

Tabel 9. Data Pengujian Pakar Analisis Kondisi Parameter Fisis Habitat Udang Windu

Analisis Parameter	
DataKe	Analisis
1	Analisis dari semua rentang parameter yaitu : <b>Suhu</b> nilainya = 22 Metabolisme rendah & pertumbuhan lambat <b>pH</b> nilainya = 12 Udang stress akibatnya DO lebih besar <b>Salinitas</b> nilainya = 22 "Proses pembentukan kulit lambat "Pertumbuhan berkembang tapi kulit ketika panen jadi lembek <b>Oksigen</b> nilainya = 22 Udang akan cenderung berkumpul pada satu sumber oksigen <b>Level Air</b> nilainya = 22 Akan berakibat pada kondisi pakan yang tidak efektif termakan oleh udang
2	Analisis dari semua rentang parameter yaitu : <b>Suhu</b> nilainya = 11 Metabolisme rendah & pertumbuhan lambat <b>pH</b> nilainya = 11 Udang stress akibatnya DO lebih besar <b>Salinitas</b> nilainya = 11 "Proses pembentukan kulit lambat "Pertumbuhan berkembang tapi kulit ketika panen jadi lembek <b>Oksigen</b> nilainya = 11 Tidak terlalu bermasalah <b>Level Air</b> = nilainya = 11 Akan berakibat pada kondisi pakan yang tidak efektif termakan oleh udang
3	Analisis dari semua rentang parameter yaitu : <b>Suhu</b> nilainya = 28 Kondisi stabil ideal <b>pH</b> nilainya = 7 "Udang stress akibatnya DO lebih kecil, "penguraian tidak sempurna akhirnya timbul nitrit yang akan mengganggu respirasi <b>Salinitas</b> nilainya = 25 "Proses pembentukan kulit lambat "Pertumbuhan berkembang tapi kulit ketika panen jadi lembek <b>Oksigen</b> nilainya = 10 Tidak terlalu bermasalah <b>Level Air</b> nilainya = 8 Level Air sudah stabil
4	Analisis dari semua rentang parameter yaitu : <b>Suhu</b> nilainya = 30 Kondisi stabil ideal <b>pH</b> nilainya = 12 Udang stress akibatnya DO lebih besar <b>Salinitas</b> nilainya = 20 "Proses pembentukan kulit lambat "Pertumbuhan berkembang tapi kulit ketika panen jadi lembek <b>Oksigen</b> nilainya = 13 Tidak terlalu bermasalah <b>Level Air</b> nilainya = 10 Level Air sudah stabil
5	Analisis dari semua rentang parameter yaitu : <b>Suhu</b> nilainya = 28 Kondisi stabil ideal <b>pH</b> nilainya = 5 "Udang stress akibatnya DO lebih kecil, "penguraian tidak sempurna akhirnya timbul nitrit yang akan mengganggu respirasi <b>Salinitas</b> nilainya = 26 "Proses pembentukan kulit lambat "Pertumbuhan berkembang tapi kulit ketika panen jadi lembek <b>Oksigen</b> nilainya = 8 Kadar oksigen bagus untruk pertumbuhan udang <b>Level Air</b> nilainya = 8 Level Air sudah stabil
6	Analisis dari semua rentang parameter yaitu : <b>Suhu</b> nilainya = 35 Metabolisme naik, bisa mati, karena energinya untuk mempertahankan hidup <b>pH</b> nilainya = 10 Udang stress akibatnya DO lebih besar <b>Salinitas</b> nilainya = 23 "Proses pembentukan kulit lambat "Pertumbuhan berkembang tapi kulit ketika panen jadi lembek <b>Oksigen</b> nilainya = 8 Kadar oksigen bagus untruk pertumbuhan udang <b>Level Air</b> nilainya = 8 Level Air sudah stabil
7	Analisis dari semua rentang parameter yaitu : <b>Suhu</b> nilainya = 28 Kondisi stabil ideal <b>pH</b> nilainya = 8 Kondisi PH ideal untuk pertumbuhan udang <b>Salinitas</b> nilainya = 29 Kondisi <b>Salinitas</b> ideal untuk pertumbuhan udang <b>Oksigen</b> nilainya = 3 Udang akan cenderung berkumpul pada satu sumber oksigen <b>Level Air</b> nilainya = 8 Level Air sudah stabil
8	Analisis dari semua rentang parameter yaitu : <b>Suhu</b> nilainya = 30 Kondisi stabil ideal <b>pH</b> nilainya = 12 Udang stress akibatnya DO lebih besar <b>Salinitas</b> nilainya = 29 Kondisi <b>Salinitas</b> nilainya = ideal untuk pertumbuhan udang <b>Oksigen</b> nilainya = 30 Kadar oksigen bagus untruk pertumbuhan udang <b>Level Air</b> nilainya = 8 Level Air sudah stabil

Pendistribusian dan penjadwalan pemberian pakan yang dihasilkan dalam pengujian sesuai dengan rancangan yang diinginkan pakar (Tabel 10). Pengaturan regional option pada setting waktu windows harus sesuai dengan aturan waktu yang dibuat dalam program yaitu menggunakan area waktu Indonesia agar program tidak error.

Tabel 10. Data Pengujian Pendistribusian Pakan

Tes Pendistribusian Pakan							
Data Ke	Jam Periodik	Usia	Nama Fase	Pakan Alami	Jumlah Alami	Pakan Buatan	Jumlah Buatan
1	21 :00:39	50	Nouplius	Belum diberi pakan	0	Belum diberi pakan	0
3	12:00:01	100	Zoea	tidak diberi pakan	0	Spirullina, lansy ZM, BP. 3ppm tiap hari dikali jumlah volume air.	3
4	3:00:00	150	Zoea	tidak diberi pakan	0	Spirullina, lansy ZM, BP. 3ppm tiap hari dikali jumlah volume air.	3
5	6:00:01	200	Mysis	tidak diberi pakan	0	Spirullina, lansy ZM, BP. 4ppm tiap hari dikali jumlah	4

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem pakar pengkondisi parameter fisis dan pendistribusian pakan untuk kehidupan udang windu tingkat benur yang dirancang sudah memberikan solusi dan analisis yang sesuai dengan data yang diperoleh dari pakar. Sistem pakar sudah siap untuk diintegrasikan dengan perangkat keras akusisi data besarana fisis PH, suhu, DO dan level air serta berbagai aktutor pendukung sistem instrumentasi dan kontrol.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Hardianto B. J. S., Kompas 10 September 2003, *Nasib Petambak Tidak Semanis Rasa Udang Windu*, <http://kompas.com/kompas-cetak/0309/10/bahari/552382.htm>
2. Suyanto, S. R. dan Mujiman A. 1989, *Budidaya Udang Windu*, AKAPRES. Jakarta.
3. Andi, 2003, *Pengembangan Sistem Pakar menggunakan Visual Basic*, Andi Offset, Yogyakarta
4. Adedeji, B. B. 1992, *Expert System, Applications in Engineering and Manufacturing*, Prentice Hall, New Jersey.
5. Levine, R.I. 1998, *A Comprehensive Guide to AI and Expert System*, McGraw-Hill, Singapore
6. Sumeru S.U dan Anna, S. 1992, *Pakan Udang Windu*, Kanius, Yogyakarta
7. Suparman. 1991, *Mengenal Artificial Intelligence*, Andi Offset, Yogyakarta