

PENENTUAN JENIS IKAN AIR TAWAR PADA LAHAN BUDIDAYA MENGUNAKAN FUZZY LOGIC BERBASIS INTERFACE MICROCONTROLLER

Komang Kurniawan Widiartha¹, Anak Agung Gde Ekayana²

¹ Dosen STMIK STIKOM Indoneisa (penulis 1)
email: komang.kurniawan@outlook.com

² Dosen STMIK STIKOM Indonesia (penulis 2)
email: gungekayana@yahoo.com

Abstrak

Dinas perikanan provinsi Bali mengupayakan berbagai cara untuk pembangunan ekonomi dan peningkatan produktivitas hasil perikanan. Peningkatan pembangunan pada sektor perikanan diarahkan untuk meningkatkan konsumsi, pendapatan, kesempatan kerja dan membuka peluang usaha di bidang perikanan. Kebijakan pemilihan jenis ikan untuk budidaya perikanan diperlukan pertimbangan dan pengalaman yang cukup untuk mengurangi dan mencegah penurunan dalam produktivitas hasil ternak ikan.

Keberadaan teknologi diharapkan dapat membantu dalam mewujudkan produktivitas di bidang perikanan. Dalam hal ini komputer membantu untuk mengambil keputusan melalui perencanaan yang baik sebelum melakukan tindakan terhadap lahan dan jenis ikan yang menjadi komoditas ternaknya. Pada penelitian ini, digunakan metode fuzzy Mamdani untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Dimana dalam mengambil data parameter lingkungan lahan budidaya ikan, digunakan interface microcontroller dengan blok sensor sebagai pembaca setiap kriteria yang digunakan. Didapat nilai parameter sebagai input proses perhitungan fuzzy, dari perhitungan tersebut akan menghasilkan output berupa rekomendasi jenis ikan yang sesuai dengan lahan budidaya perikanan.

Kata Kunci : Logika Fuzzy, Mamdani, Mikrokontroler, Jenis Ikan

1. Pendahuluan

Mata pencaharian sebagai pembudidaya ikan memang menjadi mata pencaharian yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Masyarakat pembudidaya ikan sudah lama menekuni mata pencaharian ini. Beragam ikan dibudidayakan oleh masyarakat untuk dapat dijadikan sebagai bahan pangan untuk kelangsungan hidup. Di Bali, peternak ikan tersebar dari masyarakat yang tinggal di pesisir pantai hingga masyarakat yang tinggal di pegunungan. Mengingat ikan memiliki nutrisi protein nabati yang tinggi,

menyebabkan banyak masyarakat yang mengkonsumsi ikan.

Beragam cara dan media yang digunakan peternak ikan dalam membudidayakan ikan, misalnya membuat tambak atau kolam ikan sampai dengan pemilihan nutrisi agar ikan tumbuh dengan baik. Disamping hal tersebut, adanya dukungan dari pemerintah di dalam pembudidayaan ikan dapat menumbuhkan semangat dan terjaganya mata pencaharian ini. Dalam mewujudkan Visi Kementerian Kelautan dan Perikanan: "Indonesia Penghasil Produk Kelautan dan Perikanan Terbesar Tahun 2015" dengan Misi Mensejahterakan Masyarakat Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan menetapkan perikanan budidaya sebagai ujung tombak penghasil produk perikanan.

Perkembangan teknologi sudah dirasakan oleh peternak ikan di dalam membudidayakan ikannya. Terlebih keberadaan komputer dinilai dapat membantu peternak-peternak ikan yang maju terbantu dengan beragamnya informasi yang diperoleh dari komputer. Sejalan dengan perkembangannya, kemunculan alat-alat elektronik untuk mendeteksi lingkungan sangatlah beragam. Dari alat elektronik yang dapat mengukur suhu, kelembaban sampai dengan mengukur keasaman (pH) suatu objek sudah diciptakan.

Kurangnya pengetahuan dan pemahaman pelaksana budidaya perikanan (peternak) akan karakteristik lahan yang akan diolah dan jenis ikan yang akan dibudidayakan serta sulitnya memperoleh data yang benar tentang karakteristik lahan dapat membuat peternak ikan kesulitan dalam menentukan kesesuaian lahannya. Terkadang peternak juga mendapatkan kesulitan dalam menentukan lokasi yang sesuai dengan jenis ikan yang mereka inginkan. Untuk memperoleh semua pengetahuan yang diperlukan oleh peternak ikan dan pelaksana perikanan tersebut, tentunya diperlukan waktu yang cukup lama dan biaya yang besar. Keberadaan orang yang berpengalaman maupun data-data penelitian yang memadai akan sangat membantu peternak ikan, terutama peternak yang belum berpengalaman dalam menentukan kesesuaian lahan dengan budidaya perikanan.

Dari paparan diatas, dalam hibah penelitian dosen pemula, peneliti mencoba untuk mengangkat masalah sebai topik penelitian yaitu rancang bangun sistem fuzzy penentuan jenis ikan air tawar pada lahan budidaya dengan interface microcontroller. Pemilihan sistem fuzzy dikarenakan lahan budidaya ikan air tawar tersebar dan memiliki karakteristik lingkungan yang beragam. Dan penggunaan interface microcontroller dapat dijadikan sebagai pembaca parameter lingkungan sebagai acuan di dalam penelitian ini.

2. Teori Penunjang

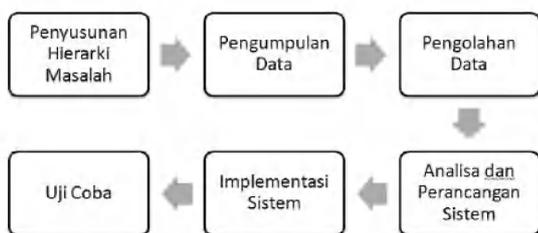
Menurut Kusriani (2007), Sistem merupakan kumpulan elemen yang saling berkaitan yang bertanggung jawab memproses masukan (input) sehingga menghasilkan keluaran (output). Dalam Kusriani (2007), menurut Mc. Leod (1995) mendefinisikan Sistem sebagai sekelompok elemen-elemen yang teritegrasi dengan maksud yang sama untuk mencapai suatu tujuan.

Pengertian sistem telah dikenal dan didefinisikan oleh banyak ahli. Mengacu pada beberapa definisi sistem di atas, maka dapat disimpulkan bahwa sistem merupakan kumpulan elemen-elemen yang saling terkait dan membentuk kesatuan yang bertanggung jawab memproses masukan (input) sehingga menghasilkan keluaran (output) yang memiliki maksud yang sama untuk mencapai suatu tujuan.

Dalam Fatta (2007), menurut Murdick dan Ross (1993) mendefinisikan sistem sebagai seperangkat elemen yang digabungkan satu dengan lainnya untuk suatu tujuan bersama. Menurut Fatta (2007), Sistem adalah elemenelemen yang saling berhubungan dan membentuk satu kesatuan atau organisasi.

3. Analisa dan Perancangan

Penelitian ini diselesaikan dengan melalui tahapan-tahapan yang digambarkan dengan bagan pada berikut :

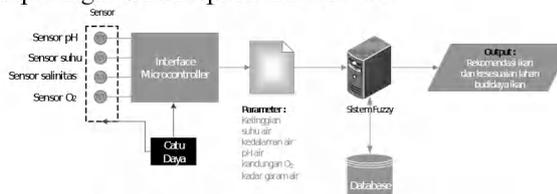


Gambar 1 Bagan tahapan penelitian

Tahapan pertama dari penelitian ini adalah melakukan pendefinisian masalah yang ingin diselesaikan. Setelah mendefinisikan masalah yang ingin dipecahkan langkah berikutnya adalah melakukan pengumpulan data untuk mendukung penyelesaian permasalahan yang dihadapi. Setelah data yang diperlukan terkumpul, data dianalisis/dikelola sebagai dasar dalam pembuatan aplikasi. Tahap berikutnya adalah merancang sistem

interface microcontroller sebagai media elektronik untuk membaca parameter yang digunakan di dalam penelitian. Sejalan dengan perancangan interface microcontroller, dilakukan tahap pembuatan aplikasi terdiri dari perancangan *database*, antarmuka, dan pembuatan kode program. Tahapan berikutnya adalah implementasi sistem dan menguji sistem.

Dalam analisis dan perancangan sistem, secara umum menggambarkan keadaan sistem secara umum, dari proses input sampai dengan output. Analisa dan perancangan yang dilakukan dalam penelitian ini, dapat digambarkan pada Gambar 4.2.



Gambar 2 Diagram rancangan sistem

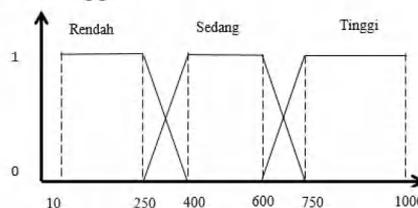
Gambar 2 menunjukkan rancangan sebuah sistem yang akan dibangun, dari proses input yang dilakukan oleh sistem interface microcontroller. Pada blok interface microcontroller menggunakan 4 buah sensor yang mendeteksi suhu, kadar garam, keasamaan dan oksigen dalam air. Inputan untuk masing-masing sensor akan disupplay (catu daya) dari mikrokontroler itu sendiri, yaitu menggunakan tegangan DC 5 V. Hasil pengukuran variabel masing-masing sensor akan diinputkan kedalam mikrokontroler untuk di olah pada blok ADC (*analog digital converter*) untuk nantinya di proses lebih lanjut oleh mikrokontroler. Output masing-masing sensor masih berupa sinyal analog, sehingga perlu diubah menggunakan ADC untuk dijadikan sinyal digital. Output mikrokontroler yang berupa sinyal digital akan diinputkan kedalam komputer menggunakan interface USB (*Universal Serial Bus*) untuk diproses sebagai input kriteria yang digunakan dalam penelitian ini.

Pengolahan data

Pengolahan data nantinya akan dilakukan dengan perangkat lunak yang dibangun dengan mengimplementasikan metode fuzzy Mamdani. Dalam pengolahan data ini, secara umum prosedur perhitungan terdiri dari :

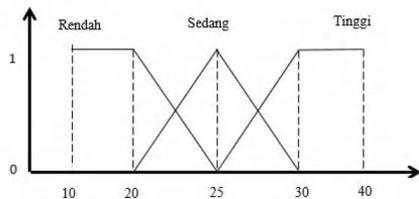
a. Menentukan himpunan fuzzy

1. Ketinggian



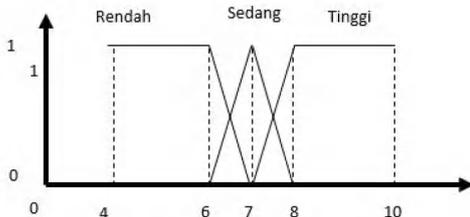
Gambar 3 Fuzzifikasi ketinggian

2. Suhu



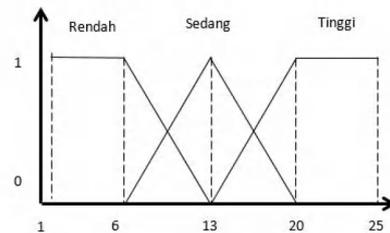
Gambar 4 Fuzzifikasi suhu

3. pH



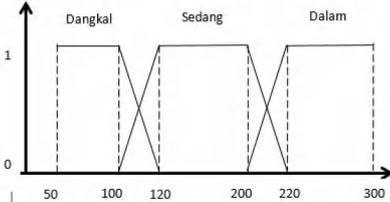
Gambar 5 Fuzzifikasi pH

4. O2



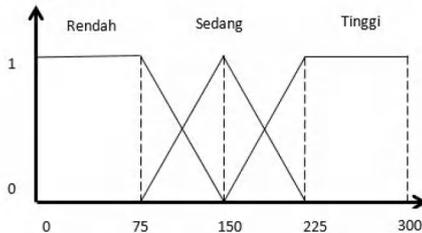
Gambar 6 Fuzzifikasi O₂

5. Kedalaman



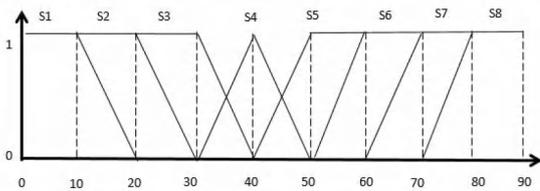
Gambar 7 Fuzzifikasi kedalaman

6. Salinitas



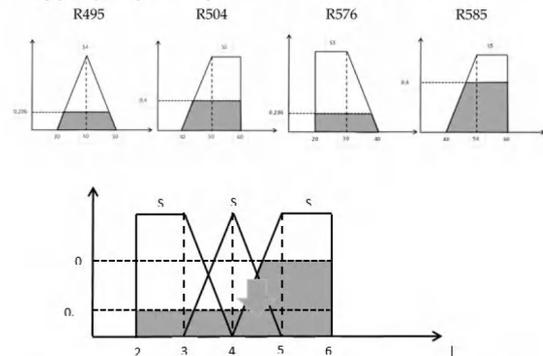
Gambar 8 Fuzzifikasi salinitas

Secara detail pembentukan aturan-aturan dari setiap parameter dapat dilihat pada Tabel 4.3. Berdasarkan hasil wawancara dengan pakar perikanan di Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Bali. Hasil dari penilaian masing-masing nilai ikan didapat dari hasil perhitungan dan keputusan dari seleksi tiap parameter yang digunakan. Untuk hasil kriteria berupa keputusan yang terdiri dari 8 (delapan) tingkatan kesesuaian jenis ikan pada gambar 4.8, yaitu S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7 dan S8. Tingkatan kesesuaian dalam keputusan setiap aturan $S1 < S2 < S3 < S4 < S5 < S6 < S7 < S8$, aturan yang paling sesuai dinilai dengan S8 dan sebaliknya yang paling tidak sesuai dinilai S1. Himpunan output fuzzy dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9 Fuzzifikasi Nilai Kesesuaian

Dari hasil aplikasi fungsi aplikasi dari tiap aturan, digunakan metode MAX untuk melakukan komposisi antar semua aturan. Proses komposisi dari dua fuzzy set, (a) keputusan is S3 (0,286) dan (b) keputusan is S5 (0,4), Berdasarkan data penilaian paramter untuk komposisi aturan menghasilkan satu fuzzy set tunggal yang ditunjukkan oleh Gambar 10.



Gambar 10 Daerah hasil komposisi untuk nilai kesesuaian

Defuzzifikasi (penegasan)

Metode penegasan (*defuzzy*) yang akan digunakan adalah metode centroid. Untuk mencari nilai defuzzifikasi.

$$COG = \frac{((20 + 30 + 40) \times 0.286) + ((50 + 60) \times 0.6)}{0.286 + 0.286 + 0.286 + 0.6 + 0.6} = 44.57726$$

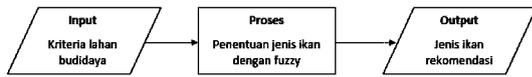
Udang = 39,0367834; Patin = 42,7502844; Gurame = 46,7710372; Mas = 62,1252447; Nila = 70; Tawes = 46,7710372; Bawal = 41,4168298; Lele = 44,57726. Kesesuaian kondisi lahan dengan karakteristik ikan yang mempunyai nilai z^* tertinggi direkomendasikan

Evaluasi aturan-aturan fuzzy

Aturan yang dapat diperoleh berdasarkan 6 parameter dan 3 klasifikasi fuzzy (rendah, sedang, tinggi) maka diperoleh kombinasi sebanyak 729 (3^6).

untuk lahan tersebut berdasarkan perhitungan fuzzy-mamdani adalah ikan Nila.

4. Implementasi dan Pembahasan



Gambar 11 Bagan perancangan sistem

Pada Gambar 11 diperlihatkan diagram rencana dari bagian utama aplikasi perangkat lunak yang akan dikerjakan. Dari gambar terlihat user melakukan input data sesuai dengan 6 parameter meliputi : ketinggian lahan (meter), suhu air(°C), kedalaman air (cm), pH air, kandungan O2 (ppm), dan kadar garam air (mg/L). Pemilihan parameter tersebut berdasarkan informasi dari dinas perikanan Provinsi Bali, bahwa parameter tersebut sudah dapat membantu penentuan ikan yang sesuai. Kemudian sistem akan menghitung menggunakan fuzzy mamdani, yang sebelumnya sudah ada data pendukung komoditas perikanan konsumsi air tawar dalam database yang meliputi 8 komoditas yaitu:

1. bawal (*Pampus Argentus*),
2. gurami (*Osporonemus gouramy*),
3. nila (*Tilapia nilotica*),
4. patin (*Pangasius pangasius*),
5. lele (*Clarias Batrachus*),
6. mas (*Cyprinus carpio*),
7. udang (*Macrobrachium rosenbergi*),
8. tawes (*Punctius javanicus*).

Komoditas tersebut merupakan komoditas yang memiliki potensi yang cukup tinggi di daerah Bali, dan komoditas yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Aplikasi dari sistem ini menghasilkan output nilai kesesuaian ikan terhadap lahan budidaya perikanan di lahan daerah Gianyar, Bangli dan Tabanan. Dalam membangun sebuah sistem inferensi fuzzy dikenal beberapa metode. Untuk perancangan penentuan jenis ikan berdasarkan data dan informasi dari Dinas Perikanan Provinsi Bali, digunakan metode Mamdani.

Context Diagram

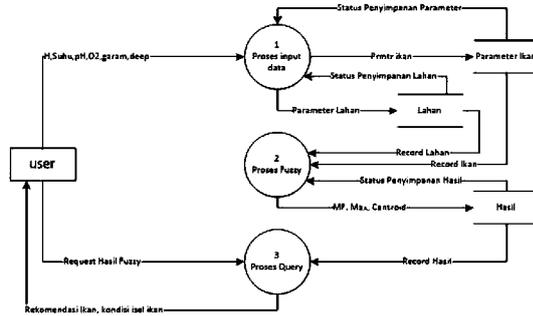
Program yang dirancang adalah sebuah aplikasi untuk menentukan jenis ikan pada lahan budidaya perikanan. Program tersebut menerima input dari user berupa parameter-parameter yang dibutuhkan melalui user interface yang telah disediakan. Dan program secara berkala menampilkan rekomendasi yang dibutuhkan kepada user. Gambar 12 merupakan diagram konteks dari aplikasi yang dimaksud.



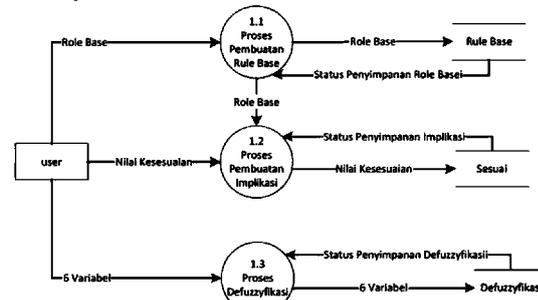
Gambar 12 Context Diagram

Data Flow Diagram Level 1

Berdasarkan hasil analisis tentang kebutuhan sistem dan pengguna sistem dapat ditentukan pula aliran data yang terjadi pada aplikasi yang dirancang. Aliran data pada sistem yang dirancang dibuat dalam bentuk Data Flow Diagram(DFD), seperti dapat dilihat pada gambar 13.



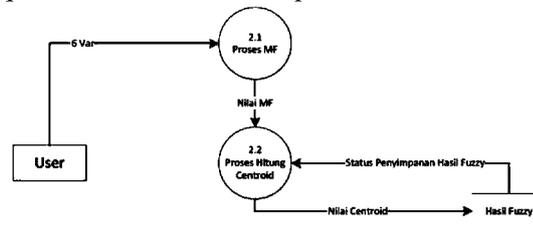
Gambar 13 DFD Level 1 Program DFD Level 2 Proses Pembuatan Himpunan Fuzzy dan Rulebase



Gambar 14 DFD Level 2 Proses Pembuatan Himpunan Fuzzy dan Rulebase

DFD Level 2 Proses Hitung Centroid

Pada DFD level 2 Proses perhitungan nilai centroid dapat dilihat pada gambar 5.5. Pada DFD proses hitung centroid Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z*) daerah fuzzy. Proses Hitung centroid yang dilakukan aplikasi akan menjadi input untuk proses pemberian rekomendasi kepada user.

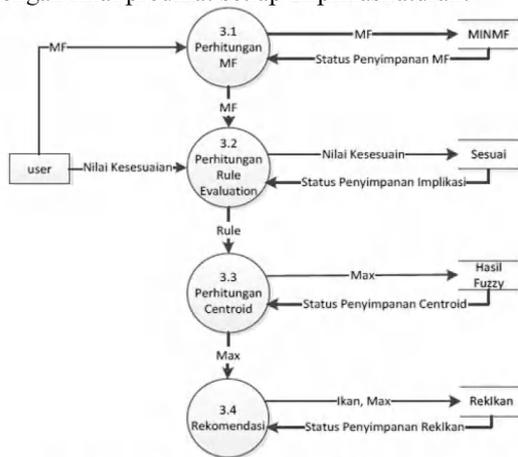


Gambar 15 DFD Level 2 Proses Hitung Centroid

DFD Level 2 Proses Perhitungan Fuzzy

Pada DFD level 2 Proses perhitungan membership function, rule evaluation, dan perhitungan centroid yang kemudian dari nilai centroid akan dapat dihasilkan rekomendasi ikan yang dapat dilihat pada gambar 16. Pada Level ini sistem sudah menghasilkan data yang bisa dijadikan rekomendasi kepada user. Proses mamdani meliputi

tahap fuzzifikasi, fungsi implikasi (Min), komposisi aturan dan defuzzifikasi. Pada tahap fuzzifikasi, fungsi keanggotaan setiap himpunan ditentukan berdasarkan nilai x yang ditentukan. Tahap Fungsi Implikasi, diperoleh dengan mengambil nilai Min dari seluruh nilai fungsi keanggotaan setiap himpunan berdasarkan rule (aturan) yang telah ditetapkan. Sedangkan tahap Komposisi Aturan, diperoleh dengan menentukan luasan daerah dari fungsi implikasi aturan dengan mengambil nilai Max, kemudian tahap Fuzzifikasi, ditentukan dengan menghitung jumlah nilai z dari luasan daerah dibagi dengan nilai predikat setiap implikasi aturan.

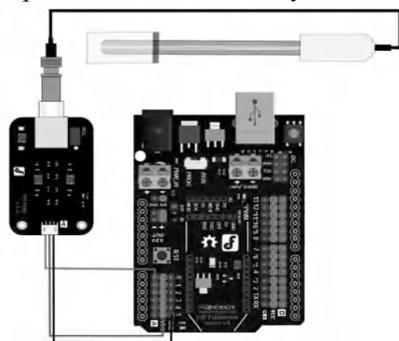


Gambar 16 DFD Proses Perhitungan Fuzzy

Rancangan Mikrokontroler

a. Sensor pH

Pengukuran kadar PH air tawar menggunakan range yaitu dari 0 – 10. Jika kadar PH di < 7 berarti air tersebut Asam dan > 7 berarti Basa. Sensor PH yang digunakan berfungsi mendeteksi kadar PH air dan outputnya berupa tegangan yang diumpangkan ke modul mikrokontroler. Hasil pengolahan dari mikrokontroler selanjutnya ditampilkan ke LCD sebagai input di dalam sistem Fuzzy.

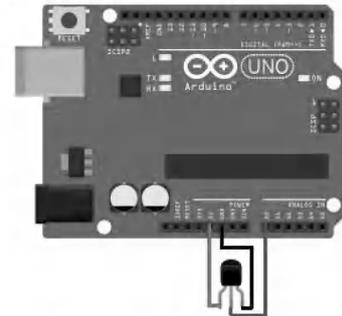


Gambar 17 Sensor PH

b. Sensor suhu

Konfigurasi sensor suhu dengan modul mikrokontroler untuk mengukur suhu air yang dijadikan variabel pengukuran. Sensor suhu yang digunakan adalah sensor LM 35. Penggunaan sensor suhu LM 35 dirasa cukup dikarenakan tingkat

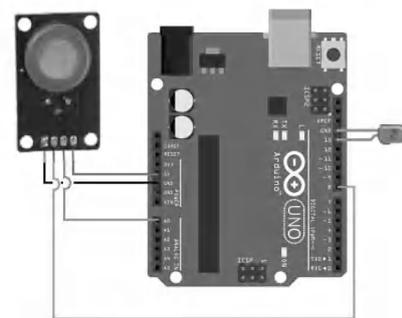
sensitivitas dan tanggapan waktunya yang baik. Pengukuran suhu pada sistem yang dibuat digunakan sebagai inputan sistem Fuzzy untuk menentukan jenis ikan yang akan di budi dayakan. Pengujian suhu dilakukan pada siang dan sore hari untuk mengetahui tingkat suhu pada waktu yang berbeda.



Gambar 18 Sensor suhu

c. Sensor O₂

Penggunaan sensor oksigen adalah sebagai pengukur kadar oksigen dalam air. Pengukuran kadar oksigen dirasa penting karena ikan yang akan dibudidayakan harus mendapatkan asupan oksigen yang cukup untuk dapat hidup. Pemasangan sensor dilakukan sedemikian rupa untuk dapat digunakan mendeteksi kadar oksigen dalam air, output dari pembacaan sensor diteruskan ke LCD dan ke sistem Fuzzy.



Gambar 19 Sensor oksigen

d. Sensor Kadar Garam

Sensor yang digunakan dalam mengukur salinitas/kadar garam terbuat dari elektroda tembaga. Pada penelitian yang dilakukan, tinggi elektroda berpengaruh pada hasil pengukuran. Pengukuran salinitas dilakukan dengan memasukkan elektroda tembaga ke dalam air. Elektroda tersebut kemudian dialiri tegangan sebesar 9 volt. Beda potensial antara ujung-ujung elektroda tersebut yang kemudian menjadi data keluaran sensor. Elektroda yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan module elektroda khusus untuk mengukur kadar garam. Tinggi elektroda yang tercelup pada air berpengaruh pada data keluaran sensor.

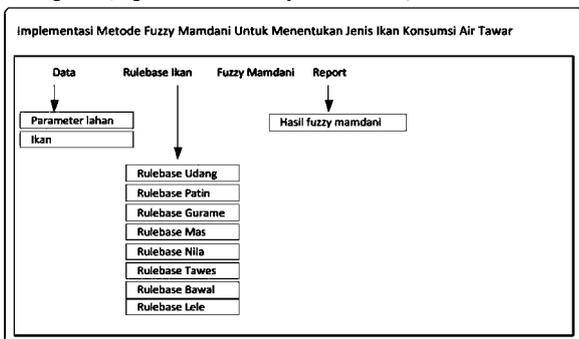
Pengujian dan pengukuran sistem dilakukan di beberapa tambak dan danau, pengukuran yang pertama di lakukan pada tambak yang berada di daerah Gianyar Tabanan, mendapatkan hasil kadar

PH = 8 dan suhu 30°C serta kadar oksigen = 20, salinitas = 150, kedalaman tambak 1,5 meter dan daerah dengan ketinggian 100 meter di atas permukaan air laut. Hasil tersebut ditampilkan lewat LCD dan sebagai inputan ke dalam sistem Fuzzy. Sistem Fuzzy nantinya memberikan output berupa pilihan ikan yang dapat dibudidayakan dari inputan 5 variabel tersebut. Diharapkan sistem ini kedepannya dapat digunakan oleh pihak dinas perikanan dan perternakan untuk dasar pemberian pengarahannya ke masyarakat dalam pemilihan ikan budidaya yang ada, sehingga capaian hasil budidaya ikan dapat maksimal. Output sistem ini bukan merupakan satu-satunya hasil yang dipergunakan, tetapi juga memperhitungkan kondisi lingkungan disekitar.

Rancangan User Interface

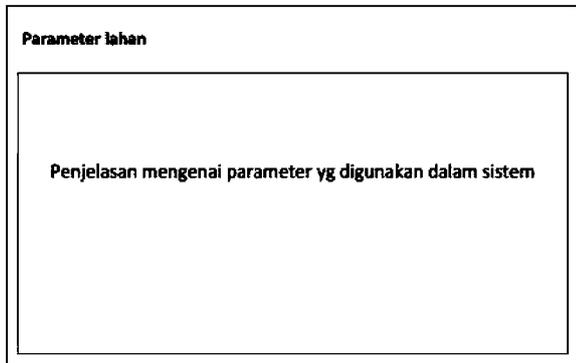
Rancangan muka dari sistem bisa dilihat pada gambar 20 :

- a. Data (parameter lahan, ikan)
- b. Himpunan Fuzzy (rule base, nilai ikan)
- c. Fuzzy Mamdani
- d. Report (report hasil fuzzy mamdani)



Gambar 20 User interface form utama

Menu Data yang terdiri dari dua sub menu bisa dilihat pada gambar 21 dan 22 :



Gambar 21 Sub menu parameter lahan

Sub Menu Parameter Lahan berisi tentang informasi lahan yang berkaitan dengan jenis-jenis ikan yang menjadi obyek penelitian. Misalnya ketinggian, kedalaman, kandungan air dari tiap-tiap ikan.

No.	Ikan	Nama latin	Gambar
Text	Text	Text	Text
Text	Text	Text	Text
Text	Text	Text	Text

Gambar 22 Sub menu form jenis ikan

Sub Menu Ikan berisi tentang data-data ikan yang menjadi obyek penelitian ini. Ada 8 jenis ikan yaitu : Tawes, Gurami, Lele, Bawal, Mas, Udang, Patin, Nila.

No	NR	Bawal	Gurami	Nila	Patin	Lefe	Mas	Tawes	Udang	Minimum
Text	Text	Text	Text	Text	Text	Text	Text	Text	Text	Text
Text	Text	Text	Text	Text	Text	Text	Text	Text	Text	Text
Text	Text	Text	Text	Text	Text	Text	Text	Text	Text	Text

Gambar 23 Sub menu form rulebase

Rulebase ini dibuat berdasarkan data yang didapat dari Dinas Perikanan dan berbentuk linguistik dari 8 ikan yang telah dimasukkan sebelumnya kedalam sistem.

Gambar 24 Form Fuzzy

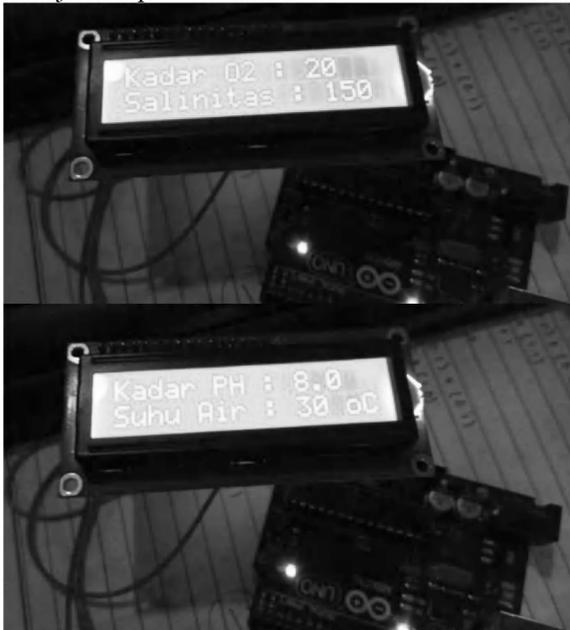
Implementasi Sistem

Implementasi sistem adalah tahap penerapan sistem yang akan dilakukan jika sistem disetujui termasuk implementasi mikrokontroller dan juga program yang telah dibuat pada tahap perancangan sistem agar siap untuk dioperasikan.

Implementasi Microcontroller

Implementasi mikro kontroler dirancang dengan menggunakan modul Arduino Uno dengan konfigurasi 4 sensor sebagai inputan. Modul tersebut dirancang dengan pendekatan skematik yang sudah dirancang. Implementasi dari mikro kontroler dan sensor menggunakan sampel air dari tambak warga yang berada di Kabupaten Gianyar dan Klungkung.

Adapun hasil pembacaan parameter lahan budidaya ditunjukkan pada Gambar.



Gambar 25 Hasil pembacaan parameter lahan budidaya dari mikro kontroler

Implementasi Aplikasi

Implementasi metode fuzzy mamdani untuk menentukan jenis ikan ini menggunakan Microsoft Visual Basic 6.0 untuk perancangan antar muka pengguna (user interface), Microsoft Access 2007 untuk perancangan basisdata dengan sistem operasi Windows 7 Ultimate.

Berdasarkan spesifikasi sistem yang telah dirancang, implementasi metode fuzzy-mamdani untuk menentukan jenis ikan konsumsi air tawar berdasarkan karakteristik lahan budidaya perikanan.

Hasil Eksperimen

Dalam eksperimen ini, didapat hasil pembacaan sensor pada sebuah lahan dengan data sebagai berikut :

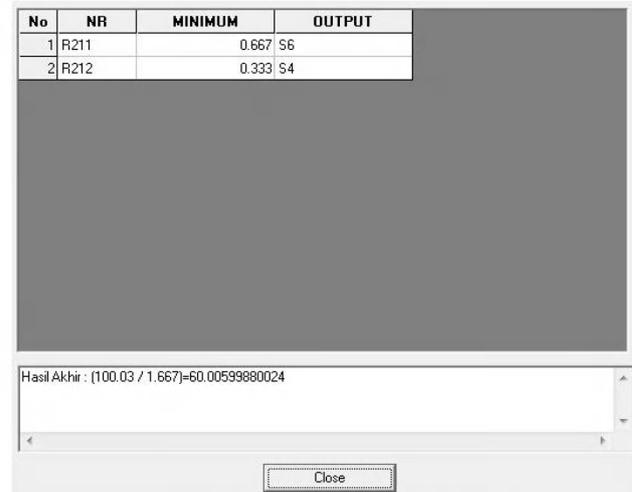
Tabel 1 Nilai input data lahan

Parameter	Nilai
Ketinggian	100 m
Kedalaman	100 cm
Suhu	30°C
pH	8
O ₂	20
Salinitas	150

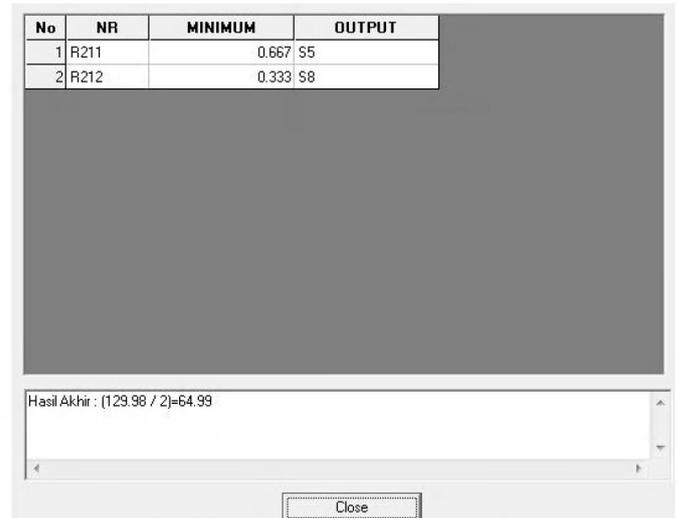
Pada eksperimen data input numerik tersebut di inputkan kedalam aplikasi yang kemudian sistem akan memproses. Hasil eksperimen secara berurutan akan menghasilkan aturan terpilih, hasil perhitungan yang dapat di lihat pada Gambar 26, 27, 28, dan 29.



Gambar 26 Perhitungan fuzzy



Gambar 27 Perhitungan untuk ikan lele



Gambar 28 Perhitungan untuk ikan nila

No	NR	MINIMUM	OUTPUT
1	R211	0.667	S3
2	R212	0.333	S5

Hasil Akhir : (69.98 / 2)=34.99

Close

Gambar 29 Perhitungan untuk ikan udang

5. KESIMPULAN

Beberapa hal dapat disimpulkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Nilai kesesuaian pada aturan setiap ikan berbeda-beda, namun dimungkinkan diperoleh hasil akhir yang sama, dikarenakan untuk aturan tertentu terdapat nilai kesesuaian yang sama.
2. Aturan setiap ikan terbatas pada lahan budidaya perikanan di daerah Bali, sehingga untuk implementasi di luar daerah membutuhkan aturan yang baru untuk setiap ikan.
3. Fuzzy dengan metode Mamdani dapat diterapkan untuk permasalahan pemilihan jenis ikan pada budidaya perikanan.
4. Sistem microcontroller dengan memanfaatkan sensor sebagai alternatif dalam mendata parameter di setiap lahan budidaya secara akurat.

REFERENSI

- [1] Agus, Bejo. (2008). C&AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler ATmega 8535. Yogyakarta : Graha Ilmu
- [2] Djunaidi, 2005, Penentuan Jumlah Produksi dengan Aplikasi Metode Fuzzy –Mamdani, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- [3] Eko Putra, Agfianto. (2010). Tip dan Trik Mikrokontroler AT89 dan AVR. Yogyakarta : Gava Media
- [4] Iancu, I. 2012. *A Mamdani Type Fuzzy Logic Controller, Fuzzy Logic - Controls, Concepts, Theories and Applications*. University of Craiova. Romania.
- [5] Djunaidi, 2005, Penentuan Jumlah Produksi dengan Aplikasi Metode Fuzzy –Mamdani, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- [6] Eko Putra, Agfianto. (2010). Tip dan Trik Mikrokontroler AT89 dan AVR. Yogyakarta : Gava Media
- [7] Iancu, I. 2012. *A Mamdani Type Fuzzy Logic Controller, Fuzzy Logic - Controls, Concepts, Theories and Applications*. University of Craiova. Romania.
- [8] Kurniawan, Dayat. (2009). ATmega 8 dan Aplikasinya. Jakarta : PT Elex Media Komputindo.
- [9] Shidiq, Mahfudz (2008). Pengukuran Suhu dan pH Air Tambak Terintegrasi dengan Data Logger. Jurnal EECCIS Vol. II, No. 1, Juni 2008
- [10] Susanto, H., 2006, *Budidaya Ikan di Pekarangan*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- [11] Sukaesih, 2002, Sistem Berbasis Pengetahuan Untuk Evaluasi Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Budidaya Dengan Mesin Inferensi Fuzzy, Tesis, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [12] Wang, L.X., 1997. *A Course in Fuzzy System and Control*. Prentice-Hall International. Inc., New Jersey.