

RANCANG BANGUN APLIKASI PENENTUAN KUALITAS GARAM DENGAN METODE FUZZY INFERENCES SYSTEM (FIS) MAMDANI BERBASIS WEB

Indah Nur Alifia Rahma¹, Budi Darma Setiawan, S.Kom., M.Cs²,
Denny Sagita Rusdianto, S.Kom.,M.Kom³

Program Studi Informatika
Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer
Universitas Brawijaya
Jalan Veteran No.8, Malang, Jawa Timur, Indonesia
Email : alifi4.nu12@gmail.com¹,

Abstrak

Indonesia sebagai negara kepulauan menyimpan banyak potensi yang dapat dimanfaatkan. Salah satunya adalah komoditas garam. Oleh karena itu pendampingan dan pembinaan petani garam yang direkrut kementerian terkait diperlukan untuk meningkatkan pengetahuan petani garam dan memastikan bahwa hasil produksi petani sesuai kualitas. Implementasi penentuan kualitas garam yang dibuat dirancang untuk membantu dalam menentukan kualitas garam. Parameter yang digunakan dalam hal ini terdiri dari faktor warna, kandungan NaCl dan kebersihan. Proses perhitungan dalam penentuan kualitas garam ini menggunakan metode *fuzzy inferences system* (fis) mamdani. Model pengembangan sistem menggunakan model waterfall yang disesuaikan dengan kebutuhan pengguna yaitu pembina garam. Implementasi program dengan menggunakan framework *Codeigniter*. Hasil dari pengujian menghasilkan pengujian usability 83,28% . Dan tingkat akurasi antara hasil perhitungan aplikasi dengan hasil keputusan dari ahli kualitas garam sebesar 86,6%.

Kata kunci : kualitas garam, fis mamdani, waterfall model

Abstract

As an archipelagic nation, Indonesia holds a plenty of natural and human resources which have a great potential to be exploited. One of the natural resources are salt. Therefore, salt farmer supervisor and developer whom recruited by the Indonesian Ministries are needed to improve farmers' knowledge of salt and to ensure the appropriate quality farm production. An implementation was constructed and designed to help determine the quality of salt. The parameters used in this case consists of the color factor, NaCl composition, and hygiene. The calculation process in the determination of the quality of salt is using *fuzzy inferences system* (fis) mamdani. Development system model is using the waterfall model which is designed to provide convenience to the users' requirement, and the users are the salt supervisors. Program implementation is using *Codeigniter* framework. The usability testing results in percentage are 83.28%. And the accuracy level between the applied calculation results and the result issued by the experts of salt quality is as of 86.6 %.

Keywords : quality of salt, fis mamdani , waterfall model

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang terdiri dari kepulauan-kepulauan yang memiliki kawasan pesisir dan lautan dengan panjang garis pantai 81.000 km. Lautan dengan 70% dari luasan total negara, menyimpan beberapa potensi yang dapat dimanfaatkan. Salah satunya adalah komoditas garam. Terbukti hasil produksi tahun 2010 mencapai 1,400 juta ton. Namun total produksi tersebut belum bisa mencukupi kebutuhan garam nasional yang mencapai 2,985 juta ton.[1]

Terdapat pembina atau penyuluh garam yang direkrut kementerian terkait diperlukan untuk meningkatkan pengetahuan petani dalam pertani garam. Tugas dalam menentukan kualitas garam diserahkan kepada pembina. Dalam proses penentuannya, menggunakan pengetahuan pribadi tentang spesifikasi kualitas garam. Hal ini dapat menimbulkan keputusan yang kurang akurat. Oleh karena itu, penulis memberikan solusi dengan menggunakan suatu sistem terkomputerisasi yang dapat menentukan kualitas garam rakyat. Diharapkan dapat meminimalisir kesalahan yang terjadi dalam menentukan kualitas garam tidak hanya dilihat pengetahuan pribadi namun mempertimbangkan beberapa faktor yang mempengaruhi penentuan kualitas garam. Sistem harus dapat menjamin bahwa hasil penentuan sesuai dengan kualitas garam berdasarkan kriteria.

Dalam kondisi di lapangan pembina atau penyuluh petani garam tidak hanya melakukan penentuan kualitas. Tetapi juga melakukan pendataan produksi garam. Oleh karena itu system diharapkan juga dapat melakukan pendataan produksi garam. Karena selama ini pendataan ditulis pada buku manual. Hal ini bisa sewaktu-waktu hilang. Sehingga sistem informasi ini menjadi bahan pendataan produksi dari petani garam.

Manfaat proses penentuan adalah untuk memberikan hasil informasi penentuan kualitas 1, kualitas 2 atau kualitas 3 berdasarkan kriteria-kriteria yang ditentukan. Dalam pembuatannya, sistem ini menggunakan metode Fuzzy Inferences System (FIS) Mamdani dan model waterfall sebagai model perangkat lunak. Metode Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani digunakan untuk mengklasifikasikan kualitas garam berdasarkan kriteria fisik dan kandungan NaCl ke dalam 3 kualitas. Metode fuzzy mamdani dipilih karena penggunaan metode ini digunakan dalam suatu output dari permasalahan yang ada. Menurut Kusumadewi, fuzzy mamdani merupakan metode yang memberikan toleransi pada data yang ada. Sehingga Fuzzy mamdani lebih cocok digunakan input yang diterima dari manusia. Penalaran mamdani lebih menyerupai pola pikir manusia.[2]

Pada penelitian sebelumnya, yang dilakukan oleh Ghazali yang berjudul "Sistem Pendukung Keputusan Kualitas Air Sungai dengan menggunakan metode Fuzzy Mamdani" dengan akurasi penelitian mencapai 93,33% .[3] Pada penelitian tersebut terdapat sub kriteria yang menyerupai pada penelitian yang akan dilakukan. Yaitu pada penelitian yang dilakukan Ghazali memiliki sub kriteria baik dan buruk. Sedangkan penelitian yang dilakukan juga memiliki sub kriteria baik dan jelek.

Berdasarkan paparan sebelumnya, penulis mengambil judul penelitian "Rancang Bangun Aplikasi Penentuan Kualitas Garam dengan Metode Fuzzy Inferences System (FIS) Mamdani berbasis Web" dibangun aplikasi kualitas garam berbasis web yang mampu menampilkan informasi untuk menentukan kualitas garam sehingga membantu dalam menunjang pertanian garam.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengimplementasikan metode Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani untuk kualitas garam rakyat pada pemrograman berbasis web?
2. Bagaimana tingkat akurasi sistem dalam menentukan kualitas garam dengan penerapan metode Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani terhadap objek penelitian?

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah sistem penentuan kualitas garam dan pendataan produksi garam yang dapat membantu pembina atau penyuluh garam dalam melaksanakan tugasnya.

2. KAJIAN KEPUSTAKAAN

Faktor-faktor yang mempengaruhi Kualitas Garam. Berdasarkan peraturan direktur jenderal perdagangan luar negeri Nomer 02/DAGLU/PER/5/2011 dalam penentuan kualitas garam untuk penetapan harga penjualan garam di tingkat petani garam dapat dibedakan berdasarkan factor-faktor dibawah ini yaitu :

a. Faktor Warna

Secara visualisasi kualitas garam dapat ditentukan berdasarkan warna yang dihasilkan dari produksi petani. Untuk warna garam yang semakin putih bening termasuk pada kualitas yang tinggi atau dikatakan kualitas 1. Sedangkan warna putih saja dikatakan kualitas 2. Dan untuk kualitas rendah atau kualitas 3 memiliki warna yang agak kecoklatan.

b. Faktor Kebersihan

Kebersihan dari hasil kualitas garam mempengaruhi dari penentuan kualitas. Semakin bersih hasil produksi garam tidak ada kotoran berupa tanah lumpur maka garam termasuk kualitas baik atau dikatakan kualitas 1.

c. Faktor Kandungan NaCl

Kualitas garam dapat diklasifikasikan berdasarkan kandungan NaCl. Berdasarkan hal tersebut maka dapat dibedakan 3 (tiga) kualitas garam, yang dapat dilihat pada Tabel 1.

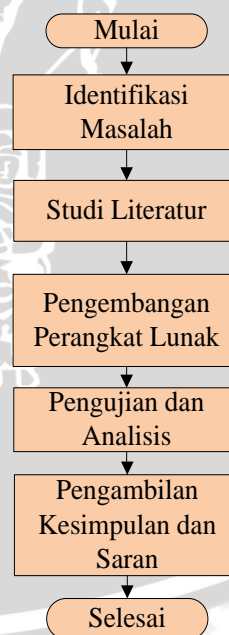
Tabel 1 Klasifikasi kandungan NaCl

No.	Substance
Kualitas 1	NaCl > 94,7%
Kualitas 2	85% < NaCl < 94,7 %
Kualitas 3	NaCl < 85%

Sumber: Dinas Perikanan dan Kelautan

3. METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan langkah-langkah dan penguraian metode penelitian yang digunakan dalam Rancang Bangun Aplikasi Penentuan Kualitas Garam Rakyat dengan Metode Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani berbasis web. Berikut adalah diagram alir dari penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 3.1:



Gambar 1 Diagram Alir Metode Penelitian

3.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah digunakan untuk mengetahui permasalahan apa saja yang diambil dalam melakukan suatu penelitian. Masalah yang diambil dalam penelitian ini

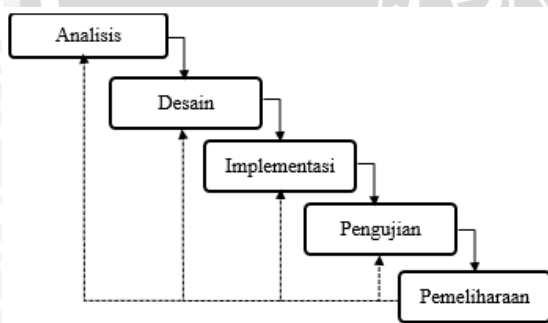
yaitu bagaimana melakukan proses penentuan kualitas garam, memberikan informasi hasil produksi garam rakyat kualitas 1, kualitas 2 atau kualitas 3 dan pendataan produksi garam rakyat.

3.2 Studi Literatur

Metode ini digunakan untuk mendapatkan dasar teori yang digunakan untuk pengembangan perangkat lunak. Sumber atau referensi yang digunakan meliputi buku, jurnal, laporan penelitian terdahulu, dan artikel ilmiah. Dasar teori meliputi: Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani, Rekayasa Perangkat Lunak, Model Waterfall, MVC, CI, Unified Modelling Language (UML), Teknik Pengujian.

3.3 Pengembangan Perangkat Lunak

Pemodelan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model *waterfall*. Berikut menunjukkan tahap model waterfall yang diterapkan pada penelitian:



Gambar 2 Model *waterfall*

Model waterfall prosesnya mengalir secara sistematis dari tahap analisis hingga tahap pemeliharaan dalam mode ke bawah. Model waterfall juga meminimalisir adanya perubahan spesifikasi kebutuhan. Penggunaan model waterfall, pada tahap perancangan, program akan stabil dan tidak ada perubahan saat pengembangan.

3.3.1 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan digunakan untuk mendapatkan semua kebutuhan yang diperlukan dari aplikasi yang akan dibangun. Analisis kebutuhan didapatkan

dengan mengidentifikasi semua kebutuhan aplikasi. Sehingga dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan diantaranya yaitu proses pengumpulan data, mendefinisikan hasil pengumpulan data, identifikasi aktor, dan identifikasi kebutuhan.

3.3.2 Perancangan

Pada penelitian ini tahap perancangan merupakan dasar proses implementasi dengan menggunakan pemodelan perangkat lunak yaitu pemodelan UML (*Unified Modelling Language*). Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahap diantaranya adalah perancangan activity diagram, perancangan class diagram, perancangan sequence diagram, perancangan basis data, perancangan antarmuka dan perancangan algoritma.

3.3.3 Implementasi

Pada penelitian ini tahap implementasi adalah tahap implementasi sistem yang mengacu pada hasil analisis kebutuhan dan juga perancangan. Implementasi merupakan proses pengkodean yang dilakukan oleh programmer. Pengkodean dalam penelitian ini dengan menggunakan *framework codeigniter* dengan konsep *Model View Controller* (MVC) menggunakan bahasa PHP dan database MySQL.

3.3.4 Pengujian

Pada penelitian pengujian menggunakan software model pengujian black box dan white box. Pengujian black box digunakan untuk memastikan apakah aplikasi yang telah dibuat berfungsi sesuai dengan yang diinginkan atau tidak. Pengujian white box ini dilakukan dengan cara membuat test case dengan melihat source code untuk mencari kesalahan.

3.4 Pengujian dan Analisis Perangkat Lunak

Pada penelitian ini proses tahap pengujian merupakan proses menguji yang ada pada sistem. Pengujian dilakukan dengan empat cara yaitu pengujian white box, black box, usability testing, dan pengujian akurasi.

3.5 Pengambilan Kesimpulan dan Saran

Pengambilan kesimpulan dilakukan setelah semua tahapan perancangan dan implementasi selesai. Kesimpulan diambil dari hasil analisis dan pengujian sistem. Tahap terakhir dari penelitian ini adalah saran. Saran yang dimaksud yaitu untuk memperbaiki kesalahan atau kekurangan dalam penelitian ini dan pemberian masukan untuk penelitian selanjutnya.

4. Analisis dan Perancangan

4.1 Gambaran Umum

Aplikasi kualitas garam merupakan perangkat lunak yang dikembangkan untuk membantu menjembatani petani dalam menentukan kualitas 1, kualitas 2 atau kualitas 3 garam rakyat berdasarkan kriteria yang ada. Pembina atau penyuluh garam yang akan melakukan proses penginputan data petani, data hasil produksi garam petani dan proses penentuan kualitas garam. Pada sistem ini hasil produksi garam petani akan diseleksi dengan menggunakan metode FIS (Fuzzy Inferences System) Mamdani berdasarkan kriteria penilaian yaitu warna, NaCl dan kebersihan kemudian menghasilkan keputusan kualitas.

4.2 Analisis Data

Dari hasil wawancara berikut data pada sistem yang disusun berdasarkan analisis data yaitu data user pembina atau penyuluh yang akan mengakses sistem, data petani, data kelompok tani, data hasil produksi, data untuk melakukan perhitungan keputusan pada sistem, data rule, data admin.

4.3 Identifikasi Aktor

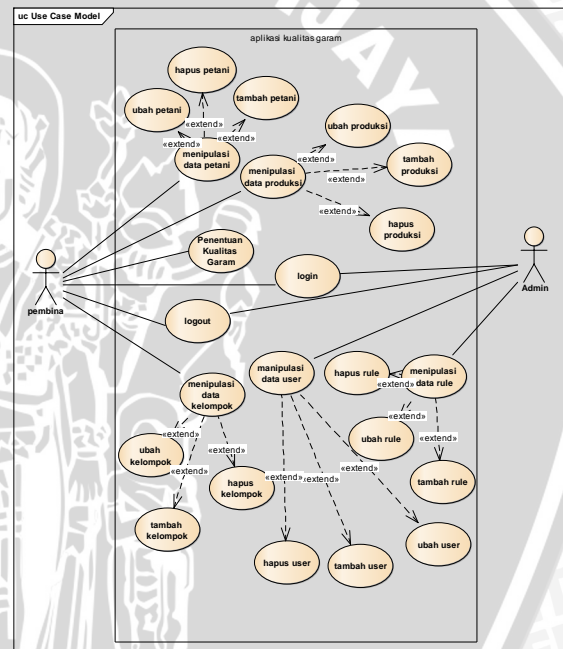
Berikut tabel identifikasi aktor pada penelitian sistem yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2 Identifikasi Aktor

Aktor	Deskripsi
Pembina	Pembina atau penyuluh garam merupakan aktor yang dapat menggunakan aplikasi penentuan keputusan setelah melakukan login.
Admin	Admin adalah aktor yang dapat menggunakan aplikasi setelah melakukan login sebagai admin.

4.4 Pembuatan Use Case Diagram

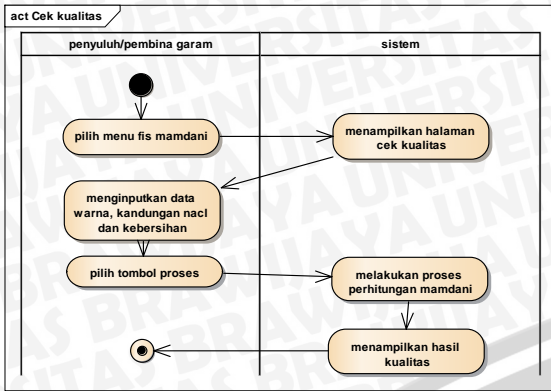
Use case diagram digunakan untuk menggambarkan interaksi-interaksi antara komponen-komponen dari system yang akan dibangun.



Gambar 3 Use case diagram

4.4 Pembuatan Activity Diagram

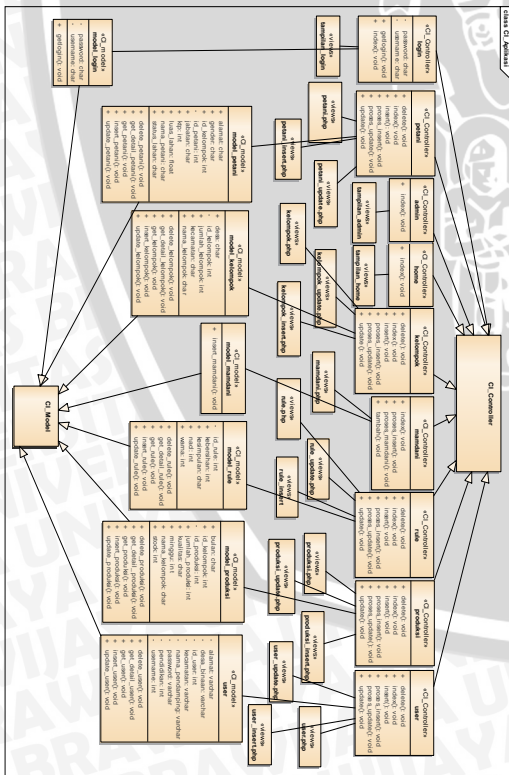
Activity diagram menggambarkan aktivitas dari setiap use case. Berikut merupakan gambaran salah satu activity diagram yang ada pada sistem yaitu cek penentuan kualitas.



Gambar 4 Activity diagram

4.5 Pembuatan Class Diagram

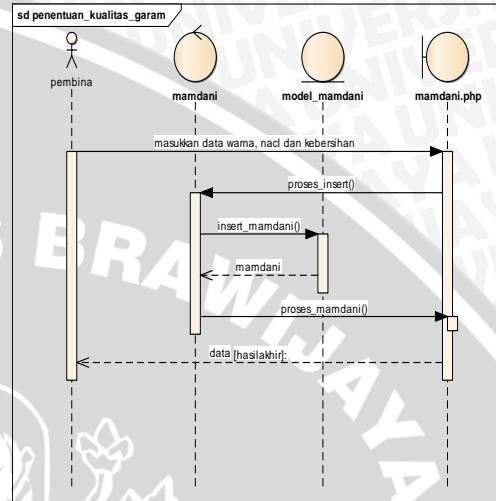
Pada perancangan class diagram dijelaskan kelas-kelas model, view, controller serta atribut yang nantinya akan digunakan dalam penyimpanan data. Selain itu juga akan disebutkan operasi-operasi dalam tabel yang menjelaskan operasi apa yang dapat dilakukan dan akan digambarkan mengenai relasinya dengan tabel yang lain. Pada tabel ini nantinya diimplementasikan pada saat proses pembuatan sistem.



Gambar 5 Class Diagram

4.6 Pembuatan Sequence Diagram

Sequence diagram menggambarkan cara atau alur kerja dari setiap use case. Berikut merupakan salah satu gambaran sequence diagram yang ada pada sistem yaitu penentuan kualitas yang ditunjukkan pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6 Sequence Diagram

4.7 Perancangan Algoritma

Perancangan algoritma ini akan dibahas tahapan alur proses fuzzy mamdani yang terdiri dari 4 tahapan yaitu : pembentukan himpunan fuzzy (fuzzyfikasi), aplikasi fungsi implikasi metode min, komposisi aturan metode max, penegasan (defuzzifikasi) .

Proses Input Data

Untuk mengetahui cara kerja aplikasi yang akan diimplementasikan, maka perlu untuk dilakukan pemodelan. Pemodelan dilakukan dengan cara membuat contoh kasus permasalahan penentuan kualitas garam yang akan diinputkan user. Pada tahap ini akan melakukan perhitungan menggunakan metode fuzzy mamdani. Berikut ini merupakan langkahlangkah perhitungan yang dilakukan manual.

Misalkan user atau pengguna aplikasi memiliki data-data yang diinputkan pada aplikasi sebagai berikut :

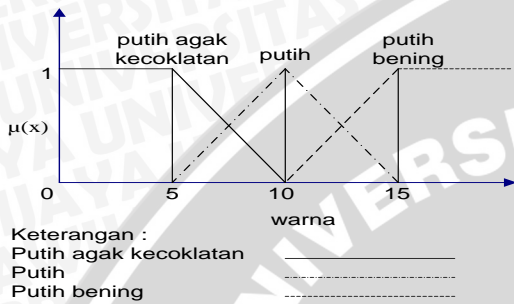
- Warna = 8
- Kebersihan = 4

- Kandungan NaCl= 86%

a. Proses fuzzyfikasi

Langkah pertama pada proses Fuzzy mamdani adalah melakukan fuzzyfikasi/menghitung derajat keanggotaan terhadap kriteria garam yang diinputkan. Berikut ini perhitungan derajat keanggotaan untuk tiap parameter garam.

Untuk Warna : berdasarkan Gambar 7,



Gambar 7 Grafik Fuzzy Warna

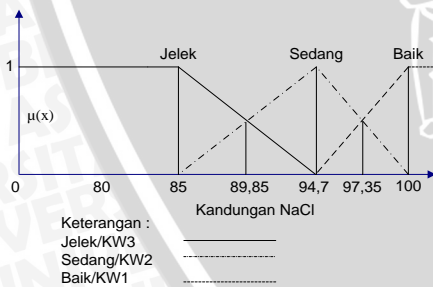
Input Warna = 8, maka:

$$\mu_{\text{PutihBening}}(A) = \frac{10-8}{5} = 2/5 = 0,4$$

$$\mu_{\text{Putih}}(A) = \frac{8-5}{5} = 3/5 = 0,6$$

$$\mu_{\text{PutihKecoklatan}}(A) = 0$$

Untuk Kandungan NaCl : berdasarkan Gambar 8.



Gambar 8 Grafik Fuzzy Kandunagn NaCl

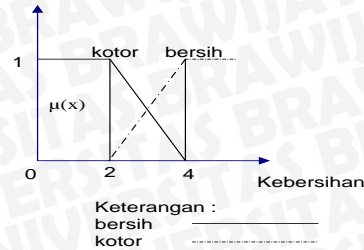
Input kandungan NaCl = 86%

$$\mu_{\text{jelek}}(B) = \frac{94,7-86}{9,7} = \frac{8,7}{9,7} = 0,89$$

$$\mu_{\text{sedang}}(B) = \frac{86-85}{9,7} = \frac{1}{9,7} = 0,103$$

$$\mu_{\text{baik}}(B) = 0$$

Untuk Kebersihan: berdasarkan Gambar 9.



Gambar 9 Grafik Fuzzy Kebersihan

Input kebersihan = 4

$$\mu_{\text{kotor}}(C) = 0$$

$$\mu_{\text{bersih}}(C) = 1$$

b. Proses Aplikasi Fungsi Implikasi Metode MIN

Setelah pembentukan himpunan fuzzy, selanjutnya dibentuk aturan yang bersesuaian dengan mengambil dat-data berdasarakan pengalaman dari pembuat keputusan. Aturan keputusan di peroleh dari kombinasi dari masing-masing himpunan fuzzy. Ada 2 parameter (warna dan kandungan NaCl) memiliki 3 himpunan fuzzy yaitu putih bening/baik, putih/ sedang, putih kecoklatan/jelek. Dan ada 1 parameter (kebersihan) memiliki 2 himpunan fuzzy yaitu kotor dan bersih. Jadi kombinasi aturannya dapat dihitung seperti dibawah ini:

$$2 \times 3 \times 3 = 2^1 \times 3^2 = 18 \text{ rule}$$

Berdasarkan hasil wawancara dan diskusi bersama yang ahli, rule tersebut dapat ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Aturan/Rule Fuzzy Mamdani

Id_rule	Kebersihan	NaCl	Warna	Keputusan
1	Kotor	Jelek	Putih Kecoklatan	Kualitas 3
2	Kotor	Jelek	Putih	Kualitas 3
3	Kotor	Jelek	Putih Bening	Kualitas 2
4	Kotor	Sedang	Putih Kecoklatan	Kualitas 3
5	Kotor	Sedang	Putih	Kualitas 2
6	Kotor	Sedang	Putih Bening	Kualitas 2
7	Kotor	Baik	Putih Kecoklatan	Kualitas 2
8	Kotor	Baik	Putih	Kualitas 2

9	Kotor	Baik	Putih Bening	Kualitas 1
10	Bersih	Jelek	Putih Kecoklatan	Kualitas 3
11	Bersih	Jelek	Putih	Kualitas 2
12	Bersih	Jelek	Putih Bening	Kualitas 2
13	Bersih	Sedang	Putih Kecoklatan	Kualitas 2
14	Bersih	Sedang	Putih	Kualitas 2
15	Bersih	Sedang	Putih Bening	Kualitas 1
16	Bersih	Baik	Putih Kecoklatan	Kualitas 2
17	Bersih	Baik	Putih	Kualitas 1
18	Bersih	Baik	Putih Bening	Kualitas 1

[Sumber: Wawancara]

Pada aplikasi digunakan metode MIN (minimum), berikut himpunanannya:

Warna :

$$\mu_{\text{PutihBening}}(A) = \frac{10-8}{5} = 2/5 = 0,4$$

$$\mu_{\text{Putih}}(A) = \frac{8-5}{5} = 3/5 = 0,6$$

$$\mu_{\text{PutihKecoklatan}}(A) = 0$$

Kandungan NaCl:

$$\mu_{\text{jelek}}(B) = \frac{94,7-86}{9,7} = \frac{8,7}{9,7} = 0,89$$

$$\mu_{\text{sedang}}(B) = \frac{86-85}{9,7} = \frac{1}{9,7} = 0,103$$

$$\mu_{\text{baik}}(B) = 0$$

Kebersihan :

$$\mu_{\text{kotor}}(C) = 0$$

$$\mu_{\text{bersih}}(C) = 1$$

Jadi yang terpakai atau yang terseleksi adalah

$$\mu_{\text{PutihBening}}(A), \mu_{\text{Putih}}(A), \mu_{\text{jelek}}(B), \mu_{\text{sedang}}(B), \mu_{\text{bersih}}(C).$$

Aplikasi fungsi implikasi digunakan metode MIN (minimum), berikut perhitungannya:

$$[\text{Rule_id12}] = \text{MIN} (\mu_{\text{PutihBening}}(A), \mu_{\text{jelek}}(B), \mu_{\text{bersih}}(C))$$

$$= \text{MIN} (0,4;0,89;1)$$

$$= 0,4[\text{Kualitas 2}]$$

$$[\text{Rule_id15}] = \text{MIN} (\mu_{\text{PutihBening}}(A), \mu_{\text{sedang}}(B), \mu_{\text{bersih}}(C))$$

$$= \text{MIN} (0,4;0,103;1)$$

$$= 0,103[\text{Kualitas 1}]$$

$$[\text{Rule_id11}] = \text{MIN} (\mu_{\text{Putih}}(A), \mu_{\text{jelek}}(B), \mu_{\text{bersih}}(C))$$

$$= \text{MIN} (0,6;0,89;1)$$

$$= 0,6 [\text{Kualitas 2}]$$

$$[\text{Rule_id14}] = \text{MIN} (\mu_{\text{Putih}}(A), \mu_{\text{sedang}}(B), \mu_{\text{bersih}}(C))$$

$$= \text{MIN} (0,6;0,103;1)$$

$$= 0,103 [\text{Kualitas 2}]$$

a. Proses Komposisi Aturan (rule) Metode MAX

Metode Max untuk melakukan komposisi antar semua aturan .

$$- \text{Kualitas 1} = \text{MAX}([\text{Rule_id15}]) = \text{MAX}[0,103] = 0,103$$

$$- \text{Kualitas 2} = \text{MAX}([\text{Rule_id11}];[\text{Rule_id12}];[\text{Rule_id14}])$$

$$= \text{MAX}[0,6;0,4;0,103] = 0,6$$

b. Proses Defuzzyfikasi Penentuan Kualitas Garam

Dari hasil komposisi antar semua aturan diperoleh nilai maksimum derajat keanggotaan untuk masing-masing kelas.

Nilai max adalah 0,6 dan 0,103. Maka rule $R_{kmax} = 0,6$. Yang mana nilai 0,6 berada pada ruang Kualitas 2. Sehingga hasil untuk nilai inputan warna = 8 , kebersihan= 4 dan kandungan NaCl= 86% maka hasil output adalah kualitas 2.

5. Implementasi

5.1 Spesifikasi Sistem

Hasil dari analisis kebutuhan dan perancangan menjadi dasar untuk dilakukan implementasi dalam aplikasi penunjang keputusan kualitas garam rakyat . Spesifikasi sistem diimplementasikan pada spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak.

5.2 Spesifikasi Perangkat Keras

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan dalam proses implementasi sistem dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4 Spesifikasi Perangkat Keras

Nama Komponen	Spesifikasi
<i>System Model</i>	Lenovo
<i>Processor</i>	Intel(R) Celeron(R) CPU N2830 2.16GHz
<i>Memory (RAM)</i>	2 GB
<i>Harddisk</i>	500 GB

5.3 Spesifikasi Perangkat Lunak

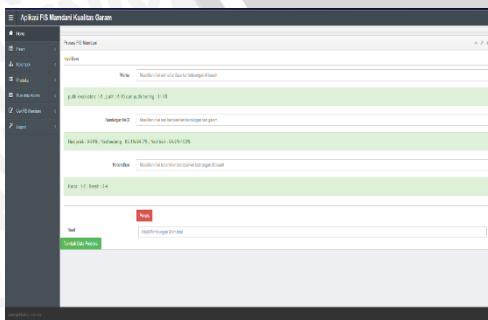
Spesifikasi perangkat lunak yang digunakan dalam proses implementasi sistem pada Tabel 5.

Tabel 5 Spesifikasi Perangkat Lunak

Nama Komponen	Spesifikasi
<i>Operating System</i>	Windows 8.1 Pro
Bahasa Pemrograman	HTML, PHP, CSS, Javascript
<i>Tools</i>	XAMPP 1.8.1 Enterprise Architect, Visio Sublime Text 2 Microsoft Word 2013

5.4 Implementasi Antarmuka

Implementasi antarmuka mengacu kepada perancangan antarmuka pada bab perancangan. Implementasi antarmuka penentuan kualitas garam. Berdasarkan pada perancangan antarmuka seperti Gambar 10 dibawah ini :



Gambar 10 Implementasi antarmuka penentuan kualitas garam

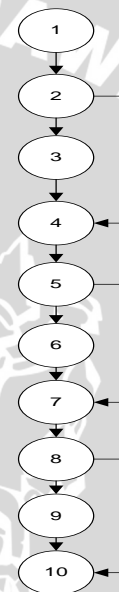
6. Pengujian dan Analisis

6.1 Pengujian dan Analisis Hasil Pengujian White Box

Pengujian white box yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan pengujian basis path. Pengujian basis path untuk mendapatkan nilai Cyclomatic Complexity pada satu method yang ada pada sistem.

Pengujian White Box

Pengujian basis path untuk method mamdani untuk fungsi perhitungan pada controller mamdani.php



Gambar 11 flowgraph

Berdasarkan *flowgraph* pada Gambar 6.4, diketahui jumlah *Edge* adalah 12, jumlah *Node* adalah 10, dan jumlah *predicate node* ada 3. Sehingga dapat dihitung nilai *cyclomatic complexity* $V(G)$.

$$V(G) = 4 \text{ regions}$$

$$V(G) = E - N + 2 = 12 - 10 + 2 = 2+2 = 4$$

$$V(G) = P + 1 = 3 + 1 = 4$$

Sehingga berdasarkan hasil persamaan *cyclomatic complexity*, maka didapatkan 4 jalur independen, yaitu:

Jalur 1 = 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

Jalur 2 = 1-2-4-5-6-7-8-9-10

Jalur 3 = 1-2-4-5-7-8-9-10

Jalur 4 = 1-2-4-5-7-8-10

Analisis Hasil Pengujian White Box

Berdasarkan hasil pengujian white box yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian basis path yang dilakukan pada method memiliki nilai $V(G)=4$.

6.2 Pengujian dan Analisis Hasil Pengujian Black Box

Pengujian Black box dilakukan dengan membandingkan antara hasil yang diharapkan pada skenario pengujian dengan hasil yang diperoleh dari hasil implementasi sistem.

Pengujian Black Box

Pengujian black box menggunakan teknik pengujian validasi pada semua kebutuhan fungsional

Analisis Hasil Pengujian Black Box

Berdasarkan hasil pengujian Black box yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa implementasi sistem memenuhi kebutuhan fungsional. Karena pada semua kasus uji validasi yang sudah dilakukan menghasilkan status valid, sehingga tidak ada masalah pada kebutuhan fungsional dalam sistem.

6.3 Pengujian dan Analisis Hasil Pengujian Usability

Berdasarkan hasil pengujian Usability yang telah dilakukan didapatkan hasil perhitungan:

1. Untuk rata – rata total pengujian usability pada keseluruhan aspek adalah 5,83 atau setara dengan $(5,83/7)*100\%=83,28\%$ (sangat memuaskan).
2. Untuk pengujian usability pada aspek efektifitas adalah 6,25 atau setara dengan $(6,25/7)*100\% = 89,28\%$ (sangat memuaskan).
3. Untuk pengujian usability pada aspek efisien adalah 6,2 atau setara dengan $(6,2/7)*100\%= 88,57\%$ (sangat memuaskan)
4. Untuk pengujian usability pada aspek error atau kesalahan adalah 5,1 atau setara dengan $(5,1/7)*100\%= 72,85\%$ (memuaskan) .

Dapat disimpulkan berdasarkan tabel interpretasi skor likert pada bab 2 bahwa

aplikasi penunjang keputusan kualitas garam dengan metode fuzzy mamdani memiliki pada tingkat status usability yaitu sangat memuaskan.

6.4 Pengujian dan Analisis Hasil Pengujian Akurasi

Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui apakah algoritma yang diimplementasikan sudah benar. Hasil keputusan dari pakar ahli kualitas garam akan dicocokkan dengan hasil dari sistem dengan menggunakan rumus fuzzy mamdani .

Analisis Hasil Pengujian Akurasi

Berdasarkan hasil pengujian akurasi pada 15 kasus data dapat dihitung rata-rata pengujian akurasi akurasi dari aplikasi yang dibuat berdasarkan 15 data dengan 18 rule dari 3 parameter yang diuji adalah 86,6%.

7. Penutup

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada rancang bangun aplikasi penentuan kualitas garam dengan metode *Fuzzy Inferences Sistem (FIS) Mamdani* yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi penunjang kualitas garam telah dibuat sesuai dengan perancangan serta menunjukkan bahwa aplikasi ini dapat diimplementasikan dengan 3 parameter untuk mendapatkan 3 output kualitas yaitu kualitas 1, kualitas 2 dan kualitas 3. Perancangan aplikasi ini dibuat dengan tambahan proses pencatatan hasil produksi garam. Hal ini sesuai dengan kebutuhan pengguna yaitu penyuluh/pembina garam. Aplikasi ini telah diimplementasikan dengan menggunakan pola MVC dengan *framework* codeigniter. Dan model pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah dengan pendekatan model *waterfall* .
2. Untuk semua kasus uji yang dilakukan dihasilkan pengujian akurasi mendapatkan hasil 86,6% yang berarti akurasi sistem bernilai baik. Pada pengujian *usability* hasil

perhitungan rata – rata index (%) adalah 83,28% yang berarti status *usability* sistem sangat memuaskan. Pengujian white box yaitu memiliki nilai $V(G)=4$, $V(G)=25$ dan $V(G)=5$. Pada pengujian black box yaitu aplikasi ini terbukti valid sesuai dengan kebutuhan fungsional.

7.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan aplikasi kualitas garam dengan metode fuzzy mamdani selanjutnya adalah:

1. Untuk pengembangan selanjutnya, aplikasi ini dapat dikembangkan dengan pembuatan aplikasi yang lebih baik dengan dikembangkan fitur-fitur pendukung.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan metode yang lain agar hasil tingkat akurasi lebih baik.

Daftar Pustaka

- [1]Handoyo, 2013. Kebutuhan garam industri masih tajam. Kementrian perindustrian, [online] tersedia di : <<http://www.kemenerin.go.id>> diakses 15 Mei 2015.
- [2]Kusumadewi, Sri, & Purnomo, hari. 2004. Aplikasi Logika fuzzy untuk Pendukung Keputusan- Edisi Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [3]Ghazali, Arief Andy Soebroto, Edy Suhartanto. 2014. Sistem Pendukung keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai dengan metode Fuzzy Mamdani. Malang. Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
- [4]Faridul, M.Q.2015. Penentuan kualitas kulit sapi dengan menggunakan metode Fuzzy Mamdani. Malang. Program teknologi informasi dan ilmu komputer. Program studi

informatika/ilmu komputer. Universitas Brawijaya .

[5]Kusrini,. 2007. Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan, Penerbit Andi. Yogyakarta

[6]Kusumadewi, Sri, & Purnomo, hari. 2004. Aplikasi Logika fuzzy untuk Pendukung Keputusan- Edisi Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu

[7]Departemen Perikanan dan Kelautan. 2012. Pemetaan potensi wilayah tambak. CV Geospasia Wahana Jaya. Departemen Perikanan dan Kelautan kabupaten Pamekasan.

[8]Evandro, M. C, Heloisa de A. C., Estevam R. H, & M. Do Carmo N. Sao Carlos. Brazil. Computer Science Department . Federal University of Sao Carlos(UFSCar).

[9]Sommerville, Ian. 2011. Software Engineering (9th ed.). Bosto: Pearson/Addison-Weasley

[10]Bjorner, D, 2006. Software Engineering Volume 3, Springer.

[11]Rosa, A . S , & M. Shalahuddin . 2013. Rekayasa perangkat lunak terstruktur dan berorientasi objek.

[12]Conger, Sue. 2008. The New Software Engineering. The Global text

[13]Pressman, Roger,2001. Software engineering 5” edition. McGraw Hill

[14]Pang-Ning Tan, Michael Steinbach, Vipin Kumar. 2006. Introduction to Data Mining. Addison-Wesley Company. United States

[15]Rubin, Jeffrey, Dana Chisnell. 2008. Handbook of Usability Testing How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests. Indianapolis : Wiley Publishing

[16]Daqiqil, Ibnu. 2011. Framewok Codeigniter (Sebuah Panduan dan best practice). Pekanbaru