

## Sistem Pendukung Keputusan untuk Pengembangan Sistem Pengelolaan Air Sadah menggunakan Fuzzy Naïve Bayes

Muhamad Radzi Rathomi<sup>1,\*</sup>, Ferdi Cahyadi<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji  
Jl. Politeknik Senggarang, Tanjungpinang 29100

\*Corresponding Author: radzi@umrah.ac.id

**Abstract**—Water is substantial requirement for human being, well water management system is necessary to meet the requirement. Decision support system is needed for development of water management system. This research aims to develop Decision Support System to provide suggestion for Hardness water management, such as the addition of new processing tubes, the addition of processing systems, and the manufacturing of processing systems in new places. Suggestion will be generated, based from sensors data which is installed in water management system. Timing data when chemical adjustment in processing system will give some impact for suggestion. We will use Naive Bayes method to generate the suggestion from collected data. The Determining classes in this method are development suggestions. Weaknesses that arise in the use of this classification method are numerical data obtained from sensors, while Naive Bayes works with categorical data. Therefore, Fuzzy set will be used to categorize those data. The experimental result shows Fuzzy Naive Bayes method can classify those numerical data and can be used to be decision support system to gives suggestion for water hardness management.

**Keywords**—Hardness Water, Management, Development, Suggestion, Fuzzy Naive Bayes.

**Intisari**—Air merupakan kebutuhan pokok bagi manusia, sistem pengelolaan air yang baik dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Sistem pendukung keputusan diperlukan untuk pengembangan sistem pegolahan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pendukung keputusan yang dapat meberikan saran-saran yang perlu dilakukan untuk membantu pengembangan sistem pengelolaan air sadah, seperti penambahan tabung pengolahan yang baru, penambahan sistem pengolahan dan pembuatan sistem pengolahan di tempat yang baru. Saran-saran tersebut dimunculkan berdasarkan data-data yang diambil dari sensor-sensor yang dipasangkan ke perangkat pengelolaan air sadah serta data-data waktu berdasarkan proses kimia pada perangkat tersebut. Metode yang digunakan untuk melakukan inferensi saran-saran tersebut adalah metode klasifikasi *Naive Bayes*. Kelas-kelas penentu pada metode tersebut adalah saran-saran pengembangan yang telah ditentukan. Kelemahan yang muncul dalam penggunaan metode klasifikasi ini adalah data numeris yang diperoleh dari sensor-sensor, sedangkan *Naive Bayes* bekerja dengan data-data kategori, sedangkan data-data hasil pengolahan adalah data-data dalam bentuk numerik. Oleh karena itu, himpunan *Fuzzy* akan digunakan untuk mengkategorikan data-data tersebut. Hasil percobaan menunjukkan bahwa metode *Fuzzy Naive Bayes* bisa mengklasifikasikan data-data numerik dan menjadi sistem pendukung keputusan untuk memberikan saran pengembangan sistem pengolahan air sadah.

**Kata kunci**—Air Sadah, Pengelolaan, Pengembangan, Saran, *Fuzzy Naive Bayes*.

## I. PENDAHULUAN

Ketersediaan air bersih adalah kebutuhan setiap manusia yang hidup di muka bumi. Di Indonesia, terdapat bermacam-macam jenis air berdasarkan kandungan zat yang ada di dalamnya. Di pulau Bintan khususnya di daerah Berakit, sumber air tanah yang ada mengandung mineral kalsium dan magnesium yang tinggi, air seperti ini dikenal juga dengan air sadah. Penggunaan air sadah, misalnya untuk mencuci, tidak dapat mengeluarkan busa karena kandungan kalsium dan magnesium pada air sadah mengikat zat pembuat busa tersebut. Oleh karena itu diperlukan pengelolaan air sadah agar bisa digunakan untuk mencuci, mandi dan lain sebagainya.

Pengelolaan air sadah di daerah berakit, dilakukan dengan mencampur soda api untuk mengurangi kadar kalsium dan magnesium pada air. Pengelolaan ini membutuhkan waktu yang sedikit lama. Seiring meningkatnya pertumbuhan penduduk yang menyebabkan meningkatnya kebutuhan air bersih, dikhawatirkan waktu pengelolaan yang lama ditambah dengan ukuran bak penampungan yang kecil menyebabkan ketersediaan air hasil olahan tidak dapat memenuhi kebutuhan masyarakat setempat. Berdasarkan masalah tersebut, maka dibutuhkan sistem pendukung keputusan untuk menentukan langkah-langkah yang akan dilakukan untuk menangani masalah-masalah yang akan terjadi.

Penelitian ini akan membangun sistem yang memberikan saran solusi yang dapat dilakukan untuk pengembangan sistem pengolahan air sadah. Saran-saran ini diberikan berdasarkan pertimbangan kapasitas sumber air, volume air yang digunakan, dan waktu pengelolaan air. Dalam menentukan saran berdasarkan data-data pengolahan, dibutuhkan suatu metode yang dapat mempertimbangkan hal-hal tersebut. Salah satu metode yang bisa digunakan adalah *Naive Bayes*. Namun metode ini kurang baik ketika digunakan pada data-data numerik hasil pengolahan air. Dengan demikian dibutuhkan suatu sistem Fuzzy untuk mengkategorikan nilai-nilai numerik tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini akan mencoba menggunakan metode *Fuzzy Naive Bayes* untuk mengklasifikasikan data-data numerik dan

memberikan saran pengembangan sistem pengolahan.

Terdapat beberapa penelitian tentang pengolahan air sadah seperti yang dilakukan oleh Danby et al.[1] mereka menjelaskan pengaruh dari air sadah terhadap kulit manusia, penelitiannya menunjukkan air sadah dengan kandungan limbah dapat membahayakan kulit manusia sehingga perlu dilakukan pengelolaan air sadah agar bisa digunakan dengan aman.

Pengelolaan air sadah sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia, sehingga penelitian-penelitian yang mengembangkan teknik pengelolaan tersebut juga berkembang. Bakr et al [2] melakukan pelunakan air laut menggunakan kalsit untuk mengurangi kadar zat-zat maritim yang berbahaya. Malanova et al. [3] melakukan pelunakan air sadah menggunakan amonium hidroksida dan natrium hidroksida. Amonium hidroksida untuk penanganan air dapat menyelesaikan dua tugas penting pelunakan air. Sivasankar dan Ramachandramoorthy [4] melakukan pelunakan air dari material tanah dengan menirukan zeolite alami pada beberapa lokasi pulau Rameswaram.

Penelitian-penelitian yang disebutkan sebelumnya melakukan pengolahan air sadah menggunakan instrument zat kimia, ada juga penelitian tentang pengolahan air sadah menggunakan pengaruh operasi elektro kimia seperti yang dilakukan oleh Gabrielli et al. [5]. penelitiannya menggunakan sensor pH untuk mendeteksi perubahan kadar kalsium, hasil yang diperoleh menunjukkan pengaruhnya terhadap berbagai macam operasi parameter seperti intensitas arus, waktu dan lain sebagainya. Selain itu, Brastad dan He [6] juga melakukan pelunakan air sadah menggunakan teknologi sel desalinasi mikroba. Hasil penelitiannya dapat mengurangi kadar arsenic, tembaga, merkuri dan nikel pada air.

Pada kebanyakan penelitian yang mengembangkan teknologi pengolahan air sadah tersebut, belum ada penelitian yang memberikan pertimbangan pengembangan sistem. Sehingga penelitian ini akan mencoba membuat sistem pendukung keputusan dalam pengembangan sistem pengolahan air sadah tersebut. Beberapa

penelitian telah dilakukan tentang sistem pendukung keputusan ini, salah satunya yang dilakukan oleh Papadopoulos et. al. [7] mereka membuat sistem pendukung keputusan menggunakan teori Fuzzy untuk fertilisasi nitrogen. Sedangkan Ardika et. al. [8] menggunakan Fuzzy Tsukamoto untuk mempertimbangkan kelayakan pendanaan nasabah pada Bank Mikrofinance Islam. Suharjo et. al. [9] menggunakan Fuzzy Tsukamoto untuk Sistem Pakar Mobile pendiagnosa penyakit ternak.

Perbedaan mendasar penelitian ini dari penelitian-penelitian tersebut adalah metode yang digunakan, yaitu Fuzzy Naive Bayes. Metode ini mulai dikembangkan oleh Tang et. al [10] dan juga beberapa penelitian yang serupa seperti yang dilakukan oleh Khrisna et. al. [11] dan Bustamante et. al. [12]. Penelitian-penelitian tersebut mengembangkan dan membandingkannya dengan metode lain. Wagholikar et. al. [13] dan Tatuncu et. al.[14] menggunakan metode Fuzzy Naive Bayes sebagai sistem pendukung keputusan penentuan penyakit. Perbedaan yang jelas dari penelitian ini adalah pada masalah yang akan diselesaikan

Berdasarkan kajian-kajian tersebut, maka penelitian ini akan mengangkat masalah sistem pendukung keputusan untuk pengembangan sistem pengolahan air sadah menggunakan Fuzzy Naive Bayes.

## II. METODE

Sistem pendukung keputusan akan digunakan untuk menentukan konfigurasi dan saran-saran yang akan diberikan untuk sistem pengolahan air sadah. Sehingga akan dibuat dua model fuzzy, model fuzzy untuk konfigurasi dan model fuzzy untuk menghasilkan saran-saran. Adapun penentuan konfigurasi dan saran-saran akan dipertimbangkan berdasarkan keanggotaan nilai variabel pada suatu himpunan. Ada dua jenis variabel yang digunakan, kecepatan dan jumlah air. Jenis variabel kecepatan akan dikelompokkan ke dalam dua himpunan, yaitu sebentar dan lama. Sedangkan jenis variabel jumlah air akan dikelompokkan ke dalam tiga himpunan, yaitu sedikit, sedang, dan banyak.

### A. Fungsi Keanggotaan

Penentuan keanggotaan dalam himpunan ditentukan berdasarkan titik tengah atau rata-rata. Titik tengah akan dikalikan dengan persentase yang menentukan batas minimal (**min**) dan batas maksimal (**max**). Pada variabel kecepatan, titik tengah adalah kecepatan pengambilan air dalam satu menit. Perhitungan dilakukan dengan cara membagi kapasitas air dengan waktu yang dibutuhkan. Sedangkan pada variabel jumlah air, titik tengah adalah setengah dari banyaknya air maksimal yang bisa keluar dalam satu jam.

#### 1) Kecepatan Sebentar

Pada himpunan kecepatan sebentar, terdapat beberapa selang, yaitu sebagai berikut:

**Selang [0, min]** : setiap nilai inputan yang masuk dalam selang ini mendapat derajat keanggotaan  $\mu_{sebutar}[x]$  sama dengan 1.

**Selang [min, max]**: representasi derajat keanggotaan nilai yang masuk dalam selang ini, dibentuk dengan garis lurus melalui dua titik, yaitu koordinat (min, 1) dan (max, 0), sehingga penentuan derajat keanggotaan seperti ditunjukkan oleh Persamaan (1).

$$\mu_{sebutar}[x] = \frac{max-x}{max-min} \quad (1)$$

**Selang [max, ∞]** : setiap nilai yang masuk kedalam selang ini mendapat derajat keanggotaan  $\mu_{sebutar}[x]$  sama dengan 0.

#### 2) Kecepatan Lama

Pada himpunan kecepatan lama juga terdapat beberapa selang, yaitu:

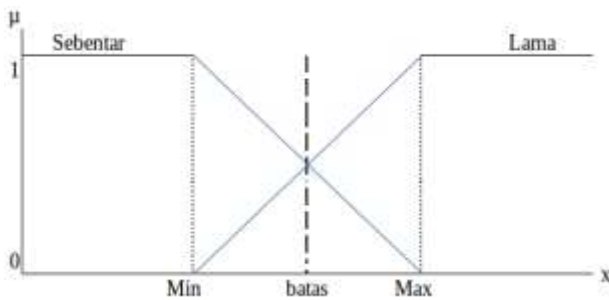
**Selang [0, min]** : setiap nilai inputan mendapat derajat keanggotaan  $\mu_{lama}[x]$  sama dengan 0.

**Selang [min, max]** : pada selang ini, representasi derajat keanggotaan dibentuk dengan garis lurus melalui dua titik koordinat, yaitu (min, 0) dan (max, 1), derajat keanggotaannya seperti yang ditunjukkan oleh Persamaan (2).

$$\mu_{lama}[x] = \frac{x-min}{max-min} \quad (2)$$

**Selang  $[\max, \infty]$**  : setiap nilai input yang masuk pada selang ini mendapat derajat keanggotaan  $\mu_{lama}[x]$  sama dengan 1.

Berdasarkan penjabaran selang pada masing-masing himpunan, maka derajat keanggotaan himpunan-himpunan tersebut menjadi seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.



**Gambar 1.** Derajat keanggotaan himpunan-himpunan kecepatan

### 3) Jumlah Air Sedikit

Pada himpunan jumlah air sedikit memiliki beberapa selang, yang dapat dikategorikan ke dalam himpunan serta derajat keanggotaannya.

**Selang  $[0, \min]$**  : setiap nilai input akan mendapat derajat keanggotaan  $\mu_{sedikit}[x]$  sama dengan 1.

**Selang  $[\min, \max]$**  : representasi derajat keanggotaan dibentuk dengan garis lurus melalui koordinat  $(\min, 1)$  dan  $(\max, 0)$ , berdasarkan koordinat ini, derajat keanggotaan fuzzy  $\mu_{sedikit}[x]$  sama seperti yang ditunjukkan oleh Persamaan (1).

**Selang  $[\max, \infty]$**  : setiap nilai input pada selang ini mendapat derajat keanggotaan  $\mu_{sedikit}[x]$  sama dengan 0.

### 4) Jumlah Air Sedang

Pada himpunan jumlah air sedang, keanggotaan nilai input juga akan dimasukkan kedalam beberapa selang sebagai berikut:

**Selang  $[0, \min]$**  : setiap nilai input yang masuk pada selang ini mendapat derajat keanggotaan  $\mu_{sedang}[x]$  sama dengan 0.

**Selang  $[\min, x_r]$**  :  $x_r$  adalah nilai rata-rata dari  $\max$  dan  $\min$ . Representasi derajat keanggotaan dibentuk dengan garis lurus melalui koordinat  $(\min, 0)$  dan  $(x_r, 1)$ , nilai keanggotaan fuzzy jumlah air sedang ditunjukkan oleh Persamaan (3) berikut:

$$\mu_{sedang}[x] = \frac{x - \min}{x_r - \min} \quad (3)$$

**Selang  $[x_r, \max]$**  : Pada selang ini, representasi derajat keanggotaan dibentuk dengan garis lurus melalui koordinat  $(x_r, 1)$  dan  $(\max, 0)$ , sehingga nilai keanggotaan dari selang ini ditentukan berdasarkan Persamaan (4) berikut:

$$\mu_{sedang}[x] = \frac{\max - x}{x_r - \max} \quad (4)$$

**Selang  $[\max, \infty]$**  : setiap nilai input yang masuk pada selang ini mendapat derajat keanggotaan  $\mu_{sedang}[x]$  sama dengan 0.

### 5) Jumlah Air Banyak

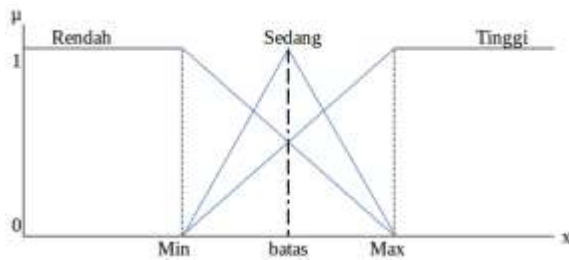
Pada himpunan jumlah air banyak, keanggotaan nilai input juga akan dimasukkan kedalam beberapa selang sebagai berikut:

**Selang  $[0, \min]$**  : setiap nilai input yang masuk pada selang ini mendapat derajat keanggotaan  $\mu_{banyak}[x]$  sama dengan 0.

**Selang  $[\min, \max]$**  : Pada selang ini, representasi derajat keanggotaan dibentuk dengan garis lurus melalui koordinat  $(\min, 0)$  dan  $(\max, 1)$ . Garis lurus yang terbangun sama dengan garis lurus pada kondisi kecepatan lama. Sehingga derajat keanggotaan dari jumlah air banyak  $\mu_{banyak}[x]$  menggunakan Persamaan (2).

**Selang  $[\max, \infty]$**  : setiap nilai input yang masuk ke dalam selang ini mendapat derajat keanggotaan  $\mu_{banyak}[x]$  sama dengan 1.

Berdasarkan penjabaran selang pada masing-masing himpunan, maka derajat keanggotaan himpunan-himpunan tersebut menjadi seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Derajat keanggotaan himpunan jumlah air

### B. Dasar Model Konfigurasi

Konfigurasi yang dihasilkan oleh sistem fuzzy pada penelitian ini adalah penentuan kapan sistem pengolahan akan memulai mengolah air untuk mensuplai tabung penyimpanan air bersih. Penentuan tersebut dilakukan berdasarkan ukuran air pada tangki penyimpanan air bersih. Berikut ini akan dibahas variabel-variabel yang menentukan konfigurasi, inferensi konfigurasi berdasarkan nilai variabel dan defuzzifikasi untuk menentukan nilai patokan ukuran air.

#### 1) Variabel

Data-data yang mempengaruhi ukuran air pada tangki penyimpanan air bersih adalah rata-rata penggunaan air per-jam dan total lama pengolahan air. Sehingga dapat ditentukan variabel-variabel pada dasar model konfigurasi adalah penggunaan air, durasi pengolahan dan batas persediaan air di tangki sebagai patokan memulai pemrosesan.

- 1) Penggunaan Air: Penggunaan air dikategorikan menjadi tiga tingkatan yaitu RENDAH, SEDANG dan TINGGI.
- 2) Durasi Pengolahan Total: Durasi pengelolaan total dikategorikan menjadi dua tingkatan, yaitu SEBENTAR dan LAMA.
- 3) Batas Persediaan Air: Batas Persediaan air dikategorikan menjadi tiga tingkatan yaitu DIKURANGI, TETAP, dan DITINGKATKAN.

#### 2) Inferensi

Inferensi akan dibuat berdasarkan kondisi atau rule, yaitu sebagai berikut:

- [1] JIKA penggunaan air RENDAH dan durasi pengolahan SEBENTAR MAKA batas persediaan air DIKURANGI

- [2] JIKA penggunaan air RENDAH dan durasi pengolahan LAMA MAKA batas persediaan air DIKURANGI
- [3] JIKA penggunaan air SEDANG dan durasi pengolahan SEBENTAR MAKA batas persediaan air TETAP
- [4] JIKA penggunaan air SEDANG dan durasi pengolahan LAMA MAKA batas persediaan air DITINGKATKAN
- [5] JIKA penggunaan air TINGGI dan durasi pengolahan SEBENTAR MAKA batas persediaan air DITINGKATKAN
- [6] JIKA penggunaan air TINGGI dan durasi pengolahan LAMA MAKA batas persediaan air DITINGKATKAN

Pada perhitungannya, setiap rule akan disimbolkan dengan variabel  $a_i$  dan setiap variabel disimbolkan menggunakan derajat keanggotaan berdasarkan nilai variabel. Seperti jumlah penggunaan air dengan nilai RENDAH akan di simbolkan dengan variabel  $\mu_{sedikit}[x]$  dan pengolahan air sebentar akan disimbolkan dengan  $\mu_{sebutar}[x]$ . persamaan yang akan digunakan untuk menentukan nilai  $a_i$  ini adalah Persamaan (5) himpunan konjungsi Fuzzy sebagai berikut:

$$a_i = \mu_{sedikit}[x] \cap \mu_{sebutar}[x] \quad (5)$$

#### 3) Defuzzifikasi

Output Crisp yang dihasilkan pada model konfigurasi adalah nilai batas ketinggian air pada tanki air bersih  $z$  yang menentukan kapan sistem pengolahan mulai mengisi air. Output crisp tersebut didapat menggunakan Persamaan (6) Defuzzifikasi Rata-rata terpusat pada metode Tsukamoto, yaitu sebagai berikut:

$$z = \sum_{i=1}^n \frac{(a_i \times z_i)}{a_i} \quad (6)$$

Nilai  $z_i$  adalah nilai inputan yang diperoleh menggunakan Persamaan (7) sebagai berikut:

$$z_i = \max - (a_i(\max - \min)) \quad (7)$$

### C. Dasar Model Saran

Sistem pendukung keputusan ini akan memberikan saran-saran pengembangan sistem pengolahan air sadah. Saran-saran yang

diberikan adalah berupa penambahan tabung pengolahan, penambahan sistem pengolahan, dan pembuatan tempat pengolahan baru. Berdasarkan saran-saran tersebut, maka akan ditentukan model fuzzy yaitu sebagai berikut:

### 1) Variabel

Variabel-variabel yang berkenaan dengan saran-saran yang akan diberikan untuk pengembangan sistem pengolahan air sadah adalah sebagai berikut:

- 1) Penggunaan air: penggunaan air dikategorikan dalam tiga tingkatan, yaitu RENDAH, SEDANG dan TINGGI
- 2) Durasi Suplai: durasi suplai dikategorikan dalam dua tingkatan, yaitu SEBENTAR dan LAMA
- 3) Durasi Pengolahan: durasi pengolahan dikategorikan dalam dua tingkatan, yaitu SEBENTAR dan LAMA
- 4) Durasi Penyaringan: durasi penyaringan dikategorikan dalam dua tingkatan, yaitu SEBENTAR dan LAMA
- 5) Saran-saran: saran-saran dikategorikan dalam empat buah keputusan yang harus dilakukan, yaitu TETAP, TAMBAH TABUNG, TAMBAH SISTEM, dan PEMBUATAN TEMPAT BARU

### 2) Inferensi

Inferensi inferensi akan dibuat berdasarkan kondisi, adapun beberapa inferensi yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

- [1] JIKA penggunaan air RENDAH dan durasi suplai SEBENTAR dan durasi pengolahan SEBENTAR dan penyaringan SEBENTAR, MAKA saran adalah TETAP
- [2] JIKA penggunaan air RENDAH dan durasi suplai SEBENTAR dan durasi pengolahan SEBENTAR dan penyaringan LAMA, MAKA saran adalah TETAP
- [3] JIKA penggunaan air RENDAH dan durasi suplai SEBENTAR dan durasi pengolahan LAMA dan penyaringan SEBENTAR, MAKA saran adalah TAMBAH TABUNG
- [4] JIKA penggunaan air RENDAH dan durasi suplai SEBENTAR dan durasi pengolahan LAMA dan penyaringan LAMA, MAKA saran adalah TAMBAH SISTEM
- [5] JIKA penggunaan air RENDAH dan durasi suplai LAMA dan durasi pengolahan SEBENTAR dan penyaringan SEBENTAR, MAKA saran adalah TETAP
- [6] JIKA penggunaan air RENDAH dan durasi suplai LAMA dan durasi pengolahan SEBENTAR dan penyaringan LAMA, MAKA saran adalah TAMBAH SISTEM
- [7] JIKA penggunaan air RENDAH dan durasi suplai LAMA dan durasi pengolahan LAMA dan penyaringan SEBENTAR, MAKA saran adalah TAMBAH TABUNG
- [8] JIKA penggunaan air RENDAH dan durasi suplai LAMA dan durasi pengolahan LAMA dan penyaringan LAMA, MAKA saran adalah TAMBAH SISTEM
- [9] JIKA penggunaan air SEDANG dan durasi suplai SEBENTAR dan durasi pengolahan SEBENTAR dan penyaringan SEBENTAR, MAKA saran adalah TETAP
- [10] JIKA penggunaan air SEDANG dan durasi suplai SEBENTAR dan durasi pengolahan SEBENTAR dan penyaringan LAMA, MAKA saran adalah TETAP
- [11] JIKA penggunaan air SEDANG dan durasi suplai SEBENTAR dan durasi pengolahan LAMA dan penyaringan SEBENTAR, MAKA saran adalah TAMBAH TABUNG
- [12] JIKA penggunaan air SEDANG dan durasi suplai SEBENTAR dan durasi pengolahan LAMA dan penyaringan LAMA, MAKA saran adalah TAMBAH SISTEM
- [13] JIKA penggunaan air SEDANG dan durasi suplai LAMA dan durasi pengolahan SEBENTAR dan penyaringan SEBENTAR, MAKA saran adalah TETAP
- [14] JIKA penggunaan air SEDANG dan durasi suplai LAMA dan durasi pengolahan SEBENTAR dan penyaringan LAMA, MAKA saran adalah TAMBAH SISTEM
- [15] JIKA penggunaan air SEDANG dan durasi suplai LAMA dan durasi pengolahan LAMA dan penyaringan SEBENTAR, MAKA saran adalah TAMBAH SISTEM
- [16] JIKA penggunaan air SEDANG dan durasi suplai LAMA dan durasi pengolahan LAMA dan penyaringan LAMA, MAKA saran adalah PEMBUATAN TEMPAT BARU
- [17] JIKA penggunaan air TINGGI dan durasi suplai SEBENTAR dan durasi pengolahan SEBENTAR dan penyaringan SEBENTAR, MAKA saran adalah TAMBAH TABUNG
- [18] JIKA penggunaan air TINGGI dan durasi suplai SEBENTAR dan durasi pengolahan SEBENTAR dan penyaringan LAMA, MAKA saran adalah TAMBAH SISTEM
- [19] JIKA penggunaan air TINGGI dan durasi suplai SEBENTAR dan durasi pengolahan LAMA dan penyaringan SEBENTAR, MAKA saran adalah TAMBAH TABUNG
- [20] JIKA penggunaan air TINGGI dan durasi suplai SEBENTAR dan durasi pengolahan LAMA dan

- penyaringan LAMA, MAKA saran adalah TAMBAH SISTEM
- [21] JIKA penggunaan air TINGGI dan durasi suplai LAMA dan durasi pengolahan SEBENTAR dan penyaringan SEBENTAR, MAKA saran adalah PEMBUATAN TEMPAT BARU
- [22] JIKA penggunaan air TINGGI dan durasi suplai LAMA dan durasi pengolahan SEBENTAR dan penyaringan LAMA, MAKA saran adalah PEMBUATAN TEMPAT BARU
- [23] JIKA penggunaan air TINGGI dan durasi suplai LAMA dan durasi pengolahan LAMA dan penyaringan SEBENTAR, MAKA saran adalah PEMBUATAN TEMPAT BARU
- [24] JIKA penggunaan air TINGGI dan durasi suplai LAMA dan durasi pengolahan LAMA dan penyaringan LAMA, MAKA saran adalah PEMBUATAN TEMPAT BARU

Rule-rule ini tidak digunakan untuk menghitung nilai crisp seperti model konfigurasi, melainkan digunakan untuk penentuan keputusan menggunakan metode *Naive Bayes*.

### 3) Fuzzy Naive Bayes

Saran-saran yang dihasilkan berdasarkan rule merupakan kelas yang akan dipilih, sedangkan nilai prediktor  $v_{ij}$  adalah nilai kategori setiap variabel yang terpilih berdasarkan nilai derajat keanggotaan  $\mu_{ij}$ . Berdasarkan rule-rule inferensi, nilai probabilitas prior  $P(c)$  dari masing-masing *class* ditunjukkan oleh Tabel 1.

**Tabel 1.** Nilai probabilitas prior setiap class

$i$	Class	$P(c_i)$
1	Tetap	0.25
2	Tambah Tabung	0.2084
3	Tambah Sistem	0.34
4	Tempat Baru	0.2084

Sistem yang dibangun akan memberikan saran pada periode tertentu. Pada proses perhitungan, nilai derajat keanggotaan pada setiap data dalam satu periode akan dikalikan dengan nilai *likelihood*  $P(v_{ij}|c_i)$  seperti yang ditunjukkan oleh Persamaan (8), kemudian hasil perkalian ini yang akan digunakan untuk mendapatkan nilai probabilitas posterior  $P(c_i|v)$  seperti yang ditunjukkan oleh Persamaan (9). *Likelihood* untuk setiap nilai variabel ditunjukkan oleh Tabel 2.

$$P(v_{ij} | c_i) = \sum_{k=1}^m P(v_{ij} | c_i) * \mu_{ijk} \quad (8)$$

$$P(c_i | v) = P(c_i) \prod_{j=1}^n P(v_{ij} | c_i) \quad (9)$$

**Tabel 2.** Likelihood setiap nilai variabel

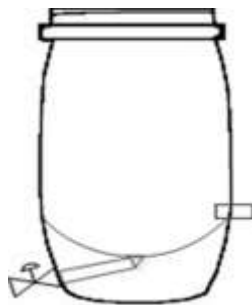
Variabel	$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c_4$	
Suplai	Sebentar	0.67	0.8	0.5	0
	Lama	0.34	0.2	0.5	1
Olah	Sebentar	1	0.2	0.375	0.4
	Lama	0	0.8	0.625	0.6
Saring	Sebentar	0.67	1	0.125	0.4
	Lama	0.34	0	0.875	0.6
Guna	Rendah	0.5	0.4	0.375	0
	Sedang	0.5	0.2	0.375	0.2
	Tinggi	0	0.4	0.25	0.8

Variabel  $m$  adalah jumlah data dalam satu periode. Sedangkan  $n$  adalah jumlah variabel. Setelah nilai probabilitas posterior untuk setiap class didapat. Sistem akan melakukan normalisasi menggunakan Persamaan (10). Kemudian akan dilakukan proses seleksi untuk memilih class yang memiliki nilai probabilitas  $P_i$  yang tinggi.

$$P_i = \frac{P(c_i|v)}{\sum_{i=1}^n P(c_i|v)} \quad (10)$$

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, ada dua pengujian yang akan dilakukan. Pengujian pertama dilakukan untuk melihat kinerja dari sistem *fuzzy* dalam melakukan konfigurasi. Sedangkan pengujian kedua dilakukan untuk melihat kinerja sistem *Fuzzy Naive Bayes* dalam memberikan saran-saran. Tabung pemrosesan air sadah ditunjukkan pada Gambar 3.

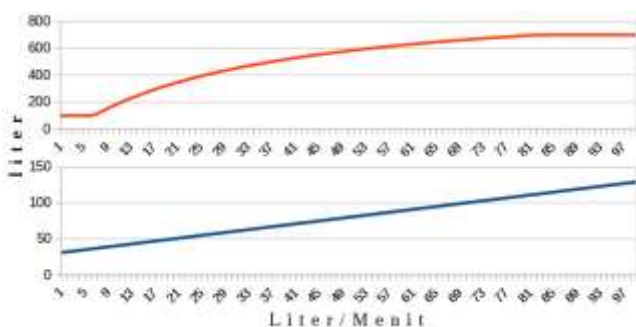


Gambar 3. Tabung pemrosesan air sadah

Tabung yang digunakan untuk pengolahan air sadah adalah drum biru 300 Liter seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3. Setelah dimodifikasi, tabung tersebut berkapasitas 257 Liter. Tangki penampungan air hasil olahan yang digunakan adalah tangki persegi berukuran 800 Liter.

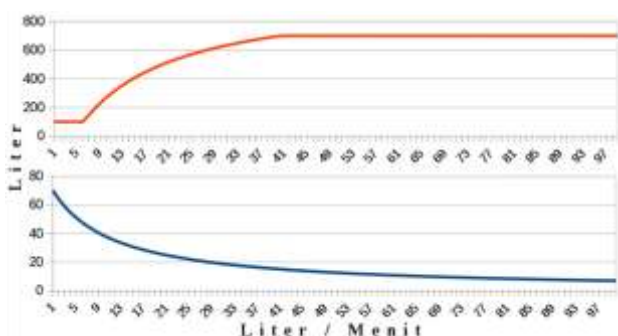
A. Pengujian Konfigurasi

Berdasarkan model Fuzzy yang dibuat, lama pemrosesan dan banyaknya air yang digunakan adalah variabel utama dalam penelitian ini. Oleh karena itu, pengujian ini akan melihat perubahan nilai konfigurasi atau batas air tangki untuk mulai pemrosesan berdasarkan variabel-variabel tersebut. Pengujian dilakukan untuk melihat perubahan nilai batas ukuran air pada tangki yang menjadi patokan mulainya proses pengolahan.



Gambar 4. Perubahan batas air terhadap peningkatan penggunaan

Hasil percobaan yang dilakukan memperlihatkan bahwa peningkatan penggunaan air akan menyebabkan ukuran batas semakin



Gambar 5. Perubahan batas air terhadap penurunan kecepatan pengolahan

meningkat. Hal tersebut terlihat pada Gambar 4. Semakin tinggi ukuran batas, maka pengolahan air akan bekerja lebih rutin.

Pada Gambar 5 terlihat bahwa semakin rendah kecepatan pengolahan, maka ukuran batas juga akan semakin naik. Oleh karena itu, dapat diketahui bahwa sistem fuzzy yang telah dibangun dapat bekerja menyesuaikan batas air pada tangki.

B. Pengujian Sistem Saran

Pengujian sistem saran ini dilakukan dengan cara memasukkan nilai Fuzzy berupa data numerik. Berdasarkan data-data numerik ini, sistem Naive Bayes telah dapat menentukan klasifikasi dari nilai-nilai hasil pengolahan tersebut. Sehingga diperoleh kelas-kelas yang mendukung pada saran pengembangan yang dapat dilakukan selanjutnya. Tabel 3 adalah hasil percobaan sistem menggunakan data numerik.

Tabel 3. Hasil percobaan Fuzzy Naive Bayes

Suplai	Olah (Menit)	Saring	Penggunaan (Liter)	Class
35.98	15.42	25.70	10	C1
30.37	28.04	11.68	11	C1
17.13	27.84	19.27	12	C1
13.84	21.75	23.72	13	C1
25.70	11.01	18.36	14	C1
22.27	20.56	8.57	15	C1
12.85	20.88	14.46	16	C1
10.58	16.63	18.14	17	C1
19.99	8.57	14.28	18	C2
17.58	16.23	6.76	19	C2
10.28	16.71	11.57	20	C2
8.57	13.46	14.69	21	C2
16.35	7.01	11.68	22	C2
14.53	13.41	5.59	23	C3
8.57	13.92	9.64	24	C2
7.20	11.31	12.34	25	C4
13.84	5.93	9.88	26	C2
12.37	11.42	4.76	27	C3
7.34	11.93	8.26	28	C4
6.20	9.75	10.63	29	C4
11.99	5.14	8.57	30	C3
10.78	9.95	4.15	31	C3
6.43	10.44	7.23	32	C4
5.45	8.57	9.35	33	C4
10.58	4.54	7.56	34	C4



#### IV. KESIMPULAN

Penggunaan metode *Fuzzy Naive Bayes* dalam sistem pendukung keputusan ini memperlihatkan kolaborasi yang baik antara dua konsep teori yang berbeda. Walaupun penggunaan metode *Fuzzy Naive Bayes* pada penelitian ini tidak menggunakan data latih. Namun hasil yang diberikan dapat digunakan sebagai alat pendukung pengambilan keputusan. Penggunaan Persamaan (8) pada penelitian ini akan sangat terlihat jika data yang digunakan sebagai bahan pertimbangan adalah data dalam periode waktu yang cukup lama, seperti dalam periode satu hari, satu minggu, maupun satu tahun.

#### VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih yang tidak terhingga kami ucapkan kepada Universitas Maritim Raja Ali Haji yang telah memberikan dukungan berupa dana penelitian, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dan terpublikasi.

#### REFERENSI

- [1] Danby, S.G., Brown, K., Wigley, A.M., Chittock, J., Pyae, P.K., Flohr, C., Cork, M.J., 2018, The Effect of Water Hardness on Surfactant Deposition after Washing and Subsequent Skin Irritation in Atopic Dermatitis Patients and Healthy Control Subjects, *Journal of Investigative Dermatology*, pp. 66-77, doi:10.1016/j.jid.2017.08.037
- [2] Bakr, A.A., Makled, W.A., Kamel, M.M., 2015, Seawater-softening process through formation of calcite ooids, *Egyptian Journal of Protelem*, pp. 19-25, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejpe.2015.02.002>
- [3] Malanova, N.V., Korobochkin, V.V., Kosintev, V.I., 2014, The application of ammonium hydroxide and sodium hydroxide for reagent softening of water, *International Scientific Conference "Chemistry and Chemical Engineering in XXI century"*, pp. 162-167, doi:10.1016/j.proche.2014.10.028
- [4] Sivasankar, V., Ramachandramoorthy, T., 2011, Water softening behavior of sand materials-Mimicking natural zeolites in some locations of
- [5] Rameswaram Island india, *Chemical Engineering Journal*, pp. 24-32, doi:10.1016/j.cej.2011.03.032
- [6] Gabrielli, C., Maurin, G., Francy-Chausson, H.,Thery, P., Tran, T.T.M., Tlili, M., 2006, *Electrochemical water softening principle and application*, pp. 150-163 doi:10.1016/j.desal.2006.02.012
- [7] Brastad, K.S., He, Z., 2013, Water softening usng microbial desalination cell technology, *Desalination*, pp. 32-37, <http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2012.09.015>
- [8] Papadopoulos, A., Kalivas, D., Hatzichristos, T., 2011, Decision Support System for Nitrogen Fertilization using Fuzzy Theory, *Computers and Electronics in Agriculture*, Elsevier, pp. 130-139, doi:10.1016/j.compag.2011.06.007
- [9] Ardika, B.S., Setianingrum, A.H., Hakiem, H., 2017, Funding Eligibility Decision Support System Using Fuzzy Logic Tsukamoto, 2017 Second International Conference on Informatics and Computing (ICIC), IEEE, doi:10.1109/IAC.2017.8280622
- [10] Suharjito, Diana, Yulyanto, Nugroho, A., 2017, Mobile Expert System Fuzzy Tsukamoto for Diagnosing Cattle Disease, Second International Conference on Computer Science and Computational Intelligence (ICCSCI) 2017, Elsevier, pp. 27-36, doi:10.1016/j.procs.2017.10.005
- [11] Tang, Y., Pan, W., Li, H., and Xu, Y., 2002, Fuzzy Naive Bayes Classifier Based on Fuzzy Clustering, *ICMSC*,
- [12] Bustamante, C., Garrido, L., and Soto, R., 2006, Comparing Fuzzy Naive Bayes and Gaussian Naive Bayes for Decision Making in RoboCup 3D, Springer-Verlag, Berlin, pp. 237-247

M.R. Rathomi, F. Chahyadi, Sistem Pendukung Keputusan untuk Pengembangan Sistem Pengelolaan Air Sadah menggunakan Fuzzy Naïve Bayes.

- [13] Krishna, P.R., De, S.K., 2005, Naive-Bayes Classification using Fuzzy Approach, IEEE.
- [14] Waghlikar, K.B., Vijayraghavan, S., Deshpande, A.W., 2009, Fuzzy Naive Bayesian model for Medical Diagnostic Decision Support System, 31st Annual International Conference of the IEEE EMBS
- [15] Tutuncu, G.Y., Kayaalp, N., 2015, An Aggregated Fuzzy Naive Bayes Data Classifier, Journal of Computational and Applied Mathematics, doi:10.1016/j.cam.2015.02.00.