

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

Dalam penulisan naskah ini peneliti mengali informasi dari penelitian-penelitian sebelumnya sebagai bahan perbandingan, baik mengenai kekurangan dan kelebihan yang sudah ada. Selain itu, peneliti juga mengali informasi dari buku-buku maupun skripsi dalam rangka mendapatkan suatu informasi yang ada sebelumnya tentang teori dan judul yang digunakan untuk memperoleh landasan teori ilmiah.

Penelitian ini menggunakan beberapa sumber pustaka yang berhubungan dengan kasus yang akan diteliti. Pemanfaatan Logika Fuzzy sudah cukup banyak digunakan, antara lain dalam penelitiannya (Saiful, dkk , 2015), penelitian ini digunakan untuk mendeteksi tingkat kerawanan banjir di semarang utara menggunakan 3 fungsi keanggotaan yaitu Aman , Rawan, dan Banjir. Pada variable kerentanan banjir, dengan menggunakan kurva trapesium pada fungsi keanggotaanya, menghasilkan informasi deteksi tingkat kerentanan banjir suatu daerah di semarang utara.

Menurut Mazenda dkk (2014) Logika Fuzzy digunakan sebagai alternatif metode untuk menghitung pencemaran air sungai, dimana pengimplementasian FIS metode tsukamoto pada 5 dan 7 variable pencemaran air dengan hasil akurasi 58,33% dan 90% untuk hasil perhitungan menggunakan FIS.

Penelitian lainnya tentang Logika Fuzzy adalah tentang pemanfaatan dalam bidang kesehatan untuk menentukan kesehatan pasien oleh Agung dkk (2015). Dimana aplikasi dibangun untuk menyajikan informasi tentang sehat atau tidak nya seorang pasien berdasarkan hasil uji kesehatannya.

Ariesta dan Sysamsuin (2015), tentang penentuan tingkat penyakit leptospirosis menggunakan inferensi fuzzy, dimana inferensi fuzzy digunakan sebagai nilai penentu kerawanan suatu daerah terserang penyakit tersebut pada peta.

Penelitian lainnya tentang inferensi fuzzy oleh Fanoel dkk (2012) tentang system pakar dengan inferensi fuzzy tsukamoto untuk pemeliharaan trafo PLN, dimana aplikasi tersebut digunakan sebagai alat bantu dalam menentukan tindak pemeliharaan pada trafo PLN.

Aplikasi yang dibuat oleh penulis ini berguna untuk menerapkan Logika Fuzzy untuk menghitung tingkat pencemaran air sungai Daerah Istimewa Yogyakarta.

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka

| No | Penulis                   | Objek               | Metode                           | Hasil   |
|----|---------------------------|---------------------|----------------------------------|---|
| 1. | Galuh Mazenda, dkk (2015) | Kualitas Air Sungai | <i>Inferensi Fuzzy Tsukamoto</i> | Menghasilkan tingkat akurasi 58.33% untuk 5 variable dan 90% untuk variable dari 60 data uji. |
| 2. | David (2016)              | Tes Darah           | <i>Inferensi Fuzzy Tsukamoto</i> | Menampilkan hasil uji kesehatan pasien.   |

|    |  |   |                                  |  |
|----|--|---|----------------------------------|--|
| 3. | Saiful Arifin,dkk(2015)                            | Kerentangan Daerah Banjir di Semarang Utara | <i>Inferensi Fuzzy Mamdani</i>   | Mendeteksi tingkat kerawanan banjir di daerah semarang utara.  |
| 4. | Fanoel Thamrin, dkk (2012)                         | Trafo PLN                                   | <i>Inferensi Fuzzy Tsukamoto</i> | Menghasilkan bantuan dalam pengambilan keputusan untuk pemeliharaan trafo PLN.   |
| 5. | Ariesta Damayanti dan Syamsumin Kurnia Dewi (2015) | Penyebaran Leptospirosis                    | Inferensi Fuzzy Metode Tsukamoto | Hasil dari inferensi fuzzy digunakan untuk pewarnaan pada peta sesuai dengan tingkat kerawanan daera tersebut terhadap penyakit leptospirosis. |
| 6. | Fathullah (2020)                                   | Pencemaran Air Sungai                       | Inferensi Fuzzy Metode Tsukamoto | Menghasilkan Score pencemaran dan tingkat pencemaran linguistik.   |

## 2.2. Dasar Teori

Dasar teori merupakan seperangkat konstruk(konsep), definisi, dan proposisi yang digunakan untuk memperjelas ruang lingkup penelitian, untuk merumuskan hipotesis dan sebagai penyusun instrument- instrument penelitian yang menampilkan hubungan antar variable, konsep, dan menerangkan fenomena sebagai masukan dalam mengambil persoalan dan informasi.

### 2.2.1. Pencemaran Air

Pencemaran air diakibatkan oleh masuknya bahan pencemar (polutan) yang dapat berupa gas, bahan-bahan terlarut, dan partikulat. Pencemaran memasuki badan air dengan berbagai cara, misalnya melalui atmosfer, tanah, limbah industry, dan lain-lain (Hefni, 2003).

Polusi air didefinisikan sebagai penambahan kelebihan material kedalam air atau panas yang berbahaya pada organisme hidup atau yang merusak penggunaan air yang bermanfaat. Polusi membuat air tidak murni, kotor dan busuk secara fisik. Polusi mengubah kualitas air alami sehingga tidak cocok digunakan sebagai mana mestinya. Polutan mungkin ada di air baik sebagai partikel tersuspensi maupun sebagai senyawa yang terlarut atau kedua-duanya. Senyawa terlarut lebih sukar dihilangkan sehingga lebih menodai sumber-sumber air dari pada zat tersuspensi yang tidak murni (Sodhi,2009).

Berdasarkan beberapa pengetahuan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa pencemaran air merupakan kondisi air yang tidak murni, kotor dan buruk secara fisik, diakibatkan oleh polutan yang masuk kedalam air yang memasuki badan air dengan berbagai cara baik dari atmosfer, industri, dan manusia.

### 2.2.2. Kriteria Kemurnian Air

Bentuk penggunaan air sangat bermacam – macam sehingga tidak ada standar pemurnian tunggal yang dapat diaplikasikan. Jika air digunakan untuk tujuan pembersihan atau pencucian, tidak ada perlakuan khusus yang dibutuhkan. Jika

digunakan untuk tujuan pemanasan dalam unit produksi, endapa kerak didalam ketel harus dicegah. Pada kasus tersebut, air harus melakukan pengolahan pertukaran ion juga untuk membersihkan ion kalsium, magnesium dan bikarbonat unsur – unsur yang membuat kerusakan air.

Jika air digunakan untuk air minum seluruh tahap pemurnian air mulai dari pendahuluan, premier, dan tersier harus terus menerus diawasi. Air minum harus tidak berwarna , tidak berasa, dan tidak berbau. Air juga harus tidak memiliki kekeruhan atau partikulat tersuspensi. Radiostop juga tidak ada. Jumlah bakteri seharusnya berkisar 50 per 100 ml air. Kemurnian air dapat diukur dalam 3 parameter yaitu dissolved oxygen (oksigen terlarut), biological oxygen demand (kebutuhan oksigen biologis), chemical oxygen demand (kebutuhan oksigen kimiawi) (Sodhi, 2009).

Air sungai mempunyai peranan yang sangat strategis dalam kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Evaluasi pencemaran air selama tahun 2010 – 2014 menunjukkan kondisi kualitas air sungai umumnya berada pada status tercemar. Karena peranannya tersebut maka sangat layak jika kualitas air sungai dijadikan indikator kualitas lingkungan hidup (Statistik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2014).

Menurut Kementerian Lingkungan hidup dan Kehutanan ada 7 (tujuh) parameter yang digunakan untuk menghitung indeks kualitas air, yang dianggap mewakili kondisi riil kualitas air sungai (Statistik 2014, KEMENLH) :

- a. Total Solid Suspended
- b. Dissolved Oxygen
- c. Biochemical Oxygen Demmand
- d. Chemical Oxygen Demand
- e. Fecal Coliform
- f. Total Coliform
- g. Total Phosfat

Pada table 2.2 menampilkan Kriteria Mutu Air Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Tabel 2. 2 Kriteria Mutu Air PP No.82 Tahun 2001

| PARAMETER              | SAT<br>UAN | KELAS        |              |              |              | KETERANGAN   |
|------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|
|                        |            | I            | II           | III          | IV           |  |
| <b>FISIKA</b>          |            |              |              |              |              |  |
| Tempratur              | °C         | Deviasi<br>3 | Deviasi<br>3 | Deviasi<br>3 | Deviasi<br>3 | Deviasi dari tempratur kesadaan alamiyahnya                                      |
| Residu Terlarut        | mg/L       | 1000         | 1000         | 1000         | 2000         |  |
| Residu Tersuspensi     | mg/L       | 50           | 50           | 400          | 400          | Bagi pengolahan air minum secara konvesional, residu tersuspensi ≤ 5000 mg/ L \. |
| <b>KIMIA ANORGANIK</b> |            |              |              |              |              |  |

|                    |      |       |       |       |       |  |
|--------------------|------|-------|-------|-------|-------|--|
| pH                 | mg/L | 6-9   | 6-9   | 6-9   | 6-9   | Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah |
| BOD                | mg/L | 2     | 3     | 6     | 12    |  |
| COD                | mg/L | 10    | 25    | 50    | 100   |  |
| DO                 | mg/L | 6     | 4     | 3     | 0     | Angka batas minimum  |
| Total Fosfat sbg P | mg/L | 0,2   | 0,2   | 1     | 5     |  |
| NO3 sebagai N      | mg/L | 10    | 10    | 20    | 20    |  |
| NH3-N              | mg/L | 0,5   | -     | -     | -     |  |
| Arsen              | mg/L | 0,05  | 1     | 1     | 1     |  |
| Kobalt             | mg/L | 0,2   | 0,2   | 0,2   | 0,2   |  |
| Barium             | mg/L | 1     | -     | -     | -     |  |
| Boron              | mg/L | 1     | 1     | 1     | 1     |  |
| Selenium           | mg/L | 0.01  | 0.05  | 0.05  | 0.05  |  |
| Kadium             | mg/L | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  |  |
| Khrom(VI)          | mg/L | 0.05  | 0.05  | 0.05  | 0.01  |  |
| tambaga            | mg/L | 0,02  | 0,02  | 0,02  | 0,2   |  |
| Besi               | mg/L | 0,3   | -     | -     | -     |  |
| Timbal             | mg/L | 0,03  | 0,03  | 0,03  | 1     |  |
| Mangan             | mg/L | 0,1   | -     | -     | -     |  |
| Air raksa          | mg/L | 0,001 | 0,002 | 0,002 | 0,005 |  |
| Seng               | mg/L | 0.05  | 0.05  | 0.05  | 2     |  |
| khlorida           | mg/L | 600   | -     | -     | -     |  |

|                       |           |       |       |       |       |  |
|-----------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|--|
| Sianida               | mg/L      | 0,02  | 0,02  | 0,02  | -     |  |
| Fluoride              | mg/L      | 1,5   | 1,5   | 1,5   | -     |  |
| Nitrit sbg N          | mg/L      | 0,06  | 0,06  | 0,06  | -     |  |
| Sulfat                | mg/L      | 400   | -     | -     | -     |  |
| Khlorin bebas         | mg/L      | 0,03  | 0,03  | 0,03  | -     |  |
| Blereng sbg H2S       | mg/L      | 0,002 | 0,002 | 0,002 | -     |  |
| <b>MIKROBIOLOGI</b>   |           |       |       |       |       |  |
| Fecal Coliform        | Jml/100ml | 100   | 1000  | 1000  | 2000  |  |
| Total coliform        | Jml/100ml | 1000  | 5000  | 10000 | 10000 |  |
| <b>RADIOAKTIFITAS</b> |           |       |       |       |       |  |
| Gross-A               | Bq/L      | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,1   |  |
| Gross-B               | Bq/L      | 1     | 1     | 1     | 1     |  |
| <b>KIMIA ORGANIK</b>  |           |       |       |       |       |  |
| Minyak Dan Lemak      | Ug/L      | 1000  | 1000  | 1000  | -     |  |
| Detegen sbg MBAS      | Ug/L      | 200   | 200   | 200   | -     |  |
| Senyawa Fenol         | Ug/L      | 1     | 1     | 1     | -     |  |
| Sebagai Fenol         |           |       |       |       |       |  |
| BHC                   | Ug/L      | 210   | 210   | 210   | -     |  |
| Aldrin / Diedrin      | Ug/L      | 17    | -     | -     | -     |  |
| Chlordane             | Ug/L      | 3     | -     | -     | -     |  |



|                                    |      |    |   |   |   |  |
|------------------------------------|------|----|---|---|---|--|
| DDT                                | Ug/L | 2  | 2 | 2 | - |  |
| Heptachlor dan heptachlore epoxide | Ug/L | 18 | - | - | - |  |
| Lindane                            | Ug/L | 56 | - | - | - |  |
| methoxychlor                       | Ug/L | 35 | - | - | - |  |
| Edrin                              | Ug/L | 1  | 4 | 4 | - |  |
| toxaphan                           | Ug/L | 5  | - | - | - |  |

### 2.2.3. Logika Fuzzy

Logika fuzzy adalah komponen pembentuk soft computing. Logika fuzzy pertamakali diperkenalkan oleh Prof. Lofti A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar Logika Fuzzy adalah teori himpunan fuzzy, perana derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau *membership fuction* menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika fuzzy ( Kusumadewi, 2013).

*Fuzzy Logic* dinyatakan sebagai seperangkat prinsip matematika untuk representasi pengetahuan berdasarkan derajat keanggotaan dari pada keanggotaan crips dari logika biner klasik (Michael, 2002).

Perbedaan fundamental antara proposisi klasik dan proposisi fuzzy berada pada range nilai kebenaran mereka. Dimana setiap proposisi klasik memerlukan antara benar atau salah, benar atau salah pada proposisi fuzzy hanya lah masalah derajat. Dengan asumsi bahwa benar dan salah di ekspresikan dengan nilai 1 dan 0, masing-masing,

derajat benar dan salah dari setiap proposisi fuzzy diekspresikan dalam nilai interval  $[0, 1]$  (Gorge & Yuan, 1995).

Menurut Kusumadewi dan Prunomo (2013), Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami system fuzzy yaitu:

a. Variable Fuzzy

Variable fuzzy merupakan variable yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy. Contohnya umur, tempratur, dan permintaan.

b. Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy merupakan suatu group yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dalam suatu variable fuzzy. Himpunan fuzzy memiliki 2 atribut yaitu:

Linguistik, yaitu penamaan suatu group yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti muda, paruh baya, dan tua.

Numeris, yaitu suatu nilai angka yang menunjukkan ukuran dari suatu variable, seperti 40, 25, dan 50.

c. Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variable fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan dari bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri kekanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya

nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya. Contohnya seperti temperatur [0, 40].

#### d. Domain

Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri kekanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya. Contohnya seperti temperatur [0, 40].

#### 2.2.4. Sistem Inferensi Fuzzy

Inferensi Fuzzy dapat didefinisikan sebagai sebuah proses pemetaan dari inputan ke output, menggunakan teori dari fuzzy set.

Metode Tsukamoto merupakan perluasan dari penalaran monoton, pada metode tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk If – Then harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil dari inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan  $\alpha$ -predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot.

Misalkan ada variabel masukan, yaitu  $x$  dan  $y$ , serta satu variabel keluaran yaitu  $z$ . Variabel  $x$  terbagi atas 2 himpunan yaitu  $A_1$  dan  $A_2$ , variabel  $y$  terbagi atas 2 himpunan

juga, yaitu B1 dan B2, sedangkan variabel keluaran Z terbagi atas 2 himpunan yaitu C1 dan C2 . Tentu saja himpunan C1 dan C2 harus merupakan himpunan yang bersifat monoton. Diberikan 2 aturan sebagai berikut:

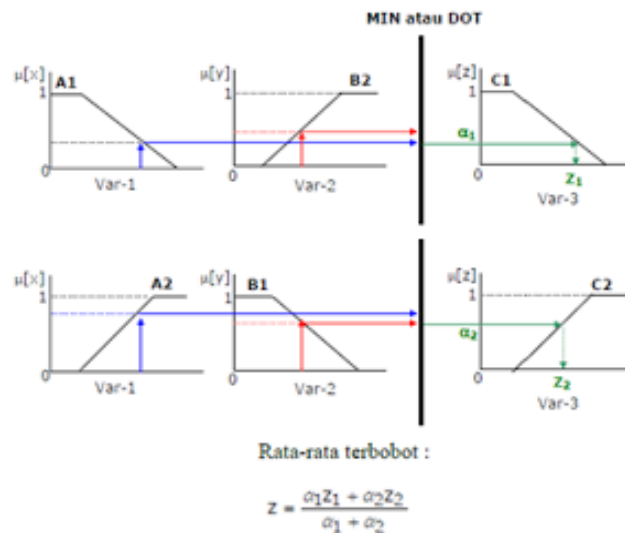
**IF x is A1 and y is B2 THEN z is C1** (2.1)

**IF x is A2 and y is B1 THEN z is C2**

$\alpha$ -predikat untuk aturan pertama dan kedua, masing-masing adalah  $\alpha_1$  dan  $\alpha_2$ . dengan menggunakan penalaran monoton, diperoleh nilai  $Z_1$  pada aturan pertama, dan  $Z_2$  pada aturan kedua. Terakhir dengan menggunakan aturan terbobot, diperoleh hasil akhir dengan formula sebagai berikut:

$$Z = \alpha_1 Z_1 + \alpha_2 Z_2 / \alpha_1 + \alpha_2 \quad (2.2)$$

Diagram blok proses inferensi dengan metode Tsukamoto (Jang, 1997) dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2. 1 Sistem Inferensi Fuzzy Metode Tsukamoto

### 2.2.5. Mean Absolute Percentage Error

Mean absolute percentage error merupakan ukuran ketepatan relatif yang digunakan untuk mengetahui presentase penyimpangan hasil peramalan, dengan persamaan sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| * 100\%. \quad (2.3)$$

Dimana :

$n$  = jumlah data.

$X_t$  = Data aktual.

$F_t$  = Data Perkiraan.