

## BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dijelaskan landasan teori yang berhubungan dengan himpunan *fuzzy*, teori garis lurus, dan pengenalan citra *dental radiograph*.

### 2.1 Teori Himpunan Fuzzy

Pada bagian ini akan dijelaskan landasan teori yang berhubungan dengan penggunaan himpunan *fuzzy*. Penjelasan akan difokuskan pada 4 hal yaitu pengertian himpunan konvensional, pengertian himpunan *fuzzy*, fungsi keanggotaan *fuzzy* dan sistem inferensi *fuzzy*.

#### 2.1.1 Himpunan Konvensional

Himpunan adalah kumpulan objek-objek yang berbeda yang dapat dikatakan sebagai satu kesatuan [ROSE03]. Pada himpunan konvensional, sebuah objek hanya akan memiliki dua nilai keanggotaan yang bersifat *crisp* (kaku), yaitu 1 (anggota) dan 0 (bukan anggota). Misalnya pada sebuah himpunan INDONESIA yang merupakan himpunan dari orang Indonesia. Anto yang merupakan orang Indonesia akan memiliki nilai keanggotaan 1 (anggota), berbeda dengan Fukuda yang merupakan orang Jepang yang memiliki nilai keanggotaan 0 untuk himpunan INDONESIA. Pada himpunan konvensional, sebuah objek tidak diperkenankan memiliki dua nilai keanggotaan, yang berarti untuk Anto yang telah memiliki nilai keanggotaan 1, untuk himpunan INDONESIA dia tidak diperbolehkan juga memiliki nilai keanggotaan 0 untuk himpunan INDONESIA.

Dari keterangan di atas, dapat diketahui nilai keanggotaan dari sebuah objek pada sebuah himpunan sangat tergantung pada syarat dari sebuah himpunan yang bersifat *crisp*. Pada kenyataannya, banyak himpunan di dunia nyata memiliki syarat keanggotaan yang tidak *crisp*. Misalnya pada kasus sebuah himpunan SUHU yang merupakan himpunan suhu ruangan. Himpunan SUHU memiliki dua buah *subset* yaitu PANAS dan DINGIN. Berikut ini adalah aturan keanggotaan himpunan SUHU:

- PANAS apabila suhu ruangan lebih dari 30 derajat Celsius.

- DINGIN apabila suhu ruangan kurang dari atau sama dengan 30 derajat Celsius.

Jika kita melihat anggota dari himpunan suhu yang ada pada Tabel 2.1, dapat kita perhatikan bahwa setiap ruangan memiliki nilai keanggotaan berbentuk *crisp* untuk tiap *subset* dari himpunan SUHU. Nilai keanggotaan ini ditetapkan berdasarkan aturan yang telah ditentukan sebelumnya. Namun, jika kita perhatikan dengan lebih jelas, kita akan menemukan perbedaan yang sangat jelas pada nilai keanggotaan ruangan C dan D. Kedua ruangan tersebut memiliki nilai keanggotaan yang berbeda meskipun hanya terpaut 1 derajat Celsius. Ruangan C memiliki nilai keanggotaan yang sama dengan ruangan A yang bersuhu 50 derajat Celsius, sedangkan ruangan D memiliki nilai keanggotaan yang sama dengan ruangan F yang memiliki suhu 0 derajat Celsius. Hal ini tentunya akan berbeda dengan penerapan di dunia nyata dimana ruangan C dan D akan memiliki nilai keanggotaan yang sama (atau mirip). Permasalahan semacam ini yang pada akhirnya menimbulkan munculnya konsep himpunan *fuzzy* yang akan dijelaskan pada bagian 2.2.

**Tabel 2.1 Nilai Keanggotaan Konvensional**

NAMA RUANGAN	SUHU RUANGAN (CELCIUS)	NILAI KEANGGOTAAN	
		PANAS	DINGIN
A	50	1	0
B	45	1	0
C	31	1	0
NAMA RUANGAN	SUHU RUANGAN (CELCIUS)	NILAI KEANGGOTAAN	
		PANAS	DINGIN
D	30	0	1
E	5	0	1
F	0	0	1

### 2.1.2 Himpunan *Fuzzy*

Segala hal yang ada pada dunia nyata seringkali tidak dapat direpresentasikan dengan baik oleh himpunan konvensional, karena hal-hal tersebut tidaklah selalu bernilai mutlak seperti pada representasi himpunan biasa. Hal ini mendorong Lotfi Zadeh mengajukan ide berupa himpunan *fuzzy* pada tahun 1965 [ZADE65]. Berbeda dengan himpunan konvensional, pada konsep himpunan *fuzzy* nilai keanggotaan sebuah objek terhadap suatu himpunan tidak harus bernilai mutlak 0 atau 1, namun memiliki nilai beragam pada rentang 0 sampai 1. Dengan konsep ini, maka sebuah objek dapat memiliki banyak nilai keanggotaan pada lebih dari satu himpunan. Contoh nilai keanggotaan *fuzzy* pada himpunan SUHU dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Pada Tabel 2.2 dapat dilihat bahwa penggunaan himpunan *fuzzy* dapat menyelesaikan masalah yang timbul pada penggunaan konsep himpunan konvensional pada himpunan SUHU. Dengan menggunakan konsep himpunan *fuzzy*, maka ruangan yang memiliki suhu yang mirip akan memiliki nilai keanggotaan yang hampir sama. Kita akan melihat bahwa ruangan A dan B yang sama-sama memiliki suhu tinggi akan memiliki nilai keanggotaan yang mirip, yaitu bernilai cukup besar pada himpunan PANAS. Di lain pihak, ruangan C dan D kini tidak lagi memiliki nilai keanggotaan yang sangat berbeda. Keduanya memiliki nilai keanggotaan yang berimbang dengan kecenderungan ruangan C pada himpunan PANAS dan ruangan D pada himpunan DINGIN (berbeda dengan himpunan konvensional yang mengharuskan kedua ruangan memilih hanya satu himpunan yang pada akhirnya menyebabkan nilai ruangan A dan B berbeda). Hal ini juga terjadi pada ruangan E dan F yang nilai keanggotaannya cenderung pada himpunan DINGIN.

Tabel 2.2 Nilai Keanggotaan Fuzzy

NAMA RUANGAN	SUHU RUANGAN (DALAM CELCIUS)	NILAI KEANGGOTAAN	
		PANAS	DINGIN
A	50	0.87	0.13
B	45	0.82	0.18

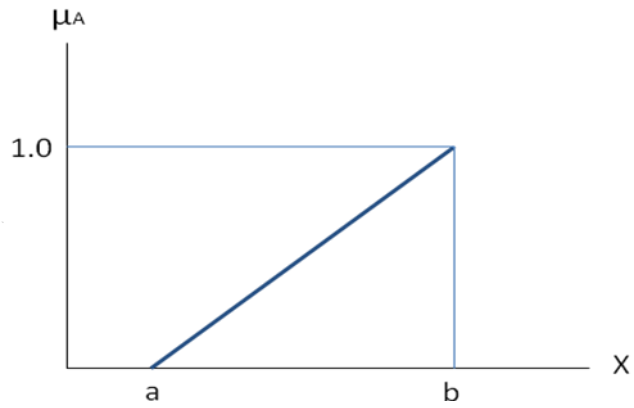
C	31	0.54	0.46
D	30	0.48	0.52
E	5	0.91	0.09
F	0	0.99	0.01

Dari nilai keanggotaan yang beragam pada himpunan *fuzzy*, maka untuk mengenali kondisi dari suhu ruangan kita dapat menggunakan nama yang lebih bebas dibanding penamaan anggota himpunan konvensional. Misalnya dalam himpunan konvensional kita dapat mengatakan bahwa suhu ruangan A panas, suhu ruangan C panas, suhu ruangan E dingin dan suhu ruangan F dingin. Pada himpunan *fuzzy*, kita dapat membedakan ruangan tersebut dengan mengatakan suhu ruangan A panas, suhu ruangan C agak panas, suhu ruangan E dingin dan suhu ruangan F sangat dingin. Hal ini tentunya lebih merepresentasikan hal yang terjadi di dunia nyata. Karenanya, penggunaan himpunan *fuzzy* dalam merepresentasikan objek dalam dunia nyata agaknya lebih tepat dibanding penggunaan himpunan konvensional. Penetapan batasan dari masing-masing kategori (panas, dingin, sangat dingin, dll) ditentukan oleh fungsi keanggotaan dari masing-masing kategori.

### 2.1.3 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan ( $\mu$ ) adalah fungsi yang memetakan nilai dari data masukan ke dalam nilai keanggotaan yang memiliki interval 0 sampai 1 [KLEE05]. Fungsi keanggotaan biasa ditampilkan dalam bentuk kurva yang melambangkan gambaran dari pemetaan yang dialami data masukan terhadap sebuah kategori. Berikut ini adalah macam dari fungsi keanggotaan [WIDY07] (pembahasan secara detail hanya dilakukan pada 3 fungsi keanggotaan yang digunakan):

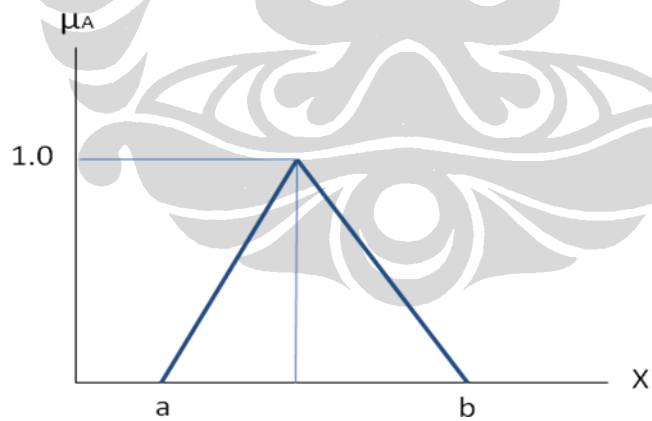
#### 1. Representasi Linier



Fungsi keanggotaan (parameter (a,b))

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ (x-a)/(x-b) & a \leq x \leq b \\ 1 & x \geq b \end{cases}$$

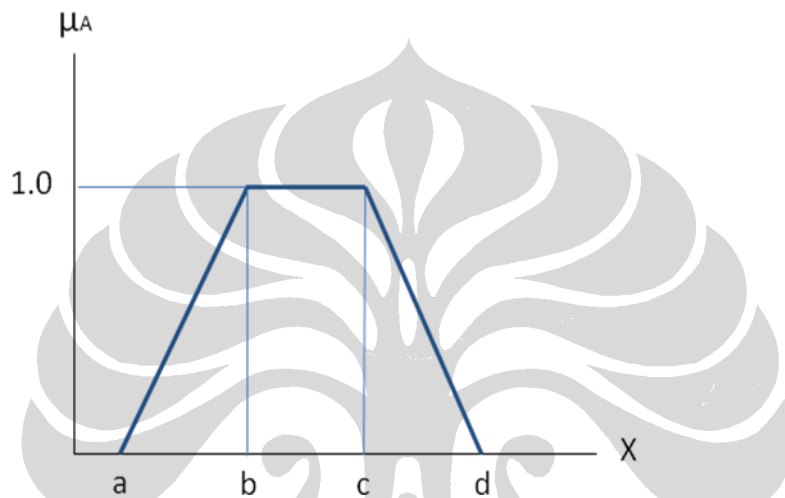
2. Representasi kurva Segitiga



Fungsi keanggotaan (parameter (a,b,c))

$$\mu_A(X) \begin{cases} 0 & x \leq a \\ (x-a)/(b-a) & a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b) & b \leq x \leq c \\ 0 & x \geq c \end{cases}$$

3. Representasi kurva Trapesoidal



Fungsi keanggotaan (parameter (a,b,c,d))

$$\mu_A(X) \begin{cases} 0 & x \leq a \\ (x-a)/(b-a) & a \leq x \leq b \\ 1 & b \leq x \leq c \\ (d-x)/(d-c) & c \leq x \leq d \\ 0 & x \geq d \end{cases}$$

4. Representasi kurva Generalisasi Bell
5. Representasi kurva Gauss
6. Representasi kurva Sigmoid
7. Representasi kurva Psigmoid

8. Representasi kurva DSigmoid
9. Representasi kurva S
10. Representasi kurva Z
11. Representasi kurva Phi

#### 2.1.4 Sistem Inferensi *Fuzzy*

Sistem Inferensi *Fuzzy* pertama kali dikenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975 ketika ia membuat sebuah sistem *fuzzy* untuk mengontrol *steam engine* dan *boiler combination*. Sistem ini mengaplikasikan aturan yang ada pada himpunan *fuzzy* berdasarkan operator pengalaman manusia. Aturan yang ada pada sistem inferensi ini berupa aturan sebab akibat (*if...then... rule*). Sistem inferensi yang kemudian dikenal dengan sistem inferensi *fuzzy* Mamdani ini menggunakan keputusan yang biasa dilakukan oleh para ahli sebagai aturan dari sistem *fuzzy* dalam mengambil keputusan atas masukan yang diterima. Sistem inferensi ini memiliki empat langkah, yaitu:

1. Fuzzifikasi variabel masukan

Pada tahap ini, seluruh masukan dari sistem akan diukur derajat keanggotaannya. Fungsi keanggotaan yang digunakan pada tahap ini biasanya merupakan gabungan dari beberapa fungsi keanggotaan yang melambangkan nilai dari sub himpunan (misalnya pada himpunan SUHU, maka akan terdapat minimal dua fungsi keanggotaan yaitu fungsi keanggotaan PANAS dan fungsi keanggotaan DINGIN).

2. Evaluasi aturan

Pada tahap ini, nilai keanggotaan dari masukan sistem akan diaplikasikan sesuai dengan aturan *fuzzy* yang telah ditetapkan (sesuai dari keterangan yang telah diberikan oleh para ahli). Masing-masing aturan *fuzzy* akan menghasilkan sebuah nilai yang sesuai dengan masukan yang diberikan. Jika dalam aturan *fuzzy* terdapat disjungsi (OR), maka hasil dari aturan itu merupakan gabungan nilai fungsi keanggotaan dari masukan, sedangkan jika terdapat konjungsi (AND), maka hasil dari aturan *fuzzy* akan berupa irisan nilai fungsi keanggotaan dari masukan.

3. Agregasi aturan keluaran

Pada tahap ini, seluruh nilai keluaran dari tahap 2 akan dikombinasikan untuk menghasilkan sebuah himpunan *fuzzy* tunggal. Hasil dari tahap ini akan menunjukkan keputusan yang diambil oleh sistem inferensi *fuzzy* dari masukan yang diberikan.

#### 4. Defuzzifikasi

Langkah terakhir pada sistem inferensi *fuzzy* ini akan mengubah keluaran himpunan *fuzzy* dari tahap 3 menjadi sebuah nilai tunggal.

## 2.2 Teori Garis Lurus

Pada bagian ini akan dibahas landasan teori yang berhubungan dengan garis lurus. Pembahasan meliputi pengertian garis lurus, kemiringan garis lurus, dan rotasi fungsi garis lurus.

### 2.2.1 Pengertian Garis Lurus

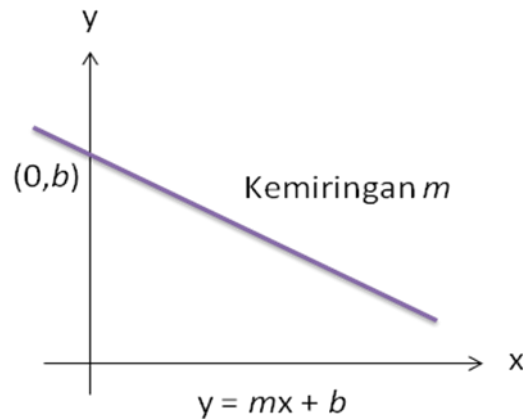
Garis lurus adalah bentuk paling sederhana yang dimiliki oleh sebuah kurva dua dimensi [PURC87]. Kurva ini minimal dibentuk oleh dua buah titik dengan koordinat yang berbeda, dimana kedua titik tersebut berada pada bidang dimensi yang sama. Sebagai sebuah kurva, garis lurus memiliki persamaan dasar yaitu

$$y = mx + b$$

(2.1)

Dimana  $m$  adalah nilai kemiringan dari sebuah garis lurus dan  $b$  adalah sebuah konstanta yang menunjukkan koordinat dari perpotongan garis tersebut dengan sumbu Y. Garis tegak (garis vertikal) adalah sebuah kasus yang ada di luar persamaan garis lurus. Untuk garis vertikal, persamaan yang digunakan adalah  $y = k$ , dimana  $k$  adalah sebuah konstanta nilai  $x$ . Gambar garis lurus dapat dilihat pada Gambar 2.1.





Gambar 2.1 Garis lurus

### 2.2.2 Kemiringan Garis Lurus

Kemiringan garis (gradien) dapat diartikan sebagai perbandingan dari perubahan nilai koordinat  $y$  terhadap perubahan nilai koordinat  $x$  dari titik-titik penyusun garis lurus. Kita misalkan titik  $A(x_1, y_1)$  dan  $B(x_2, y_2)$  adalah dua buah titik dari sebuah garis lurus  $L$ , dengan  $x_1 \neq x_2$ . Maka kemiringan ( $m$ ) dari garis lurus  $L$  dapat ditentukan sebagai

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (2.2)$$

dari persamaan di atas, dapat diketahui bahwa garis lurus yang sejajar sumbu  $x$  memiliki kemiringan bernilai 0, garis yang naik ke kanan memiliki kemiringan positif, garis yang naik ke kiri memiliki kemiringan negatif, sedangkan kemiringan garis vertikal tidak memiliki arti (karena nilainya menyangkut pembagian dengan 0).

### 2.2.3 Rotasi Garis Lurus

Sebuah fungsi garis lurus dapat mengalami rotasi. Rotasi yang terjadi pada sebuah fungsi dapat dipandang sebagai rotasi dari semua titik yang membentuk garis lurus tersebut. Bentuk rotasi yang paling mudah adalah rotasi sebuah titik dengan menggunakan titik  $(0,0)$  sebagai pusat rotasi. Rotasi terhadap titik  $A(x,y)$  dapat ditulis sebagai

$$A^R = R.A \tag{2.3}$$

dimana  $R$  adalah *matrix* rotasi.

Untuk rotasi dengan arah berlawanan dengan pergerakan jarum jam sebesar  $\theta$  derajat, *matrix* rotasi yang digunakan adalah

$$R(\theta) = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \tag{2.4}$$

Sedangkan rotasi yang searah dengan pergerakan jarum jam memiliki *matrix* rotasi

$$R(-\theta) = \begin{pmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \tag{2.5}$$

Sehingga rotasi titik A berlawanan arah dengan pergerakan jarum jam sebesar  $\theta$  derajat dapat ditulis dengan

$$\begin{pmatrix} x^R \\ y^R \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \tag{2.6}$$

### 2.3 Pengenalan Citra Dental Radiograph

Citra *dental radiograph* adalah foto sinar-x dari daerah mulut manusia yang mencakup bagian gigi, gusi, rahang atas dan rahang bawah seseorang. Karena diambil dengan menggunakan kamera sinar-x, citra *dental radiograph* sangat jelas dalam menggambarkan kondisi dari mulut seseorang. Dalam bidang kedokteran, citra ini sangat berguna untuk mendeteksi kerusakan pada gigi dan daerah sekitarnya.

Di dalam bidang forensik, citra *dental radiograph* dapat digunakan untuk membantu pengenalan seseorang (korban sebuah kejadian) saat bagian tubuh lainnya sulit dikenali. Bagian gigi yang memiliki tingkat ketahanan tinggi terhadap perubahan kondisi lingkungan, membuatnya masih memiliki kondisi yang baik ketika bagian tubuh lain telah rusak dan sulit dikenali. Pada pengenalan citra *dental radiograph* untuk kepentingan forensik, dikenal dua jenis gambar yaitu *ante mortem* (AM) dan *post mortem* (PM). *Ante mortem* adalah jenis citra *dental radiograph* yang diambil saat sebelum kejadian, sedangkan *post mortem* adalah citra *dental radiograph* yang diambil setelah kejadian. Kedua jenis gambar tersebut memiliki beberapa perbedaan. Gambar AM biasanya memiliki kualitas yang lebih baik dari PM, hal ini karena pengambilan gambar AM biasanya dilakukan saat kondisi tubuh seseorang masih baik, sedangkan saat pengambilan gambar PM, kondisinya mungkin lebih buruk. Selain itu, waktu pengambilan gambar AM dan PM yang berbeda membuatnya memiliki bentuk dan susunan gigi yang tidak sama. Hal ini merupakan salah satu masalah yang muncul pada identifikasi citra *dental radiograph*.

