

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Studi Kepustakaan**

Untuk menyusun skripsi ini, penulis mengambil referensi kepustakaan yang bersumber pada penelitian-penelitian sebelumnya. Hal ini berguna sebagai perbandingan bahan referensi bagi penulis untuk menyelesaikan tulisan pada penelitian ini.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sryang T. Sarena, Ryan Y. Adhitya, Catur R. Handoko, Noorman Rinanto (2016), dengan judul Aplikasi Sistem Peringatan Tabrakan Pada Kapal Berbasis Data Gps Menggunakan Logika Fuzzy, Dalam penelitian membahas masalah bagaimana merancang suatu s aplikasi sistem peringatan tabrakan berbasis data gps menggunakan logika fuzzy pada sebuah kapal. Dan hasil dari penelitian tersebut aplikasi sistem peringatan tabrakan pada kapal berbasis data gps menggunakan logika fuzzy membantu kapal untuk menghindari dari tabrakan antar kapal.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Gogor C. Setyawan (2015), dengan judul Sistem Robot Otonom Penghindar Rintangan dan Pencari Jalur Menuju Sasaran Berbasis Mikrokontroler. Dalam penelitian ini mengangkat masalah mengenai bagaimana sebuah sistem robot otonom menghindari dari rintangan dan mencari jalur untuk menuju ke sasaran yang dituju. Dan hasil dari penelitian tersebut yaitu robot dapat beroperasi secara otonom. Robot dapat mendefinisikan arah sasarannya dan

berusaha mencapai sasaran tersebut. Robot akan menghadapi rintangan selama pergerakannya dari titik awal ke titik sasaran. Robot dilengkapi kemampuan untuk menghindari rintangan tetapi tetap dapat mengunci dan mencapai sasarnya.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ahyar Supani, Azwardi (2015), dengan judul Penerapan Logika Fuzzy dan Pulse Width Modulation untuk Sistem Kendali Kecepatan Robot Line Follower. Dimana masalah yang diangkat yaitu kendala robot line follower (LF) yaitu kendali kecepatan putaran saat belok mengikuti garis belok tajam, belok sedang, belok sedikit, dan tidak ada garis. Kendala tersebut adalah robot LF selalu menggerakkan satu roda saja kiri atau kanan dengan kecepatan maksimum. Kendala ini diatasi dengan menerapkan logika fuzzy untuk mengkomputasi nilai on/off motor saat belokan garis tajam, belokan sedang, dan sedikit. Selanjutnya penerapan Pulse Width Modulation untuk mengatur sinyal lamanya waktu on/off motor. Hasil dari penelitian ini yaitu sudut belok 90° salah satu roda kecepatan maksimum satu roda yang lain mengalami dua kecepatan 14,5% dan 43,1 % dari maksimum. Sudut belok 45° satu roda kecepatan maksimum dan satu roda lainnya mengalami dua kecepatan 14,5 % dan 43,1 %. Pengujian sudut belok 10° satu roda kecepatan maksimum dan roda satu lainnya 43,1 %..

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Kecerdasan Buatan

Menurut Andri Kristanto (2003) kecerdasan buatan merupakan bagian dari ilmu pengetahuan komputer yang khusus ditujukan dalam perancangan otomatisasi tingkah laku cerdas dalam sistem kecerdasan komputer.

Kecerdasan buatan dilihat dari berbagai sudut pandang adalah sebagai berikut :

1. Sudut pandang Kecerdasan (Intelligence)

Kecerdasan buatan adalah bagaimana membuat mesin yang “cerdas” dan dapat melakukan hal-hal yang sebelumnya dapat dilakukan oleh manusia.

2. Sudut pandang Penelitian

Studi bagaimana membuat agar komputer dapat melakukan sesuatu sebaik yang dilakukan oleh manusia.

Domain penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Mundane task

1. Persepsi (vision and speech)
2. Bahasa alami (understanding, generation and translation)
3. Pemikiran yang bersifat commonsense
4. Robot control

- b. Format task

1. Permainan atau games
2. Matematika (geometri, logika, kalkulus, integral, pembuktian)

c. Expert task

1. Analisis finansial
2. Analisis medis
3. Analisis ilmu pengetahuan
4. Rekayasa (desain, pencarian, kegagalan, perencanaan, manufaktur)

3. Sudut pandang Bisnis

Kumpulan peralatan yang sangat powerful dan metodologis dalam menyelesaikan masalah-masalah bisnis.

4. Sudut pandang Pemrograman (*Programming*)

Kecerdasan buatan termasuk didalamnya adalah studi tentang pemrograman simbolik, pemecahan masalah, proses pencarian (*search*).

### 2.2.2 Sistem Cerdas

Sistem cerdas adalah sistem yang menerapkan kecerdasan buatan. Jadi, “kecerdasan” inilah yang diciptakan untuk kemudian dimasukkan ke dalam suatu mesin atau komputer. Sistem ini dibuat agar dapat berpikir layaknya manusia. Sistem ini juga dibuat agar dapat “berperilaku” seperti manusia, juga mampu menyerap pengalaman dan mampu bertindak berdasarkan pengalaman tersebut, sehingga sistem ini seolah-olah mempunyai kehendak sendiri dan mampu berpikir seperti halnya manusia.

Tiga konsep dasar dalam sistem cerdas adalah:

1. Bagaimana kerja otak manusia? Hal ini dibahas dalam kajian *Artificial Neural Network* yang membahas mengenai bagaimana cara sel saraf otak kita bekerja.
2. Bagaimana manusia berpikir? Hal ini dibahas dalam kajian *Artificial Intelligence* yang membahas mengenai bagaimana mesin dapat berpikir dan bertindak layaknya manusia.
3. Bagaimana manusia merasa? Hal ini dibahas dalam kajian *Fuzzy Logic* yang membahas mengenai bagaimana mesin dapat dibuat agar mempunyai unsur-unsur perasaan seperti manusia sehingga mesin tersebut dapat mempunyai kehendak dan mengambil keputusan sesuai unsur rasa tersebut.

Sistem cerdas bertujuan untuk membuat mesin dapat berinteraksi dengan manusia layaknya cara manusia manusia berpikir, mengambil keputusan, dan bertindak. Tujuannya tak lain adalah untuk membantu, memudahkan, dan mengefisienkan kerja manusia. Sistem cerdas mampu mengenali pola dalam interaksinya dengan manusia sehingga mampu menyerap pengalaman.

### **2.2.2.1 Metodologi dari Sistem Cerdas**

Inilah macam-macam metologi yang terbagi menjadi 3 macam yaitu :

1. Artificial Neural Networks (ANN)

ANN atau disebut biasa disebut NN (neurak networks) jaringan dari sekelompok unit pemroses kecil yang dimodelkan berdasarkan sistem saraf manusia. Otak manusia terdiri dari 100 milyar elemen pemrosesan yang biasa disebut neuron yang saling terhubung. ANN sendiri didasarkan pada model yang

disederhanakan dan ANN sendiri biasanya belajar dari pengalaman – representasi berulang dari masalah contoh dengan solusi – solusinya yang sesuai. Setelah pembelajaran, ANN mampu memecahkan masalah, bahkan dengan masukkan (input) paling baru. Kekuatan utama ANN mampu menangani data yang sebelumnya tidak terlihat, tidak lengkap atau rusak. Beberapa contoh aplikasi yang menggunakan jaringan syaraf tiruan (ANN):

- Deteksi eksplosif di bandara
- Deteksi wajah
- Penilaian resiko keuangan
- Optimasi dan penjadwalan

## 2. Fuzzy System

Sistem inferensi fuzzy sering disebut juga fuzzy inference engine yaitu sistem yang dapat melakukan penalaran dengan prinsip serupa seperti kita (manusia) yang menggunakan nalurinya. Ada beberapa jenis FIS (fuzzy inference engine) yang sering kita kenal yaitu mamdami, Sugeno, dan Tsukamoto.

## 3. Genetic Algorithms / Alogaritma Genetika (GA)

GA adalah sebuah teknik pencarian yang didalam ilmu computer untuk menemukan penyelesaian perkiraan dan masalah pencarian. GA itu sendiri adalah kelas khusus dari algoritma evolusioner dengan menggunakan teknik yang terinspirasi oleh biologi evolusioner seperti warisan, mutasi, seleksi alam dan rekombinasi atau crossover. Biasanya GA digunakan dalam beberapa pemakaian, contohnya :

- Optimasi portofolio
- Prediksi kebangrutan
- Peramalan keuangan
- Perancangan mesin jet
- Penjadwalan

### 2.2.3 Pengertian Logika Fuzzy

Titik awal dari konsep modern mengenai ketidakpastian adalah paper yang dibuat oleh Dr. Lofti A Zadeh (1965), di mana Zadeh memperkenalkan teori yang memiliki objek-objek dari himpunan Fuzzy yang memiliki batasan yang tidak presisi dan keanggotaan dalam himpunan Fuzzy, dan bukan dalam bentuk logika benar (true) atau salah (false), tapi dinyatakan dalam derajat (degree).

Konsep seperti ini disebut dengan Fuzziness dan teorinya dinamakan Fuzzy Set Theory. Fuzziness dapat didefinisikan sebagai logika kabur berkenaan dengan semantik dari suatu kejadian, fenomena atau pernyataan itu sendiri. Seringkali ditemui dalam pernyataan yang dibuat oleh seseorang, evaluasi dan suatu pengambilan keputusan.

Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika Fuzzy, antara lain:

1. Konsep logika Fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran Fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika Fuzzy sangat fleksibel.
3. Logika Fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.

4. Logika Fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
5. Logika Fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika Fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika Fuzzy didasarkan pada bahasa alami.

### 2.2.3.1 Perbedaan Himpunan Fuzzy dengan Himpunan Pasti (crisp)

Pada himpunan pasti (crisp) nilai keanggotaan suatu item  $x$  dalam suatu himpunan  $A$ , yang sering ditulis dengan  $\mu_A[x]$ , memiliki 2 kemungkinan, yaitu:

- Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau
- Nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota suatu himpunan.

Contoh :

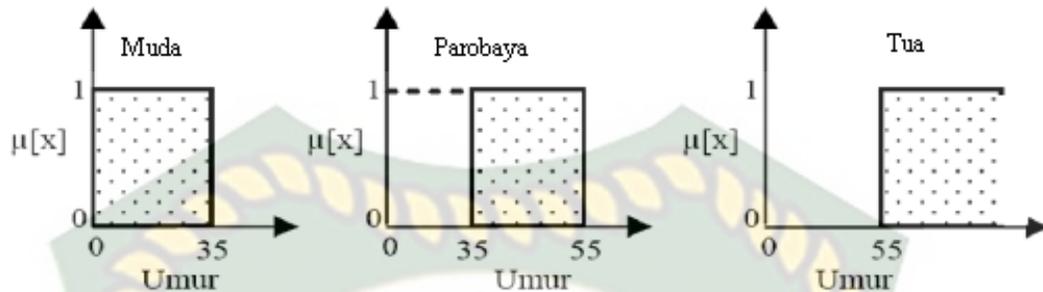
Misalkan variabel umur dibagi menjadi 3 kategori, yaitu:

Muda umur  $< 35$  tahun

Parobaya  $35 \leq \text{umur} \leq 55$  tahun

Tua umur  $> 55$  tahun

Nilai keanggotaan secara grafis, himpunan Muda, Parobaya, dan Tua ini dapat dilihat pada gambar 2.1



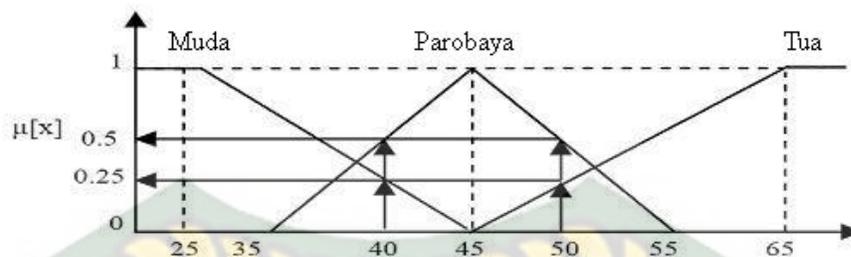
**Gambar 2.1 Himpunan Muda, Parobaya dan Tua**

Pada Gambar 2.1, dapat dijelaskan bahwa:

- Apabila seseorang berusia 34 tahun, maka ia dikatakan Muda ( $\mu_{\text{Muda}}[34] = 1$ );
- Apabila seseorang berusia 35 tahun, maka ia dikatakan Tidak Muda ( $\mu_{\text{Muda}}[35] = 0$ );
- Apabila seseorang berusia 35 tahun kurang 1 hari, maka ia dikatakan Tidak Parobaya ( $\mu_{\text{Parobaya}}[35 \text{ th} - 1 \text{ hari}] = 0$ ).

Berdasarkan contoh diatas bisa di katakan pemakaian himpunan crisp untuk menyatakan umur sangat tidak adil, adanya perubahan sedikit saja pada suatu nilai mengakibatkan perbedaan kategori yang cukup signifikan.

Himpunan Fuzzy digunakan untuk mengantisipasi hal tersebut. Seseorang dapat masuk dalam 2 himpunan yang berbeda, Muda dan Parobaya, dan Tua, dsb. Seberapa besar eksistensinya dalam himpunan tersebut dapat dilihat pada nilai keanggotaan-nya. Gambar 2.2 menunjukkan himpunan Fuzzy untuk variable umur.



**Gambar 2.2 Himpunan Fuzzy untuk variabel umur**

Pada Gambar 2.2, dapat dilihat bahwa:

- Seseorang yang berumur 40 tahun, termasuk dalam himpunan Muda dengan  $\mu_{\text{Muda}}[40]=0,25$ ; namun dia juga termasuk dalam himpunan Parobaya dengan  $\mu_{\text{Parobaya}}[40]=0,5$ .
- Seseorang yang berumur 50 tahun, termasuk dalam himpunan Muda dengan  $\mu_{\text{Tua}}[40]=0,25$ ; namun dia juga termasuk dalam himpunan Parobaya dengan  $\mu_{\text{Parobaya}}[50]=0,5$ .

Kalau pada himpunan crisp, nilai keanggotaan hanya ada 2 kemungkinan, yaitu 0 atau 1, pada himpunan Fuzzy nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Apabila x memiliki nilai keanggotaan Fuzzy  $\mu_A[x]=0$  berarti x tidak menjadi anggota himpunan A, demikian pula apabila x memiliki nilai keanggotaan Fuzzy  $\mu_A[x]=1$  berarti x menjadi anggota penuh pada himpunan A.

### 2.2.3.2 Beberapa Hal yang Perlu Diketahui dalam Sistem Fuzzy

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami system Fuzzy, yaitu:

a. Variable Fuzzy

Variabel Fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem Fuzzy.

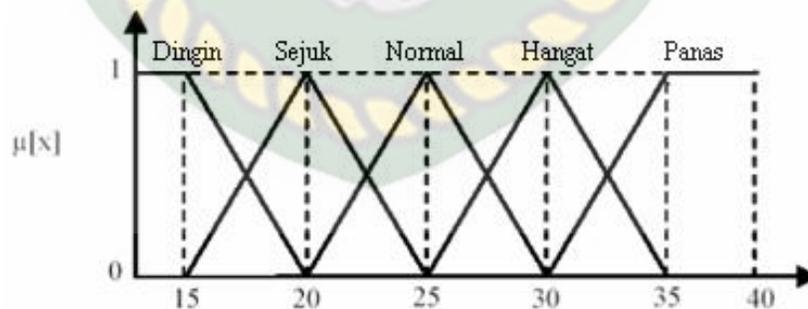
Contoh: umur, temperatur, permintaan, dsb.

b. Himpunan Fuzzy

Himpunan Fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel Fuzzy.

Contoh:

- Variabel umur, terbagi menjadi 3 himpunan Fuzzy, yaitu: muda, parobaya, dan tua.
- Variabel temperatur, terbagi menjadi 5 himpunan Fuzzy, yaitu: dingin, sejuk, normal, hangat, dan panas (Gambar 2.3).



**Gambar 2.3 Himpunan Fuzzy pada variabel temperatur**

Himpunan Fuzzy memiliki 2 atribut, yaitu:

1. Linguistik, yaitu penamaan grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: Muda, Parobaya, Tua.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti: 40, 25, 50, dsb.

c. Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel Fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya

Contoh:

- Semesta pembicaraan untuk variabel umur:  $[0 +\infty]$ .
- Semesta pembicaraan untuk variabel 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 dengan semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

Contoh domain himpunan Fuzzy :

- Muda =  $[0, 45]$
- Parobaya =  $[35, 55]$
- Tua =  $[45, +\infty]$
- Dingin =  $[0, 20]$
- Sejuk =  $[15, 25]$
- Normal =  $[20, 30]$
- Hangat =  $[25, 35]$
- Panas =  $[30, 40]$

### 2.2.3.3 Fungsi Keanggotaan

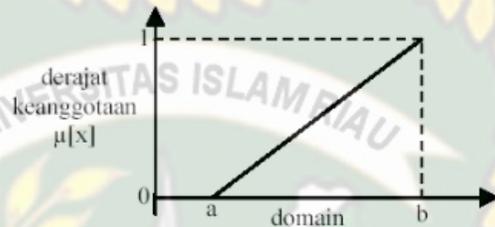
Fungsi keanggotaan (membership function) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang dapat digunakan:

#### a. Representasi Linear

Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada 2 keadaan himpunan Fuzzy linear, yaitu:

### 1. Representasi Linear Naik

Kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi (Gambar 2.4).



**Gambar 2.4 Representasi Linear Naik**

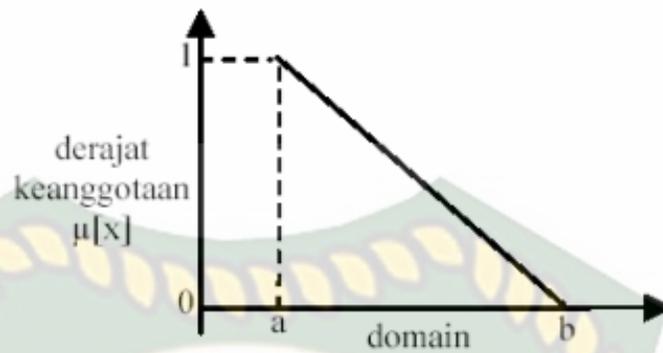
Fungsi keanggotaan :

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

(2.1)

### 2. Representasi Linear Turun

Representasi linear turun merupakan kebalikan dari linear naik. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah (Gambar 2.5).



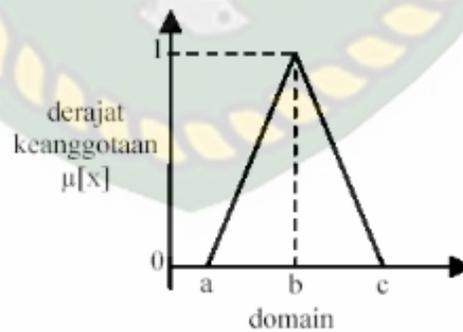
**Gambar 2.5 Representasi Linear Turun**

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} (b-x)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2.2)$$

b. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis linear seperti terlihat pada Gambar 2.6.



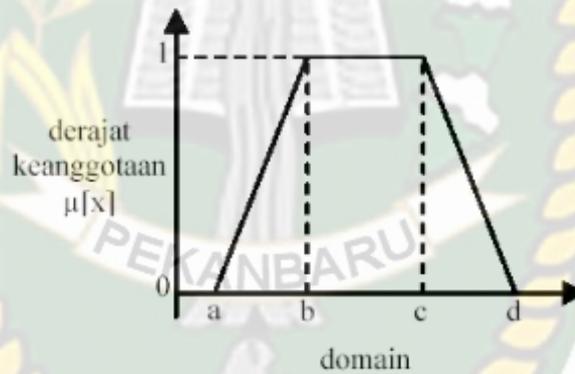
**Gambar 2.6 Representasi Kurva Segitiga**

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x-a)/(b-a) & a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b) & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.3)$$

c. Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1 (Gambar 2.7).



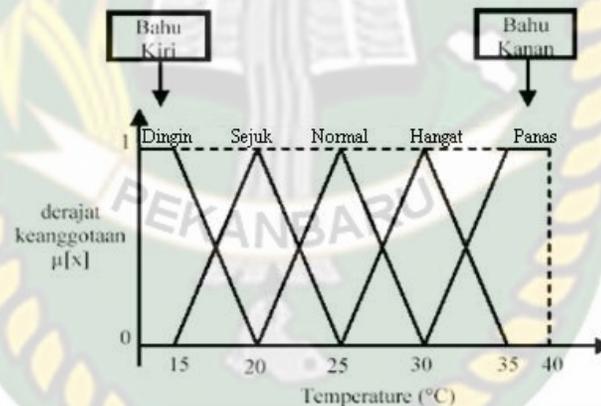
**Gambar 2.7 Representasi Kurva Trapesium**

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x-a)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (d-x)/(d-c) & c \leq x \leq d \end{cases} \quad (2.4)$$

#### d. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu peubah yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun (misalkan: dingin bergerak ke sejuk bergerak ke hangat dan bergerak ke panas). Tetapi terkadang salah satu sisi dari perubahan tersebut tidak mengalami perubahan. Sebagai contoh, apabila telah mencapai kondisi panas, kenaikan temperatur akan tetap berada pada kondisi panas. Himpunan Fuzzy 'bahu', bukan segitiga, digunakan untuk mengakhiri peubah suatu daerah Fuzzy. Bahu kiri bergerak dari benar ke salah, sebaliknya bahunan bergerak dari salah ke benar. Gambar 2.8 menunjukkan peubah TEMPERATUR dengan daerah bahunya.



**Gambar 2.8 Daerah 'bahu' pada variabel Temperatur**

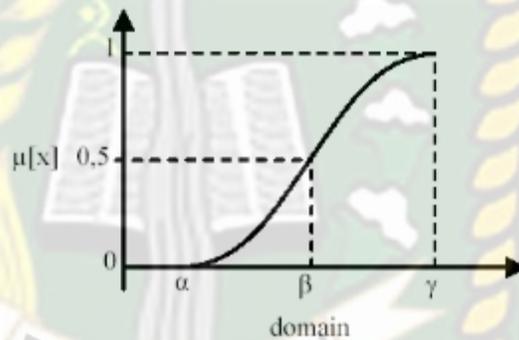
#### e. Representasi Kurva-S

Kurva-S memiliki nilai kenaikan atau penurunan yang tak linear. Ada dua representasi kurva-S, yaitu kurva pertumbuhan dan penyusutan. Kurva-S didefinisikan menggunakan 3 parameter, yaitu: nilai keanggotaan nol ( $\alpha$ ), nilai

keanggotaan lengkap ( $\gamma$ ), dan titik infleksi atau crossover ( $\beta$ ) yaitu titik yang memiliki domain 50% benar.

#### 1. Representasi Kurva-S Pertumbuhan

Kurva-S pertumbuhan akan bergerak dari sisi paling kiri dengan nilai keanggotaan nol (0) ke sisi paling kanan dengan nilai keanggotaan satu (1). Fungsi keanggotaannya akan bertumpu pada 50% nilai keanggotaannya yang sering disebut titik infleksi (Gambar 2.9).



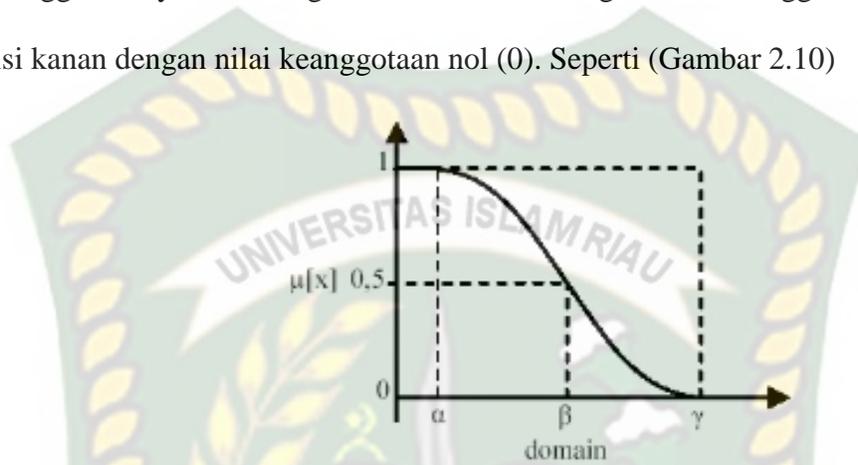
**Gambar 2.9 Karakteristik fungsi kurva-S: Pertumbuhan**

Fungsi keanggotaan:

$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0; & x \leq \alpha \\ 2((x-\alpha)/(\gamma-\alpha))^2 & \alpha \leq x \leq \beta \\ 1-2((\gamma-x)/(\gamma-\alpha))^2 & \beta \leq x \leq \gamma \\ 1 & x \geq \gamma \end{cases} \quad (2.5)$$

## 2. Representasi Kurva-S Penyusutan

Kurva-S penyusutan merupakan kebalikan dari Kurva-S pertumbuhan. Nilai keanggotaannya akan bergerak dari sisi kiri dengan nilai keanggotaan satu (1) ke sisi kanan dengan nilai keanggotaan nol (0). Seperti (Gambar 2.10)



**Gambar 2.10** Karakteristik fungsi kurva S- Penyusutan

Fungsi keanggotaan:

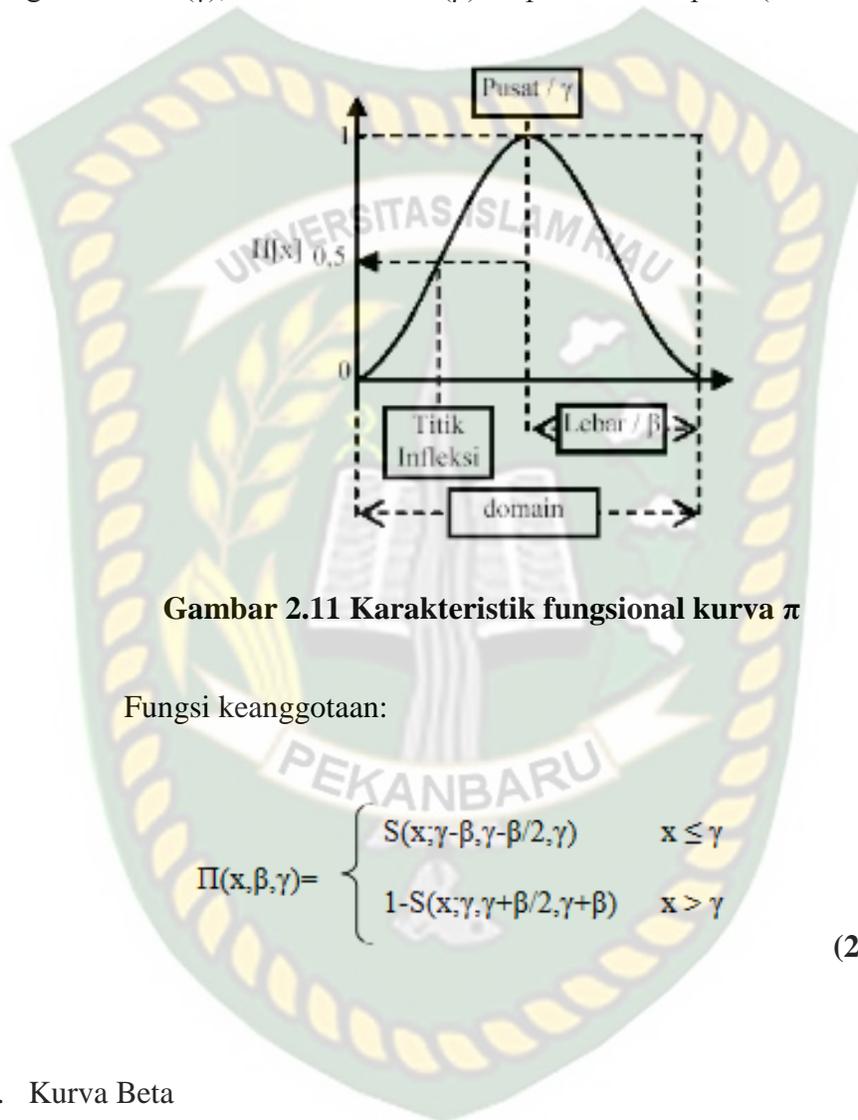
$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 1 & x \leq \alpha \\ 1 - 2\left(\frac{x-\alpha}{\gamma-\alpha}\right)^2 & \alpha \leq x \leq \beta \\ 2\left(\frac{\gamma-x}{\gamma-\alpha}\right)^2 & \beta \leq x \leq \gamma \\ 0 & x \geq \gamma \end{cases} \quad (2.6)$$

### f. Representasi Kurva Bentuk Lonceng (Bell Curve)

Untuk merepresentasikan himpunan Fuzzy, biasanya digunakan kurva bentuk lonceng. Kurva bentuk lonceng ini terbagi atas 3 kelas, yaitu: Kurva  $\pi$ , Beta, dan Gauss. Perbedaan ketiga kurva ini terletak pada gradiennya.

### 1. Kurva $\pi$

Kurva  $\pi$  berbentuk lonceng dengan derajat keanggotaan 1 terletak pada pusat dengan domain ( $\gamma$ ), dan lebar kurva ( $\beta$ ). Seperti terlihat pada (Gambar 2.11)



**Gambar 2.11** Karakteristik fungsional kurva  $\pi$

Fungsi keanggotaan:

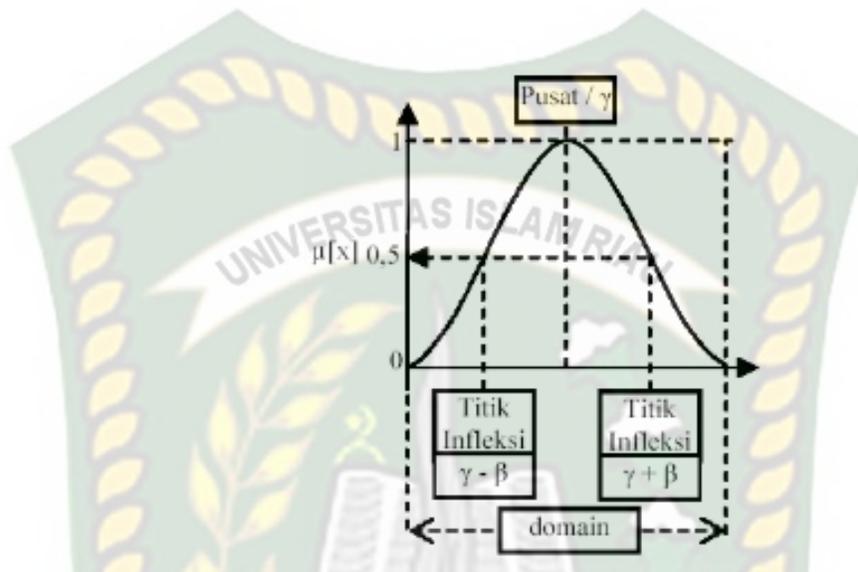
$$\Pi(x, \beta, \gamma) = \begin{cases} S(x; \gamma - \beta, \gamma - \beta/2, \gamma) & x \leq \gamma \\ 1 - S(x; \gamma, \gamma + \beta/2, \gamma + \beta) & x > \gamma \end{cases} \quad (2.7)$$

### 2. Kurva Beta

Seperti halnya Kurva- $\pi$ , kurva beta juga berbentuk lonceng namun lebih rapat. Kurva ini didefinisikan dengan 2 parameter, yaitu nilai pada domain yang

menunjukkan pusat kurva dengan domain ( $\gamma$ ), dan setengah lebar kurva ( $\beta$ ).

Seperti terlihat pada (Gambar 2.12)



**Gambar 2.12 karakteristik fungsional kurva beta**

Fungsi keanggotaan:

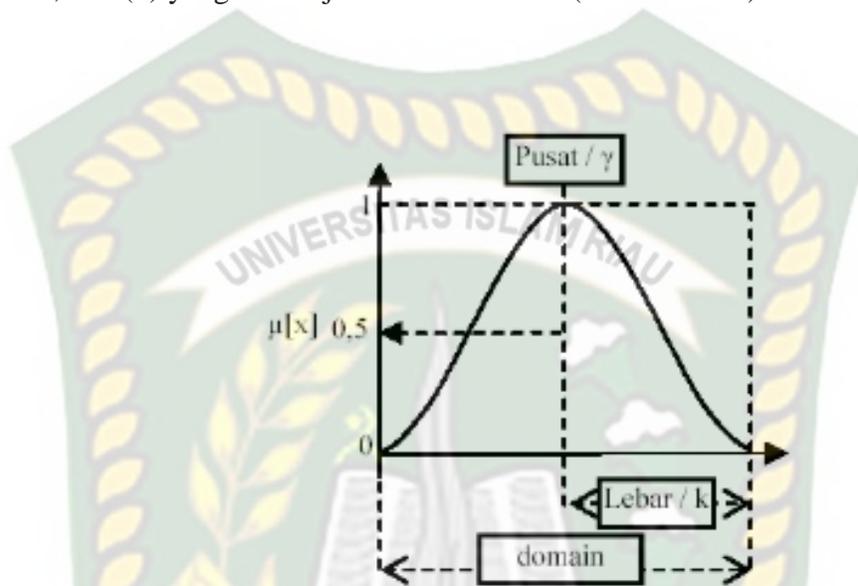
$$B(x, \gamma, \beta) = \frac{1}{1 + \left( \frac{x - \gamma}{\beta} \right)^2}$$

(2.8)

Salah satu perbedaan mencolok Kurva-Beta dari Kurva- $\pi$  adalah fungsi keanggotaannya akan mendekati nol hanya jika nilai ( $\beta$ ) sangat besar.

### 3. Kurva Gauss

Kurva gauss menggunakan ( $\gamma$ ) untuk menunjukkan nilai domain pada pusat kurva, dan ( $k$ ) yang menunjukkan lebar kurva (Gambar 2.13).



**Gambar 2.13 Karakteristik fungsional kurva gauss**

Fungsi keanggotaan:

$$G(x; k; \gamma) = e^{-k(y-x)^2} \quad (2.9)$$

#### 2.2.3.4 Operator Dasar Zadeh untuk Operasi Himpunan

Fuzzy seperti halnya himpunan konvensional, ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan fuzzy. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi 2 himpunan sering dikenal dengan nama fire strength atau  $\alpha$  - predikat.

Ada 3 operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu :

### 1. Operator And

Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan.  $\alpha$ -predikat. Sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[y]) \quad (2.10)$$

### 2. Operator Or

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan.  $\alpha$ -predikat sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y]) \quad (2.11)$$

### 3. Operator Not

Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan.  $M$  predikat sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangkan nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dr 1.

$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A[x] \quad (2.12)$$

#### 2.2.4 Arduino Uno

Menurut Sulaiman (2012:1), arduino merupakan platform yang terdiri dari software dan hardware. Hardware Arduino sama dengan mikrocontroller pada umumnya hanya pada arduino ditambahkan penamaan pin agar mudah diingat. Software Arduino merupakan software open source sehingga dapat di download secara gratis. Software ini digunakan untuk membuat dan memasukkan program ke dalam Arduino. Pemrograman Arduino tidak sebanyak tahapan mikrocontroller konvensional karena Arduino sudah didesain mudah untuk dipelajari, sehingga para pemula dapat mulai belajar mikrocontroller dengan Arduino.

Menurut Santosa (2012:1), arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel.

Berdasarkan dua definisi yang dikemukakan di atas dapat disimpulkan bahwa arduino merupakan kit elektronik atau papan rangkaian elektronik yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel serta software pemrograman yang berlisensi open source.

Arduino menggunakan keluarga mikrokontroler ATmega yang dirilis oleh Atmel sebagai basis, namun ada individu/perusahaan yang membuat *clone* arduino dengan menggunakan mikrokontroler lain dan tetap kompatibel dengan arduino pada level hardware. Untuk fleksibilitas, program dimasukkan melalui bootloader meskipun ada opsi untuk membypass bootloader dan menggunakan downloader untuk memprogram mikrokontroler secara langsung melalui port ISP.

### 2.2.5 Mikrokontroler

Menurut Setiawan (2011:1) Mikrokontroler adalah suatu IC dengan kepadatan yang sangat tinggi, dimana semua bagian yang diperlukan untuk suatu kontroler sudah dikemas dalam satu keping, biasanya terdiri dari CPU (Central Processing Unit), RAM (Random Access Memory), EEPROM/EPROM/PROM/ROM, I/O, Serial & Parallel, Timer, Interrupt Controller.

Menurut Fauzi (2011:1) Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umunya dapat menyimpan program didalamnya

Berdasarkan definisi yang dikemukakan diatas dapat disimpulkan bahwa mikrokontroler adalah suatu IC yang didesain atau dibentuk dengan kepadatan yang sangat tinggi, dimana semua bagian yang diperlukan suatu kontroler sudah dikemas dalam satu keping, biasanya terdiri dari CPU (Central Processing Unit), RAM (Random Access Memory), EEPROM/EPROM/PROM/ROM, I/O, Serial & Parallel, Timer, Interrupt Controller dan berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik serta umunya dapat menyimpan program didalamnya.

Menurut Setiawan (2011:10) Seperti umumnya komputer, mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan instruksi-instruksi yang diberikan kepadanya. Artinya, bagian terpenting dan utama dari suatu system terkomputerisasi adalah program itu sendiri yang dibuat oleh seorang programmer. Program ini menginstruksikan komputer untuk melakukan jalinan yang panjang dari aksi-aksi sederhana untuk melakukan tugas yang lebih kompleks yang diinginkan oleh programmer.

### 2.2.6 Sensor ultrasonic

Menurut Delta Agus (2008:11) Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tertentu di depannya, frekuensi kerjanya pada daerah diatas gelombang suara dari 40 KHz hingga 400 KHz.

Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik).

Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik nisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa.

### 2.3 Hipotesis

Dengan adanya simulasi sistem cerdas penghindar tabrakan mobil menggunakan metode fuzzy di harapkan bisa membantu untuk memenuhi syarat tingkat kesuksesan pada perangkat keselamatan dalam mengemudi di jalan raya dan mengurangi angka kecelakaan lalu lintas yang disebabkan oleh kelalaian atau kesalahan pengemudi (*human error*).

