

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Robot

Robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu (kecerdasan buatan). Istilah robot berawal bahasa Cheko “robota” yang berarti pekerja atau kuli yang tidak mengenal lelah atau bosan. Robot biasanya digunakan untuk tugas yang berat, berbahaya, pekerjaan yang berulang dan kotor[13].

2.1.1 Jenis-Jenis Robot

Robot terbagi menjadi beberapa jenis berdasarkan struktur bentuk dan fungsinya seperti *mobile robot* (bergerak), robot *manipulator* (tangan), robot *humanoid*, *flying robot*, robot berkaki, robot jaringan, dan beberapa jenis robot lainnya. Berikut penjelasannya :

1. *Mobile Robot*

Mobile robot atau robot bergerak adalah jenis robot yang mampu melakukan perpindahan dari tempat satu ke tempat yang lain. Biasanya robot jenis ini menggunakan penggerak berbentuk roda. *Mobile robot* banyak digunakan oleh para pemula untuk belajar karena strukturnya yang simpel dan mudah dipelajari. Contoh *mobile robot* adalah robot *line follower*.

2. *Robot Manipulator*

Robot *manipulator* atau yang juga biasa disebut dengan robot tangan adalah jenis robot yang memiliki struktur berbentuk tangan. Biasanya dalam satu robot *manipulator* terdapat bagian satu lengan lengkap mulai dari pundak, siku, telapak tangan, dan jari. Robot jenis ini biasa digunakan di bidang industri untuk mengangkat benda-benda berat.

3. Robot *Humanoid*

Robot *humanoid* adalah jenis robot yang memiliki bentuk fisik menyerupai tubuh manusia secara utuh mulai dari kepala, badan, lengan, dan kaki. Robot jenis ini biasanya memiliki sensor dan program yang kompleks. Pada saat ini banyak perusahaan teknologi yang membuat robot *humanoid* untuk dijual secara umum.

4. *Flying* Robot

Flying robot atau robot terbang merupakan jenis robot yang dapat bergerak di udara seperti burung dan capung. Robot jenis ini biasanya dapat dikendalikan menggunakan remote secara wireless alias tanpa kabel, atau biasa juga berjalan secara otomatis sesuai program yang telah diinputkan.

5. Robot Berkaki

Robot berkaki adalah jenis robot yang dapat bergerak dan berpindah tempat dengan menggunakan kaki-kaki seperti laba-laba dan kepiting. Jumlah kaki dari robot berkaki ini bermacam-macam dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Robot jenis ini juga biasa disebut sebagai robot serangga.

6. Robot Jaringan

Robot jaringan adalah jenis robot yang menggunakan jaringan internet dengan protokol TCP/IP. Adanya robot jenis ini dipicu oleh perkembangan internet yang semakin cepat dan maju. Semua proses kontrol robot ini dilakukan dalam sebuah jaringan secara nirkabel atau wireless.

2.1.2 Karakteristik Robot

Pada umumnya sebuah robot harus memiliki karakteristik sehingga dapat mencerminkan bahwa itu merupakan jenis dari robot. Beberapa karakteristik yang harus dimiliki robot :

1. *Sensing*, robot dapat mendeteksi lingkungan disekitarnya (halangan, panas, suara dan images).
2. Mampu bergerak, robot umumnya bergerak menggunakan kaki atau roda. Pada beberapa kasus, robot diharapkan dapat terbang atau berenang
3. Cerdas, robot memiliki kecerdasan buatan supaya dapat memutuskan aksi yang tepat dan akurat.
4. Membutuhkan energi yang memadai supaya unit pengontrol dan actuator dapat menjalankan fungsinya dengan baik.

2.2 Mobile Robot

Mobile Robot atau robot bergerak yang akan digunakan sedikit kompleks, memiliki kecerdasan dan dapat diartikan sebagai perangkat elektronik-komputer, dan disusun sehingga menjadi sebuah sistem yang dapat menerka lalu menerjemahkan area sekitarnya, dengan semua sensor yang terdapat pada robot bergerak tersebut. Mempunyai kapabilitas untuk menganalisa situasi area yang diterka dan dapat melakukan pergerakan dalam menghadapi situasi pada lingkungannya [2]. Sebagian model robot bergerak telah dikembangkan dan mempunyai sistem kontrol navigasi tertentu.

2.3 Sensor

Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk merubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu [14]. Hampir seluruh peralatan elektronik yang ada mempunyai sensor didalamnya. Pada saat ini, sensor tersebut telah dibuat dengan ukuran sangat kecil dengan orde nanometer. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi.

2.3.1 Jenis-Jenis Sensor

Berikut adalah beberapa jenis sensor yang dapat dijumpai di lapangan [15] :

1. Sensor *Proximity*

Sensor *proximity* merupakan sensor atau saklar yang dapat mendeteksi adanya target jenis logam dengan tanpa adanya kontak fisik. Biasanya sensor ini terdiri dari alat elektronis solid-state yang terbungkus rapat untuk melindungi dari pengaruh getaran, cairan, kimiawi, dan korosif yang berlebihan. Sensor proximity dapat diaplikasikan pada kondisi penginderaan pada objek yang dianggap terlalu kecil atau lunak untuk menggerakkan suatu mekanis saklar.

2. Sensor Magnet

Sensor Magnet atau disebut juga relai buluh, adalah alat yang akan terpengaruh medan magnet dan akan memberikan perubahan kondisi pada keluaran. Seperti layaknya saklar dua kondisi (on/off) yang digerakkan oleh adanya medan magnet di sekitarnya. Biasanya sensor ini dikemas dalam bentuk kemasan yang hampa dan bebas dari debu, kelembapan, asap ataupun uap.

3. Sensor Sinar

Sensor sinar terdiri dari 3 kategori. Fotovoltaic atau sel solar adalah alat sensor sinar yang mengubah energi sinar langsung menjadi energi listrik, dengan adanya penyinaran cahaya akan menyebabkan pergerakan elektron dan menghasilkan tegangan. Demikian pula dengan Fotokonduktif (fotoresistif) yang akan memberikan perubahan tahanan (resistansi) pada sel-selnya, semakin tinggi intensitas cahaya yang terima, maka akan semakin kecil pula nilai tahanannya. Sedangkan Fotolistrik adalah sensor yang berprinsip kerja berdasarkan pantulan karena perubahan posisi/jarak suatu sumber sinar (inframerah atau laser) ataupun target pemantulnya, yang terdiri dari pasangan sumber cahaya dan penerima.

4. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara, dimana sensor ini menghasilkan gelombang suara yang kemudian menangkapnya kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindraannya. Perbedaan waktu antara gelombang suara dipancarkan dengan ditangkapnya kembali gelombang suara tersebut adalah berbanding lurus dengan jarak atau tinggi objek yang memantulkannya. Jenis objek yang dapat diindera diantaranya adalah: objek padat, cair, butiran maupun tekstil.

5. Sensor Tekanan

Sensor tekanan - sensor ini memiliki transduser yang mengukur ketegangan kawat, dimana mengubah tegangan mekanis menjadi sinyal listrik. Dasar pengindraannya pada perubahan tahanan pengantar (transduser) yang berubah akibat perubahan panjang dan luas penampangnya.

2.4 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara, dimana sensor ini menghasilkan gelombang suara yang kemudian menangkapnya kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindraannya. Perbedaan waktu antara gelombang suara dipancarkan dengan ditangkapnya kembali gelombang suara tersebut adalah berbanding lurus dengan jarak atau tinggi objek yang memantulkannya [15]. Sensor ultrasonik digunakan sebagai *input* atau masukkan sensor jarak pada mobile robot.



Gambar 2.1 Sensor Ultrasonik^[15]

2.5 Arduino

Menurut Budiharto (2010 : 74) Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang [16]. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri.

2.5.1 Jenis-Jenis Arduino

1. Arduino Uno

Jenis yang ini adalah yang paling banyak digunakan. Terutama untuk pemula sangat disarankan untuk menggunakan Arduino Uno. Dan banyak sekali referensi yang membahas Arduino Uno. Versi yang terakhir adalah Arduino Uno R3 (Revisi 3), menggunakan ATMEGA328 sebagai Microcontrollernya, memiliki 14 pin I/O digital dan 6 pin input analog. Untuk pemograman cukup menggunakan koneksi USB type A to To type B. Sama seperti yang digunakan pada USB printer.

2. Arduino Due

Berbeda dengan saudaranya, Arduino Due tidak menggunakan ATMEGA, melainkan dengan chip yang lebih tinggi ARM Cortex CPU. Memiliki 54 I/O pin digital dan 12 pin input analog. Untuk pemogramannya menggunakan Micro USB, terdapat pada beberapa handphone.

3. Arduino Mega

Mirip dengan Arduino Uno, sama-sama menggunakan USB type A to B untuk pemogramannya. Tetapi Arduino Mega, menggunakan Chip yang lebih tinggi ATMEGA2560. Dan tentu saja untuk Pin I/O Digital dan pin input Analognya lebih banyak dari Uno.

4. Arduino Lilypad

Bentuknya yang melingkar membuat Lilypad dapat dipakai untuk membuat proyek unik. Seperti membuat amor iron man misalkan. Hanya versi lamanya menggunakan ATMEGA168, tapi masih cukup untuk membuat satu proyek keren. Dengan 14 pin I/O digital, dan 6 pin input analognya.

5. Arduino Nano

Sepertinya namanya, Nano yang berukuran kecil dan sangat sederhana ini, menyimpan banyak fasilitas. Sudah dilengkapi dengan FTDI untuk pemrograman lewat Micro USB. 14 Pin I/O Digital, dan 8 Pin input Analog (lebih banyak dari Uno). Dan ada yang menggunakan ATMEGA168, atau ATMEGA328.

6. Arduino Ethernet

Ini arduino yang sudah dilengkapi dengan fasilitas ethernet. Membuat Arduino kamu dapat berhubungan melalui jaringan LAN pada komputer. Untuk fasilitas pada Pin I/O Digital dan Input Analognya sama dengan Uno.

7. Arduino Esplora

Rekomendasi bagi anda yang ingin membuat gadget seperti Smartphone, karena sudah dilengkapi dengan Joystick, button, dan sebagainya. Kamu hanya perlu tambahkan LCD, untuk lebih mempercantik Esplora.

2.6 Arduino Mega

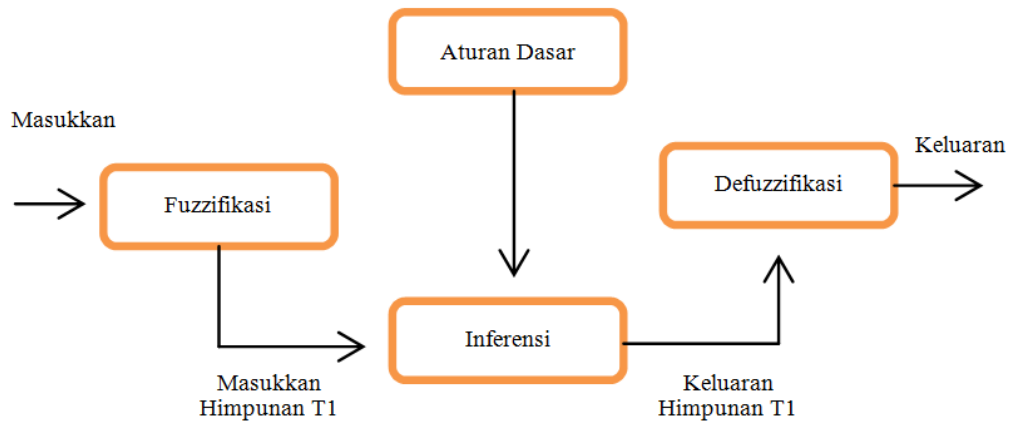
Pemilihan Arduino Mega sebagai mikrokontroler pada mobile robot, dikarenakan arduino ini simple mirip dengan Arduino Uno, sama-sama menggunakan USB type A to B untuk pemogramannya. Tetapi Arduino Mega, menggunakan Chip yang lebih tinggi ATMEGA2560. Dan tentu saja untuk Pin I/O Digital dan pin input Analognya lebih banyak dari Uno.

2.7 Logika Fuzzy

Sistem Logika Fuzzy atau *Fuzzy Logic* diperkenalkan pertama kali nya oleh Prof. Lotfi Zadeh untuk memproses informasi dan data yang memiliki nilai ketidakpastian pada suatu keputusan[6], [7]. Logika Fuzzy telah diterapkan pada banyak bidang, mulai dari teori kendali sampai intelegensia buatan, mengukur kualitas air, dan peramalan cuaca, , manajemen pengambilan keputusan seperti manajemen basis data, tata letak pabrik, dan penentuan jumlah produksi serta klasifikasi dan pencocokan pola. Pada dunia kedokteran, Logika Fuzzy diterapkan pada diagnosa penyakit pasien dan penelitian kanker.

Logika Fuzzy biasanya diimplementasikan pada permasalahan yang memiliki unsur ketidakpastian, ketidaktepatan, noisy, dan lain-lain. Logika Fuzzy memiliki kelebihan, yaitu pada metode ini memiliki kemampuan dalam proses penalaran secara bahasa, sehingga di dalam perancangannya tidak memerlukan persamaan matematik dari objek yang dikendalikan. Logika Fuzzy juga dikembangkan berdasarkan bahasa manusia, konsep matematisnya juga sederhana dan sangat *fleksibel*. Metode ini juga dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional dan memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat atau mengalami keaburan atau keabu-abuan.

2.7.1 Type-1 Fuzzy Logic System (T1FLS)



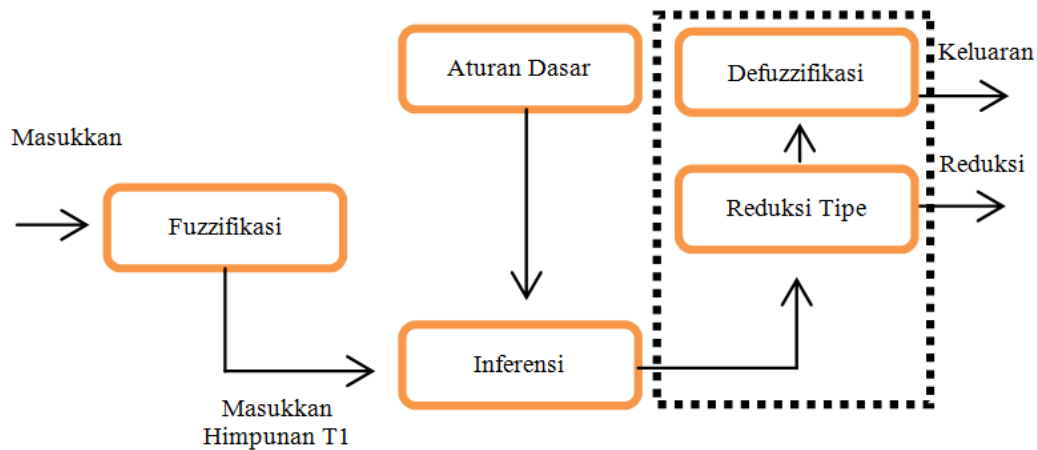
Gambar 2.2 Type-1 Fuzzy Logic System (T1FLS)^[7]

Pada T1FLS terdapat 3 proses utama yang dilakukan, yaitu fuzzifikasi, pengambilan keputusan (inferensi) / *Rule Base*, dan defuzzifikasi. Pada himpunan T1FLS, elemen – elemennya mempunyai nilai derajat keanggotaan, sehingga nilai yang terdapat pada himpunan tidak sepenuhnya benar ataupun salah. Derajat keanggotaan ini mengambil nilai diantara nilai pasti 0 dan 1, sehingga nilai yang diambil adalah interval antara 0 dan 1. Himpunan A pada universal X didefinisikan sebagai berikut : [7]

$$\mu_A(x):X [0,1] \quad (2.1)$$

dimana μ_A mewakili fungsi keanggotaan.

2.7.2 Interval Type-2 Fuzzy Logic System (IT2FLS)



Gambar 2.3 Interval Type-2 Fuzzy Logic System (IT2FLS)^[9]

Interval Type-2 Fuzzy Logic System (IT2FLS) terdiri dari empat proses utama, yaitu fuzzifikasi, pengambilan keputusan (inferensi) / *Rule Base*, Reduksi, dan yang terakhir Defuzzifikasi. Diagram yang terdapat pada IT2FLS hampir sama dengan diagram T1FLS, tetapi yang membedakan kedua sistem logika ini adalah ketika setelah mendapatkan hasil yang dikeluarkan oleh inferensi, dilanjutkan dengan melakukan reduksi untuk mengubah himpunan yang terdapat pada IT2FLS menjadi himpunan T1FLS, sehingga hasil T1FLS yang terdefuzzifikasi menjadi nilai kuat yang terdapat pada keluaran yang dilakukan pada IT2FLS[8].

Nilai ketidakpastian pada IT2FLS bukan hanya mendapatkan nilai kuat sebagai titik akhir dari fungsi keanggotaan, tetapi pada IT2FLS juga mendapatkan nilai lain yang mungkin dapat digunakan untuk mewakili nilai linguistic.

2.7.3 Proses Utama Sistem Logika

Secara umum, dalam sistem logika fuzzy tipe-1 ataupun sistem logika fuzzy tipe-2 terdapat proses utama dari sistem logika itu sendiri, yaitu :

1. Fuzzifikasi

Proses pemetaan nilai tegas menjadi himpunan fuzzy dari masukkan menggunakan fungsi keanggotaan. Nilai masukkan dipetakan ke dalam bentuk derajat keanggotaan dengan menggunakan fungsi sebagai berikut :

Tabel 2.1 Fungsi Keanggotaan Logika Fuzzy^[7]

Fungsi Keanggotaan	Pernyataan Matematis	Ilustrasi
Segitiga	$(x; a, b, c) \begin{cases} 0, x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, a < x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, b < x \leq c \\ 0, c < x \end{cases}$	
Trapezium	$(x; a, b, c, d) \begin{cases} 0, x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, a < x \leq b \\ 1, b < x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, c < x \leq d \\ 0, d < x \end{cases}$	

Pada IT2FLS fuzzifikasi adalah proses memetakan besaran tegas menjadi nilai keanggotaan pada himpunan IT2FLS dan menghasilkan batas batas dari LMF dan UMF. UMF dan LMF adalah himpunan fuzzy yang ada pada nilai-nilai tertinggi dan terendah dari FOU (Footprint of Uncertainties).

UMF and LMF merupakan himpunan fuzzy yang berada tepat pada nilai-nilai tertinggi dan terendah dari FOU (*Footprint of Uncertainties*). Sehingga, derajat keanggotaan dari x pada himpunan fuzzy interval tipe II AI dilambangkan sebagai : [5]

$$\mu_{AI}(x) = \int_{a \in [\underline{\mu}_{AI}(x), \bar{\mu}_{AI}(x)]} 1/a \quad (2.2)$$

Aturan dasar pada ISLFT2 sama dengan SLFT1, namun *antecedent* dan *consequent* akan ditunjukkan oleh himpunan ISLFT2. Sistem logika fuzzy memiliki masukan $p \ x_1 \in X_1, \dots, x_p \in X_p$ dan keluaran $c \ y_1 \in Y_1, \dots, y_c \in Y_c$. Dalam aturan dasar multiple-input–multiple-output (MIMO) ini dapat ditulis sebagai : [5]

$$R_{MIMO}^1 : IF x_1 \text{ is } \tilde{X}_1^n \text{ and...and } x_p \text{ is } \tilde{X}_p^n \text{ THEN } y_1 \text{ is } \tilde{Y}^n$$

Dimana $\tilde{X}_1^n$ ($i=1,2,\dots,I; n=1,2,\dots,N$) adalah IT2FLS dan $\tilde{Y}^n = [\underline{y}^n, \bar{y}^n]$ merupakan interval.

2. Inferensi / Rule Base

Inferensi adalah suatu sistem pengambilan keputusan yang terdapat pada konsep logika fuzzy. Derajat keanggotaan yang didapatkan pada proses sebelumnya, lalu digabungkan berdasarkan aturan tertentu yang telah ditentukan. Setelahnya, kaidah-kaidah yang aktif yang diambil dipotongkan dan dimasukkan ke himpunan kesimpulan.

Pada IT2FLS prosesnya sama dengan proses T1FLS, dimana nilai *antecedent* yang telah didapatkan pada proses sebelumnya digunakan untuk pengambilan keputusan. Perbedaannya adalah tingkat keanggotaan pada UMF dan LMF terdapat dua nilai yang dihasilkan. Kemudian hubungan masukkan dan keluaran dengan himpunan T1FLS yang mengaktifkan satu aturan pada inferensi dan keluaran pada inferensi tersebut.

Perbedaannya, tingkat keanggotaan pada UMF dan LMF memiliki dua nilai yang dihasilkan. Hubungan input atau output dengan himpunan SLFT1 yang mengaktifkan satu aturan pada inferensi dan keluaran pada inferensi tersebut. Oleh karena itu hasil dari operasi tersebut adalah : [5]

$$F^n(x') = [\mu_{\tilde{X}_1^n}(x'_1) \times \dots \times \mu_{\tilde{X}_I^n}(x'_I), \mu_{\tilde{X}_1^n}(x'_1) \times \dots \times \mu_{\tilde{X}_I^n}(x'_I)] \equiv [\underline{f}^n, \bar{f}^n] \quad (2.3)$$

3. Reduksi Tipe

Pada proses utama sistem logika, proses ini merupakan proses yang khusus hanya dimiliki IT2FLS dan tidak dimiliki oleh T1FLS. Karnik dan Mendel adalah orang yang memperkenalkan reduksi tipe [17], [18]. Proses ini disebut sebagai reduksi dikarenakan di proses ini, kita dibawa dari himpunan keluaran fuzzy tipe-2 yang telah didapatkan menjadi himpunan fuzzy tipe-1. Himpunan reduksi ini kemudian di defuzzifikasikan untuk mendapatkan hasil yang kemudian akan dikirimkan ke robot bergerak [6].

4. Defuzzifikasi

Pada T1FLS defuzzifikasi dapat diartikan sebagai proses yang mengubah nilai himpunan kesimpulan menjadi nilai tegas yang kemudian menjadi hasil keluaran T1FLS.

Pada IT2FLS, dari tahapan reduksi sebelumnya, akan mendapatkan hasil keluaran himpunan reduksi yang dihasilkan oleh titik yang terdapat di bagian paling kiri (y_l) kemudian titik yang terdapat di bagian paling kanan (y_r). Proses ini pada IT2FLS menggunakan hasil rata-rata yang dihasilkan dari nilai y_l dan y_r , atau dapat juga dihitung sebagai :

$$y(x) = \frac{y_l + y_r}{2} \quad (2.4)$$

2.7.4 Perbedaan T1FLS dan IT2FLS

T1FLS	IT2FLS
Proses	
1. Fuzzifikasi 2. Inferensi / <i>Rule Base</i> 3. Defuzzifikasi	1. Fuzzifikasi 2. Inferensi / <i>Rule Base</i> 3. Tipe Reduksi 4. Defuzzifikasi
Fuzzifikasi	
Fungsi Keanggotaan	
Aturan Dasar	
Proses Keluaran	
	Penyederhanaan IT2FLS menjadi T1FLS menggunakan reduksi, kemudian jumlah keluaran dihitung dan dilakukan defuzzifikasi.
	$y(x) = \frac{y_l + y_r}{2}$
Keuntungan	
Struktur yang lebih simple dan sederhana	1. Mampu menangani ketidakpastian 2. Nilai defuzzifikasi yang lebih akurat dan lebih <i>smooth</i>
Kerugian	
1. Ketahanan terhadap gangguan tidak ada 2. Ketidakpastian linguistic dengan pemodelan ketidakjelasan	1. Komputasi / perhitungan untuk mendapatkan hasil defuzzifikasi yg lebih kompleks. 2. Sulit untuk diimplementasikan secara matematis

Tabel 2.2 Penelitian Sebelumnya

Penulis (Tahun)	Judul	Metode	Fitur	Kelebihan	Kekurangan
Siti Nurmaini, et. al (2009)	<i>An Embedded Interval Type-2 Neuro-Fuzzy Controller for Mobile Robot Navigation</i>	Interval Type-2 Neuro-Fuzzy	<i>Mobile Robot</i>	- Penjelasan tentang fuzzy terpapar dengan jelas dan mudah dipahami	- Tidak ada hasil dari jalur <i>mobile robot</i> yang dilalui. - Tidak ada bagaimana cara pengiriman data <i>mobile robot</i> .
Jerry M. Mendel, et. al (2006)	<i>Interval Type-2 Fuzzy Logic Systems Made Simple</i>	Interval Type-2 Fuzzy Logic System	Teori, Penjelasan, Perbandingan.	- Rumus IT2FLS dijelaskan dengan sangat terperinci dan secara mendetail	- Hanya sebatas teori - Tidak ada implementasi nya pada dunia nyata, hanya berdasarkan rumus yang ada

Ade Silvia Handayani, et. al (2017)	<i>Target Tracking in Mobile Robot Under Certain Environment Using Fuzzy Logic Controller</i>	Fuzzy Logic Controller Type-1	Pergerakan Mobile Robot Pada Ruangan	- Apa yang ingin disampaikan mudah dimengerti - <i>Fuzzy Logic Controller</i> yang ingin di implementasikan sangat menarik	- Masih menggunakan fuzzy tipe-1 pada implementasi nya - Jarak pada sensor jarak tidak diketahui
Mauricio A. Sanchez, et. al (2015)	<i>Generalized Type-2 Fuzzy Systems for Controlling a Mobile Robot and Performance Comparison With Interval Type-2 and Type-1 Fuzzy Systems</i>	Fuzzy Logic Type-1 and Fuzzy Logic Type-2	Mobile Robot	- Melakukan perbandingan dengan hasil yang didapatkan ketika menggunakan fuzzy tipe-1 dan fuzzy tipe-2	- Perbandingan kurang jelas tentang apa yang dibandingkan - Tidak terdapatnya parameter yang digunakan

Andry Meylani, et. al (2017)	Perbandingan Kinerja Sistem Logika Fuzzy Tipe-1 dan Interval Tipe-2 Pada Aplikasi Mobile Robot	Fuzzy Logic Tipe-1 dan Interval Tipe-2 Fuzzy Logic	Landasan Teori	- Penjelasan tentang fuzzy tipe-1 dan tipe-2 mudah dimengerti - Perbandingan terlihat dengan sangat menarik	- Tidak ter implementasi nya, hanya berdasarkan teori - Tidak ada data yang mendasari perbandingan, hanya teori saja
M. Maulana Aditya, et. al (2016)	Sistem Kendali Fuzzy pada Mobile Robot	Logika Fuzzy Tipe-1	Mobile Robot	- Kendali dari <i>mobile robot</i> dapat terlihat dengan jelas pada gambar pengujian di arena	- Data yang ditampilkan tidak ada, sehingga tidak diketahui bagaimana gambar pengujian tersebut di dapatkan - Pembahasan masih kurang mendetail tentang fuzzy tipe-1 nya