
PERANCANGAN SIMULASI KENDALI VALVE DENGAN ALGORITMA LOGIKA FUZZY MENGGUNAKAN BAHASA VISUAL BASIC

Triyanto Pangaribowo

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik

Universitas Mercu Buana Jakarta

Email : triyanto.pangaribowo@mercubuana.ac.id

Abstrak - Algoritma Logika Fuzzy akan lebih mudah dipahami baik proses maupun aplikasinya dengan cara melakukan simulasi. Dalam pembelajaran algoritma Logika Fuzzy akan lebih lengkap jika belajar dengan melakukan simulasi bukan hanya pembelajaran secara teori. Dengan simulasi yang dibangun diharapkan akan mendorong pengembangan aplikasi algoritma Logika Fuzzy di bidang teknik elektro yang lebih luas.

Dalam penelitian ini digambarkan dalam bentuk simulasi aplikasi algoritma Logika Fuzzy untuk kendali katup(Valve) menggunakan visual basic, yang memudahkan dalam memahami dan mengerti alur algoritma Logika Fuzzy. Jadi tujuan dari penelitian ini adalah membuat model simulasi kendali katup dengan algoritma Logika Fuzzy menggunakan bahasa visual basic dengan tampilan yang lengkap mulai

dari masukan serta menampilkan setiap keluaran aturan Logika Fuzzy. Pemodelan simulasi kendali valve menggunakan metode Logika Fuzzy, yang terdiri dari tahapan-tahapan perancangan sistem, meliputi perancangan sistem kendali Logika Fuzzy, perancangan antarmuka dan pengujian perangkat lunak. Kendali katup pada program simulasi dipengaruhi oleh 2(dua) buah masukan yaitu level air dan suhu. Pengujian juga dilakukan terhadap rule-rule dari Logika Fuzzy yang sudah dibuat untuk mengetahui apakah sistem sudah dapat bekerja dengan baik dan benar.

Kata Kunci : Logika Fuzzy, Kendali Valve, Simulasi, Level Air, Level Suhu

PENDAHULUAN

Logika Fuzzy pertama dikenalkan pada tahun 1965 oleh Profesor Lotfi Zadeh dari Universitas Kalifornia, Berkley. Logika Fuzzy

sejak tahun 1985 terjadi perkembangan yang sangat pesat terutama dalam penyelesaian yang berhubungan dengan dalam bidang teknik kendali terutama masalah non-linear dan masalah perhitungan yang kompleks.

Logika Fuzzy menjadi salah satu mata kuliah teknik elektro yang diajarkan di hampir semua perguruan tinggi. Dalam memahami dan mengaplikasikan Algoritma Logika Fuzzy lebih mendalam dalam bidang teknik elektro perlu adanya simulasi yang memudahkan dalam mempelajari algoritma tersebut. Banyak mahasiswa yang hanya memahami logikanya saja tanpa mengetahui aplikasinya.

Algoritma Logika Fuzzy untuk pengendalian suatu obyek kendali sebagai salah satu kompetensi di jurusan Teknik Elektro mengharuskan mahasiswanya memahami alur proses algoritma tersebut. Pemahaman algoritma Logika Fuzzy ini tidak bisa didapatkan sepenuhnya dari teori-teori tentang kendali Fuzzy, pemahaman dengan cara simulasi dengan tampilan yang lengkap akan jauh lebih membantu

mahasiswa dalam memahami aplikasi Logika Fuzzy bidang kendali. Secara prakteknya di dunia industry, instrumentasi kendali tidak semudah yang diceritakan dibuku-buku. Kebutuhan pemahaman kendali dengan Logika Fuzzy ini menuntut adanya pembelajaran dengan simulasi yang mampu memodelkan kendali industri namun dalam skala yang lebih kecil dan sederhana sebagai media pembelajaran mahasiswa.

Salah satu aplikasi teknik instrumentasi kendali yang sering ditemukan di industri adalah *control valve* (katup). Hampir semua industri minyak dan gas menggunakan control valve yang dikendalikan baik oleh motor maupun *pneumatic* sebagai aktuatornya. Biasanya yang dikendalikan adalah ketinggian, tekanan, aliran dan suhu dan salah satu metode kendalinya adalah dengan menjaga level

Berdasarkan pemaparan diatas maka penulis tertarik untuk membuat simulasi kendali katup(valve) dengan algoritma Logika Fuzzy yang dipengaruhi oleh 2 (dua) variabel masukan yaitu suhu dan ketinggian (*level*) air sebagai

gambaran proses kendali yang ada di dunia industri menggunakan Logika Fuzzy metode Tsukamoto

KAJIAN PUSTAKA

Logika Fuzzy

Logika Fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Alasan digunakannya Logika Fuzzy adalah :

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.

Himpunan Fuzzy

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu group yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy. 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 . Kemiripan antara keanggotaan fuzzy dengan probabilitas terkadang menimbulkan kerancuan, karena memiliki nilai pada interval $[0,1]$, namun interpretasi nilainya sangat berbeda. Keanggotaan fuzzy memberikan suatu ukuran terhadap pendapat atau keputusan, sedangkan probabilitas mengindikasikan proporsi terhadap keseringan suatu hasil bernilai benar dalam jangka panjang[3]. Himpunan fuzzy memiliki 2 atribut, yaitu:

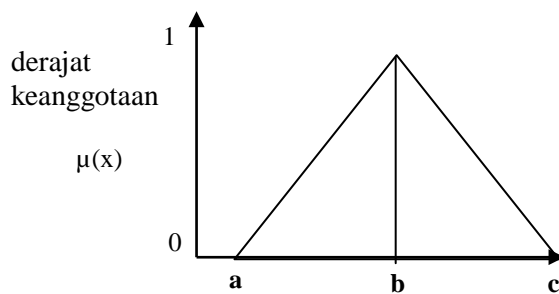
- a. Linguistik, yaitu penamaan suatu group yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu

dengan menggunakan bahasa alami, seperti : Muda, Parobaya, Tua.

- b. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti : 25, 40, 60.

Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaan yang memiliki nilai interval antara 0 dan 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi[3]. Salah satu representasi fungsi keanggotaan dalam fuzzy yang akan dipakai adalah representasi segitiga. Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linear) seperti terlihat pada gambar 2.2.



Gambar 1. Kurva Segitiga Logika Fuzzy

Fungsi Keanggotaan segitiga

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x < a \text{ atau } x > c \\ \frac{(x - a)}{b - a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{(c - x)}{c - b}; & b < x \leq c \end{cases}$$

Operator Dasar Zadeh Untuk Operasi Himpunan Fuzzy

Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi 2 himpunan sering dikenal dengan nama fire strength atau α -predikat. Ada 3 operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu:

Operator AND

Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

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

Misalkan nilai keanggotaan 27 tahun pada himpunan MUDA adalah 0,6 ($\mu_{MUDA}[27]=0,6$); dan nilai keanggotaan Rp 2.000.000,- pada himpunan penghasilan TINGGI adalah 0,8 ($\mu_{GAJITINGGI}[2 \times 10^6]=0,8$); maka α -predikat untuk usia MUDA dan berpenghasilan TINGGI adalah:

$$\begin{aligned} \text{MUDA} \cap \text{GAJITINGGI} &= \min(\hat{\mu}_{\text{MUDA}}[27], \\ &\hat{\mu}_{\text{GAJITINGGI}}[2 \times 10^6]) \\ &= \min(0,6; 0,8) \\ &= 0,6 \end{aligned}$$

Operator OR

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

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

Operator NOT

Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A[x]$$

Sistem Inferensi Fuzzy

Sistem inferensi fuzzy merupakan proses pengolahan data dalam bentuk crisp input yang melalui beberapa tahapan dalam sistem fuzzy untuk menghasilkan data dalam bentuk crisp output. Terdapat tiga metode

sistem inferensi fuzzy, yaitu : Mamdani, Sugeno dan Tsukamoto[3]. Tahap sistem inferensi fuzzy yang harus dilalui, yaitu[3] :

a. Nilai Input

Berupa masukan dalam bentuk nilai pasti (*crisp*).

b. Komposisi Fuzzy

Proses merubah crisp input menjadi fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan, setiap variabel fuzzy dimodelkan ke dalam fungsi keanggotaan yang dipilih.

c. Aturan - aturan (rules)

Aturan-aturan yang akan dijadikan dasar untuk mencari nilai dari crisp output yang akan dihasilkan

d. Dekomposisi Fuzzy

Merupakan proses merubah kembali data yang dijadikan fuzzy ke dalam bentuk crisp kembali.

e. Nilai output

Merupakan hasil akhir yang dapat dipakai untuk pengambilan keputusan Namun terkadang sistem fuzzy dapat berjalan tanpa harus melalui komposisi atau dekomposisi fuzzy. Nilai output dapat diestimasi secara langsung dari nilai keanggotaan yang berhubungan dengan antesedennya.

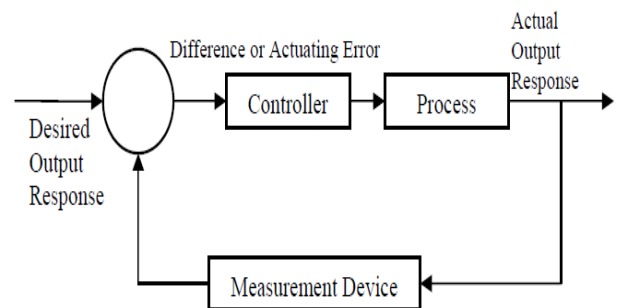
Sistem Kendali

Teknik kontrol didasarkan pada dasar-dasar teori umpan balik dan analisis sistem linear, dan menghasilkan konsep-konsep teori jaringan dan teori komunikasi. Oleh karena itu, teknik kontrol tidak terbatas pada disiplin rekayasa tetapi berlaku untuk penerbangan, kimia, mekanik, lingkungan, sipil, dan teknik listrik. Sebuah sistem kontrol adalah interkoneksi komponen membentuk konfigurasi sistem yang akan memberikan respon sistem yang diinginkan. Dasar untuk analisis sistem adalah dasar yang disediakan oleh sistem linear, yang mengasumsikan hubungan cause-effect untuk komponen sistem.

Sistem Kendali Loop Tertutup

Sebuah sistem kontrol loop tertutup seperti gambar 2.1, menggunakan ukuran tambahan output aktual untuk membandingkan output aktual dengan respon output yang diinginkan. itu ukuran output disebut sinyal umpan balik. Sebuah sistem kontrol umpan balik adalah sistem kontrol yang cenderung menjaga hubungan satu variabel sistem ke sistem lain dengan

membandingkan fungsi variabel tersebut dan menggunakan perbedaan sebagai alat kontrol. Sebagai sistem menjadi lebih kompleks, keterkaitan tersebut variabel terkendali banyak dapat dipertimbangkan dalam skema kontrol. Contoh dari sistem kontrol loop tertutup adalah orang kemudi mobil oleh melihat lokasi auto di jalan dan membuat penyesuaian yang diperlukan.

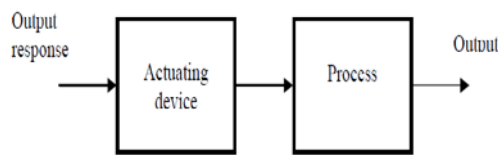


Gambar 2. Sistem Kendali Loop Tertutup

Sistem Kendali Loop Terbuka

Sebuah sistem kontrol loop terbuka menggunakan controller atau actuator control untuk mendapatkan respon yang diinginkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 Sistem kontrol loop terbuka menggunakan perangkat penggerak untuk mengontrol proses secara langsung tanpa menggunakan perangkat. sebuah contoh sistem kontrol loop

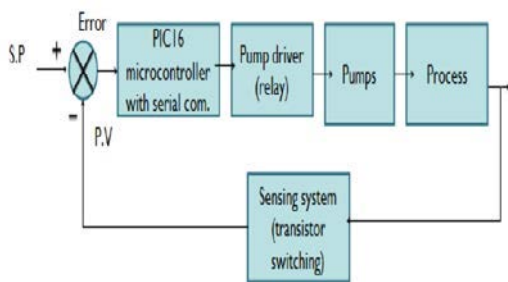
terbuka adalah pemanggang roti listrik .



Gambar 3. Sistem Kendali Loop Tertutup

Sistem Kendali Automatik

Diagram blok umum dari sistem kendali otomatis level air ditunjukkan pada Gambar 2.3. Detektor kesalahan akan membandingkan sinyal yang diperoleh melalui elemen umpan-balik sebagai fungsi dari respons keluaran dengan sinyal referensi masukannya



Gambar 2.3. Diagram blok umum sistem kendali Loop Tertutup

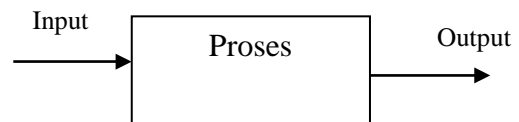
Perbedaan antara sinyal referensi masukan dan sinyal keluaran ini disebut sinyal kesalahan atau sinyal penggerak, yang akan mengaktifkan elemen kendali. Selanjutnya elemen kendali ini akan memperkuat sinyal

kesalahan guna mengurangi kesalahan yang terjadi untuk kembali ke kondisi sistem seperti semula (kondisi normal).

PERANCANGAN SISTEM KENDALI

Perancangan Sistem kendali

Sistem kendali yang dibangun ditunjukkan pada diagram blok seperti dibawah ini



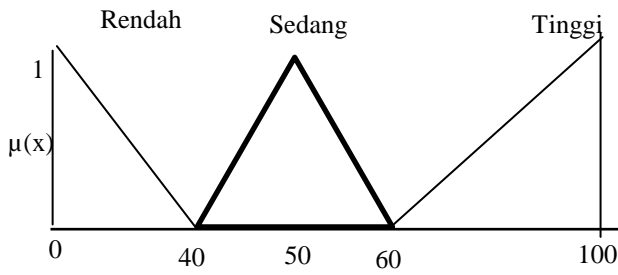
Gambar 4 Diagram blok kendali level air

Input pada system kendali pada gambar 3.1 meliputi level air dan suhu. Perubahan level air dan suhu akan berpengaruh terhadap output yaitu derajat putaran valve. Pada blok proses terdapat algoritma Logika Fuzzy yang bertindak sebagai pengambil keputusan.

Variabel Input

Himpunan Fuzzy meliputi 2 variabel inputan yaitu himpunan Suhu dan Level. Pada gambar 3.2 menunjukkan himpunan Suhu dengan 3 buah keanggotaan yaitu Rendah, Sedang dan Tinggi.

a) Keanggotaan Suhu



Gambar 3.2. Himpunan Fuzzy untuk Suhu

Range nilai untuk masing-masing keanggotaan suhu dijelaskan sebagai berikut :

Himpunan Rendah (R)

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{40 - x}{40 - 0} ; 0 < x < 40 \\ 0 ; x > 40 \end{cases}$$

Himpunan Sedang (S)

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 ; x < 40 \\ \frac{x - 40}{50 - 40} ; 40 \leq x \leq 50 \\ \frac{60 - x}{60 - 50} ; 50 < x \leq 60 \\ 0 ; x > 60 \end{cases}$$

Himpunan Tinggi (T)

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{x - 60}{100 - 60} ; 60 < x < 100 \\ 0 ; x > 100 \end{cases}$$

Tabel keanggotaan suhu ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 3.1. Keanggotaan Suhu

Suhu		Domain Nilai
1.	Tinggi (T)	60 - 100
2.	Sedang (S)	40 - 60
3.	Rendah (R)	0 - 40

Sedangkan untuk kategori keanggotaan Level sama dengan keanggotaan Suhu berikut ini:

a) Keanggotaan Level

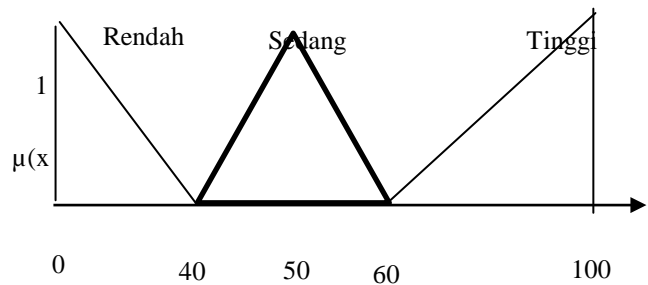
Keanggotaan Level memiliki 3 anggota yang lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel

Tabel.3.2. Keanggotaan Level

Level Nilai	Domain Nilai
1. Tinggi (ST)	60 - 100
2. Sedang (T)	40 - 60
3. Rendah (S)	0 - 40

Nilai keanggotaan Level pada tabel 3.2. tersebut dapat dijelaskan dalam keanggotaan segitiga Logika Fuzzy dengan himpunan keanggotaan Tinggi (T) , Sedang (S), Rendah (R), Lebih

jelasnya digambarkan pada gambar 3.2. sebagai berikut :



Gambar 3.2. Himpunan Fuzzy untuk Level

Himpunan Rendah (R)

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{40 - x}{40 - 0} ; 0 < x < 40 \\ 0 ; x > 40 \end{cases}$$

Himpunan Sedang (S)

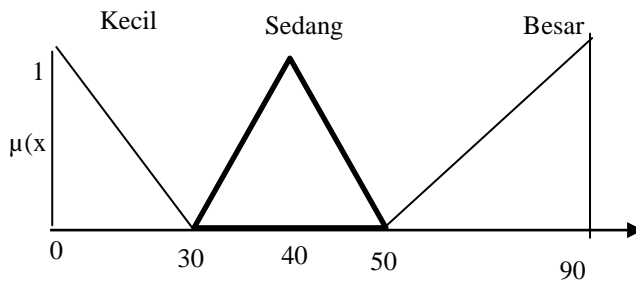
$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x < 40 \\ \frac{x - 40}{50 - 40}; & 40 \leq x \leq 50 \\ \frac{60 - x}{60 - 50}; & 50 < x \leq 60 \\ 0; & x > 60 \end{cases}$$

Himpunan Tinggi (T)

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{x - 60}{100 - 60}; & 60 < x < 100 \\ 0; & x > 40 \end{cases}$$

Variabel Keluaran Logika Fuzzy

Keluaran himpunan Logika Fuzzy adalah control valve. Control valve memiliki 3 (tiga) himpunan yaitu Kecil, Sedang dan Besar.



Gambar 3.3. Control Valve

Aturan Logika Fuzzy

Langkah selanjutnya yaitu membuat rule atau aturan Logika Fuzzy untuk kendali valve. Aturan Logika Fuzzy menghubungkan masukan dengan keluaran. Dalam perancangan simulasi ini dibuat 9 aturan untuk proses pengendalian. Aturan tersebut sebagai berikut :

Rule-1 : Jika Suhu Rendah Dan Level Tinggi Maka Valve buka Kecil

Rule-2 : Jika Suhu Rendah Dan Level Rendah Maka Valve buka Sedang

Rule-3 : Jika Suhu Rendah Dan Level Sedang Maka Valve buka Kecil

Rule-4 : Jika Suhu Sedang Dan Level Tinggi Maka Valve buka Kecil

Rule-5 : Jika Suhu Sedang Dan Level Rendah Maka Valve buka Sedang

Rule-6 : Jika Suhu Sedang Dan Level Sedang Maka Valve buka Sedang

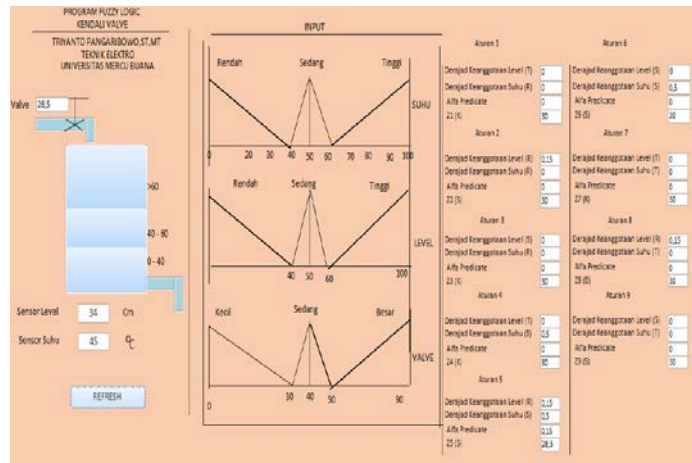
Rule-7 : Jika Suhu Tinggi Dan Level Tinggi Maka Valve buka Kecil

Rule-8 : Jika Suhu Tinggi Dan Level Rendah Maka Valve buka Besar

Rule-9 : Jika Suhu Tinggi Dan Level Sedang Maka Valve buka Sedang

Perancangan Antarmuka

Antarmuka sistem kendali dibangun dengan menggunakan Ms. Access dengan bahasa Visual Basic



Gambar 3.4. Interface Simulasi Kendali

Interface perangkat lunak seperti pada gambar 3.4 memiliki 2 inputan yaitu variabel suhu dan level. Ketika sensor

suhu dan level mendeteksi besaran fisis maka Logika Fuzzy akan memberikan keluaran ke valve sehingga valve akan terbuka dengan besaran sesuai dengan rule(aturan) yang telah dirancang.

HASIL PENGUJIAN SISTEM KENDALI LOGIKA FUZZY

Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian derajat keanggotaan, pengujian keluaran masing-masing rule dan pengujian keluaran secara keseluruhan serta pengujian implementasi aplikasi sistem kendali valve menyeluruh.

Hasil Pengujian Keluaran Rule Logika Fuzzy

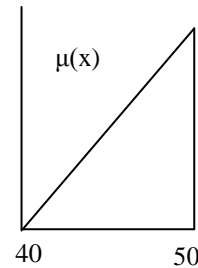
Pengujian keluaran aturan (rule) Logika Fuzzy dilakukan untuk dapat mengetahui apakah keluaran sesuai dengan desain aturan yang dirancang.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Keluaran Aturan Logika Fuzzy

No	Masukan		Keluaran Aturan(Rule)						
	Level (meter)	Suhu (°C)	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R_7
1	12	45	30	40	30	30	45	40	30
2	22	45	30	40	30	30	44,5	40	30
3	23	45	30	40	30	30	44,25	40	30
4	24	45	30	40	30	30	44	40	30
5	26	45	30	40	30	30	43,5	40	30
6	30	45	30	40	30	30	42,5	40	30
7	41	45	30	40	30	30	40	41	30
8	42	45	30	40	30	30	40	42	30
9	43	45	30	40	30	30	40	43	30
10	44	45	30	40	30	30	40	44	30
11	45	45	30	40	30	30	40	45	30
12	50	45	30	40	30	30	40	45	30

Pada masukan level 12 meter dan suhu 45 °C keluaran dari aturan satu (R_1)

sampai dengan aturan sembilan (R_9) hanya aturan ke-5 yang mengalami perubahan yaitu sebesar 25. Aturan ke-5 : Jika Suhu Sedang Dan Level Rendah Maka Valve buka Sedang

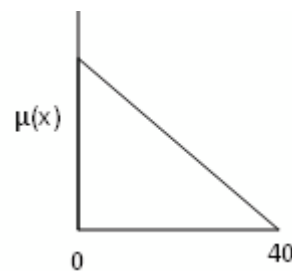


Gambar 4.1 Keanggotaan untuk Suhu sedang 45°C

Secara perhitungan derajat keanggotaan suhu sedang sebesar 45°C sebagai berikut:

$$\frac{x - 40}{50 - 40} = \frac{45 - 40}{50 - 40} = 0,5$$

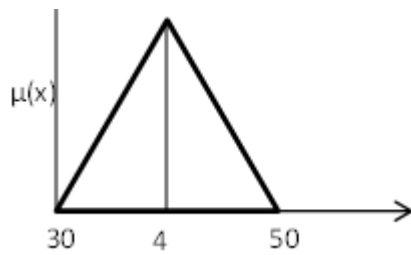
Untuk suhu sedang 45°C diperoleh derajat keanggotaan 0,5. Untuk mencari dearajad keanggotaan untuk level rendah 12 meter dijelaskan sebagai berikut :



Gambar 4.2 Keanggotaan untuk Level Rendah 12 meter

$$\frac{40 - x}{40 - 0} = \frac{40 - 12}{40 - 0} = 0,7$$

Untuk level rendah 12 meter diperoleh derajat keanggotaan 0,7 Sehingga keluaran aturan ke-5 rata-rata adalah :



Gambar 4.3 Keanggotaan untuk Valve sedang

Secara perhitungan untuk keluaran rata – rata putaran valve sesuai dengan gambar 4.1 adalah sebagai berikut

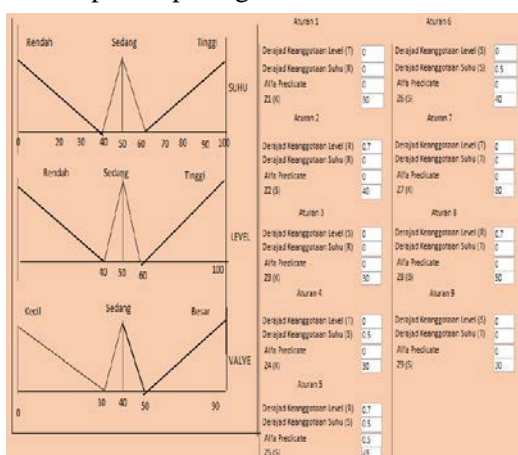
$$\frac{x1 - 30}{40 - 30} = 0,5$$

Maka nilai $x1 = 35$

$$\frac{50 - x2}{50 - 40} = 0,5 \text{ maka } x2 = 55$$

Maka rata-rata keluaran untuk aturan ke-5 adalah $\frac{35+55}{2} = 45$

Perhitungan secara manual sama dengan hasil pengujian program yang dirancang. Pengujian program lebih jelasnya ditampilkan pada gambar 4.4 dibawah.



Gambar 4.4. Hasil Pengujian Level 12 meter dan Suhu 45 °C

Berdasarkan hasil perbandingan perhitungan manual dengan program diperoleh hasil yang sama yaitu untuk level 12 meter dan suhu 45 °C keluaran aturan ke-1 adalah 45

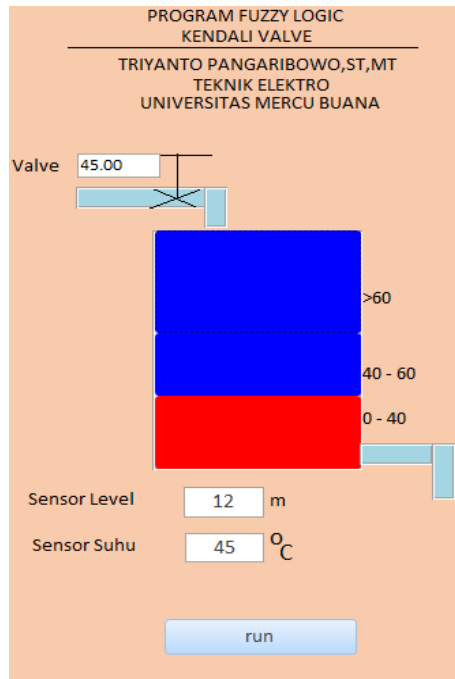
Hasil Pengujian Sistem Kendali Valve Dengan Algoritma Logika Fuzzy

Setelah dilakukan pengujian setiap aturan pada Logika Fuzzy selanjutnya adalah pengujian sistem kendali putaran valve. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian dengan masukan level dan suhu seperti pada pengujian setiap aturan Logika Fuzzy. Hasil keluaran harus sesuai dengan rule-rule yang sudah dibuat berdasarkan aturan Logika Fuzzy. Setiap bagian dari rule-rule Logika Fuzzy ini akan diuji kebenarannya, apakah program aplikasi yang sudah dibuat dapat berjalan dengan baik atau tidak.

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Sistem

No	Masukan		Keluaran
	Level	Suhu	Putaran Valve (derajad)
2	12	45 ⁰ C	45
3	22	45 ⁰ C	44,50
4	23	45 ⁰ C	44,25
5	24	45 ⁰ C	44
6	26	45 ⁰ C	43,50
7	30	45 ⁰ C	42,50
8	41	45 ⁰ C	41

Berdasarkan hasil pengujian sistem seperti ditunjukkan pada tabel 4.2 pada masukan suhu stabil yaitu 45⁰C maka dapat dilihat semakin tinggi level air maka bukaan valve semakin kecil hai ini sudah sesuai dengan aturan yang dirancang.



Gambar 4.5. Hasil Pengujian Putaran Valve

Pada gambar 4.5 masukan suhu sebesar 45 ⁰C dan Level 12 m diperoleh output bukaan valve sebesar 45 dengan perhitungan sebagai berikut :

Keluaran

Output

$$= \frac{(z_1\alpha_1) + (z_2\alpha_2) + (z_3\alpha_3) + (z_4\alpha_4) + (z_5\alpha_5) + (z_6\alpha_6) + (z_7\alpha_7) + (z_8\alpha_8) + (z_9\alpha_9)}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7 + \alpha_8 + \alpha_9}$$

$$= \frac{(0 * 30) + (0 * 40) + (0 * 30) + (0 * 30) + (0,5 * 45) + (0 * 40) + (0 * 30) + (0 * 50) + (0 * 30)}{(0 + 0 + 0 + 0 + 0,5 + 0 + 0 + 0 + 0)}$$

= 45

Berdasarkan hasil perhitungan secara manual dengan hasil program diperoleh output bukaan valve yang sama yaitu sebesar 45

KESIMPULAN

Berdasar hasil perancangan dan pengujian terhadap sistem kendali valve dengan algoritma Logika Fuzzy maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Perancangan rule-rule Logika Fuzzy mempengaruhi hasil akhir atau keluaran dari sistem kendali yang dirancang. Pada Aturan yang dirancang semakin tinggi level air maka semakin kecil bukaan valve. Hal ini terlihat pada hasil pengujian dari level 12 meter dengan bukaan valve 45 sampai dengan level tinggi yaitu 41 meter bukaan valve turun menjadi 41 derajat
2. Hasil pengujian aturan pada Logika Fuzzy menunjukkan pada masukan level 12 sampai dengan 30 m dan masukan suhu tetap yaitu 45⁰C , hanya aturan ke lima yang mengalami perubahan keluaran yaitu dari 45 turun sampai dengan 42,5

derajat.. Hal ini disebabkan oleh $\alpha_{predicated} = 0$

3. Hasil pengujian keluaran Aturan Logika Fuzzy pada level 41 sampai dengan 50 hanya aturan yang ke-6 yang mengalami perubahan dikarenakan nilai $\alpha_{predicated} = 0$ untuk aturan selain aturan ke-6

DAFTAR PUSTAKA

- Kusumadewi, Sri dan Purnomo, Hari. (2010), Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Kusumadewi, Sri. 2006. Neuro – Fuzzy: Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf Tiruan. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Kusumadewi, Sri. (2003), *Artificial Intelligence* (Teknik dan Aplikasinya), Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Kusumadewi, S, 2004. Penentuan Tingkat Risiko Penyakit Menggunakan *Tsukamoto Fuzzy Inference Sistem*, seminar nasional II: *the application of technology toward a better life* Michael Hovorson, 2010, "Step By Step", Microsoft Visual Basic 2010, Microsoft Press, A Division of Microsoft Corporation, One Microsoft Way, Redmond, Washington 98052-6399
- Richard C. Dorf and Robert H. Bishop, Modern Control Systems, Prentice Hall, 2001.
- Disha, Mr. Pawan Kumar Pandey. Rajeev Chugh (2012), "Simulation of Water Level Control in a Tank Using Fuzzy Logic", *IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSRJEEE)* ISSN: 2278-1676 Volume 2, Issue 3 (Sep-Oct. 2012), PP 09-12
- Namrata Dey, Ria Mandal, M Monica Subashini (2013) , "Design and Implementation of a Water Level Controller using Fuzzy Logic, *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*, Vol 5 No 3 Jun-Jul 2013
- Abdelelah Kidher Mahmood, Hussam Hamad Taha (2013), "Design Fuzzy Logic Controller for Liquid Level Control, *International Journal of Emerging Science and Engineering (IJESE)* ISSN: 2319–6378, Volume-1, Issue-11, September 2013