
Implementasi *Fuzzy Logic* pada Sistem Pendingin Ruangan Otomatis berbasis *Programmable Logic Controller (PLC)*

Ardianto Pranata, Azanuddin
STMIK Triguna Dharma
info@trigunadharna.ac.id
e-mail: ardianto_pranata@yahoo.com

Abstrak

Fuzzy logic merupakan salah satu metode yang digunakan dalam memecahkan suatu kondisi keabuan dan merepresentasikan ke dalam bilangan numerik. *Fuzzy logic* yang merupakan salah satu bagian dari konsep kecerdasan buatan sering diimplementasikan dalam sebuah sistem kendali seperti sistem otomatis berbasis mikrokontroler dan robotik. Namun bagaimana jika *Fuzzy Logic* diterapkan pada sistem kendali berbasis *Programmable Logic Controller (PLC)*. *PLC* adalah sistem kendali sequensial yang merupakan pengganti dari sistem kendali konvensional yakni relay. *PLC* sendiri merupakan konsep *smart relay* yang lebih sering digunakan untuk sistem kendali industri. Untuk sistem yang dirancang, menggunakan beberapa tambahan *hardware* seperti mikrokontroler sebagai pengganti modul sensor, kipas sebagai pendingin ruangan dan sensor LM35 serta PIR sebagai input sistem. Penerapan *Fuzzy Logic* pada sistem berbasis *PLC* diharapkan mampu memberikan gambaran bagaimana suatu metode dapat diterapkan pada sistem *smart relay* yakni *PLC*.

Keywords: *Fuzzy Logic, Sensor LM35, Programmable Logic Control (PLC)*

1. Pendahuluan

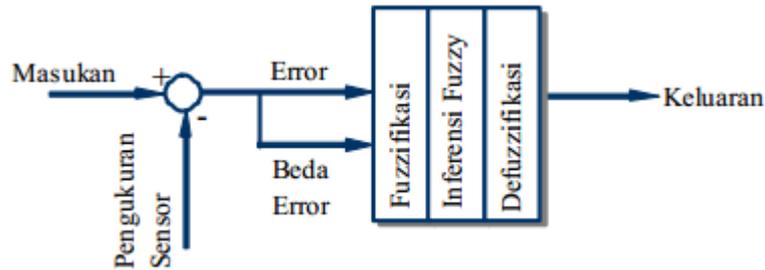
Metode *fuzzy logic* adalah salah satu metode dengan tingkat penalaran yang hampir sama dengan logika pemikiran manusia. Logika yang dimaksud adalah kondisi yang dalam arti kata lisan mudah dipahami. Namun bedahalnya jika metode tersebut diimplementasikan ke dalam sistem berbasis mikroprosesor yang harus memahami pula tentang nilai numerik yang sesuai untuk dapat digunakan. Jika dalam pemrograman berbasis mikrokontroler banyak variabel atau set instruksi yang mampu mewakili logika *fuzzy*, lalu bagaimana set instruksi pemrograman dengan menggunakan Ladder Diagram Ladder diagram atau diagram tangga adalah salah satu bahasa pemrograman yang sifatnya *random* yakni mampu mengeksekusi baris selanjutnya terlebih dahulu. Menurut Husanto dan Thomas (2007) "Penggunaan diagram tangga sangat membantu dalam pemrograman *PLC*. Diagram tangga ini tidak sama dengan bahasa pemrograman yang sering anda gunakan, seperti C, FORTRAN, PASCAL, JAVA. Jika pada bahasa pemrograman tingkat tinggi, seperti C dan PASCAL, proses eksekusi dilakukan secara berurutan kecuali ada instruksi lompatan. Pada *PLC*, walaupun tidak ada instruksi lompatan, program tetap dapat mengeksekusi instruksi di bawah. Perbedaan lainnya adalah bahwa pemrograman bahasa tingkat tinggi biasanya membutuhkan suatu Variabel, namun pada *PLC* yang dibutuhkan adalah register. Selain itu, sebagian besar program yang ada pada *PLC* berupa kontak Relay atau Saklar."

Oleh karena itu dalam penelitian ini akan mencoba mengimplementasikan metode *fuzzy logic* ke dalam sebuah sistem otomatis pendingin ruangan. Di mana sistem akan mendeteksi kondisi suhu ruangan dan kondisi orang yang berada di dalamnya. Kedua input tersebut akan menjadi inputan utama untuk metode *fuzzy* yang akan diterapkan pada sistem kendali *PLC*.

2. Landasan Teoritis

Fuzzifikasi dapat didefinisikan sebagai pemetaan dari wawasan (*domain*) masukan terukur (masukan pengendali) menjadi himpunan *fuzzy* pada wawasan tertentu. Proses ini terdiri atas pengambilan harga masukan dan perhitungan tingkat *fuzzy*-nya, sesuai dengan fungsi keanggotaan (*membership function*) yang digunakan. Pada proses ini dilakukan perubahan informasi dari himpunan tegas menjadi himpunan *fuzzy* (Yazid, 2009).

Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. *Fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran (Kusumadewi, 2004 dalam Sutisna, 2014).



Gambar 1. Tahapan Perancangan Kendali Logika Fuzzy

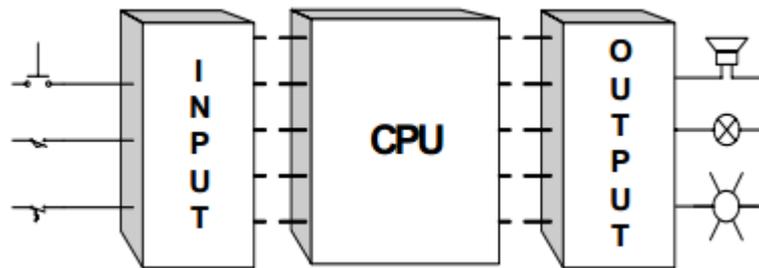
Logika *fuzzy* meniru cara berpikir manusia dengan menggunakan konsep sifat kesamaran suatu nilai. Konsep logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Professor Lotfi A. Zadeh dari Universitas California, pada bulan Juni 1965 untuk menyatakan kelompok/himpunan yang dapat dibedakan dengan himpunan lain berdasarkan derajat keanggotaan dengan batasan yang tidak begitu jelas (samar), tidak seperti himpunan klasik yang membedakan keanggotaan himpunan menjadi dua, himpunan anggota atau bukan anggota (Sutisna, 2014)

Berdasarkan pernyataan di atas maka dapat disimpulkan bahwa *Fuzzy logic* adalah metode yang digunakan untuk memetakan batasan samar (himpunan keabuan) dari hasil pengukuran sistem kendali menjadi bilangan numerik terukur (*Fuzzy*) dan cara yang tepat untuk memetakan dari ruang input menjadi output.

PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)

Pengertian PLC menurut *National Electrical Manufacturer Assosiation* (NEMA) merupakan perangkat elektronik yang bekerja secara digital yang menggunakan "*Programmable Memory*" untuk penyimpanan intruksi internal guna menerapkan fungsi-fungsi khusus seperti *Logic*, *sequencing*, pengukuran waktu, penghitungan dan aritmetik, untuk mengontrol modul-modul input/output secara analog atau digital, berbagai jenis mesin atau proses tertentu (Suyanto dan Yulistyan, 2007)

PLC merupakan suatu bentuk khusus pengontrol berbasis mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dan untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi logika semisal logika kombinasional, sekuensial, pewaktuan, pencacahan dan aritmatika guna mengontrol mesin-mesin dan proses-proses (Saputra dan Rahman, 2017)



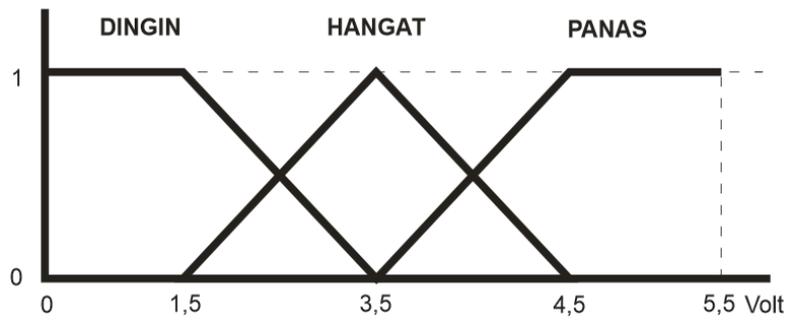
Gambar 2. Diagram Block Sistem *Programmable Logic Controller* (PLC)

Programmable Logic Controller (PLC) pada dasarnya adalah sebuah komputer yang khusus dirancang untuk mengontrol suatu proses atau mesin (Setiawan, 2006).

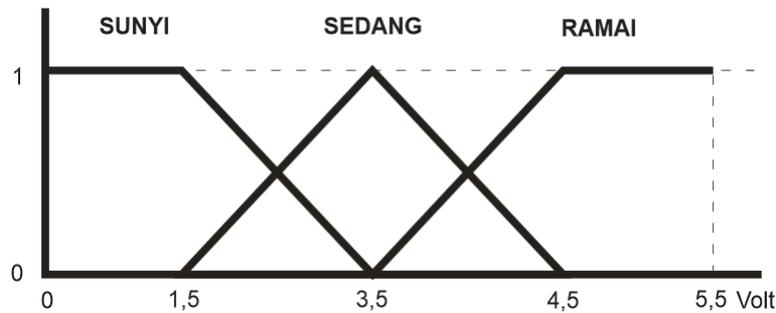
Jadi dapat dikatakan bahwa *Programmable Logic Controller* (PLC) adalah sebuah sistem kendali berbasis mikroprosesor yang digunakan sebagai sistem kendali berbagai jenis mesin guna menerapkan fungsi khusus seperti *logic*, *sequencing*, pewaktuan, pencacahan dan aritmatika.

3. ANALISA DAN HASIL

Sistem yang dirancang merupakan sistem kendali pendingin ruangan dengan menggunakan Kipas yang terdiri dari 3 kondisi putaran yakni *Slow*, *Medium* dan *Fast*. Dan sistem yang dirancang merupakan prototipe dengan memanfaatkan kipas CPU atau Fan PC. Kondisi kipas akan ditentukan berdasarkan suhu ruangan dan kondisi orang yang berada di dalam ruangan. Sensor yang digunakan sebagai input suhu adalah sensor LM35 sedangkan untuk kondisi orang yang berada di dalam ruangan menggunakan sensor *Passive InfraRed* (PIR). Dimana kedua sensor akan dihubungkan ke dalam sebuah modul untuk mendapatkan tegangan ukur berdasarkan pembacaan kedua sensor. Pada dasarnya untuk kisaran tegangan hasil pembacaan sensor LM35 dan sensor PIR adalah 0 Volt – 5,5 Volt. Kondisi inilah yang dapat dimanfaatkan dalam sistem berbasis PLC untuk mengimplementasikan metode *Fuzzy logic*. Sedangkan untuk modul sensor keduanya pada perancangan sistem ini memanfaatkan Mikrokontroler Arduino Uno.

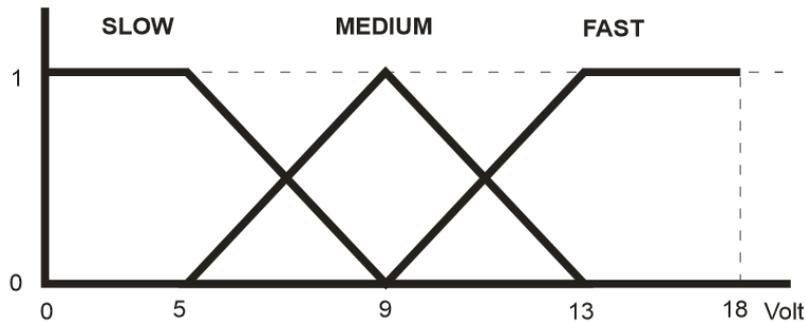


Gambar 4. Nilai Linguistik Sensor LM35 (Suhu)



Gambar 5. Nilai Linguistik Sensor PIR (Kondisi Orang)

Sedangkan untuk keluaran yang dihasilkan berupa putaran kipas yakni *Slow (SL)*, *Medium (M)* dan *Fast (F)*



Gambar 6. Nilai Linguistik Keluaran Sistem (Kondisi Kipas)

Berdasarkan grafik pada gambar 4, 5 dan 6 maka dapat ditentukan derajat keanggotaan untuk setiap kondisi dengan menggunakan persamaan kurva segitiga;

$$\text{segitiga}(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a, x \geq c \\ (x - a) / (b - a), & a < x \leq b \\ -(x - c) / (c - b), & b < x \leq c \end{cases}$$

2. Infrensi Fuzzy

Proses selanjutnya adalah penentuan infrensi berdasarkan nilai keanggotaan yang terbentuk pada proses fuzzifikasi. Adapun infrensi yang dimaksud adalah hubungan antara nilai input yang terbaca dengan hasil output yang diharapkan sehingga membentuk sebuah *rule* sistem.

Implementasi Fuzzy Logic pada Sistem Pendingin Ruangan Otomatis berbasis Programmable Logic Controller (PLC) (Ardianto Pranata)

Proses inferensi bertujuan untuk memetakan logika untuk mengambil keputusan. Pada bagian ini biasanya digambarkan dengan table FAM (*Fuzzy Associative Map*). Pengambilan keputusan untuk output *fuzzy* disini ditentukan sendiri oleh operator yang membuat logika *fuzzy* tersebut, dengan mengacu pada basis pengetahuan *fuzzy*. Biasa proses ini berupa pernyataan implikasi seperti kata Jika-Maka atau yang biasa disebut dengan *IF-Then Rules* (Pratama, 2013)

Tabel 1. FAM Infrensi Input dan Output Sistem

Input Output		Sensor LM35 (Suhu)		
		Dingin	Hangat	Panas
Sensor PIR (Orang)	Sunyi	Slow	Slow	Medium
	Sedang	Medium	Medium	Fast
	Ramai	Medium	Medium	Fast

3. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses pemetaan dari satu ruang hasil inferensi ke ruang bukan fuzi dari aksi kendali. Strategi defuzzifikasi ditujukan untuk menghasilkan aksi kendali non fuzi yang terbaik merepresentasikan kemungkinan distribusi dari aksi kendali fuzi (Siagian, 2011)

Ada dua tipe defuzzifikasi yang sering digunakan, yaitu metode rerata pusat (*center of area/COA*) dan metode rerata maksimum (*mean of maximum/MOM*). Sedangkan pada sistem digunakan MOM untuk menentukan nilai keluaran untuk kondisi kipas dengan menggunakan persamaan monoton:

$$S(x; a, b, c) = \begin{cases} 0 & \rightarrow x \leq a \\ 2 \left(\frac{x-a}{c-a} \right)^2 & \rightarrow a \leq x \leq b \\ 1 - 2 \left(\frac{c-x}{c-a} \right)^2 & \rightarrow b \leq x \leq C \\ 1 & \rightarrow x \geq c \end{cases}$$

Sebagai contoh jika diketahui input sistem mendeteksi nilai masukan tegangan yakni LM35 = 3,3 Volt dan PIR = 4 Volt. Dimana 3,3 Volt untuk LM35 berarti masuk dalam kondisi linguistik Dingin atau Hangat, sedangkan 4 Volt untuk PIR berarti masuk dalam kondisi Linguistik Sedang atau Ramai. Sedangkan nilai fuzzifikasi untuk masing-masing kondisi antara lain:

1. Nilai derajat keanggotaan untuk suhu = **Dingin**;

$$\begin{aligned} \mu_{Dingin}[3,3] &= - (3,3 - 3,5) / (3,5 - 1,5) \\ &= 0,2/2 \\ &= 0,1 \end{aligned}$$

2. Nilai derajat keanggotaan untuk suhu = **Hangat**;

$$\begin{aligned} \mu_{Hangat}[3,3] &= (3,3 - 1,5) / (3,5 - 1,5) \\ &= 1,8/2 \\ &= 0,9 \end{aligned}$$

3. Nilai derajat keanggotaan untuk orang = **Sedang**;

$$\begin{aligned} \mu_{Sedang}[4] &= - (4 - 4,5) / (4,5 - 3,5) \\ &= 0,5/1 \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

4. Nilai derajat keanggotaan untuk orang = **Ramai**;

$$\begin{aligned} \mu_{Ramai}[4] &= (4 - 3,5) / (4,5 - 3,5); \\ &= 0,5/1 \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

Berdasarkan kondisi input di atas, Maka output infrensi berdasarkan rule (Tabel 1) adalah;

If Suhu = Dingin And Orang = Sedang Then Kipas = Slow

If Suhu = Dingin And Orang = Ramai Then Kipas = Medium

If Suhu = Hangat And Orang = Sedang Then Kipas = Medium

If Suhu = Hangat And Orang = Ramai Then Kipas = Medium

Proses selanjutnya adalah defuzzifikasi dengan mengambil rule dengan nilai tertinggi (Maximum) yakni $\mu_{Hangat}[3,3] = 0,9$ dan $\mu_{Sedang}[4] = 0,5$ atau $\mu_{Ramai}[4] = 0,5$. Untuk infrensi orang kondisi **Sedang** atau **Ramai** dapat digunakan karena memiliki nilai yang sama. Untuk menentukan nilai keluaran kipas, dalam hal ini rule yang digunakan adalah *If suhu = Hangat And Orang = Ramai Then Kipas = Medium*, dengan menggunakan persamaan monoton nilai maximum dari kedua rule adalah ;

$$\begin{aligned} \mu_{Hangat} \text{ Or } \mu_{Ramai} &= \text{Max}[\mu_{Hangat} (3,3); \mu_{Ramai}(4)] \\ &= \text{max} [0,9; 0,5] \\ &= 0,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Derajat keanggotaan } \mu_{Medium} [a \ b \ c] &= \mu_{Medium} [5 ; 9 ; 13] \\ &= 0,9 \end{aligned}$$

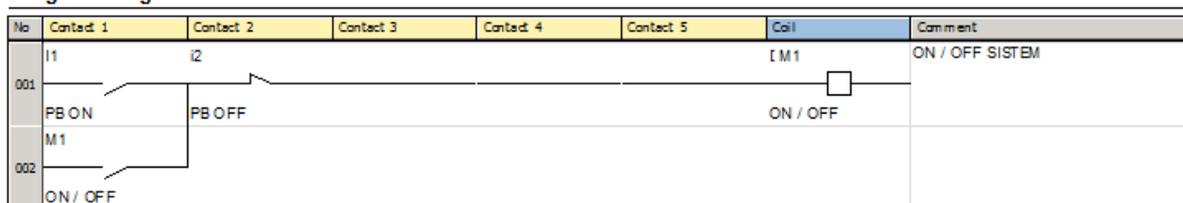
Karena $0,9 > 0,5$ maka letak x diantara nilai b dan nilai c pada himpunan *Medium* yakni di antara 9 Volt dan 13 Volt, sehingga:

$$\begin{aligned} 1 - 2 \left(\frac{13 - x}{13 - 9} \right)^2 &= 0,9 \\ 1 - \frac{2(13 - x)^2}{64} &= 0,9 \\ \frac{2(13 - x)^2}{64} &= 0,9 - 1 \\ \frac{2(13 - x)^2}{64} &= -0,1 \\ 2(13 - x)^2 &= -0,1 \\ (13 - x)^2 &= \frac{(64)(-0,1)}{2} \\ (13 - x)^2 &= -3,2 \\ (13 - x) &= \sqrt{-3,2} \\ (13 - x) &= -1,8 \\ x &= 13 - 1,8 \\ x &= 11,2 \end{aligned}$$

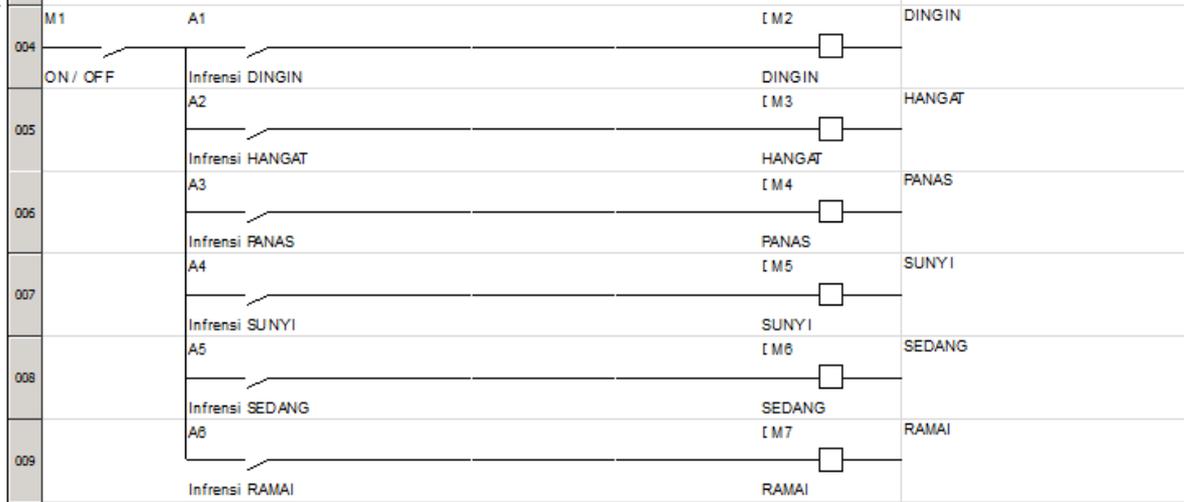
Jadi nilai tegangan dari kipas untuk himpunan *medium* yang diperoleh adalah 11,2 Volt.

Berikut ladder diagram sistem pendingin ruangan dengan mengimplementasikan *Fuzzy Logic* dengan ketentuan fuzzifikasi dan infrensi sesuai dengan nilai-nilai yang telah ditentukan;

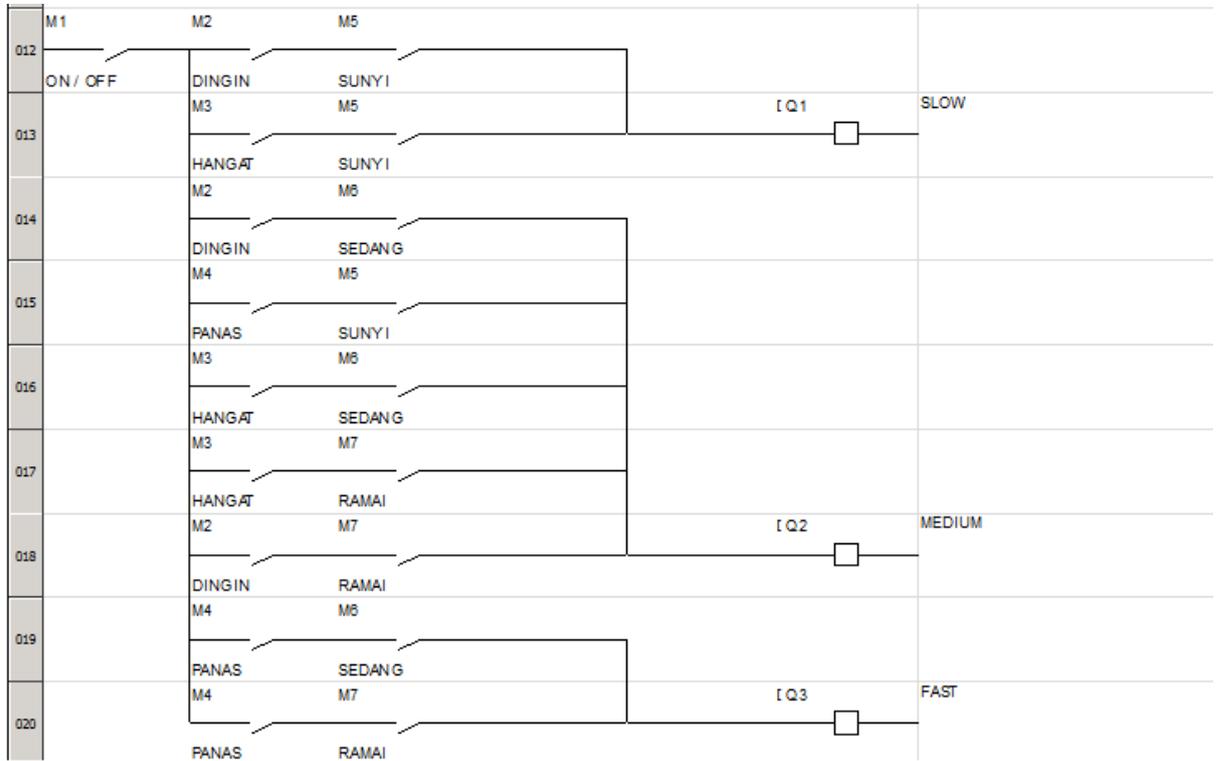
Program diagram



Gambar 7. Ladder Diagram untuk Sistem ON / OFF dengan *Push Button*



Gambar 8. Ladder Diagram Proses Fuzzifikasi Sistem Pendingin Ruangan



Gambar 9. Ladder Diagram Proses Defuzzifikasi Sistem Pendingin Ruangan

KESIMPULAN

1. Metode *fuzzy logic* dapat diimplementasikan ke dalam PLC dengan menggunakan 2 input sensor yang berbeda.

2. Nilai yang dibaca sensor dapat diterapkan dengan cara memperhatikan tegangan keluaran yang diperoleh oleh masing-masing sensor.
3. Pemrogram dengan Ladder diagram dapat mempresentasikan logika yang sama dengan metode *fuzzy logic*

Daftar Pustaka

- [1] Andrial Saputra dan Alwin Wahyu Fadhlir Rahman (2017), Sistem Koreksi Otomatis pada Mesin Packaging dengan Pengendali PLC, Jurnal teknik Elektro, Universitas Mercu Buana, Vol. 8 No. 1 Januari 2017.
- [2] Edwar Yazid (2009) *Penerapan Kendali Cerdas pada Sistem Tangki Air Menggunakan Logika Fuzzy* , Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia, Volume 9 No 2 Desember 2009
- [3] Heri Prasetyo, Utis Sutisna (2014), Implementasi Algoritma Logika Fuzzy untuk Sistem Pengaturan Lampu Lalu Lintas Menggunakan Mikrokontroler, Techno ;Volume 15 No. 2, Oktober 2014 Hal. 01 – 08
- [4] Husanto, Thomas (2007), PLC (Programmable Logic Controller) FP Sigma, Andi: Yogyakarta, Edisi I, 09 Agustus 2007.
- [5] I Putu Adinata Mas Pratama, I Nengah Suweden, I.B. Alit Swamardika (2013), Sistem Kontrol Pergerakan Pada Robot *Line Follower* Berbasis *Hybrid PID-Fuzzy Logic*, *Prosiding Conference on Smart-Green Technology in Electrical and Information Systems* Bali, 14-15 November 2013, Universitas Udayana 2013 159
- [6] Iwan Setiawan (2006), PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER dan TEKNIK PERANCANGAN SISTEM ,Andi :Yogyakarta, 2006.
- [7] Pandapotan Siagian (2011), Kendali Logika Fuzi Pada Sistem Level Air Dengan Mikrokontroler AT8535, Jurnal PROCESSOR Vol. 6, No.2, Agustus 2011
- [8] Suyanto dan Dedy Yulistiyawan (2007), Otomatisasi sistem pengendali berbasis PLC pada Mesin vacuum Metalizer untuk proses Coating (Studi kasus di PT. Astra Otoparts, TBK-Divisi Adiwira Plastik, Bogor), 100 Gematik Jurnal teknik Komputer, Vol. 9 No. 2, September 2007.

BIOGRAFI PENULIS



Ardianto Pranata, S.Kom, M.Kom pria kelahiran sidodadi kab.deli serdang 12 februari 1991 ini merupakan Dosen Tetap STMIK Triguna Dharma Program Studi Sistem Komputer, akfit mengampu mata kuliah komputer teknik, programmable logic control (PLC), komputer desain, dan komunikasi data. Tamat S1 STMIK Triguna Dharma studi Sistem Komputer dengan skripsi sistem parkir cerdas berbasis mikrokontroler dan tamat S2 di Universitas Putra Indonesia YPTK Padang dengan thesis simulator pengawasan level cairan menggunakan metode fuzzy logic studi kasus PTPN IV. Akif dalam kegiatan penelitian dan pengabdian pada bidang sistem komputer terapan dalam melakukan pengembangan sistem terapan.