

Pengaturan Kecepatan Motor DC dengan Menggunakan Mikrokontroler Berbasis Fuzzy-PID

Qory Hidayati ¹⁾, Mikail Eko Prasetyo ²⁾

^{1,2)} Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Negeri Balikpapan,
Jl. Soekarno Hatta Km.8, Balikpapan, Indonesia
E-mail : qory.hidayati@poltekba.ac.id

Abstract

Fuzzy logic control method has been implemented in the research relevance the setting motor is used for setting the room temperature and DC motor rotation. Setting the room temperature settings from a DC motor which rotates the rotation of a fan to stabilize at room temperature. Desired conditions in this study is that although interference with the load varies, but keep the room temperature stability can be maintained as desired. The advantage is the application of fuzzy logic controller will be more stable system that looks at the response of output produced and the system resistance to interference. With fuzzy logic controller system is easier to be adapted to various conditions in order to generate the control system stable and reliable.

Keywords : fuzzy logic, motor DC, control system

Abstrak

Metoda kendali fuzzy logic ini telah diimplementasikan dalam penelitian relevansi yaitu pengaturan motor yang digunakan untuk pengaturan temperatur ruangan dan putaran motor DC. Pengaturan temperatur ruangan berasal pengaturan putaran motor DC yang memutar sebuah kipas untuk menstabilkan suhu ruang. Kondisi yang diinginkan dalam penelitian ini adalah walaupun gangguan pada beban berubah-ubah, tetapi kestabilan temperatur ruangan tetap dapat dipertahankan sesuai keinginan. Keuntungan penerapan fuzzy logic controller adalah sistem akan menjadi lebih stabil yang terlihat pada respon dari output yang dihasilkan dan juga ketahanan sistem terhadap gangguan. Dengan fuzzy logic controller sistem lebih mudah untuk disesuaikan dengan berbagai kondisi agar menghasilkan sistem kendali yang stabil dan handal.

Kata kunci : Logika fuzzy, motor DC, sistem kendali

1. Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sistem kontrol dewasa ini begitu cepat, diantaranya adalah teknik pengontrolan otomatis, baik dalam teori maupun prakteknya. Teknik kontrol otomatis sangat dibutuhkan untuk memberikan kemudahan dalam perancangan alat kontrol. Sehingga dapat diperoleh desain kontrol dengan keakuratan dan performansi yang tinggi dalam pengontrolan sistem. Salah satu penerapannya adalah dalam perancangan alat sebagai alat pengontrol kecepatan putar motor DC.

Perkembangan suatu teknologi dimana tidak lagi memakai cara konvensional untuk mendapatkan suatu hasil yang

diinginkan dengan memakai persamaan matematika. Tetapi menerapkan suatu sistem kemampuan manusia untuk mengendalikan sesuatu, yaitu dalam bentuk aturan-aturan. Jika – maka (If – Then Rules), sehingga proses pengendalian akan mengikuti pendekatan secara linguistik, sistem ini disebut dengan sistem kendali logika fuzzy, yang mana sistem kendali logika fuzzy ini tidak memiliki ketergantungan pada variabel – variabel proses kendali. Sistem ini dikembangkan dalam bidang teknik kontrol, terutama untuk sistem nonlinier dan dinamis.

Pada penyusunan laporan ini akan dilakukan pembuatan sebuah mikrokontroler yang berbasis fuzzy-PID kontroler yang akan mempermudah dalam

pengontrolan kecepatan motor arus searah (DC) yang diaplikasikan pada pengaturan kipas di ruangan. Laporan ini merupakan perkembangan dari Penelitian sebelumnya, dimana sistem kontrol fuzzy-PID menghasilkan suatu sistem yang lebih fleksibel, mantap dan memiliki masa transient yang lebih cepat dibanding dengan kontroler fuzzy dan kontroler PID. Fuzzy-PID kontroler akan mengontrol setiap variabel keadaan motor DC yang terukur untuk diumpanbalikkan. Dengan menterjemahkan parameter-parameter fisis motor DC menjadi model matematik dengan menggunakan teori pemodelan sistem yang digunakan dalam kontrol modern.

2. Metode Penelitian

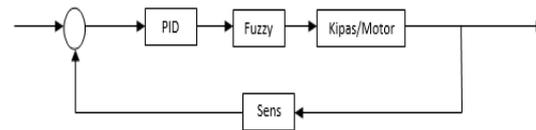
Metoda yang dipakai dalam penelitian ini berupa langkah kerja serta rangkaian kegiatan sebagai berikut :

1. Melaksanakan studi literatur yang materinya berkaitan langsung dengan usulan kegiatan penelitian
2. Melakukan diskusi dengan rekan satu tim penelitian untuk mencari solusi yang lebih efisien
3. Menggunakan metoda pendekatan antara teori dan praktek dengan melakukan percobaan di laboratorium
4. Melaksanakan pengujian yaitu dengan menguji karakteristik alat yang dibuat dan dibandingkan dengan teori-teori yang menunjang rancangan penelitian ini

2.1 Perancangan Sistem Diagram Blok Sistem

Rangkaian elektronik merupakan pendukung utama yang bekerja secara berkesinambungan, baik sebagai pengubah, penguat dan pengikut, maupun pembuat sinyal sinyal tertentu, sehingga membentuk kesesuaian kerja dari mikrokontroler.

Adapun perencanaan sistem kerja dari analisa sistem pengaturan dengan menggunakan mikrokontroler dalam penelitian ini dapat digambarkan secara blok diagram pada Gambar 4.1. Diagram blok sistem kerja dari analisa sistem pengaturan dengan mikrokontroler, sebagai berikut :



Gambar 1. Perancangan sistem kerja mikrokontroler

Pada gambar perancangan diatas perangkat yang digunakan adalah sebuah minimum system Atmega16 yang didukung perlengkapan lain seperti unit motor DC dan rotary encoder serta pensuplai daya dan penguat.

Unit minimum system avr 8535 merupakan sebuah sistem minimum yang digunakan untuk dikendalikan PC melalui serial komunikasi. Unit komputer disini digunakan sebagai alat pentransfer data yang diinginkan dan dikirim ke mikrokontroler yang terdapat di minimum system AVR 8535 melalui sebuah komunikasi serial RS 232. Selain sebagai pentransfer, komputer juga berfungsi sebagai tampilan hasil dari sebuah kontroler yang didapat dari sebuah mikrokontroler yang terdapat di minimum system AVR 8535.

2.2 Perancangan Sistem

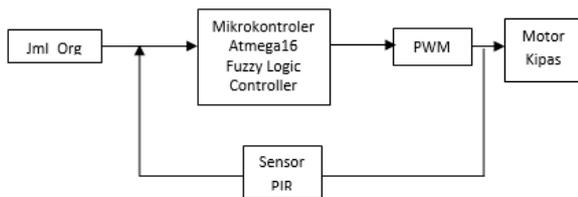
Suatu ruangan akan dipengaruhi kondisi suhu ruangan dan berapa jumlah manusia yang terdapat pada ruangan. Semakin Banyak manusia di dalam ruangan tentunya suhu ruangan akan semakin meningkat. Dan Sebuah ruangan biasanya terdapat kipas angin, yang mana semakin banyak jumlah manusia di dalam ruangan manusia akan meningkatkan tingkat kecepatan putaran kipas. Namun,

terkadang manusia lalai dalam masalah mematikan kipas angin tersebut. Sehingga sering terjadi ruangan yang sudah tidak terdapat manusia nya tetapi kipas masih dalam keadaan hidup (ON).

Maka pengendalian kipas ini menggunakan motor AC yang di ubah ke DC dan dikendalikan menggunakan mikrokontroler yang difungsikan sebagai *fuzzy controller*. Keuntungan fuzzy logic adalah sistem akan mudah menjadi stabil. Dengan fuzzy logic sistem lebih mudah untuk disesuaikan dengan berbagai kondisi, seperti pengaruh besar suhu dan jumlah manusia di dalam ruangan.

a. Blok Diagram Sistem

Secara lengkap blok diagram dari sistem dapat dilihat “Gambar 2” berikut:



Gambar 2. Perancangan sistem kerja mikrokontroler

b. Prinsip Kerja Mesin

Fungsi utama sistem ini adalah untuk mengendalikan kecepatan kipas 220 VAC berdasarkan jumlah orang di dalam ruangan menggunakan logika Fuzzy. Jumlah orang di dalam ruangan diketahui dengan menempatkan 2 buah sensor PIR (Passive Infra Red). Satu PIR dipasang di pintu masuk dan PIR yang lain dipasang di pintu keluar. Saat sensor PIR 1 mendeteksi adanya pergerakan orang, maka variable *Jml_Org* (*Jumlah Orang*) di dalam program akan di tambah 1

Saat sensor PIR 2 mendeteksi adanya pergerakan orang, maka variable *Jml_Org* akan di kurangi 1

Nilai maksimal *Jml_Org* di batasi = 15

Nilai minimal orang dalam ruangan di batasi = 0

Yang di jadikan input dalam sistem Fuzzy ini adalah variable *Jml_Org*, dengan ketentuan sbb:

Sangat Sedikit (SS) → $Jml_Org < 6$

Sedikit (S) → $2 < Jml_Org < 10$

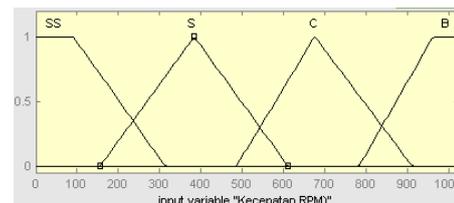
Cukup (C) → $6 < jml_org < 14$

Banyak (B) → $Jml_org > 10$

2.3 Perancangan Algoritma Fuzzy

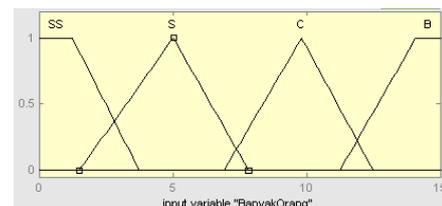
2.3.1 Perancangan Pengendali Logika Fuzzy

Pengendali logika Fuzzy dalam penelitian ini memiliki 2 buah masukan yaitu masukan yang berupa galat kecepatan (error) dan perubahan kecepatan (*c_error*). Semesta wacana untuk galat dan perubahan galat terbatas dalam 8 bit atau 0 sampai 255 dengan nilai 128 yang merepresentasikan 0 rpm. Fungsi keanggotaan galat kecepatan dibentuk dari 4 himpunan keanggotaan (SS, S, C, B) yang berbentuk fungsi ‘ π ’.



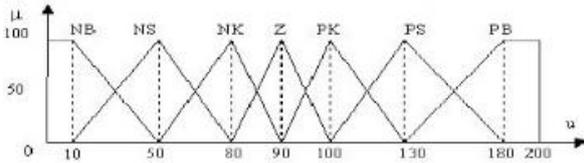
Gambar 3 Input Membership Function Kecepatan (RPM)

Fungsi keanggotaan perubahan galat kecepatan dibentuk dari 4 himpunan keanggotaan (SS, S, C, B) yang berbentuk fungsi ‘ π ’.



Gambar 4 Input Membership Function Kecepatan (RPM)

Fungsi keanggotaan keluaran hanya menggunakan semesta wacana dari 0 (0 volt) sampai 200 (20 volt). Fungsi keanggotaan keluaran dibentuk dari 7 himpunan keanggotaan berbentuk fungsi ‘T’.



Gambar 5 Fungsi keanggotaan keluaran

Basis aturan fuzi (fuzzy rule base) menggunakan aturan Jika-Maka (If-Then).

Tabel 1 Basis aturan fuzzy

No	Error	C_error	Keluaran	Fungsi
1	PB	Z	PB	Memperpendek rise time
2	PS	Z	PB	
3	PK	Z	PK	
4	PB	NB	PS	
5	PB	NK	PB	
6	PS	NB	PK	
7	PS	NK	PS	
8	Z	NB	NS	Mengurangi overshoot
9	Z	NK	NK	
10	NB	Z	NB	
11	NS	Z	NS	
12	NK	Z	NK	
13	NB	PB	NS	
14	NB	PK	NB	
15	Z	PB	PS	Mengurangi osilasi
16	Z	PK	PK	
17	Z	Z	Z	Menghentikan sistem
18	PK	NB	Z	Menurunkan akselerasi
19	NK	PB	Z	
20	PK	NK	PK	Menepatkan pada setpoint
21	NK	PK	NK	
22	NS	PB	NK	Mempertinggi akselerasi
23	NS	PK	NS	
24	PK	PK	PS	Meredam overshoot
25	NK	NK	NS	
26	PK	PB	PB	
27	NK	NB	NB	
28	PB / PS	PB / PK	PB	Kompensasi pembebanan
29	NB / NS	NB / NK	NB	

Teknik reasoning yang digunakan untuk menentukan kuat penyulutan α (fire strength) dalam penelitian ini digunakan metode MAX-MIN. Sedangkanteknik defuzifikasi yang digunakan adalah rerata maksimum (Mean of Maximum/MOM)

$$y^* = \frac{\sum_{j=1}^n \alpha_j H_j W_j}{\sum_{j=1}^n \alpha_j H_j}$$

y^* adalah hasil defuzifikasi, H j adalah ketinggian maksimum fungsi keanggotaan keluaran untuk aturan ke- j , W_j merupakan titik beratkeanggotaan keluaran aturan ke- j , sedangkan

α_j adalah kuat penyulutan (fire strength) pada aturan ke- j , dan n menunjukkan jumlah aturan kendali.

Keluaran yang akan mengaktifkan motor DC merupakan modulasi lebar pulsa (PWM) dengan periode penyaklaran sebesar 2,5 ms (frek. 400 Hz) dengan nilai kuantisasi 0 sampai 200 untuk duty cycle antara 0 sampai 1 dengan perubahan minimal 0,005 atau 0,5%.

2.4 Perancangan Software

Pada mikrokontroler yaitu menggunakan AVR ATmega16. Menggunakan fasilitas Bascom AVR. Setelah program ditulis maka selanjutnya adalah mengcompile dan mendownload ke dalam Mikrokontroler. Berikut setting programnya pada codevision AVR :

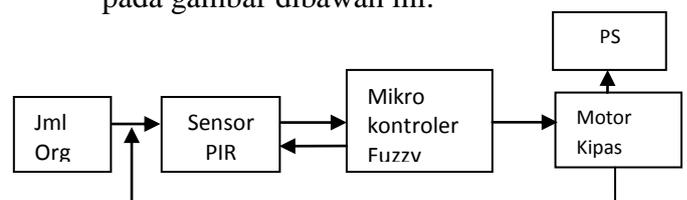
3. Hasil Penelitian

3.1 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pada pengujian keseluruhan sistem disini yaitu menguji kecepatan motor DC dengan memberikan kecepatan yang diinginkan. Tujuan pengujian disini untuk mengetahui respon sistem menggunakan kontroler

Langkah pengujian

- ✓ Membuat rangkaian sistem seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 6 Blok diagram pengujian kecepatan Motor DC

- ✓ Mengaktifkan semua peralatan.
- ✓ Eksekusi software pengendalian kecepatan motor.
- ✓ Memasukkan nilai kecepatan motor yang diset kedalam program

Hasil pengujian.

Hasil pengujian sistem dengan tidak menggunakan kontroler tercantum dalam tabel 2 dibawah ini. Kecepatan motor yang diset adalah nilai kecepatan motor yang diinginkan oleh *user* untuk ditampilkan dalam *software* dan input ini akan di proses oleh program.

Tabel 2 Hasil kecepatan motor yang diinginkan

Jumlah Orang	Nilai PWM
1	0
2	0
3	63
4	127
5	191
6	255
7	319
8	383
9	447
10	511
11	639
12	767
13	895
14	1023
15	1023

Tabel 3 Hasil Pengaturan dengan Fuzzy Logic

Jumlah Orang	SS	S	C	B
1	1,0			
2	1,0			
3	0,75	0,25		
4	0,50	0,50		
5	0,25	0,75		
6		1,00		
7		0,75	0,25	
8		0,50	0,50	
9		0,25	0,75	
10			1,00	
11			0,75	0,25
12			0,50	0,50
13			0,25	0,75
14				1,00
15				1,00

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Proses pengendali logika fuzzy melalui tahapan sebagai berikut;
 - Fuzzyfikasi yaitu merubah variabel numeric kedalam variabel fuzzy dengan cara memberi tingkat kwantisasi fungsi keanggotaan dan derajat keanggotaan.
 - Aturan fuzzy yaitu jika masukan adalah A dan B maka keluaran adalah C dan seterusnya.
 - Defuzzyfikasi yaitu mengembalikan variable linguistic (fuzzy) ke variabel numerik (non fuzzy) dari masukan dan keluaran dengan menggunakan rumus *Centre of area* (COA).
- Penggunaan kendali logika fuzzy pada sistem kendali ini menghasilkan perubahan sesuai dengan kapasitas yang terdapat diruangan.
- Penggunaan kendali logika fuzzy pada sistem kendali ini menggunakan 4 membership output dan 4 membership input
- Kendali logika fuzzy yang digabungkan dengan mikrokontroler sangat sesuai diterapkan pada sistem kendali pada ruangan dan pengendali dengan kestabilan yang tinggi.
- Penggunaan kendali logika fuzzy tetap beracuan pada kendali konvensional yang sudah dirancang sebelumnya

5. Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas dapat diberikan saran yang berkenaan dengan pengembangan dan penyempurnaan peralatan yang telah dirancang supaya mendapatkan hasil yang maksimal dengan keakuratan yang semakin baik, yaitu :

1. Dengan keterbatasan waktu dan kemampuan membuat program menu tampilan kami menyarankan bagi yang berminat mengembangkan dapat membuat tampilan menu yang lebih baik yaitu menampilkan grafik fuzzyfikasi, daftar aturan fuzzy dan grafik defuzzyfikasi sekaligus dalam satu layer monitor.
2. Akan lebih baik apabila setiap kali percobaan dapat menampilkan hasil perubahan variable fuzzy yakni membership function dan aturan - aturan fuzzy dilayar monitor.

6. Daftar Pustaka

- Andi Oratomo, 2004, "Panduan Praktis Pemograman AVR Mikrokontroler AT90S2313", C.V ANDI OFFSET, Yogyakarta.
- Lingga Wardhana, 2006, "Mikrokontroler AVR Seri Atmega8535 Simulasi, Hardware, dan aplikasi, C.V ANDI OFFSET, Yogyakarta.
- Mochtar Wijaya, ST,2001, "Dasar-dasar Mesin Listrik", Djambatan, Jakarta.
- Mustofa, Adam RM, 1997, "*Pengaturan kecepatan motor induksi tiga fasa dengan PID-Fuzzy*", PENS ITS, Surabaya
- Purwanto Gendroyono, 1999, "*Sistem Penggerak Motor Induksi dengan Beban Berubah Menggunakan Inverter PWM Berbasis Mikrokontroler*", Program Studi Teknik Elektro Jurusan Ilmu-ilmu Teknik, Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Rianto, Fakhrol Ubaidilah, 1997, "*Sistem pengaturan motor induksi tiga fasa dengan kontrol PID*", PENS ITS, Surabaya.
- Zuhal, 1991, "*Dasar Tenaga Listrik*", Penerbit ITB, Bandung.
- ATMEL, "*Datasheet ATmega16*"