

## Kendali Kecepatan Motor DC Berbasis Fuzzy *Setting Point* pada Labview

Sabar Triyani<sup>1\*</sup>, Sumantri K.Risandriya,ST.,MT<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Negeri Batam, Program Studi Teknik Mekatronika  
Jl. Ahmad Yani, Kecamatan Batam Kota, Batam 29461, Indonesia  
\*E-mail: sabartriyani@gmail.com, sumantri\_k@hotmail.com

**Abstrak**— Kelebihan motor DC adalah mudahnya untuk dikendalikan kecepatan putarnya namun harus tetap *maintenance* untuk menjaga performanya. Dari kelebihan tersebut timbul suatu masalah dimana banyak yang menginginkan agar motor DC dapat berputar dengan kecepatan stabil. Oleh karena itu dibuatlah suatu alat yang mengatur kecepatan motor DC dengan menggunakan sistem logika *Fuzzy* dengan *setting-point* pada LabVIEW. Logika *Fuzzy* sendiri merupakan pengendali yang terbilang efektif karena memiliki respon sistem yang stabil dan tidak perlu mencari model matematisnya. Input Fuzzy dirancang dengan 2 masukan yaitu error dan delta error. Input Fuzzy akan diproses oleh NI USB 6008 dengan menggunakan program LabVIEW kemudian menghasilkan sinyal PWM sebagai pengontrol kecepatan motor. Proses Fuzzy logic menggunakan metode defuzzifikasi COA (*Center Of Area non-singleton*). Pada pengendalian motor DC *Fuzzy* pada labVIEW dapat digunakan sebagai pengontrol motor dengan kecepatan stabil. Meskipun dengan nilai *setpoint* yang diubah namun kecepatan tetap terjaga kestabilannya. Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan dengan memasukkan *set point* pada kecepatan 0-3000 dengan rentan masing-masing 250 rpm, hasil keakurasian output menghasilkan error tertinggi yaitu  $\pm 118.928$  pada *setting point* 1000 rpm dan error terendah yaitu  $\pm 2.9101$  pada *setting point* 2500 rpm.

**Kata kunci :** Motor DC, *Fuzzy*, *labview*, sensor *encoder*

### I. PENDAHULUAN

Motor DC merupakan aktuator yang sangat lazim untuk digunakan. Motor Dc sangat populer digunakan pada dunia industri, mulai dari motor *conveyor*, motor pembuka penutup pintu/*gate* dan lainnya dalam bidang produksi maupun industri. Motor DC mempunyai kelebihan salah satunya yaitu dapat mencapai nilai maksimum dan motor DC juga tidak memiliki suara yang keras (*bising*) ketika motor berputar. Selain itu, kelebihan motor DC lainnya merupakan mudahnya untuk dikendalikan kecepatan putarnya namun harus tetap *maintenance* untuk menjaga performanya. Banyak hal yang mempengaruhi kecepatan motor DC, diantaranya pada saat diberi beban maka kecepatan motor akan melambat.

Untuk mengatasi masalah tersebut maka dalam penelitian ini berbasis *Fuzzy-setting point* pada labVIEW sebagai pengontrolnya agar motor dapat berputar stabil meskipun diberi beban yang berbeda.

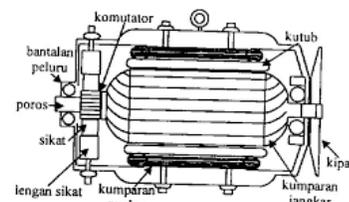
Penelitian ini memiliki batasan masalah yaitu motor yang dikendalikan adalah motor dengan tegangan 12Vdc. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu mengendalikan kecepatan

motor DC agar tetap terjaga kestabilannya serta mengaplikasikan fungsi *Fuzzy* pada LabVIEW untuk mengatur *setting point*-nya adapun manfaatnya adalah mengatur kecepatan motor DC agar terjaga sesuai dengan nilai *setpoint*, baik pada saat diberi beban ataupun tidak.

### II. DASAR TEORI

#### A. Motor DC

Motor DC alat yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik putaran. Sebuah motor DC dapat difungsikan sebagai generator atau sebaliknya generator DC dapat difungsikan sebagai motor DC [1]. Bagian-bagian yang penting dari motor DC dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



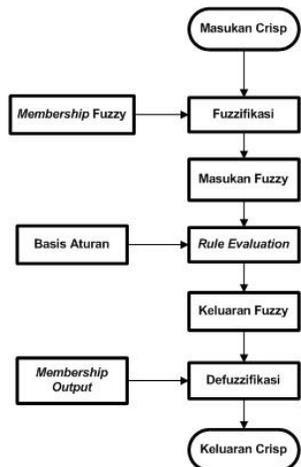
Gambar 1. Bagian-bagian Motor DC [1]

Motor DC memiliki kemampuan untuk dapat dikontrol arah beserta besar kecepatannya. Arah putaran motor diatur dengan cara membalikan polaritas tegangan sedangkan kecepatan motor diatur melalui pengaturan tegangannya. Oleh karena itu, pada penelitian ini pengaturan tegangan di petakan (*mapping*) dengan nilai PWM (*Pulse Width Modulation*) untuk mengendalikan kecepatan putar motor. PWM sendiri merupakan sinyal yang dapat memvariasikan lebar pulsanya, rentang nilai PWM berkisar dari 0-255, lebar pulsa pada PWM disebut dengan *duty cycle*. Prinsip kerja PWM yaitu dengan mengatur gelombang persegi sehingga dapat menjadi supply bagi motor DC dengan pulsa yang dihasilkan berupa HIGH dan LOW. Untuk menunjang penelitian ini juga dibutuhkan hardware berupa NI USB 6008 dimana tegangan maksimal yang dihasilkan adalah 5 V. Sedangkan motor DC yang digunakan memiliki tegangan lebih dari 5V sehingga dibutuhkan suatu driver motor yang memiliki konsep H-bridge.

#### B. Fuzzy Logic

*Fuzzy logic* banyak digunakan karena *Fuzzy logic* mirip dengan cara berpikir manusia. *Fuzzy logic* adalah suatu logika yang merepresentasikan cara berpikir manusia dalam bentuk matematis yang dapat mengolah ketidakpastian dan variabel-variabel linguistik.

Logika *Fuzzy* melibatkan aturan-aturan yang dinyatakan dengan kata-kata yang tidak memerlukan presisi tinggi serta terdapat toleransi untuk data yang kurang tepat [3]. Struktur dasar pengendali *Fuzzy* diperlihatkan pada Gambar 2.

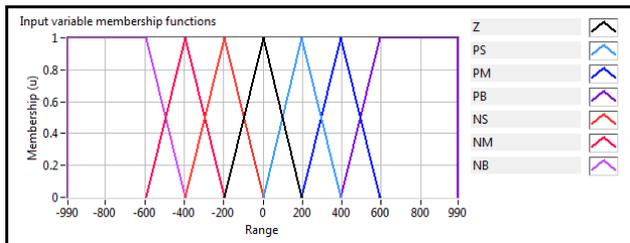


Gambar 2. Struktur Pengendali *Fuzzy*

Dari Gambar 2 dapat kita lihat bahwa secara garis besar ada 3 tahapan dalam logika *Fuzzy* yaitu fuzzifikasi, rule evaluation dan defuzzifikasi.

1) *Fuzzifikasi*

*Fuzzifikasi* merupakan sutau tahapan untuk merubah nilai input yang berupa variabel *crisp* menjadi bentuk *Fuzzy* dengan menentukan nilai derajat keanggotaan terlebih dahulu. Sehingga kemudian *input* dapat dikelompokkan pada himpunan *Fuzzy* yang tepat agar masukan *controller Fuzzy* bisa dipetakan agar sesuai dengan himpunan *Fuzzy*.



Gambar 3. Membership input *Fuzzy*

Keterangan :

- Z : Zero
- PS : Positive Small
- PM : Positive Medium
- PB : Positive Big
- NS : Negative Small
- NM : Negative Medium
- NB : Negative Big

2) *Rule Evaluation*

Basis aturan merupakan aturan *Fuzzy* yang digunakan untuk pengendalian sistem. Aturan itu sendiri dibuat berdasarkan logika manusia yang berkaitan dengan jalan pikiran serta penelitian yang dilakukan pembuatnya. Aturan

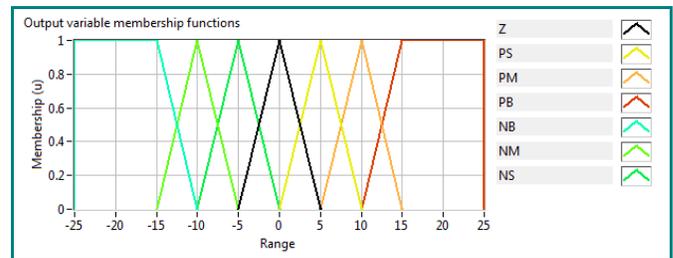
ini dibuat untuk membandingkan antara masukan dari fuzzifikasi dengan aturan yang sudah dibuat sesuai intuisi. Sehingga output yang diinginkan akan sesuai dengan *rule base* yang telah dibuat.

		ERROR						
		PB	PM	PS	Z	NS	NM	NB
DELTA ERROR	PB	PB	PB	PB	PM	PS	PS	Z
	PM	PB	PB	PM	PS	PS	Z	NS
	PS	PB	PM	PS	PS	Z	NS	NM
	Z	PM	PS	PS	Z	NS	NS	NM
	NS	PM	PS	Z	NS	NS	NM	NB
	NM	PS	Z	NS	NS	NM	NB	NB
	NB	Z	NS	NM	NM	NB	NB	NB

Gambar 4. *Rule Evaluation*

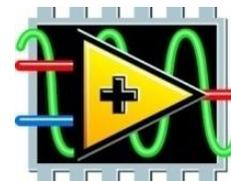
3) *Defuzzifikasi*

*Defuzzifikasi* merupakan proses lanjutan setelah pengambilan keputusan berdasarkan basis aturan (*rule evaluation*) yang sudah ditetapkan. Pada penelitian ini digunakan output non-singleton dengan metode COA (*Centre of Area*) sebagai keluarannya.



Gambar 5. *Membership Output*

C. LABVIEW



Gambar 6. Simbol Software LabVIEW

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench), adalah eprangkat lunak komputer untuk pemrosesan dan visualisasi data dalam bidang akuisisi data, kendali instrumentasi serta automasi industri yang pertama kali dikembangkan oleh perusahaan National Instruments pada tahun 1986. LabVIEW memiliki 2 jendela yang berbeda fungsinya yaitu *Front Panel* digunakan untuk membangun sebuah VI (*Virtual Instrument*), menjalankan *mendebug* program, sedangkan Blok diagram adalah jendela yang berisikan *source code* yang dibuat dan berfungsi sebagai instruksi untuk *front panel*.

D. NI USB 6008-6009

*National Instrument USB 6008* adalah perangkat keras yang menyediakan dasar data akuisisi (DAQ) yang berfungsi

untuk pengaplikasian data *logging*, pengukuran yang praktis dan untuk media pembelajaran [4].



Gambar 7. NI USB 6008 [4]

**E. EMS 30A H-bridge**

EMS 30 A H-Bridge merupakan H-Bridge berbasis VNH3SP30 yang didesain untuk menghasilkan 2 arah dengan arus kontinyu sampai dengan 30 A pada tegangan 5,5 Volt sampai 36 Volt (IC VNH2SP30 hanya sampai 16 V). Modul ini dilengkapi dengan rangkaian sensor arus beban yang dapat digunakan sebagai umpan balik ke pengendali. Modul ini mampu men-*drive* beban-beban induktif seperti misalnya relay, solenoida, motor DC, motor stepper, dan berbagai macam beban lainnya.

Tabel 1. Alokasi Pin Interface Header J1

Pin	Nama	I/O	Fungsi
1	MIN 1	I	Pin Input untuk menentukan output MOUT1.
2	MIN 2		Pin input untuk menentukan output MOUT2.
3	MEN 1	I/O	Pin <i>enable</i> untuk output MOUT1 Diberi logika High untuk mengaktifkan <i>half</i> H-Bridge 1, diberi logika Low secara eksternal untuk menonaktifkan <i>half</i> H-Bridge 1.
4	MEN 2	I/O	Pin untuk <i>enable</i> output MOUT2 Diberi logika High untuk mengaktifkan <i>half</i> H-Bridge 2 diberi logika Low secara eksternal untuk menonaktifkan <i>half</i> H-Bridge.
5	MCS	O	Output tegangan analog yang berbanding lurus dengan arus beban ( <i>Range</i> output 0 - 5 V) Tersedia untuk IC VNH2SP30
6	MPWM	I	Pin input untuk mengatur kerja modul H-Bridge secara PWM.
7,9	VCC	-	Terhubung ke catu daya untuk input (5 Volt).
8,10	PGND	-	Titik referensi untuk catu daya input.

**F. Rotary Encoder**

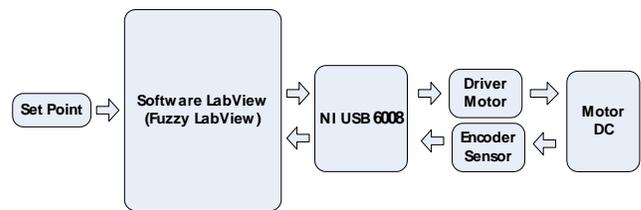
*Rotary encoder* adalah komponen yang berfungsi untuk memantau suatu gerakan putaran maupun posisi. Dari putaran itu data yang terpantau akan diubah dalam bentuk digital yang

kemudian akan diubah menjadi lebar pulsa yang kemudian dihubungkan ke *controller* dalam penelitian ini menggunakan NI USB 6008. Dari data yang didapat kemudian akan diolah menjadi data berupa kecepatan.

Konstruksi dari *rotary encoder* berupa piringan tipis yang dikopel dengan bagian motor DC yang berputar. Pada piringan terdapat lubang kecil dipinggiran lingkaran yang berguna sebagai penghantar cahaya LED phototransistor. Piringan tersebut berputar sesuai dengan kecepatan putaran motor. Oleh karena itu, semakin banyak lubang yang ada pada piringan maka semakin banyak pula pulsa yang dihasilkan oleh *rotary encoder* pada satu kali putaran.

**III. PERANCANGAN SISTEM**

**A. Perancangan Perangkat Keras**

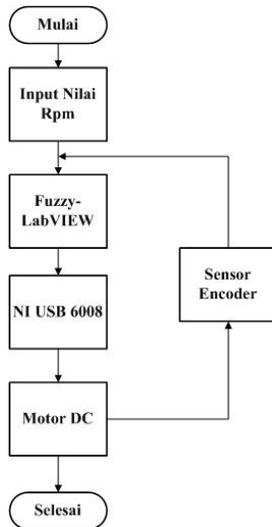


Gambar 8. Diagram blok perangkat keras

Berdasarkan dari Gambar 8 di atas digunakan beberapa perangkat keras yang berguna untuk mendukung proses kerja alat yaitu NI USB yang berguna sebagai pengolah data yang masuk dari PC yang kemudian data akan diubah dalam bentuk tegangan sehingga dapat menggerakkan *actuator* yaitu motor DC. Apabila motor DC sudah bergerak maka kecepatannya akan terbaca oleh *sensor encoder* dan hasil data kecepatan encoder tersebut akan menjadi inputan kembali bagi NI USB 6008 yang kemudian akan menjadi pembanding apakah kecepatan yang dibaca oleh sensor encoder sama dengan *set point* yang diberikan didalam LabVIEW. Jika data kecepatan yang dibaca sensor encoder kurang dari *set point* atau lebih dari *set point* yang diberikan, maka *labview* akan *melooping* data kembali dan dikeluarkan output dalam bentuk tegangan sehingga data kecepatan yang dihasilkan sama dengan *set point* yang diberikan. Sehingga dengan *software labview* kita dapat melihat keluaran kecepatan dari motor.

**B. Rancangan Perangkat Lunak (Software)**

*Flowchart* di bawah ini merupakan alur kerja sistem secara umum. Alur diagram menjelaskan proses kerja yang terjadi dari program *start* hingga masuk ke *master*. Selanjutnya proses yang dijalankan setiap *slave* untuk mengirimkan data analog dari setiap sensor. Hal tersebut tergambar dalam *Flowchart* proses kerja sistem pada Gambar 9.



Gambar 9. Struktur pengendali *Fuzzy*

C. Perancangan Mekanik

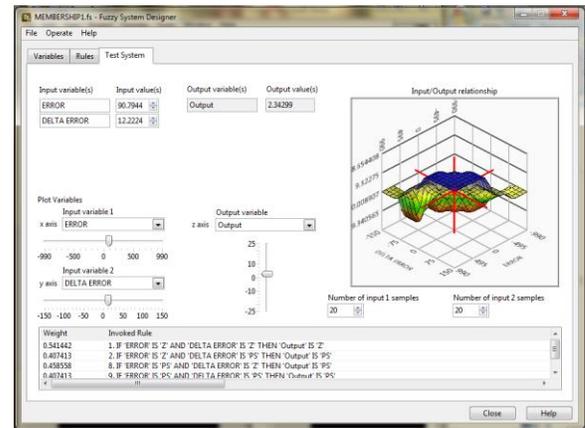


Gambar 10. Desain Mekanik

Dari Gambar 10 dapat diketahui bahwa perancangan mekanik memiliki tiga komponen utama yaitu *input*, NI USB 6008, motor DC, encoder sensor. Komponen *input* berisikan *plug* tegangan dari *power supply*. NI USB 6008 merupakan sarana komunikasi dari *Labview* ke motor DC dan sebaliknya. Motor DC yang digunakan adalah motor DC 12 Vdc.

D. Instrumentasi Penelitian

Salah satu pengujian alat ukur yang digunakan pada percobaan ini adalah menggunakan *Fuzzy logic toolbox* yang tersedia pada LabVIEW, *tools* ini menyediakan fungsi untuk menganalisa, mendesain serta mensimulasikan logika *Fuzzy* yang akan dirancang.



Gambar 11. Diagram alir program *Master*

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

Berikut data pengujian kontrol kecepatan motor DC yang telah dilakukan. Dari pengujian ini kita dapat menganalisa hasil terbaik dari pengendalian kecepatan motor DC.

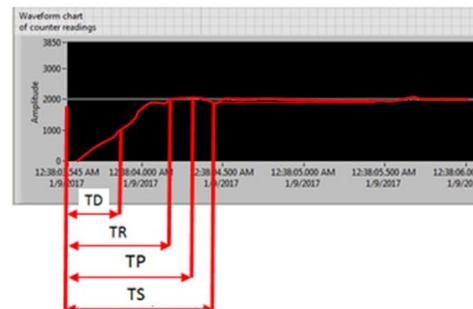
Untuk mengetahui respon motor DC, maka dilakukan percobaan pada kecepatan 250 rpm, 2000 rpm dan 2500 rpm. Respon dari masing-masing percobaan dapat diamati dari monitoring pada program LabVIEW yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

A. Pengujian Motor DC dengan Kecepatan 250 Rpm



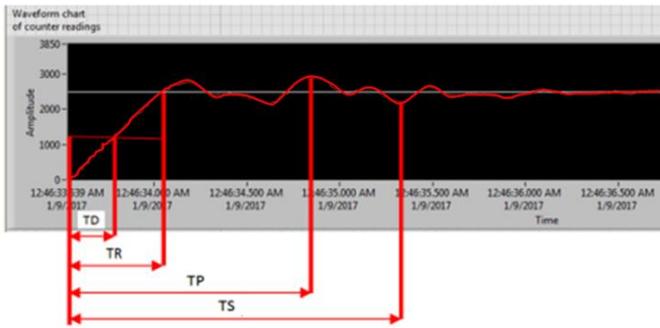
Gambar 12. Respon motor dengan sistem kendali *Fuzzy-setting point* dengan kecepatan 250 rpm

B. Pengujian Motor DC dengan Kecepatan 2000 Rpm



Gambar 13. Respon motor dengan sistem kendali *Fuzzy-setting point* dengan kecepatan 2000 rpm

C. Pengujian Motor DC dengan Kecepatan 2500 Rpm



Gambar 14. Respon motor dengan sistem kendali *Fuzzy-setting point* dengan kecepatan 2500 rpm

Dari data pengujian yang telah dilakukan dapat kita amati hasil respons motor terhadap referensi *setting point*. Data parameter dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Parameter Output Motor terhadap *Fuzzy-setting point*

Referensi (rpm)	Parameter			
	TD	TR	TP	TS
250	0.5465	0.655	0.905	0.955
2000	0.211	0.521	1.311	1.861
2500	0.53	0.63	0.79	3.38

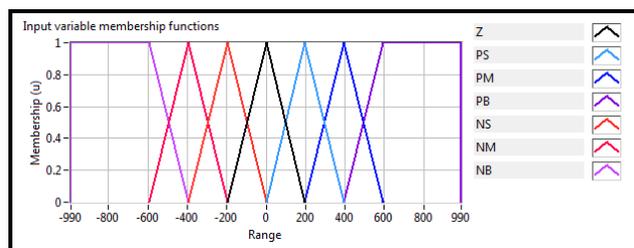
Keterangan :

- a. **Delay Time (Td)** : Waktu yang dibutuhkan oleh output untuk mencapai 50 % dari kondisi *setpoint*.
- b. **Rise Time (Tr)** : Waktu yang dibutuhkan oleh output dari motor dinyalakan hingga kecepatan mencapai *setpoint*.
- c. **Peak Time (Tp)** : Waktu yang dibutuhkan output pertama kali untuk mencapai nilai maksimum.
- d. **Settling Time (Ts)** : Waktu yang dibutuhkan oleh output untuk mencapai nilai *setpoint* dengan toleransi yang diberikan.

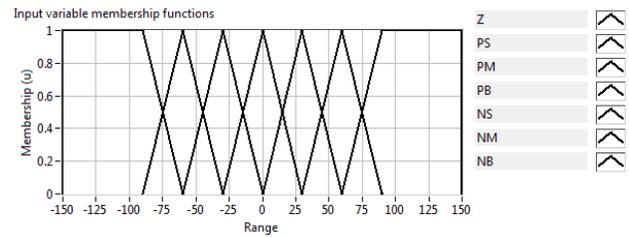
D. Analisa

Untuk menguji apakah sistem kontrol *Fuzzy* yang dibangun sudah benar perlu dibuktikan dengan menggunakan persamaan *Fuzzy* yang sudah diterapkan pada sistem. Berikut ini adalah pembuktian jika masukan sensor memberikan nilai input error dan delta error.

- 1) Menghitung nilai  $\mu$  fungsi keanggotaan input error &  $d\_error$



Gambar 15. Fungsi Keanggotaan input *error*



Gambar 16. Fungsi Keanggotaan input *d\_error*

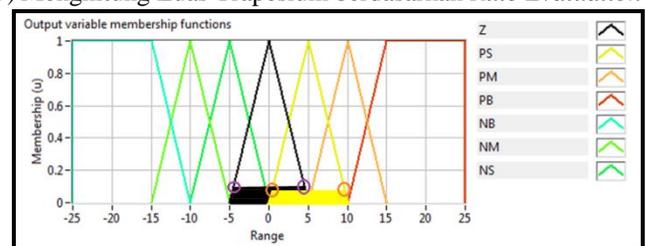
- $\mu$  membership dari *error* 90.7944
  - $\mu_{PB} = 0$
  - $\mu_{PM} = 0$
  - $\mu_{PS} = \frac{(x-a)}{(b-a)} = \frac{90.7944-0}{200-0} = \frac{90.7944}{200} = 0.453972$
  - $\mu_Z = \frac{(b-x)}{(b-a)} = \frac{200-90.7944}{200-0} = \frac{109.2056}{200} = 0.546028$
  - $\mu_{NS} = 0$
  - $\mu_{NM} = 0$
  - $\mu_{NB} = 0$
- $\mu$  membership dari *d\_error* 12.2224
  - $\mu_{PB} = 0$
  - $\mu_{PM} = 0$
  - $\mu_{PS} = \frac{(x-a)}{(b-a)} = \frac{12.2224-0}{25-0} = \frac{12.2224}{25} = 0.488896$
  - $\mu_Z = \frac{(b-x)}{(b-a)} = \frac{25-12.2224}{25-0} = \frac{12.7776}{25} = 0.511104$
  - $\mu_{NS} = 0$
  - $\mu_{NM} = 0$
  - $\mu_{NB} = 0$

2) Perbandingan dengan *Rule Evaluation*

Tabel 3. Minimum Nilai  $\mu$  Array

		ERROR						
		PB	PM	PS	Z	NS	NM	NB
DELTA ERROR	PB	0	0	0	0	0	0	0
	PM	0	0	0	0	0	0	0
	PS	0	0	0.453972	0.488896	0	0	0
	Z	0	0	0.453972	0.511104	0	0	0
	NS	0	0	0	0	0	0	0
	NM	0	0	0	0	0	0	0
	NB	0	0	0	0	0	0	0

3) Menghitung Luas Trapesium berdasarkan *Rule Evaluation*



Gambar 17. Fungsi Keanggotaan *Fuzzy non-singleton*

- o Menghitung luas bangun untuk output PS

$$a = \mu [x][y] \times (PS[1] - PS[0]) + PS[0]$$

$$a = 0.453972 \times (5 - 0) + 0 = 2.26986$$

$$b = PS[2] - (\mu[x][y] * (PS[2] - PS[1]))$$

$$b = 10 - (0.453972 * (10 - 5)) = 7.73014$$

$$LPS.a = ((PS[2] - PS[0]) + (b - a)) * \mu[x][y] * \frac{PS[1]}{2}$$

$$LPS.b = ((PS[2] - PS[0]) + (b - a)) * (\mu[x][y]/2)$$

$$LPS.a = ((10 - 0) + ((7.73014 - 2.26986))) * (0.453972 * \frac{5}{2}) = 17.5463355804$$

$$LPS.b = ((10 - 0) + ((7.73014 - 2.26986))) * (\frac{0.453972}{2}) = 3.509256711608$$

o Menghitung luas bangun untuk output Z

$$a = \mu[x][y] \times (Z[1] - Z[0]) + Z[0]$$

$$a = 0.511104 \times (0 - (-5)) + (-5) = 0.511104$$

$$b = Z[2] - (\mu[x][y] * Z[2] - Z[1])$$

$$b = 5 - (0.511104 * (5 - 0)) = 2.44448$$

$$LZ.a = ((Z[2] - Z[0]) + (b - a)) * \mu[x][y] * \frac{Z[1]}{2}$$

$$LZ.b = ((Z[2] - Z[0]) + (b - a)) * (\mu[x][y]/2)$$

$$LZ.a = ((5 - (-5)) + ((2.44448 - 0.511104))) * (0.511104 * \frac{0}{2}) = 0$$

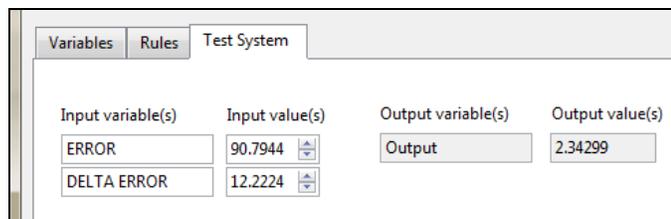
$$LZ.b = ((5 - (-5)) + ((2.44448 - 0.511104))) * (\frac{0.511104}{2}) = 3.049598103552$$

4) Menghitung defuzifikasi dengan metode centroid serta menghitung error dengan membandingkan dengan *tools Fuzzy labview*

$$defuzifikasi = \frac{\int \mu(z) \times z \, dz}{\int \mu(z) \, dz}$$

$$defuzifikasi = LPSa + LZa / LPSb + LZb$$

$$defuzifikasi = \frac{17.5463355807 + 0}{3.50926711608 + 3.049598103552} = 2.675209048$$



Gambar 18. Hasil Output *non-singleton* pada toolkit LabVIEW

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisa dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perancangan alat dengan menggunakan metode *Fuzzy-settingting point* pada labview dapat mengontrol kecepatan motor DC dengan nilai *setting point* yang berubah-ubah.
2. Komunikasi Fuzzy dengan LabVIEW dapat dilakukan dengan memanfaatkan *toolkit Fuzzy* yang sudah tersedia di labVIEW yang kemudian diproses oleh NI USB 6008.
3. Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan dengan memasukan *set point* pada kecepatan 0-3000 rpm dengan rentan masing-masing 250 rpm, hasil keakurasian output menghasilkan error tertinggi yaitu  $\pm 118.928$  pada *setting point* 1000 rpm dan error terendah yaitu  $\pm 2.9101$  pada *setting point* 2500 rpm.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Motor DC". *Internet* :[https://www.academia.edu/9091244/MAKALAH\\_MOTOR\\_DC](https://www.academia.edu/9091244/MAKALAH_MOTOR_DC), [23 Mei 2016].
- [2] "Karakteristik Motor DC". *Internet* : <http://dokumen.tips/documents/karakteristik-motor-dc.html>, [17 Mei 2016].
- [3] Sumantri K.R, ST.MT., Modul Praktikum, Topik: "Logika Fuzzy." Politeknik Negeri Batam, Batam, 2015.
- [4] Zulhendri Agus dkk, " Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Pengendalian Level Cairan dengan LabVIEW Berbasis Mikrokontroler Mbed NXP LPC1768 ", JITET – Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, vol 1, pp.8, Januari 2012.
- [5] "Tampilan LabVIEW ". *Internet* :[http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/398/jbptuni kompp-gdl-setiawanar-19859-9-babii.pdf](http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/398/jbptuni_kompp-gdl-setiawanar-19859-9-babii.pdf), [17 Mei 2016]
- [6] "NI USB 6008". *Internet* : <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/201986>, [16 Mei 2016].