

Sistem Pengaturan Kecepatan Motor DC pada Alat Ekstraksi Madu Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy

Ryan Ardhika, Pembimbing 1: Erni Yudaningtyas, Pembimbing 2: Goegoes Dwi N.

Abstrak– Alat ekstraksi madu yang diputar secara manual masih sering terjadi kesalahan dalam putaran pada alat ekstraksi madu. Pengontrolan kecepatan pada alat ekstraksi madu menggunakan DC menyempurnakan alat ekstraksi yang masih diputar secara manual. Hal tersebut memiliki proses tingkat efisiensi yang lebih baik dari segi waktu dan tenaga yang dibutuhkan.

Digunakan Kontrol Logika Fuzzy untuk mengurangi kesalahan putaran pada alat ekstraksi madu, sehingga putaran motor dapat sesuai dengan kecepatan yang diinginkan.

Hasil pengujian menggunakan kontroler logika fuzzy melalui beberapa tahap, yaitu fuzzifikasi, kaidah atur (*Rule-Base*) dan inferensi, dan defuzzifikasi. Metode fuzzifikasi yang digunakan adalah metode min-max sedangkan pada defuzzifikasi menggunakan metode *Weighted Average* dengan keluaran sistem menggunakan metode Tsukamoto. Presentase error yang dihasilkan atas respon secara keseluruhan sistem adalah 0.4129%.

Kata kunci : Kontrol Logika Fuzzy, Alat Ekstraksi Madu, Sistem Pengontrolan Kecepatan.

I. PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan memberikan dampak positif pada perkembangan dunia elektronik khususnya pada bidang sistem kontrol. Pada saat ini banyak teknologi yang sudah menggunakan alat kontrol otomatis. Hal tersebut disebabkan karena keinginan manusia untuk memenuhi kebutuhan dan mendapatkan fasilitas akan kemudahan dan efisiensi dalam berbagai bidang. Aplikasi teknik elektro khususnya pada bidang sistem kontrol dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari untuk menciptakan kemudahan dan fasilitas bagi manusia.

Jurnal ini dibuat untuk memenuhi syarat seminar hasil Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

Dr. Ir. Erni Yudaningtyas, MT. adalah Dosen Pembimbing I Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia (corresponding author provide phone 0812-3390-449; email erni_yudaningtyas@yahoo.co.id).

Goegoes Dwi N., ST., MT., . adalah Dosen Pembimbing II Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia (corresponding author provide phone 0813-2819-9511; email nisways@yahoo.com).

Ryan Ardhika. adalah Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia (corresponding author provide phone 0821-3193-8839; email ryanSardhika@gmail.com)

Salah satunya adalah aplikasi teknik elektro yang diterapkan pada alat ekstraksi madu menggunakan motor DC.

Pada saat ini, masih banyak alat ekstraksi madu yang diputar secara manual sehingga masih sering terjadi *human error* karena melakukan pekerjaan secara berulang-ulang.[1]

Hal ini tentunya memiliki kerugian yang cukup banyak, karena tidak jarang pula madu tidak keluar secara keseluruhan dan larva ikut keluar sehingga dapat menyebabkan kematian. Padahal larva itulah yang akan dikembang biakkan kembali oleh peternak agar panen dapat terus berlanjut, hal ini terjadi karena pengaruh putaran yang tidak tetap. Sehubungan dengan banyaknya alat ekstraksi madu yang dioperasikan secara manual, pada penelitian ini kami ingin memberikan suatu inovasi dengan merancang suatu alat ekstraksi madu yang putarannya dapat dikontrol dengan kecepatan yang tetap.

Dengan mempertimbangkan keterbatasan waktu perancangandan pengujian serta keterbatasan madu yang tersedia maka tujuan yang ingin dicapai adalah pengaturan kecepatan putaran yang tetap pada alat ekstraksi madu dengan beban yang telah ditetapkan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Motor DC

Motor DC atau motor *Direct Current* berfungsi sebagai aktuator pada alat ekstraksi. Cara kerja dari motor DC ini yaitu dengan mengatur kecepatan putaran alat ekstraksi sesuai dengan perintah kontroler. Gambar perancangan pemasangan motor DC pada alat ekstraksi dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1 Pemasangan motor DC pada alat ekstraksi

B. Kontrol Logika Fuzzy

Fuzzy secara harfiah berarti samar, sedangkan kebalikannya dalam hal ini adalah *Crisp* yang secara

harfiah berarti tegas. Dalam kehidupan sehari-hari nilai samar lebih akrab daripada nilai tegas. Kecepatan tertentu biasa dinyatakan sebagai cepat, agak cepat, atau sangat lambat daripada dinyatakan dalam nilai terukur tertentu. [2]

Tahun 1965 L.A. Zadeh memodifikasi teori himpunan yang disebut himpunan kabur (*fuzzy Set*). Himpunan *fuzzy* di dasarkan pada gagasan untuk memperluas jangkauan fungsi karakteristik sehingga fungsi tersebut akan mencakup bilangan real pada interval [0,1]. Nilai keanggotaannya menunjukkan bahwa suatu nilai dalam semesta pembicaraan tidak hanya berada pada 0 atau 1, namun juga nilai yang terletak diantaranya. Dengan kata lain nilai kebenaran suatu hal tidak hanya bernilai benar atau salah. Nilai 0 menunjukkan salah, nilai 1 menunjukkan benar dan masih ada nilai-nilai yang terletak diantaranya.

Sejak tahun 1982 pengendalian berbasis logika *fuzzy* mengalami perkembangan pesat, terutama dalam hubungannya dengan penyelesaian masalah kendali yang bersifat tak linier, sulit dimodelkan, berubah karakteristiknya terhadap waktu (*time varying*) dan kompleks.

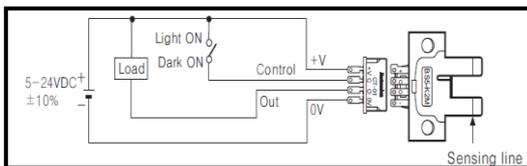
C. Sensor Kecepatan Optocoupler

Optocoupler adalah suatu piranti yang terdiri dari 2 bagian yaitu *transmitter* dan *receiver*, yaitu antara bagian cahaya dengan bagian deteksi sumber cahaya terpisah.



Gambar 2 Sensor Kecepatan *Optocoupler*

Sensor *optocoupler* digunakan sebagai pengukur kecepatan putaran motor DC. Penempatan sensor ini tepat sejajar dengan motor DC, jadi setiap perubahan kecepatan dari motor DC akan ikut mempengaruhi perubahan jumlah pulsa.



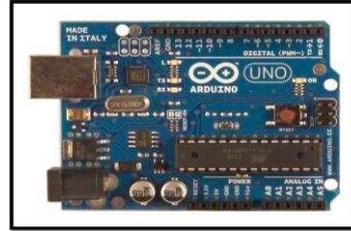
Gambar 3 Rancangan Rangkaian Sensor *Optocoupler*

D.Arduino

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel

USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

Uno berbeda dengan semua board sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial berbeda dengan board sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver USB-to-serial.[3]



Gambar 4 Tampak depan Arduino Uno

III. PERANCANGAN ALAT DAN KONTROLER

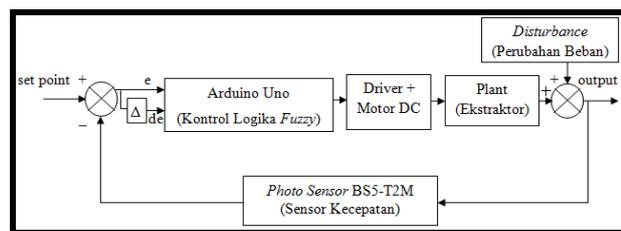
A.Perancangan Sistem

Perancangan dan pembuatan alat ini terdiri dari dua bagian, yaitu perancangan dan pembuatan perangkat keras serta perancangan dan pembuatan perangkat lunak. Perancangan dan pembuatan alat dilakukan secara bertahap untuk memudahkan analisis sistem. Beberapa aspek yang perlu dijelaskan dalam bab ini meliputi:

1. Perancangan perangkat keras (mekanik alat ekstraksi, rangkaian sensor *optocoupler*, motor DC sebagai penggerak).
2. Perancangan perangkat lunak (perancangan algoritma kontrol logika fuzzy pada *software arduino ERW 1.0.5*).

B.Diagram Blok Sistem

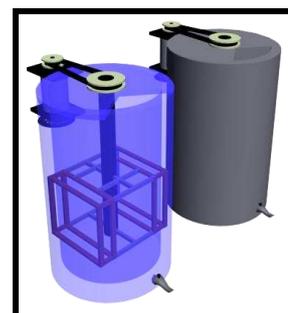
Diagram blok sistem yang dirancang ditunjukkan dalam Gambar 5.



Gambar 5 Blok Diagram Sistem

C.Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Spesifikasi alat yang dirancang adalah sebagai berikut:



Gambar 6 Perancangan Alat Ekstraktor

Alat ekstraktor dengan ukuran

- Tinggi : 60 cm
- Diameter : 30 cm
- Kapasitas : 2 sarang madu
- Bahan : *Stainless Steel* dengan tebal 1.5 mm

Berikut perancangannya dalam Gambar 7.



Gambar 7 Alat Ekstraksi yang Sebenarnya

D. Motor DC

Motor DC berfungsi untuk memutar alat ekstraksi yang berisi sarang madu yang akan diekstrak. Motor DC terpasang *pulley* yang terhubung langsung dengan *pulley* pada as tabung menggunakan belt. Berikut adalah perancangan pemasangan motor DC pada tabung ekstraksi dalam Gambar 8.

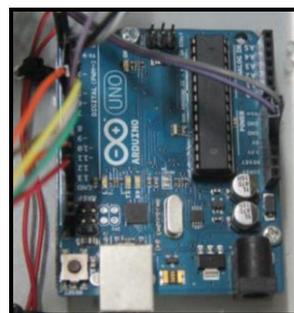


Gambar 8 Pemasangan Motor DC pada Alat Ekstraksi

Motor DC dipasang terhubung pada as pada tabung alat ekstraksi menggunakan *belt* dengan tujuan putaran yang dihasilkan oleh motor DC lebih ringan sehingga dapat mencapai kecepatan yang diinginkan.

E. Modul Arduino Uno

Modul arduino yang digunakan adalah jenis Arduino Uno. Arduino tersebut digunakan sebagai ADC, kontroler, dan pemberi sinyal PWM. Arduino mampu menerima tegangan masuk ke ADC yang ada pada arduino, yaitu antara 0-5V. Untuk mengontrol plan, Arduino perlu diprogram menggunakan Arduino ERW 1.0.5. Sedangkan output yang dikeluarkan oleh arduino dapat berupa sinyal PWM.



Gambar 9 Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset.

Perancangan penggunaan pin input/output dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1 Fungsi Pin Arduino Uno

No	Pin	Fungsi
1	2	Jalur masukan data dari sensor
2	3	LCD D6 pin
3	4	LCD D5 pin
4	5	LCD D4 pin
5	6	Jalur masukan PWM
6	5v	Jalur keluaran catu daya 5 volt
7	GND	Jalur keluaran ground
8	7	Pin input untuk MOUT1
9	8	Pin input untuk MOUT2
10	9	Pin enable untuk MOUT1
11	10	LCD D7 pin
12	11	LCD pin Enable
13	12	LCD RS pin

F. Perancangan Logika Fuzzy

Perancangan logika *fuzzy* terdiri dari *fuzzifikasi*, *Rule-Base* kontrol logika *fuzzy*, *Defuzzifikasi*.

a) Fuzzifikasi

Proses ini memanfaatkan pembacaan data dari sensor kecepatan yang kemudian diolah dengan rumus sebagai berikut:

$$Error(t) = SP - PV(t) \quad (1)$$

Dimana,

SP = *Set point* (Kecepatan yang diinginkan)

$PV(t)$ = *Present Value* pada waktu t (Nilai Kecepatan)

$$\Delta Error(t) = Error(t) - Error(t-1) \quad (2)$$

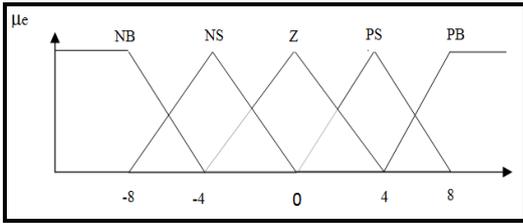
Dimana,

$Error(t)$ = *Error* pada waktu t

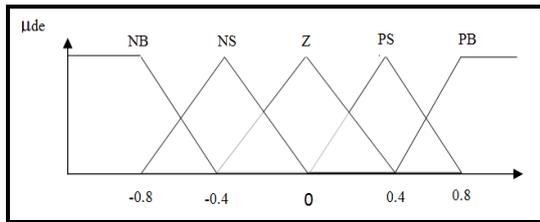
$Error(t-1)$ = *Error* pada waktu $(t-1)$

Dari rumus diatas diperoleh nilai *Error* dan $\Delta Error$ yang digunakan sebagai Himpunan Masukan *Fuzzy*.

Himpunan masukan logika *fuzzy* dapat ditunjukkan pada gambar 10 dan 11.



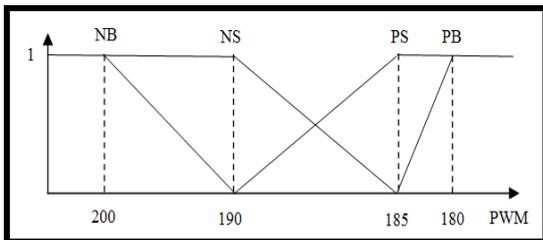
Gambar 10 Himpunan Fuzzy Masukan Error



Gambar 11 Himpunan Fuzzy Masukan ΔError

b) Keluaran dengan Metode Tsukamoto

Himpunan keluaran logika *fuzzy* merupakan representasi hasil dari keputusan dalam bentuk variasi nilai PWM menggunakan metode Tsukamoto yang memiliki nilai yang monoton. Himpunan untuk keluaran logika *fuzzy* dapat ditunjukkan dalam Gambar 12 berikut.



Gambar 12 Himpunan Keluaran Logika Fuzzy

c) Rule-Base (Kaidah Atur) Logika Fuzzy

Penentuan kaidah atur logika fuzzy didasarkan pada pengalaman dan disusun dalam bentuk penalaran Jika-Maka (*If-Then*). Metode inferensi yang dipergunakan ialah metode *min-max*. Tabel 2 menunjukkan kaidah atur (*Rule-base*) logika *fuzzy*.

Tabel 2 Kaidah Atur (*Rule-base*) logika *fuzzy*

e / Δe	NB	NS	Z	PS	PB
NB	PB	PB	PB	PS	PS
NS	PB	PB	PS	NS	NS
Z	PB	PS	NS	NS	NB
PS	PS	PS	NS	NB	NB
PB	PS	NS	NB	NB	NB

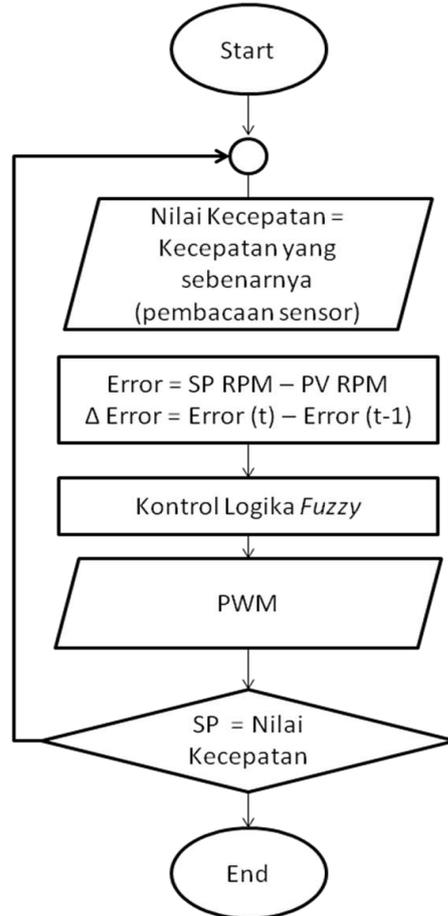
d) Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses untuk mengubah keluaran *fuzzy* menjadi keluaran *crisp*. Hasil defuzzifikasi inilah yang digunakan untuk mengatur besarnya nilai PWM. Metode defuzzifikasi yang digunakan adalah *Weighted Average method*. [4]

G. Perancangan Perangkat Lunak

Pada penelitian ini pemrograman keseluruhan sistem menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan software Arduino 1.0.5.

Flowchart perancangan perangkat lunak ditunjukkan dalam Gambar 13 berikut:



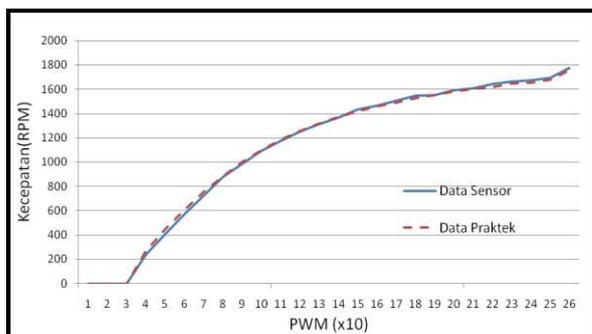
Gambar 13 Flowchart Program

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

Pengujian ini meliputi: pengujian sensor *optocoupler*, pengujian driver, hubungan PWM dengan kecepatan motor dan pengujian pengambilan data respon keluaran sistem secara keseluruhan dengan *tunning* yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Pengujian di atas dilakukan dengan tujuan memperoleh karakteristik dari tiap alat yang kemudian dapat dilakukan penyesuaian pada sistem.

A. Pengujian Sensor Optocoupler

Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan data keluaran dari sensor *optocoupler* dengan data praktek menggunakan *tachometer*. Hasilnya tampak pada Gambar 14.



Gambar 14 Grafik Perbandingan Nilai Pembacaan Sensor Kecepatan dengan Data Praktek

Berikut hasil pengujian sensor *Optocoupler* ditunjukkan pada tabel 3 berikut.

Tabel 3 Hasil Pengujian Sensor *Optocoupler*

PWM	RPM sensor	RPM praktek
0	0	0
10	0	0
20	0	0
30	237.6	269.3
40	408.24	445.8
50	576.72	608.4
60	727.92	756.3
70	880.2	885.1
80	986.04	1001
90	1092.96	1098
100	1175.04	1183
110	1249.56	1256
120	1312.2	1319
130	1369.44	1373
140	1435.32	1418
150	1465.56	1458
160	1505.52	1492
170	1546.56	1526
180	1553.04	1551
190	1593	1579
200	1607.04	1601
210	1640.52	1618
220	1662.12	1649
230	1670.76	1653
240	1691.28	1679
250	1774.44	1754

Dari data Tabel 3, dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian sensor *optocoupler* secara praktek sesuai dengan data pengukuran praktek menggunakan *tachometer* dan sensor mampu berjalan dengan baik.

B. Pengujian Driver Motor

Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan nilai masukan *duty cycle* yang diberikan dengan respon *duty cycle* pada *driver* EMS H-Bridge 30 A. Berikut hasil dari pengujian Driver EMS H-Bridge 30 A dalam Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Nilai Pengujian Driver EMS H-Bridge 30 A

Duty Cycle Input (PWM MK)	Duty Cycle Output Driver	Error
4.35	5.52	1.17
8.14	8.9	0.76
12.1	12.5	0.4

16.1	16.4	0.3
20	20.3	0.3
23.9	24.3	0.4
27.7	28.1	0.4
31.6	31.9	0.3
35.5	35.8	0.3
39.4	39.7	0.3
43.3	43.6	0.3
47.3	47.6	0.3
51.2	51.5	0.3
55.1	55.4	0.3
59	59.3	0.3
62.9	63.2	0.3
66.8	67.1	0.3
70.7	71	0.3
Dutty Cycle Input (PWM MK)	Duty Cycle Output Driver	Error
74.6	74.9	0.3
78.6	78.9	0.3
82.4	82.7	0.3
86.3	86.6	0.3
90.2	90.5	0.3
94.2	94.4	0.2
97.7	97.7	0
Error rata-rata		0.3492

Berdasarkan tabel 4 ditunjukkan bahwa terdapat rata-rata error sebesar 0.3492, sehingga dapat disimpulkan *driver* dapat bekerja dengan baik.

C. Pengujian Kecepatan Motor

Pengujian kecepatan motor dilakukan dengan memberikan nilai PWM sebesar 0 – 255, kemudian diperoleh respon kecepatan motor seperti Gambar 15.



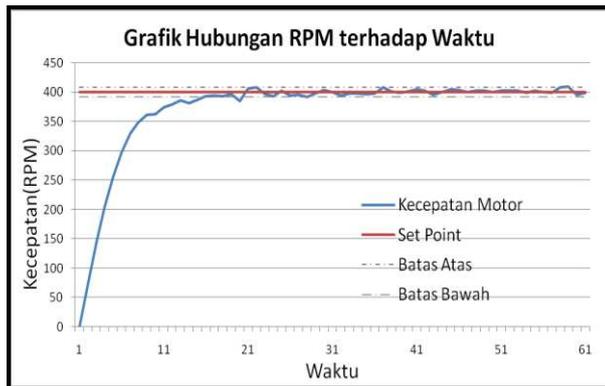
Gambar 15 Grafik Hubungan PWM dengan Kecepatan Motor

Dari gambar 16 dapat dilihat motor mulai berputar di kisaran PWM 30 - 40, kecepatan motor mengalami perubahan yang besar dalam kisaran PWM 45 – 100 sedangkan pada PWM 100 - 255 perubahan kecepatan tidak begitu besar.

D. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Data dari hasil pengujian secara keseluruhan ditampilkan dalam serial monitor dan LCD yang terpasang. Data tersebut dicatat dan diolah pada Microsoft Excel, agar terlihat grafik kenaikan kecepatan di dalam alat ekstraksi. Pengujian dilakukan beberapa kali dengan *tunning* yang berbeda untuk

mendapatkan hasil yang terbaik. Hasil *tuning* yang terbaik dapat dilihat pada grafik di dalam Gambar 16.

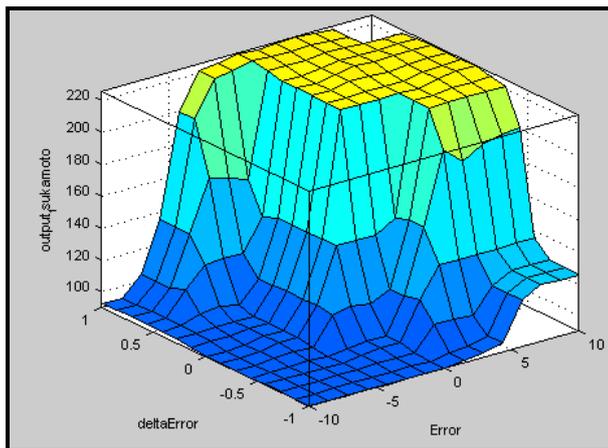


Gambar 16 Grafik Respon Sistem Keseluruhan

Grafik keluaran pada Gambar 16 merupakan nilai keluaran NB, NS, PS dan PB berturut-turut 190, 180, 170, dan 160. Respon yang dihasilkan dengan persentase *error* sebesar = 0.4129%

$$\begin{aligned} \% \text{ ESS} &= \left| \frac{\text{Average Speed Steady} - \text{Set Point}}{\text{Set Point}} \right| \times 100 \% \\ &= \left| \frac{401.6518 - 400}{400} \right| \times 100 \% \\ &= 0.4129 \% \end{aligned}$$

Dari grafik pada Gambar 16 dapat dilihat bahwa keluaran sistem sudah sesuai dengan perancangan yang diinginkan, kemudian data tersebut dianalisa menggunakan MATLAB 2011b dengan fasilitas *surface* yang tersedia sehingga menghasilkan ruang solusi yang dapat dilihat dalam Gambar 17.[5]



Gambar 17 Ruang Solusi untuk Nilai Keluaran Fuzzy

Ruang solusi berfungsi sebagai representasi sistem inferensi *fuzzy* secara keseluruhan dengan menggunakan dua masukan yaitu *error* dan Δ *error* dengan satu keluaran sesuai dengan perancangan yang diinginkan.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari perancangan, pengujian dan pengamatan yang telah dilakukan pada penelitian sistem pengendalian kecepatan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1). Berdasarkan data respon sistem yang diperoleh dari pengujian dengan menggunakan *tuning* yang berbeda, maka didapatkan grafik respon keluaran kontroler logika *fuzzy* dengan toleransi *error* di bawah 2% dengan keluaran PWM berturut-turut untuk NB, NS, PS dan PB adalah 200, 190, 185, dan 180 sehingga mampu dikatakan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

2). Hasil pengujian seluruh sistem menggunakan kontroler logika *fuzzy* dengan metode pada fuzzifikasi adalah metode min-max sedangkan pada defuzzifikasi menggunakan metode *weighted average*, menggunakan 5 *membership function* pada *error* dan Δ *error*. Input *fuzzy* berupa nilai kecepatan sebagai *error* dan membandingkan nilai kecepatan sekarang dan sebelumnya sebagai Δ *error*. Jumlah *rule* yang dipergunakan berjumlah 25 buah *rule*. Presentase *error* yang dihasilkan atas respon keseluruhan sistem adalah 0.4129% . Hasil ini menunjukkan bahwa dengan kontroler logika *fuzzy* dapat mengontrol kecepatan yang ada di alat ekstraksi madu.

B. Saran

Dalam perancangan dan pembuatan alat ini masih terdapat kelemahan. Untuk memperbaiki kinerja alat dan pengembangan lebih lanjut disarankan:

1. Disarankan dapat merancang sistem dengan beban yang berubah-ubah.
2. Disarankan untuk melakukan pengontrolan dengan metode defuzzyfikasi *center of area(COA)*, sehingga mendapatkan respon keluaran yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sarwono, B. 2001. *Lebah Madu*. Jakarta : PT Agro Media Pustaka.
- [2] Yan, J. 1994. *Using Fuzzy Logic*. London: Prentice Hall
- [3] Arduino.cc, *Arduino uno datasheet*.
- [4] Kusumadewi, S dan H. Purnomo. (2004). *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Mendukung Keputusan*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [5] Sivanandam. 2006. *Introduction to Fuzzy Logic Using Matlab*. India: Springer.



Ryan Ardhika., lahir di Malang, Jawa Timur pada 5 Juni 1991. Pendidikan sekolah dasar ditempuh di SDK Cor Jesu Malang tahun 1997-2003, untuk sekolah menengah ditempuh di SMPN 3 Malang (2003-2006) dan SMAN 3 Malang (2006-2009). Sekarang, penulis sedang menempuh pendidikan sarjana di Universitas Brawijaya Jurusan Teknik Elektro.

Penulis baru memiliki sedikit pengalaman dalam dunia kerja. Diantaranya, pernah mengikuti Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT Molindo Raya Industrial Lawang selama 1 bulan pada tanggal 2 September -30 September 2012.

Penulis sangat berharap bila hasil karyanya dapat menginspirasi para pembacanya untuk mengembangkan inovasi atas karya penulis.