

Analisis Pengaruh Pemilihan *Fuzzy Membership Function* Terhadap *Output* Sebuah Sistem *Fuzzy Logic*

Luh Kesuma Wardhani, Elin Haerani

Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau

Jl. H.R. Subrantas KM.15 Panam, Pekanbaru

kesumaw@yahoo.com, elin_haerani@yahoo.com.sg

Abstrak

Saat ini pemilihan model fungsi keanggotaan untuk parameter-parameter yang digunakan dalam proses fuzzy masih belum didasarkan kepada suatu panduan. Sebagai contoh untuk parameter suhu udara dapat di gunakan berbagai model fungsi keanggotaan, misalnya kurva segitiga atau trapezium. Karena tidak adanya panduan, umumnya model fungsi keanggotaan yang dipilih adalah model fungsi keanggotaan yang paling sering digunakan. Pada penelitian ini dilakukan analisa untuk melihat pengaruh pemilihan fungsi keanggotaan pada output sistem fuzzy. Fungsi keanggotaan yang digunakan adalah segitiga, bahu dan trapezium dengan range nilai yang sama untuk masing-masing parameter input dan output. Studi kasus yang digunakan adalah masalah pengontrolan penyiraman tanaman. Yang menjadi komposisi penilaian adalah suhu udara, kelembaban tanah, umur tanaman sebagai masukan dan tingkat penyiraman sebagai keluaran. Komposisi penilaian inilah yang menjadi masukan (input) dan keluaran (output) untuk proses perhitungan Fuzzy dan yang diujicobakan menggunakan dua model fungsi keanggotaan yang berbeda. Model pertama yaitu bahu dan segitiga, dan model kedua adalah bahu dan trapesium. Kesimpulan dari pengujian penelitian ini adalah tidak ada perbedaan hasil yang signifikan ketika menggunakan model yang berbeda.

Keyword : Fungsi keanggotaan, Fuzzy Logic, Segitiga, Bahu, Trapezium

1. Pendahuluan

Fungsi Keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi.

Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan, seperti representasi linear, representasi kurva segitiga, representasi kurva trapesium, dan lain sebagainya. Saat ini belum ada ketetapan pemilihan model fungsi keanggotaan untuk parameter-parameter yang digunakan dalam proses fuzzy. Sebagai contoh untuk parameter suhu udara dapat digunakan dengan berbagai model, misalnya kurva segitiga atau trapezium.

Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat bagaimana pengaruh pemilihan fungsi keanggotaan *Fuzzy* terhadap hasil akhir. Fokus penelitian ini yaitu :

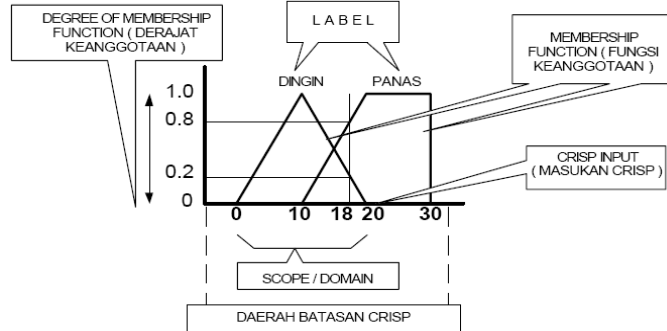
- Studi kasus yang digunakan adalah masalah pengontrolan penyiraman tanaman.
- Jenis model fungsi keanggotaan yang digunakan adalah segitiga, bahu dan trapesium.
- Yang menjadi komposisi penilaian adalah suhu udara, kelembaban tanah, umur tanaman sebagai masukan dan tingkat penyiraman sebagai keluaran. Komposisi penilaian inilah yang menjadi masukan (*input*) dan keluaran (*output*) untuk proses perhitungan *Fuzzy*.

2. Dasar Teori

2.1 Logika Fuzzy

Pada pertengahan 1960, Prof.Lotfi Zadeh dari Universitas California mengembangkan ide penggolongan set yang dinamakan set *Fuzzy*. Tidak seperti logika Boolean, logika *Fuzzy* memiliki banyak nilai, *Fuzzy* membaginya dalam derajat keanggotaan dan derajat kebenaran, yaitu sesuatu yang dapat menjadi sebagian benar

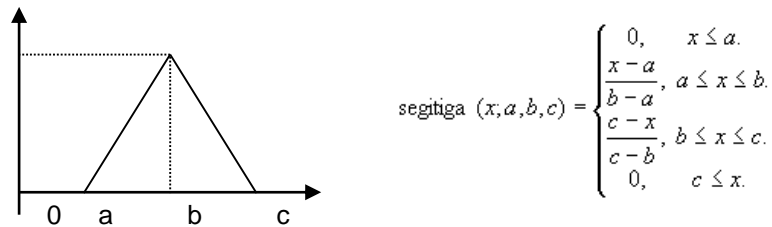
dan sebagian salah pada waktu yang sama. Hal ini telah dibuktikan oleh Bart Kosko bahwa logika boolean adalah kasus khusus dari logika *Fuzzy* [4].



Gambar 1. Konsep Logika Fuzzy

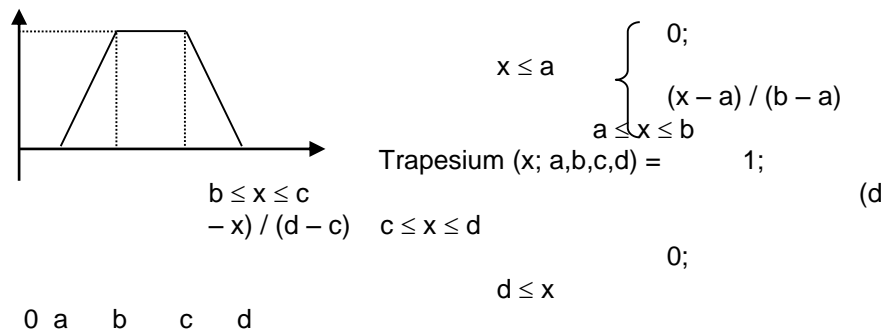
Dalam sistem *Fuzzy* dikenal beberapa fungsi keanggotaan (*membership function*), diantaranya ada beberapa yaitu :

Fungsi keanggotaan segitiga :



Gambar 2. Kurva dan Fungsi Segitiga [5]

Fungsi keanggotaan Trapesium :



Gambar 3. Kurva dan Fungsi Trapesium [5]

2.2 Sistem Fuzzy

Terdapat dua sistem fuzzy yang digunakan yang biasa digunakan, yaitu sistem Fuzzy Mamdani dan sistem Fuzzy Sugeno. Perbedaan antara keduanya adalah, pada metode MAMDAMI, baik input maupun output system berupa himpunan *Fuzzy*, sedangkan pada metode Sugeno, output system tidak berupa himpunan *Fuzzy* melainkan, berupa konstanta atau persamaan linier.

Suatu sistem berbasis aturan fuzzy terdiri dari 3 komponen utama, yaitu *Fuzzification*, *Inference* dan *Defuzzification*. *Fuzzification* mengubah masukan yang nilai kebenarannya bersifat pasti ke dalam bentuk *fuzzy-input*, yang berupa nilai linguistik yang nilai semantiknya ditentukan berdasarkan fungsi keanggotaan tertentu. Pada tahap *Inference*, dilakukan penalaran menggunakan *fuzzy-input* dan *fuzzy rules* yang telah ditentukan sehingga menghasilkan *fuzzy-output*. Sedangkan pada tahap *defuzzification*,

dilakukan penegasan, yang akan mengubah *fuzzy -output* menjadi nilai *crisp* berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan.

Pada tahap defuzzifikasi, digunakan metode Center of Area (COA). Metode ini memberikan hasil terbaik dari semua metode defuzzifikasi yang ada. Secara aljabar, untuk output *fuzzy inference* yang kontinu, metode COA dinyatakan :

$$z^* = \frac{\int_a^b \mu_i(z_i) z \partial z}{\int_a^b \mu_i(z_i) \partial z} ;$$

dimana semua $z \in$ himpunan semesta *output fuzzy Z*

3. Metodologi Penelitian

Tahapan penyelesaian penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Pustaka

Dimaksudkan untuk memperoleh teori-teori dan konsep-konsep yang mendasar mengenai penelitian ini.

2. Penelitian Pendahuluan

Melakukan Penelitian tahap awal untuk mencari informasi-informasi awal mengenai penelitian-penelitian yang pernah dilaksanakan sebelumnya, yang berhubungan dengan logika *Fuzzy* dan faktor-faktor yang mempengaruhi penyiraman tanaman, informasi-informasi ini akan digunakan untuk mengidentifikasi masalah.

3. Identifikasi masalah

Pada penelitian ini masalah yang akan diidentifikasi adalah : Apakah ada hubungan antara model fungsi keanggotaan yang dipilih dengan output pada sistem *Fuzzy*.

4. Penetapan tujuan

Penetapan tujuan sangat diperlukan untuk menjawab permasalahan yang ada. Penetapan tujuan dilakukan setelah mengidentifikasi masalah. Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui apakah perbedaan model fungsi keanggotaan *Fuzzy* dapat mempengaruhi hasil akhir.
2. Mempelajari dan menganalisa metode Logika *Fuzzy* dalam menentukan model fungsi keanggotaan *Fuzzy*.

5. Pemilihan Metode

Metode yang digunakan dalam analisa pengontrolan penyiraman tanaman ini adalah Metode Logika *Fuzzy*. Beberapa alasan digunakannya metode ini adalah [5]

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 non linier 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 bekerja sama dengan teknik-teknik kendali konvensional.
7. Logika *Fuzzy* didasarkan pada bahasa alami.

6. Pengumpulan data

Pengumpulan data diperoleh dengan mencari artikel atau informasi yang berhubungan dengan penelitian ini.

a. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan Penyuluh Pertanian dari Dinas Pertanian Propinsi Riau. Data-data yang diperlukan didapat dari pertanyaan yang akan ditanyakan kepada pihak yang bersesuaian.

b. Kajian Literatur

Mengumpulkan bahan-bahan yang diperlukan dalam membuat penelitian, mengenai : parameter-parameter *Fuzzy* yang dibutuhkan, fungsi keanggotaan yang akan digunakan, jumlah anggota himpunan, dan pengujian yang akan dipakai.

c. Site visit

Site visit diperlukan untuk melihat jurnal-jurnal terdahulu yang telah membahas tentang pengontrolan penyiraman tanaman sebagai bahan acuan dalam membuat penelitian ini.

7. Analisa

Pada tahap ini dilakukan proses analisa data dari data-data yang telah di kumpulkan dicari hasil melalui tahapan proses *Fuzzy* yaitu

- a. Fuzzifikasi : Fuzzifikasi adalah fase pertama dari perhitungan *Fuzzy* yaitu pengubahan nilai tegas ke nilai *Fuzzy*.
- b. Inferensi : Membuat aturan (*rule based*) , prosesor *Fuzzy* menggunakan aturan linguistik untuk menentukan aksi kontrol apa yang harus dilakukan dalam merespon nilai masukan yang diberikan. Inferensi akan menggunakan model Mamdani.
- c. defuzzifikasi. : Menetapkan hasil (*crisp output*) yang didapat dari hasil analisa dalam nilai *Fuzzy* dan mengembalikan nilai tersebut ke dalam nilai tegas. Metode yang digunakan adalah COA (*centre on area*).

8. Pengujian

Pada tahap pengujian ini dilakukan dengan bantuan *toolbox matlab*, untuk menguji kebenaran analisa.

9. Kesimpulan dan saran

Berisikan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dibuat

4. Analisa

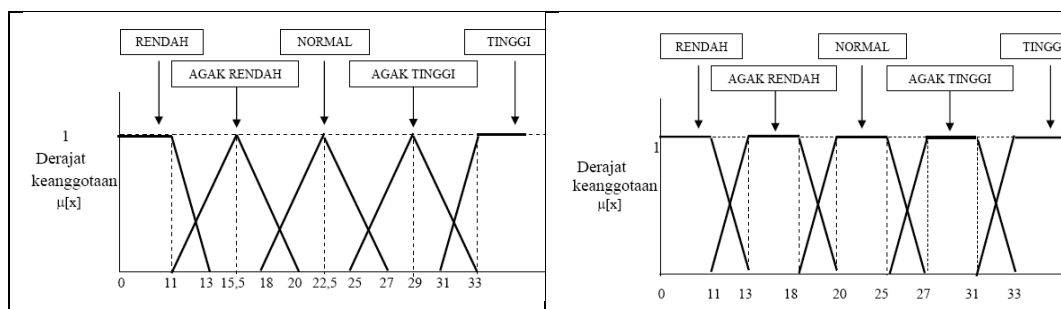
Pada penelitian ini dibuat dua model himpunan *Fuzzy* yang berbeda. Model pertama menggunakan fungsi keanggotaan segitiga, sedangkan model kedua menggunakan fungsi keanggotaan trapesium, Fungsi keanggotaan bahu tetap digunakan pada setiap model untuk nilai-nilai awal dan akhir kategori.

4.1 Fuzzifikasi

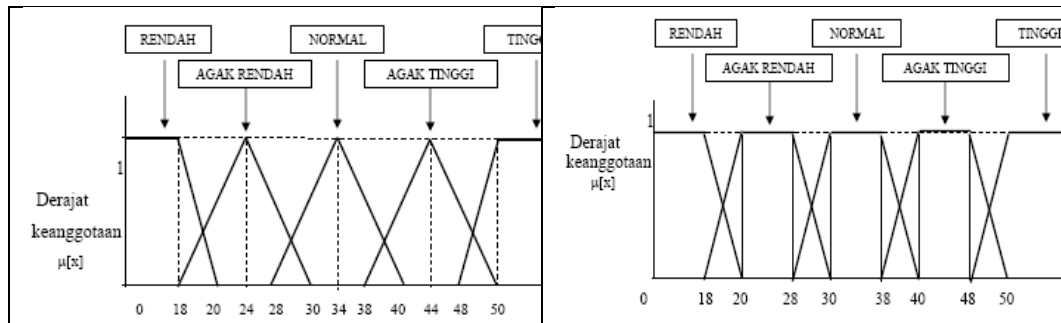
Ada empat variabel yang akan dimodelkan, dengan jumlah keanggotaannya sebagai berikut :

- 1. Suhu Udara; terdiri atas 5 himpunan *Fuzzy*, yaitu: RENDAH, AGAK RENDAH, NORMAL, AGAK TINGGI dan TINGGI
- 2. Kelembaban Tanah; terdiri atas 5 himpunan *Fuzzy*, yaitu: RENDAH, AGAK RENDAH, NORMAL, AGAK TINGGI dan TINGGI
- 3. Umur Tanaman; terdiri atas 5 himpunan *Fuzzy*, yaitu: BIBIT, AGAK BIBIT, ½ PANEN, AGAK SIAP PANEN, SIAP PANEN.
- 4. Tingkat Penyiraman; terdiri atas 5 himpunan *Fuzzy*, yaitu: SEDIKIT, AGAK SEDIKIT, SEDANG AGAK BANYAK dan BANYAK

Gambar 4(a) merupakan gambar variabel suhu udara yang dimodelkan dengan kurva segitiga sedangkan 4(b) merupakan gambar variabel suhu udara yang dimodelkan dengan kurva trapesium.



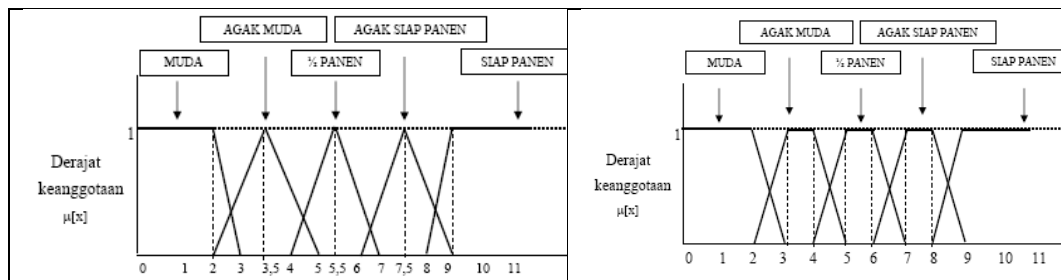
Gambar 4. (a) Pemodelan Suhu Udara menggunakan kurva Segitiga
(b) Pemodelan Suhu Udara menggunakan kurva Trapesium



Gambar 5. (a) Pemodelan Kelembaban Tanah Menggunakan Kurva Segitiga
(b) Pemodelan Kelembaban Tanah Menggunakan Kurva Trapesium

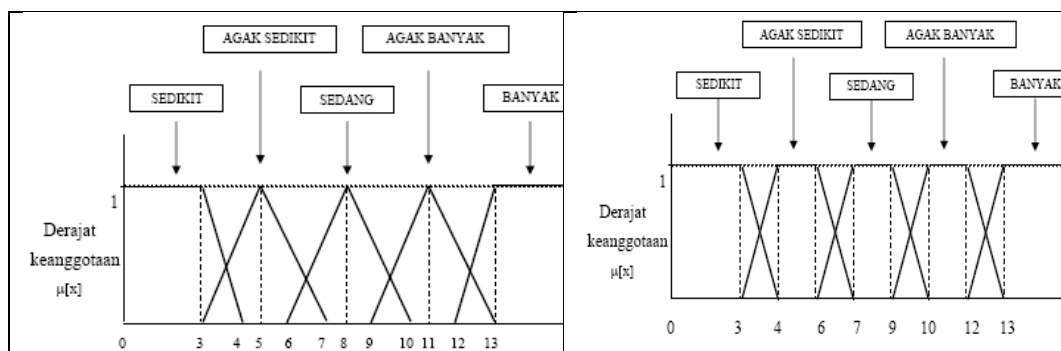
Gambar 5(a) merupakan gambar variabel kelembaban tanah yang dimodelkan dengan kurva segitiga, sedangkan 5(b) adalah variabel kelembaban tanah yang dimodelkan dengan kurva trapesium.

Gambar 6(a) merupakan gambar variabel umur tanaman yang dimodelkan dengan kurva segitiga, sedangkan 6(b) adalah variabel umur tanaman yang dimodelkan dengan kurva trapesium.



Gambar 6. (a) Pemodelan Umur Tanaman Menggunakan Kurva Segitiga
(b) Pemodelan Umur Tanaman Menggunakan Kurva Trapesium

Gambar 7(a) merupakan gambar variabel tingkat penyiraman yang dimodelkan dengan kurva segitiga, sedangkan 7(b) adalah variabel tingkat penyiraman yang dimodelkan dengan kurva trapesium.



Gambar 7. (a) Pemodelan Tingkat Penyiraman Menggunakan Kurva Segitiga
(b) Pemodelan Tingkat Penyiraman Menggunakan Kurva Trapesium

4.2 Inferensi

Tahap dari proses perhitungan *Fuzzy* berikutnya adalah tahap penalaran (*inferensi*). Proses ini berfungsi untuk mencari suatu nilai *Fuzzy* output dari *Fuzzy* input. Prosesnya adalah sebagai berikut: suatu nilai *Fuzzy* input yang berasal dari proses

fuzzification kemudian dimasukkan ke dalam sebuah aturan yang telah dibuat untuk dijadikan sebuah *Fuzzy* output.

Aturan-aturan dibentuk sesuai dengan data-data yang didapat, untuk kedua model terdapat terdapat 125 aturan yang berguna untuk proses aplikasi operator *Fuzzy*. Karena sistem terdiri dari beberapa aturan, maka penalaran (*inferensi*) diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Metode yang akan digunakan dalam melakukan proses aplikasi operator *Fuzzy* adalah metode MIN.

Dari aturan yang ada, data yang telah dimasukkan sebagai input data pada komposisi penilaian pada tahap sebelumnya setelah dilakukan proses aplikasi operator *Fuzzy* termasuk ke dalam beberapa bagian aturan.

Sebagai bahan uji coba, data masukan ke sistem *Fuzzy* ini adalah suhu udara = 24°C, Kelembaban tanah = 42°C dan umur tanaman = 7 minggu. Pada tahap Fuzzifikasi, untuk kedua model, nilai crisp tersebut direpresentasikan pada nilai linguistik. Kemudian dicari nilai μ untuk masing-masing kategori yang mungkin. Hasil tahap fuzzifikasi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel1. Representasi Nilai Linguistik Data Masukan

Data Masukan	Nilai	Model 1	Model 2
Suhu Udara	24°C	Normal, $\mu = 0,67$	Normal, $\mu = 1$
Kelembaban Tanah	42°C	Agak Tinggi, $\mu = 0,67$	Agak Tinggi, $\mu = 1$
Umur tanamaman	7 minggu	½ Panen, $\mu = 0$ Agak Siap Panen, $\mu = 1$	½ Panen, $\mu = 0$ Agak Siap Panen, $\mu = 1$

Setelah diketahui nilai ini maka dilakukan proses Inferensi. Prosesnya dapat dilihat sebagai berikut :

1. Aggregation Model 1

Aturan ke-68

[R. 68] IF Suhu Udara NORMAL AND Kelembaban Tanah AGAK TINGGI AND Umur Tanaman 1/2 PANEN THEN Tingkat Penyiraman SEDANG

$$\begin{aligned} \alpha_{68} = \mu_{PredikatR68} &= \min (\mu_{SUNormal} [24], \mu_{KTAgakTinggi}[42], \mu_{UT1/2Panen} [7]) \\ &= \min (0,67;0,67;0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Aturan ke-69

[R. 69] IF Suhu Udara NORMAL AND Kelembaban Tanah AGAK TINGGI AND Umur Tanaman AGAK SIAP PANEN THEN Tingkat Penyiraman SEDANG

$$\begin{aligned} \alpha_{19} = \mu_{PredikatR69} &= \min (\mu_{SUNormal} [24], \mu_{KTAgakTinggi} [42], \mu_{UTSiapPanen} [7]) \\ &= \min (0,67;0,67;1) \\ &= 0,67 \end{aligned}$$

2. Aggregation Model 2

Aturan ke-68

[R. 68] IF Suhu Udara NORMAL AND Kelembaban Tanah AGAK TINGGI AND Umur Tanaman 1/2 PANEN THEN Tingkat Penyiraman SEDANG

$$\begin{aligned} \alpha_{68} = \mu_{PredikatR68} &= \min (\mu_{SUNormal} [24], \mu_{KTAgakTinggi}[42], \mu_{UT1/2Panen} [7]) \\ &= \min (1,1,0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Aturan ke-69

[R. 69] IF Suhu Udara NORMAL AND Kelembaban Tanah AGAK TINGGI AND Umur Tanaman AGAK SIAP PANEN THEN Tingkat Penyiraman SEDANG

$$\begin{aligned} \alpha_{19} = \mu_{PredikatR69} &= \min (\mu_{SUNormal} [24], \mu_{KTAgakTinggi} [42], \mu_{UTSiapPanen} [7]) \\ &= \min (1,1,1) \\ &= 1 \end{aligned}$$

Untuk melakukan proses komposisi semua output *Fuzzy* dilakukan dengan menggunakan metode MAX.

1. Komposisi Model 1

Dari contoh di atas, terdapat dua aturan : aturan 68, $\mu=0$ dan aturan 69, $\mu=0,67$. Dengan aturan MAX diperoleh dari aturan 69, sehingga untuk model 1 diperoleh nilai $\mu=0,67$.

2. Komposisi Model 2

Untuk model 2, terdapat 2 aturan 68 $\mu=0$ dan aturan 69, $\mu=1$. Dengan aturan MAX diperoleh dari aturan 69, sehingga untuk model 1 diperoleh nilai $\mu=1$.

4.3 Defuzzifikasi

Metode defuzzifikasi pada kasus ini dilakukan dengan menggunakan metode COA (*centre of area*) untuk menentukan nilai *crisp x*, didapat dari fungsi keanggotaan yang terbentuk dari proses komposisi semua output.

1. Coa Model 1

$$COA = \frac{(6+8+10) \times 0,67}{0,67+0,67+0,67} = 16,08 / 2,01 = 8$$

2. Coa Model 2

$$COA = \frac{(6 \times 1)+(7 \times 1)+(8 \times 1)+(8 \times 1)+(9 \times 1)}{1 + 1 + 1 + 1} = 30/4 = 7,5$$

Dari hasil analisa di atas, menunjukkan bahwa pada hasil model1 lamanya penyiraman tanaman sekitar 8 menit. Pada model2 lamanya penyiraman tanaman sekitar 7,5 menit

5. Pengujian

Beberapa pengujian dilakukan untuk menguji model 1 dan model 2. Pengujian dilakukan menggunakan toolbox matlab. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2 berikut :

Tabel 2. Percobaan hasil Tingkat Penyiraman

NO	INPUT NILAI	MODEL 1	MODEL 2
1	38 46 8	13,7	13,8
2	10 20 2	2,86	2,72
3	44 10 8	13,7	13,8
4	35 22 8	13,7	13,8
5	26 45 9	9,5	9,5

Dari pengujian di atas, didapatkan hasil yang tidak jauh berbeda antara model 1 dan model 2. Dari hal ini dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan jika kita memilih model 1 atau model 2 untuk kasus penyiraman tanaman.

6. Penutup

6.1 Kesimpulan

1. Metode logika *Fuzzy* dapat diterapkan pada analisa pengaruh penentuan jumlah himpunan *Fuzzy* untuk kasus pengontrolan penyiraman tanaman
2. Masing-masing tahapan yaitu : pada tahap analisa dan tahap pengujian mendapatkan hasil yang sesuai antara analisa dan pengujian, sehingga dapat disimpulkan analisa yang telah dilakukan berhasil.
3. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap hasil selama range nilai masing-masing model sama.
4. Analisa yang dilakukan mudah untuk dikembangkan, ditambah, maupun digunakan pada analisa pengontrolan yang lain dengan menambahkan komposisi penilaian yang baru.

6.2. Saran

Hasil penelitian tugas akhir ini masih perlu perbaikan untuk pengembangan dan kesempurnaan. Hal-hal yang disarankan untuk pengembangan lebih lanjut adalah :

1. Pengembangan dapat dicoba pada perbedaan model fungsi keanggotaan dengan range yang berbeda.
2. Pengembangan dari hasil analisa dapat ditambah penggunaannya dengan menggunakan suatu alat pengontrol yang terdapat pada alat penyiraman, sehingga lebih mempermudah dalam penggunaannya. Pengontrol dapat dilakukan dengan beberapa pengontrol yang bisa dibuat yaitu dapat menggunakan pengontrol PID, PID yang digabung dengan *Fuzzy gain scheduling (self-tuning)* dan pengontrolan *Fuzzy*.
3. Komposisi penilaian dapat ditambah dalam analisa pengontrolan sehingga analisa dapat dikembangkan lagi menjadi ke *scope* yang lebih luas.

Daftar Pustaka

- [1] A Sofwan, Penerapan *Fuzzy Logic* Pada Sistem Pengaturan Jumlah Air Berdasarkan Suhu Dan Kelembaban *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2005 (SNATI 2005)* ISBN: 979-756-061-6
- [2] Darmawijaya, M.I. Klasifikasi Tanah: Dasar Teori bagi Peneliti Tanah dan Pelaksana Pertanian di Indonesia – Jenis-jenis Tanah Organik. Yogyakarta: Gadjah Mada Univ. Press, 1986.
- [3] Jogiyanto, HM. Analisis & Desain Sistem Informasi. Yogyakarta : Edisi ke-2 Andi Jl. Beo 38-40, 1999.
- [4] Kusumadewi, Sri., dan Hari Purnomo. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta : Graha Ilmu, 2004.
- [5] Kusumadewi, Sri, *Artificial Intelligence (teknik dan aplikasinya)*. Yogyakarta : Graha Ilmu, 2003.
- [6] Liman, Johansah, Ir. M.T. 2002. *Pengenalan Logika Fuzzy*. Available [www.bpkpenabur.or.id/kps-jkt/berita / 2004/ artikel 4, february 9, 2005](http://www.bpkpenabur.or.id/kps-jkt/berita/2004/artikel4_february9_2005)
- [7] Lina Zhou, "Menemukan Aturan untuk Pelanggan 'Memprediksi Sikap Terhadap Internet'", *Journal of Electronic Commerce Research*, VOL. 5, NO.4, 2004 <http://www.csulb.edu/journals/jecr/issues/20044/Paper2.pdf>
- [8] Petunjuk Praktis Bertanam Sayuran. Yogyakarta : Penerbit PPBS, 1992
Wang, Li Xin. *A Course in Fuzzy System and Control*. New Jersey : Prentice Hall, 1997