

IMPLEMENTASI FUZZY LOGIC PADA PRODUKSI RESEP PEMBAGIAN KOPI

Hendra Putra Setyawan¹, Emfa Ahmad A², Arrizal Andi S³, Aunnurohman Muharror⁴, Very Aryanto⁵, Dalli Mufti⁶, Bagus Yudit Laksono⁷, dan Wahyu Setyo Pambudi⁸

^{1,2,3,4,5,6,7,8}Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, ITATS

E-mail: *¹hendraps28@gmail.com

Abstract – Coffee beans have diversity characteristic in aroma and taste, makes coffee a popular drink. Indonesia has many coffee beans producing areas, such as Flores coffee beans, Java coffee beans and Aceh Gayo coffee beans. Combine several coffee beans can produce processed coffee products with different quality flavors. To help from blending coffee blends, fuzzy logic can be used to determine the choice of coffee produced from several coffee bean blends. In this study, the use of the Fuzzy Mamdani method was carried out in a simulation using visual studio. Fuzzy Mamdani logic uses three stages to determine the quality of a mixture of several coffee beans. Fuzzy Logic is uses three stages to determine the quality of a mixture of several coffee beans. The three stages are fuzzification, interference engine, and defuzzification. From the fuzzification process, three coffee bean variables will be taken, for interference the engine will set the rules for the several coffee mixtures after which they will enter the defuzzification process. From the results of defuzzification will determine the expected coffee yield. Coffee products made from three coffee beans are coffee with light, medium and heavy flavor.

Kata Kunci — Coffee beans, Fuzzy Mamdani, Simulation

1. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai Negara agraris dengan penghasil biji kopi dengan keaneka ragamannya. Karakter kopi di Indonesia berbeda beda dari tempat asalnya. Lingkungan dimana kopi tumbuh mempengaruhi pada aroma dan rasanya. Kualitas biji kopi menjadi hal penting yang harus dilihat dalam menentukan rasa sajian kopi yang dihasilkan. Dengan memadukan campuran dari beberapa biji kopi lokal bisa menghasilkan produk kopi dengan kualitas berbeda[1]. Untuk membantu proses memadukan beberapa biji kopi pilihan bisa dengan menggunakan logika fuzzy mamdani untuk menentukan produk kopi dengan rasa khas yang unik. Logika fuzzy sendiri adalah cabang ilmu matematika yang memiliki konsep sederhana. fuzzy dikenalkan oleh Zadeh pada tahun 1962. Metodologi logika fuzzy bisa difungsikan pada perangkat lunak dan perangkat keras maupun keduanya. Berbeda dengan logika bersifat biner, yang mempunyai dua kemungkinan, "Ya atau Tidak" atau disebut dengan logika 0 atau 1[2]. Logika fuzzy nilai keanggotaan bisa berada di antara 0 dan 1. Metode fuzzy terdapat beberapa jenis seperti Metode Tsukamoto, Metode Mamdani, dan Metode Sugeno. Fuzzy metode Tsukamoto, menggunakan aturan yang berbentuk IF-THEN yang dipresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dan fungsi keanggotaan yang bersifat monoton. Fuzzy Mamdani menggunakan himpunan fuzzy untuk input dan output. Pada fuzzy metode Sugeno, hamper sama dengan penalaran Mamdani, yang membuat berbeda adalah pada outputnya. Untuk output pada pada Fuzzy Sugeno tidak dalam bentuk himpunan fuzzy, melainkan berbentuk persamaan linear[3].

2. METODE PENELITIAN

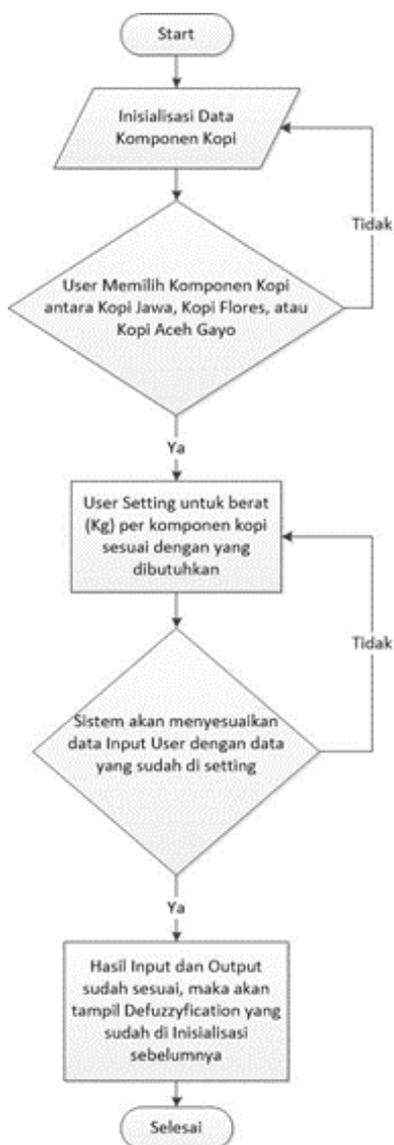
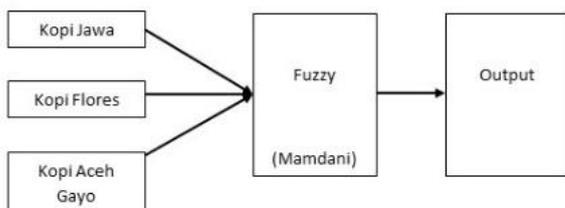
Pada perhitungan menggunakan logika fuzzy meenggunakan tiga tahapan seperti fuzzyfication, inference engine, dan defuzzyfication.

- *Fuzzification* adalah proses dari pemetaan nilai-nilai input. Pada percobaan kali ini untuk input harus ditentukan, disini menggunakan tiga variable sebagai input yaitu biji kopi jawa, kopi flores, dan kopi aceh gayo. Dari variable tadi, memiliki himpunan keanggotaan yang sama seperti light, medium, heavy.
- *Interference engine* dalam program fuzzy ini terdapat rules yang akan mempengaruhi proses dari defuzzykasi. Pada percobaan ini untuk program interference engine terdapat dua puluh tujuh rules.
- Defuzzifikasi merupakan proses mengubah variabel fuzzy menjadi non fuzzy. Proses defuzzifikasi menghasilkan output dari logika fuzzy. Dari rules akan terdapat nilai himpunan dimana nanti akan menjadi crisp output fuzzifikasi.

Program fuzzy yang dibuat adalah program Pembagian Kopi berdasarkan tiga variable yaitu Kopi Jawa, Kopi Flores, dan Kopi Aceh Gayo. Dari ketiga variable tadi memiliki tiga himpunan keanggotaan yang sama berdasarkan berat biji kopi yaitu light, medium, dan heavy. Saat melakukan penelitian Adapun tahapan-tahapan yang harus dibuat seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1. dan Gambar 2.

Gambar 1. Input output proses pengujian.

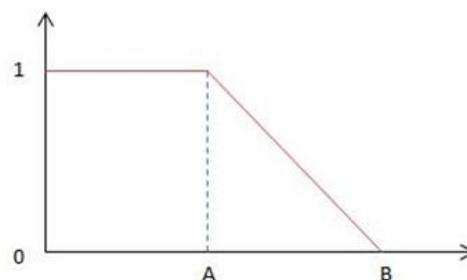
Gambar 2. Diagram Alur sistem



Fuzzification

2.1 Fuzzification

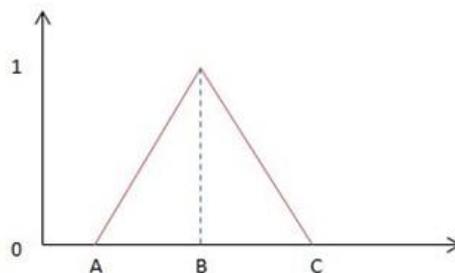
Fungsi keanggotaan adalah grafik yang mewakili besar dari derajat keanggotaan masing-masing variable *input* yang berada dalam *interval* antara 0 dan 1. Derajat keanggotaan sebuah variabel x dilambangkan dengan $\mu(x)$. *Rule* menggunakan nilai keanggotaan sebagai faktor bobot untuk menentukan pengaruhnya pada saat melakukan inferensi untuk menarik kesimpulan[4]. Dari ketiga variable untuk fungsi keanggotaannya dalam penelitian kami menggunakan fungsi keanggotaan yang sama. Fungsi keanggotaannya yaitu *light*, *medium* dan *heavy*. Untuk fungsi keanggotaan *light* menggunakan fuzzifikasi tipe trapezium menurun, dengan menggunakan persamaan (1).



Gambar 3. Fuzzikasi Kurva Trapezium Menurun

$$\mu [x] = \begin{cases} 0; & x \geq B \\ \frac{B-x}{B-A}; & A \leq x \leq B \\ 1; & x \leq A \end{cases} \quad (1)$$

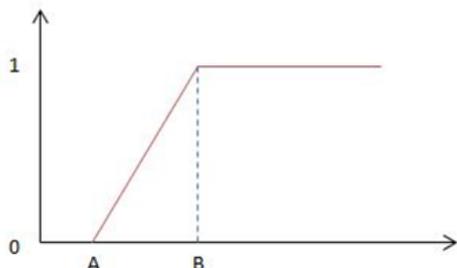
Untuk fungsi keanggotaan *medium* menggunakan fuzzikasi tipe segitga, dengan persamaan seperti (2).



Gambar 4. Fuzzikasi Kurva Segitiga

$$\begin{aligned} &0; && x \leq A \text{ atau } x \geq C \\ \mu [x] &= \frac{x-A}{B-A}; && A \leq x \leq B \quad (2) \\ &\frac{C-x}{C-B}; && B \leq x \leq C \\ &1; && x = B \end{aligned}$$

Untuk fungsi keanggotaan heavy menggunakan fuzzifikasi tipe trapezium dengan persamaan fuzzifikasi kurva trapezium menaik (3).



Gambar 5. Fuzzifikasi Kurva Trapezium Menaik

$$\begin{aligned} &0; && x \leq A \\ \mu [x] &= \frac{x-A}{B-A} && A \leq x \leq B \quad (3) \\ &1; && x \geq B \end{aligned}$$

Dari tiga variable tadi memiliki fungsi keanggotaan dengan kurva yang sama dimulai dari light, medium dan heavy. Untuk jalur pin dari masing – masing komponen dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Fungsi Keanggotaan Setiap Variable

No	Variable Kopi		Nilai Input
1	Kopi Jawa	Light	0-79
		Medium	60-90
		Heavy	85-100
2	Kopi Flores	Light	0-74
		Medium	65-90
		Heavy	88-100
3	Kopi Aceh Gayo	Light	0-45
		Medium	35-90
		Heavy	80-100

2.2 Interface Engine

Pada percobaan ini untuk rules akan mempengaruhi hasil defuzzifikasi. Untuk nilai Min dan Max didapat pada Rule, dimana nilai tertinggi adalah Max dan nilai terendah adalah Min. Dapat dilihat dari outputnya presentase atau rule yang merupakan output dari nilai-nilai yang didapat dari input yang dimasukkan.

2.3 Defuzzifikasi

Maksud dari Defuzzification Val adalah sebagai penentu termasuk kategori manakah kopi tersebut. komposisi semua output fuzzy dilakukan dengan. Kemudian, penegasan atau disebut defuzzifikasi dilakukan dengan menggunakan metode Centroid. Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah fuzzy. Berikut adalah nilai tengah dari parameter tiap-tiap Kopi.

Mild coffee = 15 Balance coffee = 45
Strong coffee = 95

2.4 TINJAUAN PUSTAKA

Biji Kopi

Kopi merupakan minuman yang menjadi populer dikalangan masyarakat. Dulu kopi hanya terbatas diproduksi dan dikonsumsi di negara-negara Timur Tengah seperti Arab Saudi[5]. Rasa yang khas dari kopi tergantung dari jenis kopinya. Umumnya biji kopi memiliki dua jenis yaitu arabika atau robusta. Arabika dikenal dengan rasa keasamannya sedang untuk kopi robusta dikenal dengan rasa pahitnya. Rasa keasaman dari kopi arabika juga berbeda antara biji kopi arabika satu sama lain. Ada kopi arabika yang memiliki rasa yang halus saat diminum dan ada juga yang meninggalkan bekas rasa ketika habis diminum. Karena rasa yang berbeda dari setiap biji kopi,menjadikan banyak cara untuk menyajikan seduhan kopi, salah satunya dengan mencampurkan beberapa biji kopi dengan perbandingan tertentu. Dari pencampuran biji kopi akan menghasilkan rasa yang unik saat dinikmati.

Logika Fuzzy

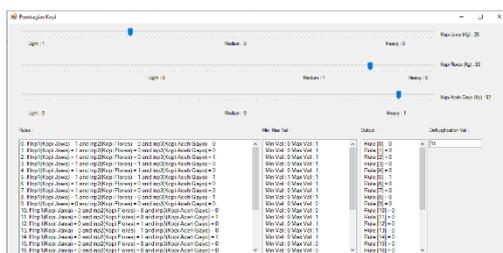
Dalam hal mengambil keputusan banyak menggunakan beberapa konsep dari konsep kecerdasan buatan komputasi konvensional. Komputasi konvensional merupakan cara pengambilan klasik dengan logika benar dan salah atau bisa disebut juga istilah binary satu dan nol. Untuk penggunaan konsep konvensional tidak bisa menjadikan pemakai memiliki pilihan yang banyak dalam hal mengambil keputusan. Oleh karena itu muncullah beberapa konsep pengendalian kecerdasan buatan yang diharapkan bisa mengatasi kekurangan dari konsep secara konvensional. Salah satu dari konsep kecerdasan buatan adalah logika fuzzy. Logika fuzzy adalah pengembangan

dari logika Boolean yang mengenalkan konsep kebenaran sebagian[6]. Dalam logika fuzzy terdapat tiga metode Mamdani, Sugeno dan Tsukamoto. Pada pemodelan Mamdani dari input data akan dibedakan menjadi himpunan keanggotaan. Proses penghimpunan keanggotaan disebut juga dengan fuzzikasi. Setelah dilakukan penghimpunan keanggotaan. Maka akan ditentukan aturan untuk menghasilkan output yang ditentukan. Aturan tersebut yaitu penggabungan dari kondisi variable input yang ada. Aturan akan dinyatakan dalam bentuk if... and... then. Setelah memasuki kedua tahapan tersebut, maka akan memasuki tahapan defuzzifikasi. Defuzzifikasi akan mengkonversi setiap hasil dari inference engine yang berbentuk fuzzy set kesuatu bilangan real[7].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Interface

Pada penelitian fuzzy kali kami menggunakan simulasi dengan visual studio 2010. Pada visual studio kami membuat tampilan interface untuk bisa menentukan variable kopi dengan cara menggeser track bar. Track bar tersebut mewakili dari nilai himpunan keanggotaannya. Terlihat juga dibawah trackbar detail dari himpunan keanggotaannya seperti *light*, *medium* dan *heavy*. Terdapat juga tampilan listbox yang berisi dari aturan dari metode fuzzification tersebut. Dan untuk tampilan hasil bisa dilihat pada textbox yang bertanda sebagai Defuzzyfication Val atau bisa dibilang sebagai Value (Nilai) dari hasil defuzzifikasi.

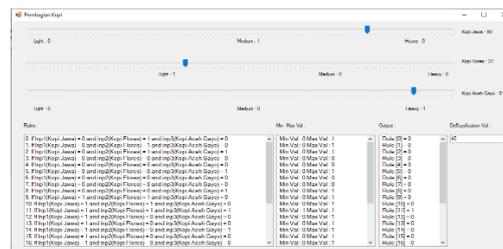


Gambar 6. Interface Simulasi Pencampuran Kopi dengan hasil Mild Coffee

Penjelasan :

Berdasarkan pada gambar 6, input1(**Kopi Jawa**) bernilai **26**, dan itu termasuk dalam kategori **Light**. Lalu input2(**Kopi Flores**) bernilai **85**, dan itu termasuk kategori **Medium**. Untuk input3(**Kopi Aceh Gayo**) bernilai **92**, dan itu termasuk kategori **Heavy**. Input juga bisa dilihat pada listbox Rules.

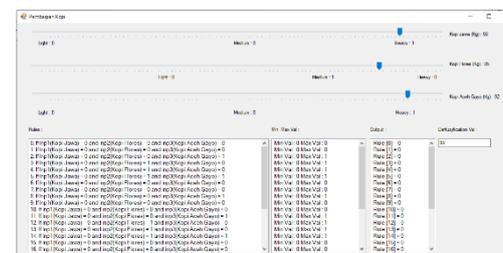
Defuzzyfication **Val** disini adalah **15.15** adalah nilai tengah dari Parameter **Mild Coffee**. Maksud dari Defuzzyfication Val adalah sebagai penentu termasuk kategori manakah kopi tersebut.



Gambar 7. Interface Simulasi Pencampuran Kopi dengan hasil Balance Coffee

Penjelasan :

Berdasarkan pada gambar 7, **Defuzzyfication Val** disini adalah **45.45** adalah nilai tengah dari Parameter **Balance Coffee**. Dengan input1(**Kopi Jawa**) bernilai **80**, dan itu termasuk dalam kategori **Medium**. Lalu input2(**Kopi Flores**) bernilai **37**, dan itu termasuk kategori **Light**. Untuk input3(**Kopi Aceh Gayo**) bernilai **91**, dan itu termasuk kategori **Heavy**. Input juga bisa dilihat pada listbox Rules.



Gambar 8. Interface Simulasi Pencampuran Kopi dengan hasil Strong Coffee

Penjelasan :

Berdasarkan pada gambar 8, **Defuzzyfication Val** disini adalah **95.95** adalah nilai tengah dari Parameter **Strong Coffee**. Dengan input1(**Kopi Jawa**) bernilai **90**, dan itu termasuk dalam kategori **Heavy**. Lalu input2(**Kopi Flores**) bernilai **85**, dan itu termasuk kategori **Light**. Untuk input3(**Kopi Aceh Gayo**) bernilai **92**, dan itu termasuk kategori **Heavy**. Input juga bisa dilihat pada listbox Rules.

Untuk nilai Min dan Max didapat pada Rule, dimana nilai tertinggi adalah Max dan nilai terendah adalah Min. Dapat dilihat dari outputnya presentase atau rule yang merupakan output dari nilai-nilai yang didapat dari input yang dimasukkan.

Berikut adalah nilai tengah dari parameter tiap-tiap Kopi.

- Mild Coffee** = 15
- Balance Coffee** = 45
- Strong Coffee** = 95

Jadi, dengan input seperti di gambar 6, 7, dan 8 kopi tersebut masuk kedalam kategori **Mild Coffee**, **Balance Coffee**, dan **Strong Coffee**. Namun, tidak semua hasil defuzzyfication Val adalah nilai tengah, ada juga yang lebih besar atau lebih kecil. Namun,

apabila masih termasuk dalam jangkauan parameter asli dari kategori tersebut, maka hasilnya tetap kategori tersebut tidak kategori di bawahnya atau diatasnya.

Dari penelitian tersebut menggunakan simulasi dengan visual studio maka dapat diambil data dari input dan output seperti yang bisa dilihat dari tabel 2.

Tabel 2. Data layout Pencampuran Kopi

Data ke-	Kopi Jawa	Kopi Flores	Kopi Aceh Gayo	Defuzzification Val
1	1 (35)	1 (43)	1 (29)	15
2	1 (35)	1 (43)	2 (63)	15
3	1 (35)	1 (43)	3 (90)	15
4	1 (35)	2 (85)	1 (18)	15
5	1 (35)	2 (85)	2 (63)	15
6	1 (35)	2 (85)	3 (90)	15
7	1 (35)	3 (94)	1 (24)	15
8	1 (35)	3 (94)	2 (63)	15
9	1 (35)	3 (94)	3 (90)	15
10	2 (80)	1 (16)	1 (21)	45
11	2 (80)	1 (16)	2 (63)	45
12	2 (80)	1 (16)	3 (96)	45
13	2 (80)	2 (85)	1 (18)	45
14	2 (80)	2 (85)	2 (63)	45
15	2 (80)	2 (85)	3 (96)	45
16	2 (80)	3 (94)	1 (27)	45
17	2 (80)	3 (94)	2 (63)	45
18	2 (80)	3 (94)	3 (93)	45
19	3 (95)	1 (37)	1 (24)	95
20	3 (95)	1 (37)	2 (63)	95
21	3 (95)	1 (37)	3 (93)	95
22	3 (95)	2 (85)	1 (30)	95
23	3 (95)	2 (85)	2 (63)	95
24	3 (95)	2 (85)	3 (96)	95
25	3 (95)	3 (97)	1 (24)	95
26	3 (95)	3 (97)	2 (63)	95
27	3 (95)	3 (97)	3 (96)	95

Note:

1 = Light

2 = Medium

3 = Heavy

(**) = Nilai Berat Kopi (Kg)

15 = Mild Coffee

45 = Balance Coffee

95 = Strong Coffee

4. SIMPULAN

Berdasarkan Analisa, dapat disimpulkan bahwa fuzzy logic membantu pengguna untuk menentukan pilihan yang samar (fuzzy) atau ambigu (ambiguity) menjadi jelas.

Berikut beberapa Analisa yang dapat disimpulkan :

1. Hasil dari input 3 nilai biji kopi pada interface simulasi pencampuran kopi dengan menggunakan *defuzzification* nilai terendah adalah 15 untuk mild coffee sedangkan

2. Hasil dari 3 nilai biji kopi dikategorikan dengan 3 katagori berdasarkan nilai yang di peroleh nilai 15 = mild coffee 45 = balance coffee dan 95 = strong coffee
3. Dari hasil defuzzification metode penggunaan defuzzification untuk mendapatkan hasil nilai kopi yang diinginkan dapat ditentukan dengan megeser tarck bar yang ditentukan untuk mendapat hasil nilai yang di inginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "jenis-jenis-kopi-nusantara @ ottencoffee.co.id." [Online]. Available: <https://ottencoffee.co.id/majalah/jenis-jenis-kopi-nusantara>
- [2] F. A. Minami, "Prediksi Jumlah Produksi Roti Menggunakan Metode Logika Fuzzy," *Teknoif*, vol. 4, no. 2, pp. 59–65, 2016.
- [3] F. Rastic Andrari, M. Maimunah, and Nurmala Dewi Qadarsih, "Penerapan Metode Fuzzy Mamdani Dalam Menentukan Harga Jual Ponsel Pintar Bekas (Studi Kasus Pada Kayyis Cellular Depok)," *Pixel J. Ilm. Komput. Graf.*, vol. 14, no. 2, pp. 253–262, 2021, doi: 10.51903/pixel.v14i2.585.
- [4] S. A. Dharma, T. J. Pattiasina, and E. M. Trianto, "Perancangan Aplikasi Rekomendasi Pemilihan Lokasi Rumah dengan Memanfaatkan Fuzzy Database Metode Tahani," *Teknika*, vol. 4, no. 1, pp. 23–28, 2015, doi: 10.34148/teknika.v4i1.33.
- [5] R. Rahman, H. Wanto, and E. Haryanti, "Analisis Preferensi Konsumen Terhadap Kopi Lokal Jawa (Bromo Tengger) Di Kota Surabaya," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 1981.
- [6] H. Nasution, "Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan," *ELKHA J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 4–8, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/Elkha/article/view/512>
- [7] Sutikno, "Perbandingan Metode Defuzzifikasi Aturan Mamdani Pada Sistem Kendali Logika Fuzzy (Studi Kasus Pada Pengaturan Kecepatan Motor DC)," *Elektro, Jur. Tek. Tek. Fak. Semarang, Univ. Diponegoro*, pp. 1–10, 2011.