

ANALISIS SISTEM *REJECT* BOTOL MENGGUNAKAN *FUZZY LOGIC MAMDANI* BERDASARKAN *VOLUME* DAN BERAT PENGISIAN PADA MESIN PENGISI BOTOL OTOMATIS

Romi Afriansyah¹, Iskandar Lutfi², Evelina³

^{1,2,3}Politeknik Negeri Sriwijaya; Jalan Srijaya Negara, Bukit Besar, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30139 ; Telpon : +620711353414 Fax: +62711355918

Keywords:

Fuzzy Logic Mamdani; Sistem Reject; Volume Pengisian; Berat Pengisian; Mesin Pengisi Botol.

Correspondent Email:

romiafriansyah15@gmail.com

Abstrak. Kualitas hasil pengisian pada mesin pengisi botol otomatis dipengaruhi oleh kesesuaian volume dan berat cairan yang masuk ke dalam botol. Ketidaksesuaian parameter tersebut dapat menyebabkan produk tidak memenuhi standar kualitas sehingga diperlukan sistem reject yang mampu melakukan pengambilan keputusan secara otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan metode Fuzzy Logic Mamdani pada sistem reject mesin pengisi botol otomatis berdasarkan parameter volume dan berat pengisian. Metode penelitian yang digunakan meliputi perancangan fungsi keanggotaan fuzzy, penyusunan basis aturan (rule base), proses fuzzifikasi, inferensi Mamdani, agregasi, dan defuzzifikasi menggunakan metode centroid. Sistem dirancang menggunakan dua variabel masukan, yaitu volume dan berat pengisian, serta satu variabel keluaran berupa status produk. Pengujian dilakukan menggunakan 50 data volume dan berat pengisian yang diproses menggunakan MATLAB Fuzzy Logic Toolbox. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem menghasilkan nilai output fuzzy pada rentang 25–75 dengan klasifikasi 29 data berstatus OK dan 21 data berstatus Reject. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode Fuzzy Logic Mamdani mampu digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan pada sistem reject secara efektif dan fleksibel berdasarkan kombinasi parameter volume dan berat pengisian.



Copyright © 2026 The Author(s), Published by Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0).

Abstract. The quality of filling results in an automatic bottle filling machine is influenced by the conformity of the liquid volume and weight inside the bottle. Deviations in these parameters may cause products to fail to meet quality standards; therefore, an automatic reject system is required to support decision-making processes. This study aims to analyze the implementation of the Mamdani Fuzzy Logic method in an automatic bottle filling machine reject system based on filling volume and weight parameters. The research method includes the design of fuzzy membership functions, rule base development, fuzzification, Mamdani inference, aggregation, and defuzzification using the centroid method. The system was designed with two input variables, namely filling volume and filling weight, and one output variable representing product status. Testing was conducted using 50 sets of volume and weight data processed through the MATLAB Fuzzy Logic Toolbox. The results showed that the system generated fuzzy output values ranging from 25 to 75, with 29 data classified as OK and 21 data classified as Reject. These findings indicate that the Mamdani Fuzzy Logic method can be effectively applied as a decision-making approach in reject systems and provides greater flexibility by considering the combined effect of volume and weight parameters.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi otomasi industri telah mendorong penggunaan sistem kontrol otomatis pada berbagai sektor manufaktur untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas produk. Salah satu penerapan otomasi yang banyak digunakan adalah mesin pengisi botol otomatis yang mampu melakukan proses pengisian secara lebih cepat, konsisten, dan efisien dibandingkan proses manual. [1], [2]

Pada sistem pengisian botol otomatis, kualitas hasil pengisian ditentukan oleh kesesuaian volume dan berat cairan yang masuk ke dalam botol.[3] Ketidaksesuaian volume maupun berat dapat menyebabkan produk tidak memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan. Kondisi underfill dapat mengurangi kualitas produk yang diterima konsumen, sedangkan kondisi overfill dapat menyebabkan pemborosan bahan baku dan menurunkan efisiensi proses produksi.[4], [5]

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ardiansyah et al. [6] telah mengembangkan sistem pengisian botol otomatis berbasis PLC yang dilengkapi sensor flowmeter untuk pengukuran volume cairan. Sistem tersebut mampu melakukan proses pengisian secara otomatis dan memberikan informasi hasil pengisian. Selain itu, penelitian Siregar et al. [7] menunjukkan bahwa penggunaan PLC, flowmeter, dan loadcell dapat meningkatkan akurasi proses pengisian botol otomatis. Namun, sistem yang dikembangkan masih berfokus pada proses pengukuran dan pengisian sehingga belum dilengkapi mekanisme pengambilan keputusan untuk menentukan kualitas hasil pengisian secara otomatis.[8]

Dalam industri manufaktur, sistem reject merupakan bagian dari quality control yang berfungsi untuk memisahkan produk yang tidak memenuhi spesifikasi dari jalur produksi utama.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Putra [9] menunjukkan bahwa penggunaan PLC dan sensor proximity pada sistem conveyor otomatis mampu meningkatkan akurasi proses pemilahan objek sehingga proses sortir dapat dilakukan secara lebih efektif dan konsisten. Pada penelitian Hidayat et al. [10] menunjukkan bahwa sistem sortir otomatis berbasis PLC mampu melakukan pemisahan objek secara otomatis berdasarkan kondisi tertentu sehingga meningkatkan efisiensi proses produksi. Akan tetapi, metode pemisahan yang

menggunakan batas tetap (threshold) masih memiliki keterbatasan dalam menangani variasi data hasil pengukuran yang bersifat tidak pasti.

Fuzzy Logic Mamdani merupakan salah satu metode yang mampu menangani ketidakpastian melalui konsep derajat keanggotaan dan aturan linguistik berbentuk IF-THEN. Metode ini banyak digunakan pada sistem pengambilan keputusan karena mampu menghasilkan keluaran yang lebih fleksibel berdasarkan kombinasi beberapa parameter masukan.[11], [12] Pada penelitian ini, parameter yang digunakan sebagai masukan adalah volume hasil pengisian dan berat hasil pengisian yang diperoleh dari sensor flowmeter dan loadcell.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan metode Fuzzy Logic Mamdani pada sistem reject mesin pengisi botol otomatis berdasarkan parameter volume dan berat pengisian. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem kontrol kualitas otomatis yang lebih adaptif serta mampu meningkatkan kualitas hasil pengisian pada mesin pengisi botol otomatis.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pengisian Botol Otomatis

Sistem pengisian botol otomatis merupakan sistem yang digunakan untuk mengisi cairan ke dalam botol secara otomatis dengan volume yang telah ditentukan. Sistem ini banyak digunakan pada industri makanan, minuman, farmasi, dan produk cair lainnya karena mampu meningkatkan efisiensi produksi serta menjaga konsistensi hasil pengisian. Penggunaan sistem otomatis memungkinkan proses pengisian dilakukan dengan lebih cepat, akurat, dan mengurangi kesalahan yang disebabkan oleh operator.[2]

Penelitian yang dilakukan oleh Ardiansyah et al. menunjukkan bahwa penggunaan PLC, sensor flowmeter, dan sistem monitoring mampu menghasilkan proses pengisian botol secara otomatis dengan tingkat akurasi yang baik. [6] Oleh karena itu, sistem pengisian botol otomatis menjadi salah satu solusi yang efektif dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas proses produksi.

2.2 Sistem Reject

Sistem reject merupakan bagian dari sistem kontrol kualitas yang berfungsi untuk

memisahkan produk yang tidak memenuhi spesifikasi dari jalur produksi utama. Pada industri manufaktur, sistem reject digunakan untuk memastikan hanya produk yang memenuhi standar kualitas yang dapat melanjutkan ke tahap produksi berikutnya.[4], [13]

Dalam proses pengisian botol, keputusan reject dapat dilakukan berdasarkan parameter volume dan berat hasil pengisian. Produk yang berada di luar batas yang ditentukan akan dikategorikan sebagai reject dan dipisahkan dari jalur produksi. Penggunaan sistem reject otomatis dapat meningkatkan efisiensi proses quality control serta mengurangi kemungkinan kesalahan inspeksi manual.[10]

2.3 Sensor Flowmeter dan Loadcell

Flowmeter merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur laju aliran atau volume cairan yang mengalir dalam suatu sistem. Pada mesin pengisi botol otomatis, sensor flowmeter digunakan untuk menentukan jumlah cairan yang masuk ke dalam botol selama proses pengisian berlangsung.[5], [14]

Selain volume, berat hasil pengisian juga dapat digunakan sebagai parameter kontrol kualitas. Pengukuran berat dilakukan menggunakan sensor loadcell yang bekerja berdasarkan perubahan nilai resistansi akibat gaya tekan yang diterima sensor.[15] Data berat yang diperoleh digunakan untuk memverifikasi hasil pengisian dan meningkatkan keakuratan proses evaluasi kualitas produk [5]. [16]

Kombinasi data volume dan berat memberikan informasi yang lebih akurat dalam menentukan kondisi hasil pengisian dibandingkan penggunaan satu parameter saja.

2.4 Fuzzy Logic Mamdani

Fuzzy Logic merupakan metode yang diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 untuk menangani permasalahan yang mengandung ketidakpastian dan nilai yang tidak bersifat pasti. Berbeda dengan logika biner yang hanya mengenal nilai benar atau salah, logika fuzzy menggunakan konsep derajat keanggotaan yang berada pada rentang 0 sampai 1.[11]

Salah satu metode fuzzy yang banyak digunakan adalah Fuzzy Logic Mamdani. Metode ini memanfaatkan aturan berbentuk IF–THEN untuk menghasilkan keputusan

berdasarkan beberapa parameter masukan. Tahapan utama dalam metode Mamdani meliputi fuzzifikasi, pembentukan basis aturan (rule base), proses inferensi, dan defuzzifikasi.[12]

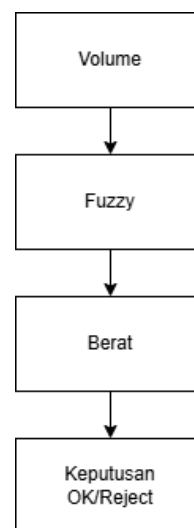
Pada penelitian ini, parameter volume dan berat digunakan sebagai variabel masukan, sedangkan keluaran yang dihasilkan berupa keputusan OK atau Reject. Penggunaan metode Fuzzy Mamdani memungkinkan proses pengambilan keputusan dilakukan secara lebih fleksibel dibandingkan metode batas tetap karena mempertimbangkan tingkat keanggotaan masing-masing parameter.[11], [12]

2.5 Kerangka Pemikiran Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua parameter utama, yaitu volume dan berat hasil pengisian botol. Data volume diperoleh dari sensor flowmeter, sedangkan data berat diperoleh dari sensor loadcell. Kedua parameter tersebut diproses menggunakan metode Fuzzy Logic Mamdani untuk menghasilkan keputusan berupa status OK atau Reject.

Secara umum alur penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:

Gambar 1. Kerangka Penelitian



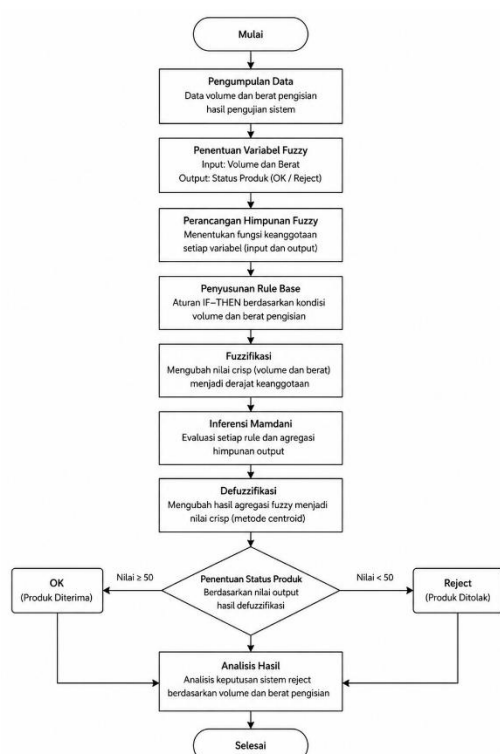
Metode ini digunakan untuk menganalisis pengaruh kombinasi volume dan berat terhadap keputusan sistem reject pada mesin pengisi botol otomatis.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental berbasis perancangan sistem (*experimental engineering research*) yang bertujuan untuk menganalisis penerapan metode Fuzzy Logic Mamdani pada sistem reject mesin pengisi botol otomatis berdasarkan parameter volume dan berat pengisian. Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu perancangan variabel fuzzy, penyusunan basis aturan (*rule base*), proses inferensi Mamdani, serta analisis hasil keputusan sistem terhadap kondisi pengisian botol.

Data yang digunakan dalam penelitian berupa nilai volume dan berat pengisian yang diperoleh dari proses pengujian sistem. Parameter volume digunakan untuk merepresentasikan jumlah cairan yang masuk ke dalam botol, sedangkan parameter berat digunakan untuk memverifikasi hasil pengisian. Kedua parameter tersebut diproses menggunakan metode Fuzzy Logic Mamdani untuk menghasilkan keputusan berupa kategori OK atau Reject.

Gambar 2. Flowchart Metode Penelitian



Sumber: Hasil Penelitian (2026)

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan untuk memperoleh keputusan sistem reject

berdasarkan volume dan berat pengisian menggunakan metode Fuzzy Logic Mamdani. Proses penelitian dimulai dari pengumpulan data volume dan berat, perancangan himpunan fuzzy, penyusunan basis aturan, proses inferensi, hingga analisis hasil keputusan sistem.

Tahapan penelitian terdiri dari:

1. Pengumpulan data volume dan berat pengisian.
2. Perancangan fungsi keanggotaan fuzzy.
3. Penyusunan basis aturan (*rule base*).
4. Proses fuzzifikasi.
5. Inferensi menggunakan metode Mamdani.
6. Defuzzifikasi menggunakan metode centroid.
7. Analisis hasil keputusan sistem.

3.2 Perancangan Variable Fuzzy

Pada penelitian ini digunakan dua variabel masukan dan satu variabel keluaran. Variabel masukan terdiri dari volume pengisian dan berat pengisian, sedangkan variabel keluaran berupa status produk.

3.2.1 Variabel Volume

Variable volume digunakan sebagai parameter utama dalam menentukan kualitas hasil pengisian botol. Target volume pengisian ditetapkan sebesar 500 mL. Variabel volume dibagi menjadi tiga himpunan fuzzy yaitu Kurang, Normal, dan Lebih.

Tabel 1. Variabel Volume

Himpunan Fuzzy	Rentang (ml)
Kurang	450-500
Normal	475-525
Lebih	500-550

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

3.2.2 Variabel Berat

Variabel berat digunakan untuk memverifikasi hasil pengisian cairan pada botol. Target berat pengisian ditetapkan sebesar 500 gram. Variabel berat dibagi menjadi tiga himpunan fuzzy yaitu Ringan, Normal, dan Berat.

Tabel 2. Variabel Berat

Himpunan Fuzzy	Rentang (gram)
Ringan	450-500
Normal	475-525
Berat	500-550

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

3.2.3 Variabel Keluaran

Variabel keluaran berupa keputusan sistem reject yang terdiri dari dua kategori yaitu OK dan Reject.

Tabel 3. Variabel Keluaran

Himpunan Fuzzy	Rentang
Reject	0-50
Ok	50-100

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

3.3 Perancangan Sistem Fuzzy Mamdani

Metode Fuzzy Logic Mamdani digunakan untuk menentukan status produk berdasarkan kombinasi nilai volume dan berat pengisian. Tahapan metode yang digunakan terdiri dari fuzzifikasi, inferensi, agregasi, dan defuzzifikasi.

3.3.1 Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan proses mengubah nilai masukan berupa volume dan berat pengisian menjadi nilai derajat keanggotaan pada masing-masing himpunan fuzzy yang telah ditentukan.

3.3.2 Basis Aturan (Rule Base)

Basis aturan digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan sistem. Aturan fuzzy disusun dalam bentuk IF–THEN berdasarkan hubungan antara variabel volume dan berat pengisian.

Tabel 4. Rule Base

No.	Volume	Berat	Keputusan
1.	Kurang	Ringan	Reject
2.	Kurang	Normal	Reject
3.	Kurang	Berat	Reject
4.	Normal	Ringan	Reject
5.	Normal	Normal	Ok
6.	Normal	Berat	Reject
7.	Lebih	Ringan	Reject
8.	Lebih	Normal	Reject
9.	Lebih	Berat	Reject

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

3.3.3 Inferensi

Inferensi merupakan proses evaluasi terhadap seluruh aturan fuzzy yang telah disusun pada basis aturan. Pada penelitian ini digunakan metode Mamdani dengan operator MIN untuk menentukan nilai keluaran dari setiap aturan yang aktif. Nilai derajat keanggotaan dari variabel volume dan berat dibandingkan menggunakan operator MIN

sehingga diperoleh nilai keluaran masing-masing aturan.

Sebagai Contoh:

IF Volume = Normal

AND Berat = Normal

THEN Status = Ok

Nilai keluaran aturan diperoleh dari nilai minimum antara derajat keanggotaan volume dan berat

3.3.4 Agregasi

Agregasi merupakan proses penggabungan seluruh keluaran aturan yang aktif menjadi satu himpunan fuzzy keluaran. Pada metode Mamdani, proses agregasi dilakukan menggunakan operator MAX untuk memperoleh nilai keluaran akhir dari seluruh aturan yang telah dievaluasi pada tahap inferensi.

3.3.5 Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan proses mengubah himpunan fuzzy hasil agregasi menjadi nilai tegas (*crisp output*). Metode yang digunakan adalah metode centroid.

Persamaan metode centroid ditunjukkan pada Persamaan (1).

$$Z = \frac{\sum \mu(z) \cdot z}{\sum \mu(z)}$$

Keterangan:

Z = nilai keluaran fuzzy

$\mu(z)$ = derajat keanggotaan

z = nilai keluaran

Nilai hasil defuzzifikasi digunakan sebagai dasar penentuan status produk. Produk dikategorikan OK apabila nilai keluaran berada pada rentang 50–100, sedangkan produk dikategorikan Reject apabila nilai keluaran berada pada rentang 0–50.

4. PEMBAHASAN

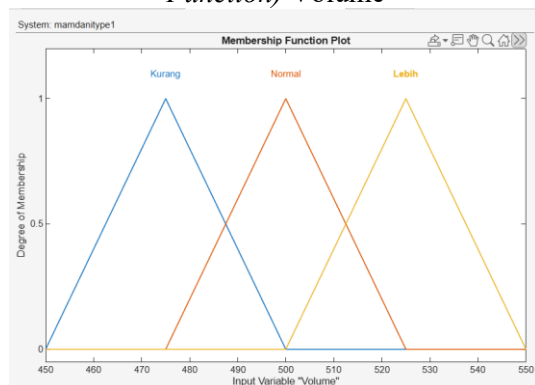
4.1 Perancangan Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Pada penelitian ini digunakan dua variabel masukan yaitu volume pengisian dan berat pengisian serta satu variabel keluaran berupa status produk. Variabel volume dan berat digunakan sebagai parameter dalam menentukan kualitas hasil pengisian botol, sedangkan variabel keluaran digunakan untuk menentukan keputusan sistem reject.

4.1.1 Fungsi Keanggotaan Volume

Variabel volume dibagi menjadi tiga himpunan fuzzy yaitu Kurang, Normal, dan Lebih. Target volume pengisian ditetapkan sebesar 500 mL. Fungsi keanggotaan volume digunakan untuk merepresentasikan kondisi hasil pengisian berdasarkan jumlah cairan yang masuk ke dalam botol.

Gambar 3. Fungsi Keanggotaan (*Membership Function*) Volume

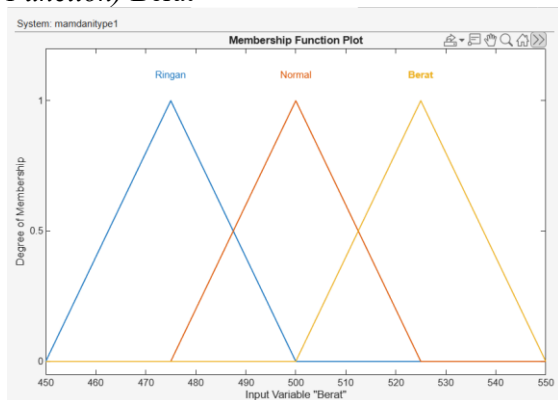


Sumber: Hasil Penelitian (2026)

4.1.2 Fungsi Keanggotaan Berat

Variabel berat dibagi menjadi tiga himpunan fuzzy yaitu Ringan, Normal, dan Berat. Target berat pengisian ditetapkan sebesar 500 gram. Fungsi keanggotaan berat digunakan sebagai parameter pendukung untuk memverifikasi hasil pengisian.

Gambar 4. Fungsi Keanggotaan (*Membership Function*) Berat

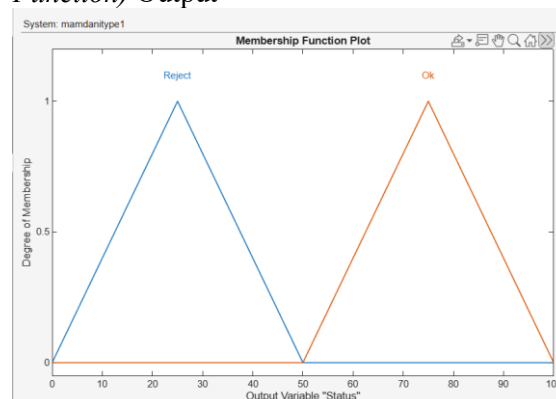


Sumber: Hasil Penelitian (2026)

4.1.3 Fungsi Keanggotaan Output

Variabel keluaran terdiri dari dua himpunan fuzzy yaitu OK dan Reject. Variabel ini digunakan untuk menentukan status akhir produk berdasarkan hasil proses fuzzy.

Gambar 5. Fungsi Keanggotaan (*Membership Function*) Output



Sumber: Hasil Penelitian (2026)

4.2 Hasil Penyusunan Rule Base

Rule base digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan pada sistem Fuzzy Mamdani. Aturan disusun berdasarkan kombinasi kondisi volume dan berat pengisian. Dari kombinasi ketiga himpunan fuzzy pada masing-masing variabel diperoleh sembilan aturan yang digunakan dalam proses inferensi.

Tabel 5 menunjukkan aturan fuzzy yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 5. Rule Base

No.	Volume	Berat	Keputusan
1.	Kurang	Ringan	Reject
2.	Kurang	Normal	Reject
3.	Kurang	Berat	Reject
4.	Normal	Ringan	Reject
5.	Normal	Normal	Ok
6.	Normal	Berat	Reject
7.	Lebih	Ringan	Reject
8.	Lebih	Normal	Reject
9.	Lebih	Berat	Reject

Berdasarkan aturan yang telah disusun, kondisi ideal terjadi ketika volume dan berat berada pada kategori normal sehingga menghasilkan keputusan OK. Sementara itu, kombinasi kondisi lainnya menghasilkan keputusan Reject karena menunjukkan adanya penyimpangan terhadap target pengisian yang telah ditetapkan.

4.3 Hasil Pengujian Sistem Fuzzy

Pengujian dilakukan menggunakan data volume dan berat pengisian untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menentukan status produk berdasarkan metode Fuzzy Logic Mamdani.

Tabel 6 menunjukkan data pengujian yang didapatkan pada saat penelitian.

Tabel 6. Hasil Data Pengujian

No.	Volume (mL)	Berat (Gram)
1.	471	476
2.	485	489
3.	492	496
4.	478	482
5.	501	502
6.	495	497
7.	487	491
8.	510	507
9.	503	504
10.	520	517
11.	476	480
12.	498	499
13.	506	504
14.	515	512
15.	489	493
16.	500	500
17.	508	506
18.	493	495
19.	523	520
20.	482	486
21.	497	498
22.	504	505
23.	512	509
24.	491	494
25.	518	515
26.	475	479
27.	499	500
28.	507	505
29.	514	511
30.	486	490
31.	521	518
32.	494	496
33.	502	503
34.	509	507
35.	480	484
36.	517	514
37.	496	497
38.	505	504
39.	490	493
40.	525	522
41.	483	487
42.	511	509
43.	499	499
44.	516	513
45.	488	491
46.	528	525
47.	492	494

48.	503	502
49.	535	531
50.	545	540

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

4.4 Hasil Defuzzifikasi

Data pengujian yang telah diperoleh selanjutnya diproses menggunakan metode Fuzzy Logic Mamdani melalui tahapan fuzzifikasi, inferensi, agregasi, dan defuzzifikasi. Hasil defuzzifikasi berupa nilai keluaran (*crisp output*) yang digunakan sebagai dasar penentuan status produk. Produk dikategorikan OK apabila nilai keluaran berada pada rentang 50–100, sedangkan produk dikategorikan Reject apabila nilai keluaran berada pada rentang 0–50.

Berdasarkan hasil pengolahan 50 data pengujian menggunakan MATLAB Fuzzy Logic Toolbox, diperoleh nilai keluaran (*output fuzzy*) yang bervariasi antara 25 hingga 75. Nilai keluaran tertinggi diperoleh pada data ke-16 dengan volume pengisian sebesar 500 mL dan berat 500 gram, yaitu sebesar 75. Nilai tersebut menunjukkan kondisi pengisian yang paling mendekati target sehingga dikategorikan sebagai produk OK.

Sebaliknya, nilai keluaran terendah sebesar 25 diperoleh pada beberapa data yang memiliki penyimpangan volume dan berat cukup besar terhadap nilai target pengisian. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa produk tidak memenuhi kriteria pengisian yang telah ditetapkan sehingga dikategorikan sebagai Reject.

Tabel 7. Data Hasil Defuzzifikasi

No.	Volume (mL)	Berat (Gram)	Output Fuzzy	Status
1.	471	476	25.000	Reject
2.	485	489	47.124	Reject
3.	492	496	56.271	OK
4.	478	482	34.833	Reject
5.	501	502	68.305	OK
6.	495	497	61.364	OK
7.	487	491	49.333	Reject
8.	510	507	53.378	OK
9.	503	504	63.398	OK
10.	520	517	39.313	Reject
11.	476	480	28.775	Reject
12.	498	499	68.305	OK
13.	506	504	59.525	OK
14.	515	512	47.701	Reject
15.	489	493	52.010	OK

16.	500	500	75.000	OK
17.	508	506	56.271	OK
18.	493	495	57.839	OK
19.	523	520	31.897	Reject
20.	482	486	43.696	Reject
21.	497	498	65.687	OK
22.	504	505	61.364	OK
23.	512	509	50.667	OK
24.	491	494	54.792	OK
25.	518	515	43.220	Reject
26.	475	479	25.000	Reject
27.	499	500	71.360	OK
28.	507	505	57.839	OK
29.	514	511	47.990	Reject
30.	486	490	47.990	Reject
31.	521	518	37.105	Reject
32.	494	496	59.525	OK
33.	502	503	65.687	OK
34.	509	507	54.792	OK
35.	480	484	39.629	Reject
36.	517	514	45.000	Reject
37.	496	497	63.398	OK
38.	505	504	61.364	OK
39.	490	493	53.378	OK
40.	525	522	25.000	Reject
41.	483	487	45.563	Reject
42.	511	509	52.010	OK
43.	499	499	71.360	OK
44.	516	513	46.706	Reject
45.	488	491	50.667	OK
46.	528	525	25.000	Reject
47.	492	494	56.271	OK
48.	503	502	65.687	OK
49.	535	531	25.000	Reject
50.	545	540	25.000	Reject

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

Dari 50 data pengujian yang diproses, diperoleh 29 data dengan status OK dan 21 data dengan status Reject. Hasil ini menunjukkan bahwa metode Fuzzy Logic Mamdani mampu melakukan proses klasifikasi kondisi pengisian botol berdasarkan kombinasi parameter volume dan berat secara efektif. Semakin mendekati target pengisian sebesar 500 mL dan 500 gram, maka nilai keluaran fuzzy yang dihasilkan semakin tinggi sehingga produk cenderung dikategorikan sebagai OK. Sebaliknya, apabila volume atau berat berada di luar rentang normal, maka nilai keluaran fuzzy akan menurun dan produk dikategorikan sebagai Reject.

Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa metode Fuzzy Logic Mamdani dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan pada sistem reject mesin pengisi botol otomatis. Dengan mempertimbangkan dua parameter sekaligus, yaitu volume dan berat pengisian, sistem mampu memberikan keputusan yang lebih fleksibel dibandingkan metode batas tetap (*threshold*) karena mampu mengakomodasi variasi nilai yang berada di sekitar target pengisian.

4.5 Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian dan proses defuzzifikasi yang telah dilakukan terhadap 50 data pengujian, sistem berhasil mengelompokkan produk ke dalam kategori OK dan Reject berdasarkan parameter volume dan berat pengisian. Dari total 50 data yang diuji, diperoleh 29 produk dengan status OK dan 21 produk dengan status Reject.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa produk dengan nilai volume dan berat yang mendekati target pengisian sebesar 500 mL dan 500 gram cenderung menghasilkan nilai output fuzzy yang lebih tinggi. Sebagai contoh, pada data ke-16 dengan volume 500 mL dan berat 500 gram diperoleh nilai output fuzzy sebesar 75 yang merupakan nilai tertinggi pada pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi pengisian berada pada kondisi ideal sehingga produk dikategorikan sebagai OK.

Sebaliknya, data yang memiliki penyimpangan cukup besar dari target pengisian menghasilkan nilai output fuzzy yang lebih rendah. Sebagai contoh, data ke-1 dengan volume 471 mL dan berat 476 gram menghasilkan nilai output fuzzy sebesar 25 sehingga dikategorikan sebagai Reject. Kondisi serupa juga terjadi pada data ke-49 dan data ke-50 yang memiliki volume dan berat melebihi rentang normal sehingga menghasilkan keputusan Reject.

Selain itu, hasil pengujian menunjukkan bahwa keputusan sistem tidak hanya dipengaruhi oleh satu parameter, melainkan kombinasi antara volume dan berat pengisian. Produk yang memiliki volume mendekati target namun berat berada di luar rentang normal tetap dapat menghasilkan nilai output yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa metode Fuzzy Logic Mamdani mampu

mempertimbangkan lebih dari satu parameter dalam proses pengambilan keputusan.

Berdasarkan hasil tersebut, metode Fuzzy Logic Mamdani mampu memberikan keputusan yang lebih fleksibel dibandingkan metode threshold konvensional. Sistem tidak hanya menentukan kondisi OK atau Reject berdasarkan satu batas nilai tertentu, tetapi juga mempertimbangkan tingkat kedekatan nilai volume dan berat terhadap target pengisian melalui fungsi keanggotaan dan basis aturan yang telah dirancang. Dengan demikian, sistem reject yang dikembangkan dapat digunakan sebagai metode pengambilan keputusan pada mesin pengisi botol otomatis secara lebih adaptif dan akurat.

5. KESIMPULAN

1. Sistem Fuzzy Logic Mamdani berhasil dirancang dengan menggunakan dua variabel masukan, yaitu volume pengisian dan berat pengisian, serta satu variabel keluaran berupa status produk. Sistem dibangun menggunakan tiga himpunan fuzzy pada variabel volume (Kurang, Normal, Lebih), tiga himpunan fuzzy pada variabel berat (Ringan, Normal, Berat), dan dua himpunan fuzzy pada variabel keluaran (OK dan Reject).
2. Basis aturan (rule base) yang terdiri dari 9 aturan fuzzy berhasil diterapkan untuk menentukan keputusan sistem reject berdasarkan kombinasi kondisi volume dan berat pengisian. Proses inferensi menggunakan operator MIN dan agregasi menggunakan operator MAX, sedangkan proses defuzzifikasi menggunakan metode centroid untuk menghasilkan nilai keluaran tegas (crisp output).
3. Hasil pengujian menggunakan 50 data pengisian menunjukkan bahwa sistem menghasilkan nilai output fuzzy pada rentang 25 hingga 75. Nilai output tertinggi diperoleh pada kondisi volume dan berat mendekati target pengisian sebesar 500 mL dan 500 gram, sedangkan nilai output terendah diperoleh pada kondisi yang memiliki penyimpangan cukup besar terhadap target pengisian.
4. Berdasarkan hasil defuzzifikasi, sistem mengklasifikasikan 29 data ke dalam kategori OK dan 21 data ke dalam kategori Reject. Hasil tersebut menunjukkan bahwa

metode Fuzzy Logic Mamdani mampu melakukan proses pengambilan keputusan terhadap kualitas hasil pengisian botol berdasarkan kombinasi parameter volume dan berat secara efektif.

5. Analisis hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai keluaran sistem meningkat seiring dengan meningkatnya kedekatan nilai volume dan berat terhadap target pengisian. Sebaliknya, penyimpangan volume atau berat dari rentang normal menyebabkan penurunan nilai output fuzzy sehingga produk dikategorikan sebagai Reject.
6. Penerapan metode Fuzzy Logic Mamdani memberikan mekanisme pengambilan keputusan yang lebih fleksibel dibandingkan metode threshold konvensional karena mempertimbangkan tingkat keanggotaan setiap parameter pada himpunan fuzzy yang telah dirancang. Dengan demikian, sistem mampu mengakomodasi variasi data pengisian yang berada di sekitar nilai target.
7. Kelebihan penelitian ini terletak pada penggunaan dua parameter pengukuran secara simultan, yaitu volume dan berat pengisian, sehingga keputusan yang dihasilkan lebih representatif dibandingkan sistem yang hanya menggunakan satu parameter pengukuran.
8. Pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan mengimplementasikan metode yang telah dirancang pada sistem perangkat keras secara langsung menggunakan sensor flowmeter, loadcell, ESP32, dan PLC, serta melakukan pengujian menggunakan data aktual hasil pengisian untuk mengevaluasi performa sistem pada kondisi operasi yang sebenarnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Ir. Evelina, ST., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan, arahan, dan dukungan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini, serta kepada Dewan Redaksi Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET) yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mempublikasikan hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Bolton, *Programmable Logic Controllers*, 6th ed. Oxford: Newnes, 2015. Accessed: Mar. 22, 2026. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/book/9780081005642/programmable-logic-controllers>
- [2] M. P. Groover, *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*, 4th ed. Pearson, 2020. Accessed: Mar. 22, 2026. [Online]. Available: <https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/automation-production-systems-and-computer-integrated-manufacturing/P200000003481>
- [3] A. Kurniawan dan M. R. Yusuf, "Sistem Pompa Air Otomatis Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 12, no. 2, 2022, Accessed: Apr. 02, 2026. [Online]. Available: <https://scholar.google.com/scholar?q=pompa+air+otomatis+mikrokontroler>
- [4] D. C. Montgomery, *Introduction to Statistical Quality Control*, 8th ed. Wiley, 2019. Accessed: Mar. 22, 2026. [Online]. Available: <https://www.wiley.com/en-us/Introduction+to+Statistical+Quality+Control-p-9781119399308>
- [5] E. O. Doebelin, *Measurement Systems: Application and Design*, 5th ed. McGraw-Hill, 2011. Accessed: Mar. 29, 2026. [Online]. Available: <https://www.mheducation.com/highered/product/measurement-systems-application-design-doebelin/M9780072449684.html>
- [6] A. B. Ardiansyah et al., "PENGEMBANGAN SISTEM PENGISIAN BOTOL AIR BERBASIS PLC DENGAN MONITORING VOLUME," 2025.
- [7] M. Siregar, "Sistem Pengisian Botol Otomatis Berbasis PLC," 2022, Accessed: Mar. 26, 2026. [Online]. Available: <https://scholar.google.com/scholar?q=sistem+pengisian+botol+otomatis+plc+flowmeter>
- [8] A. Nugraha dan B. Santoso, "Implementasi Programmable Logic Controller (PLC) pada Sistem Otomasi Industri," *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 12, no. 1, 2022, Accessed: Apr. 02, 2026. [Online]. Available: <https://scholar.google.com/scholar?q=PLC+otomasi+industri+Indonesia>
- [9] S. C. Putra, "PENGARUH VARIASI KECEPATAN KONVEYOR TERHADAP WAKTU OPERASIONAL DAN PEMILAH LOGAM DAN NON LOGAM," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 13, no. 3S1, Oct. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i3S1.7503.
- [10] A. Hidayat, "Sistem Sortir Otomatis Berbasis PLC pada Conveyor," 2022, Accessed: Mar. 26, 2026. [Online]. Available: <https://scholar.google.com/scholar?q=sistem+sortir+otomatis+berbasis+plc+conveyor>
- [11] A. P. H. M. Y. A. P. P. U Athiyah, "Penerapan Metode Logika Fuzzy dalam Evaluasi Kinerja Dosen," *Kelompok Keahlian Rekayasa Data Institut Teknologi Telkom Purwokerto*, vol. 1, no. 1, pp. 78–86, Jan. 2021, doi: <https://doi.org/10.20895/dinda.v1i2.201>.
- [12] D. Kurniadi, F. Nuraeni, and D. Jaelani, "Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada Sistem Prediksi Calon Penerima Program Keluarga Harapan." [Online]. Available: <https://jurnal.itg.ac.id/>
- [13] M. A. Saputra dan R. Wijaya, "Perancangan Sistem Sorting dan Reject Otomatis Berbasis PLC pada Conveyor," *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 12, no. 2, 2022, Accessed: Apr. 02, 2026. [Online]. Available: <https://scholar.google.com/scholar?q=sistem+reject+otomatis+plc+conveyor>
- [14] A. R. Pratama, "Sistem Pengukuran Debit Air Menggunakan Sensor Flowmeter," 2022, Accessed: Apr. 02, 2026. [Online]. Available: <https://scholar.google.com/scholar?q=flowmeter+arduino+debit+air>
- [15] Avia Semiconductor, "HX711 24-Bit ADC for Weigh Scales," 2018. Accessed: Apr. 02, 2026. [Online]. Available: https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711_english.pdf
- [16] M. I. Ramadhan dan A. Fauzi, "Perancangan Sistem Timbangan Digital Menggunakan Loadcell Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 12, no. 2, 2022, Accessed: Apr. 03, 2026. [Online]. Available: <https://scholar.google.com/scholar?q=loadcell+timbangan+digital+mikrokontroler>