



# IMPLEMENTASI FUZZY LOGIC UNTUK SORTASI BUAH TOMAT SECARA OTOMATIS

Agustinus Sianipar<sup>1</sup>, Koko Handoko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Informatika, Universitas Putera Batam

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Informatika, Universitas Putera Batam

email: [pb160210102@upbatam.ac.id](mailto:pb160210102@upbatam.ac.id)

## ABSTRACT

*Tomatoes are a type of vegetable that produces fruit. Ripe tomatoes will be bright red with a weight above 80 grams. Tomatoes can be found in the center of traditional shopping markets and wet markets. The traders get tomatoes from farmers in large quantities so that tomatoes are quite varied. There is a small red, there is a large tomatoes but not yet perfectly ripe and so forth. This is quite troublesome for traders in selling tomatoes because they have to be sorted first. To overcome this problem, we need a decision-making system to determine the quality of tomatoes and sort them. In this research, the decision-making system to determine the quality of tomatoes using fuzzy logic Mamdani method and sorting tomatoes using Arduino-based conveyer. The result of the research can be demonstrated with the MATLAB application and manual count. The MATLAB and manual results show no difference. The best quality tomatoes are at value 8 with red color and large size. While the poor quality of tomatoes is at value 2 with green color and large size. Green tomatoes are certainly not yet ripe and therefor the quality of tomatoes is still poor.*

**Keywords:** *Decision maker for tomatoes sorting, Fuzzy logic, Mamdani method*

## PENDAHULUAN

Tomat merupakan jenis tanaman yang termasuk dalam keluarga sayuran Solanaceae yang dapat ditanam di dataran tinggi, dataran sedang dan juga dataran rendah (Ir Pracaya, 2011). Walaupun tanaman tomat merupakan keluarga sayuran namun tomat menghasilkan buah yang sering dikonsumsi baik digunakan sebagai sambal, penyedap masakan maupun sebagai jus. Tomat umumnya sering dijumpai di pasar tradisional yang menjual bahan pangan. Para pedagang tomat mendapatkan tomat dari petani dan menjualnya di pasar. Biasanya para pedagang menerima tomat dalam jumlah yang banyak dan tentunya bervariasi.

Misalkan ada tomat yang matang namun ukuran masih kecil, atau ada tomat belum matang sempurna namun ukurannya besar. Pedagang tentunya harus melakukan sortir agar mendapatkan tomat dengan kualitas terbaik. Untuk itu diperlukan logika *fuzzy* untuk mengatasi permasalahan ini. Logika *fuzzy* adalah disiplin ilmu yang bisa dibilang masih baru namun menggunakan metode-metode lama yang sebelumnya telah adadan sering digunakan manusia. Logika *fuzzy* merupakan logika yang dikembangkan dari konsep logika Boolean dimana logika Boolean hanya mengenal istilah binary (0 dan 1) sedangkan logika *fuzzy*

mengekspresikan dari rentang 0 sampai 1 (Nasution, 2012).

Logika *fuzzy* memiliki beberapa metode yang dapat digunakan dalam penelitian. Metode yang paling umum digunakan adalah metode Tsukamoto, metode Mamdani, metode Sugeno dan metode Tahani. Setiap metode memiliki cara yang berbeda dalam menentukan proses penelitian untuk menghasilkan suatu keputusan. Dalam penelitian ini metode yang akan digunakan adalah metode Mamdani. Logika *fuzzy* metode Mamdani merupakan metode yang paling fleksibel dan memiliki kelebihan dibandingkan metode lainnya dalam mempresentasikan hasil keluaran dalam bentuk statistik (Handoko & Kurniawan, 2018). Sistem sortasi menggunakan alat yang dirancang dalam bentuk konveyor berbasis arduino. Terdapat 2 variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini yakni variabel warna dan variabel ukuran.

## KAJIAN TEORI

### 2.1. Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* merupakan salah satu disiplin ilmu yang terdapat dalam sistem kecerdasan buatan. Logika *fuzzy* pertama kali dikembangkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Logika *fuzzy* memiliki dasar pengendali yaitu himpunan *fuzzy* yang berfungsi sebagai penentu derajat keanggotaan dalam penalaran *fuzzy* (Andani, 2013). Secara umum struktur dasar logika *fuzzy* adalah sebagai berikut.

1. Himpunan *fuzzy* yang secara umum sering ditulis dalam bentuk  $\mu_A(X)$  dengan 2 nilai kemungkinan yaitu 0 dan 1.
2. Fungsi keanggotaan yang secara umum ditampilkan dalam bentuk kurva dengan titik-titik tertentu yang dipetakan ke dalam nilai keanggotaannya.
3. Operator dasar himpunan *fuzzy* yang digunakan untuk mengkombinasikan dan memodifikasi himpunan *fuzzy*. Terdapat 3 operator logika *fuzzy* yang diciptakan oleh pengembang pertamanya.
  - a. Operator AND  

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A(X), \mu_B(Y))$$

- b. Operator OR  

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A(X), \mu_B(Y))$$
- c. Operator NOT  

$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A(X)$$

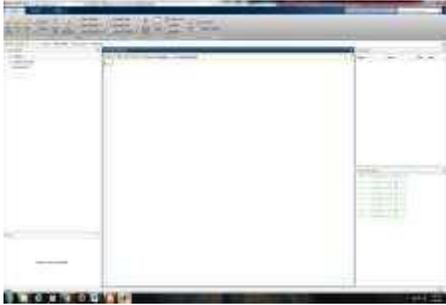
### 2.2. Metode Mamdani

Dalam penelitian ini menggunakan logika *fuzzy* Mamdani. Untuk mendapatkan hasil keluaran dengan metode Mamdani, memerlukan 4 tahapan (Sundari).

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*  
 Proses ini merupakan langkah awal dalam metode Mamdani dengan membagi menjadi 1 atau lebih setiap variabel ke dalam bentuk himpunan *fuzzy*.
2. Fungsi implikasi  
 Merupakan tahap memodifikasi daerah *fuzzy* dari setiap rule yang berlaku untuk menentukan nilai keluaran. Fungsi implikasi yang digunakan dalam metode Mamdani adalah metode min.
3. Komposisi aturan  
 Tahapan selanjutnya adalah mencari komposisi aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam Mamdani yaitu max, additive, dan probabilistic OD. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode max.
4. Defuzzyfikasi  
 Sebagai proses akhir yang bertugas sebagai penegasan terhadap komposisi aturan sebagai hasil akhir. Penegasan dilakukan dengan metode centroid.

### 2.3. Software dan Hardware Pendukung

1. *MATLAB*  
*MATLAB* adalah singkatan dari *Matrices Laboratory* merupakan suatu aplikasi bahasa pemrograman yang digunakan untuk analisis dan komputasi numerik yang bersifat dalam bentuk matriks (Cahyono, 2013).



**Gambar 1. MATLAB**  
(Sumber: Data Penelitian, 2020)

2. *Arduino*

*Arduino* merupakan perangkat keras berupa papan mikrokontroler yang dapat menyimpan bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh perusahaan *Smart Projects* (Kadir, 2018).



**Gambar 2. Arduino UNO**  
(Sumber: Data Penelitian, 2020)

**METODE PENELITIAN**



**Gambar 3. Metode Penelitian**  
(Sumber: Data Penelitian, 2020)

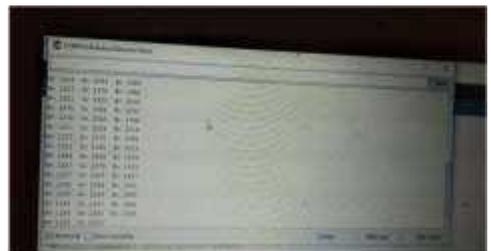
Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas beberapa langkah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi masalah dalam penelitian.
2. Melakukan studi literatur baik dengan membaca buku maupun jurnal yang relevan dengan permasalahan dalam penelitian.
3. Mengumpulkan data agar dapat dianalisis dengan logika fuzzy metode Mamdani.
4. Perancangan alat sortasi dalam bentuk konveyor berbasis arduino.
5. Implementasi *MATLAB* dan konveyor untuk mendapat keputusan terbaik sebagai hasil penelitian.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Analisis data

Dalam penelitian ini terdapat 2 variabel input dan 1 variabel *output*. Variabel *input* terdiri atas warna dan ukuran sedangkan variabel *output* adalah kualitas tomat. Implementasi logika fuzzy dalam penelitian ini terdapat pada variabel warna dimana untuk menentukan warna tomat digunakan kombinasi RGB (red, green dan blue). Berikut merupakan data RGB yang terdapat pada tomat dengan menggunakan sensor TCS3200 dengan jarak sensor 4cm.



**Gambar 5. Nilai Ukuran Berat Tomat**  
(Sumber: Data Penelitian, 2020)

Dalam logika fuzzy dibutuhkan semesta pembicaraan untuk menentukan domain dari setiap indikator variabel.

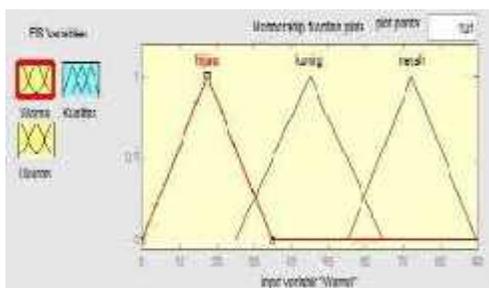
**Tabel 1. Semesta Pembicaraan**

Fungsi	Nama Variabel	Semesta Pembicaraan
Input	Warna	[0-90]
	Ukuran	[0-130]
Output	Kualitas	[0-10]

(Sumber: Data Penelitian, 2020)

Dari variabel-variabel yang telah disebutkan diatas, maka dapat ditentukan himpunan fuzzy dalam penelitian ini sebagai berikut.

**Himpunan Fuzzy variabel warna**

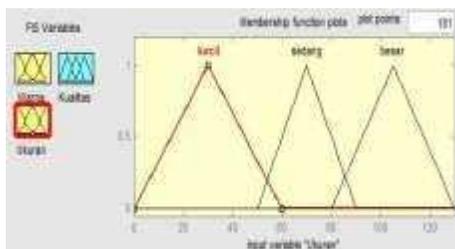


**Gambar 6. Himpunan Fuzzy Warna**  
(Sumber: Data Penelitian, 2020)

Semesta pembicaraan untuk variabel warna: [0 90]  
Berikut fungsi keanggotaan untuk variabel warna:

$$\begin{aligned} \mu_{Hijau} [x] &= \begin{cases} (x - a)/(b - a) & ; a \leq x \leq b \\ (c - x)/(c - b) & ; x \geq b \end{cases} \\ \mu_{Kuning} [x] &= \begin{cases} (x - a)/(b - a) & ; a \leq x \leq b \\ (c - x)/(c - b) & ; x \geq b \end{cases} \\ \mu_{Merah} [x] &= \begin{cases} (x - a)/(b - a) & ; a \leq x \leq b \\ (c - x)/(c - b) & ; x \geq b \end{cases} \end{aligned}$$

**Himpunan Fuzzy variabel ukuran**



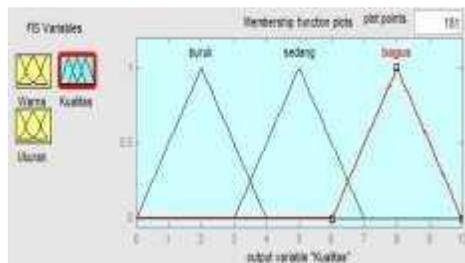
**Gambar 7. Himpunan Fuzzy Ukuran**  
(Sumber: Data Penelitian, 2020)

Semesta pembicaraan untuk variabel ukuran: [0 130]

Berikut fungsi keanggotaan untuk variabel ukuran:

$$\begin{aligned} \mu_{kecil} [x] &= \begin{cases} (x - a)/(b - a) & ; a \leq x \leq b \\ (c - x)/(c - b) & ; x \geq b \end{cases} \\ \mu_{sedang} [x] &= \begin{cases} (x - a)/(b - a) & ; a \leq x \leq b \\ (c - x)/(c - b) & ; x \geq b \end{cases} \\ \mu_{besar} [x] &= \begin{cases} (x - a)/(b - a) & ; a \leq x \leq b \\ (c - x)/(c - b) & ; x \geq b \end{cases} \end{aligned}$$

**Himpunan Fuzzy variabel output**



**Gambar 8. Himpunan Fuzzy Output**  
(Sumber: Data Penelitian, 2020)

Semesta pembicaraan untuk variabel ukuran: [0 10]  
Berikut fungsi keanggotaan untuk variabel output:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Buruk}} [x] &= \begin{cases} (x-a)/(b-a) & ; a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b) & ; x \geq b \end{cases} \\ \mu_{\text{Sedang}} [x] &= \begin{cases} (x-a)/(b-a) & ; a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b) & ; x \geq b \end{cases} \\ \mu_{\text{Bagus}} [x] &= \begin{cases} (x-a)/(b-a) & ; a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b) & ; x \geq b \end{cases} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Hijau}} [85] &= 0 \\ \mu_{\text{Kuning}} [85] &= 0 \\ \mu_{\text{Merah}} [85] &= (c-x)/(c-b) \\ &= (90-85)/(90-72,5) \\ &= 5/17,5 \\ &= 0,2857 \end{aligned}$$

**Tabel 2. Domain**

Variabel	Himpunan	Setoran Pembatasan	Domain
Warna	Hijau	[0-90]	[0 17,5 35]
	Kuning		[75 45 65]
	Merah		[55 72,5 90]
Ukuran	Kecil	[0-130]	[0 30 60]
	Sedang		[50 70 90]
	Besar		[80 105 130]
Kualitas	Buruk	[0-10]	[0 2 4]
	Sedang		[3 5 7]
	Bagus		[6 8 10]

(Sumber: Data Penelitian, 2019)

4.2 Proses Inferensi

- [R1] Jika warna Hijau dan ukuran Kecil maka Buruk
- [R2] Jika warna Hijau dan ukuran Sedang maka Buruk
- [R3] Jika warna Hijau dan ukuran Besar maka Buruk
- [R4] Jika warna Kuning dan ukuran Kecil maka Buruk
- [R5] Jika warna Kuning dan ukuran Sedang maka Sedang
- [R6] Jika warna Kuning dan ukuran Besar maka Sedang
- [R7] Jika warna Merah dan ukuran Kecil maka Sedang
- [R8] Jika warna Merah dan ukuran Sedang maka Bagus
- [R9] Jika warna Merah dan ukuran Besar maka Bagus

4.3 Pengujian 1

Dari data pengujian pada sensor TCS3200 dan sensor *load cell weighing* maka didapatkan persentase warna 85 dengan ukuran berat 100gram.  
 Input: warna = 85 dan ukuran = 100  
 1. Warna meliputi 3 himpunan *fuzzy* antara lain hijau, kuning dan merah. Dengan nilai warna yang telah diketahui sebesar 85, maka:

2. Ukuran meliputi 3 himpunan *fuzzy* antara lain Kecil, Sedang dan Besar. Dengan nilai ukuran yang telah diketahui sebesar 100, maka:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Kecil}} [100] &= 0 \\ \mu_{\text{Sedang}} [100] &= 0 \\ \mu_{\text{Besar}} [100] &= (x-a)/(b-a) \\ &= (100-80)/(105-80) \\ &= 20/25 \\ &= 0,8 \end{aligned}$$

Fungsi Implikasi

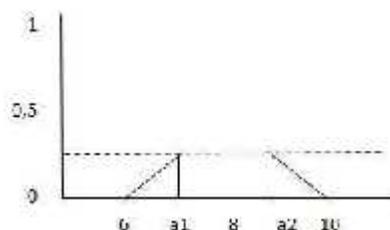
Dari hasil pembentukan himpunan *fuzzy* diatas maka *rule* yang terpengaruh nilai derajat keanggotaannya hanyalah *rule* ke-9.

[R9] *if* Warna Merah, *and* Ukuran Besar, *then* Kualitas Bagus

$$\begin{aligned} \alpha_9 &= \mu_{\text{Warna}} \cap \mu_{\text{Ukuran}} \\ &= \min (\mu_{\text{Warna}}[85] \cap \mu_{\text{Ukuran}}[100]) \\ &= \min (0,2857 \cap 0,8) \\ &= 0,2857 \end{aligned}$$

Komposisi Aturan

Dari inferensi Mamdani diperoleh derajat kebenaran untuk kasus ini sebagai berikut



Gambar 9. Daerah Hasil Pengujian 1 (Sumber: Data Penelitian, 2020)

Kemudian mencari nilai a1 dan a2 untuk daerah hasil. Mencari nilai a1:

$$\begin{aligned} (a1-a)/(b-a) &= 0,2857 \\ (a1-6)/(8-6) &= 0,2857 \\ (a1-6)/2 &= 0,2857 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a1-6 &= 0,5714 \\ a1 &= 6,5714 \end{aligned}$$

Mencari nilai a2:

$$\begin{aligned} (c-a2)/(c-b) &= 0,2857 \\ (10-a2)/(10-8) &= 0,2857 \\ (10-a2)/2 &= 0,2857 \\ 10-a2 &= 0,5714 \\ a2 &= 9,4286 \end{aligned}$$

Dengan demikian fungsi keanggotaan untuk hasil komposisi ini adalah:

**Defuzzyfikasi**

*Defuzzyfikasi* merupakan penegasan terhadap hasil dari daerah komposisi aturan. Dalam penelitian ini penegasan menggunakan metode *Centroid*.

$$\begin{aligned} M &= \int_{6,5714}^{9,4286} (0,2857)z \, dz \\ &= (0,2857/2)z^2 \Big|_{6,5714}^{9,4286} \\ &= 0,14285 z^2 \Big|_{6,5714}^{9,4286} \\ &= 0,14285*(9,4286)^2 \\ &\quad - 0,14285*(6,5714)^2 \\ &= 12,6991 - 6,1687 \\ &= 6,5304 \end{aligned}$$

Kemudian menghitung luas daerah:

$$\begin{aligned} L &= (9,4286 - 6,5714) * 0,2857 \\ &= 2,8572 * 0,2857 \\ &= 0,8163 \end{aligned}$$

Titik pusat diperoleh dengan membagikan nilai momen terhadap luas daerah.

$$\begin{aligned} Z &= 6,5304/0,8163 \\ &= 8 \end{aligned}$$

Hasil pengujian pertama dengan nilai *input* warna [85] dan nilai *input* ukuran [100] pada sistem.



**Gambar 10.** Pengujian 1 pada sistem (Sumber: Data Penelitian, 2020)

**4.4 Pengujian 2**

Dari data pengujian pada sensor TCS3200 dan sensor load cell weighing maka didapatkan persentase warna 24 dengan ukuran berat 92gram.

Input: Warna = 24 dan Ukuran = 92

1. Warna meliputi 3 himpunan fuzzy antara lain Hijau, Kuning dan Merah. Dengan nilai warna yang telah diketahui sebesar 24, maka:

$$\begin{aligned} \mu_{Hijau} [24] &= (c-x)/(c-b) \\ &= (35-24)/(35-17,5) \\ &= 11/17,5 \\ &= 0,6286 \end{aligned}$$

$$\mu_{Kuning} [24] = 0$$

$$\mu_{Merah} [24] = 0$$

2. Ukuran meliputi 3 himpunan fuzzy antara lain Kecil, Sedang dan Besar. Dengan nilai ukuran yang telah diketahui sebesar 92, maka:

$$\mu_{Kecil} [92] = 0$$

$$\mu_{Sedang} [92] = 0$$

$$\begin{aligned} \mu_{Besar} [100] &= (x-a)/(b-a) \\ &= (92-80)/(105-80) \\ &= 12/25 \\ &= 0,48 \end{aligned}$$

**Fungsi Implikasi**

Dari hasil pembentukan himpunan fuzzy diatas maka rule yang terpengaruh nilai derajat keanggotaannya hanyalah rule ke-3.

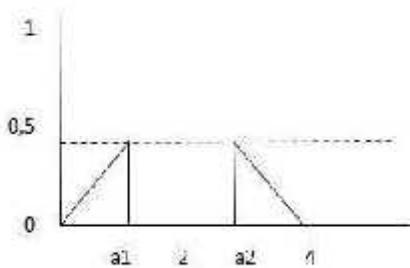
[R3] *if* Warna Hijau, *and* Ukuran Besar, *then* Kualitas Buruk.

$$\begin{aligned} \alpha_3 &= \mu_{Warna} \cap \mu_{Ukuran} \\ &= \min (\mu_{Warna} [24] \cap \end{aligned}$$

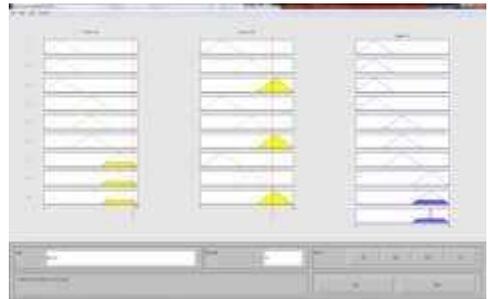
$$\begin{aligned} &\mu_{Ukuran} [92]) \\ &= \min (0,6286 \cap 0,48) \\ &= 0,48 \end{aligned}$$

**Komposisi Aturan**

Dari inferensi metode Mamdani diperoleh derajat kebenaran untuk kasus ini sebagai berikut



**Gambar 11.** Daerah Hasil Pengujian 2  
(Sumber: Data Penelitian, 2020)



**Gambar 12.** Pengujian 2 pada sistem  
(Sumber: Data Penelitian, 2020)

Kemudian mencari nilai a1 dan a2 untuk daerah hasil.

Mencari nilai a1:

$$\begin{aligned} (a1-a)/(b-a) &= 0,48 \\ (a1-0)/(2-0) &= 0,48 \\ (a1)/2 &= 0,48 \\ a1 &= 0,48 * 2 \\ a1 &= 0,96 \end{aligned}$$

Mencari nilai a2:

$$\begin{aligned} (c-a2)/(c-b) &= 0,48 \\ (4-a2)/(4-2) &= 0,48 \\ (4-a2)/2 &= 0,48 \\ 4-a2 &= 0,96 \\ a2 &= 3,04 \end{aligned}$$

Dengan demikian fungsi keanggotaan untuk hasil komposisi ini adalah:

**Defuzzyfikasi**

*Defuzzyfikasi* merupakan penegasan terhadap hasil dari daerah komposisi aturan. Dalam penelitian ini penegasan menggunakan metode *Centroid*.

$$\begin{aligned} M &= \int_{0,96}^{3,04} (0,48)z \, dz \\ &= (0,48/2)z^2 \Big|_{0,96}^{3,04} \\ &= 0,24 z^2 \Big|_{0,96}^{3,04} \\ &= 0,24*(3,04)^2 - 0,24*(0,96)^2 \\ &= 2,21796 - 0,22118 \\ &= 1,9968 \end{aligned}$$

Kemudian menghitung luas daerah:

$$\begin{aligned} L &= (3,04 - 0,96) * 0,48 \\ &= 2,08 * 0,48 \\ &= 0,9984 \end{aligned}$$

Titik pusat diperoleh dengan membagikan nilai momen terhadap luas daerah.

$$\begin{aligned} Z &= 1,9968/0,9984 \\ &= 2 \end{aligned}$$

**Tabel 3.** Hasil Pengujian

NO	Variabel		Variabel Output	
	Warna	Ukuran	Manual	MATLAB
1	85	100	8	8
2	24	92	2	2

(Sumber: Data Penelitian, 2020)

Hasil *defuzzyfikasi Rule Viewer* Mamdani untuk pengujian tomat yang pertama menunjukkan nilai 8 yang berada pada range kualitas terbaik [6 8 10] dan pengujian tomat yang kedua menunjukkan nilai 2 yang berada pada range kualitas buruk [0 2 4].

**4.5 Pengujian Alat**

Pengujian alat dilakukan dengan mengetes cara kerja sensor yang terdapat pada konveyor. Masing-masing sensor akan menganalisis setiap tomat yang melewati. Dengan jeda waktu 3 detik hasil analisis data akan dikirim ke arduino yang telah di program untuk menentukan hasil keputusan analisis. Tomat yang telah dianalisis kemudian akan dijatuhkan ke konveyor dengan menggunakan motor servo. Ketika arduino sudah mendapatkan hasil keputusan kemudian mengirimkan sinyal kepada motor DC yang bertugas untuk menampung tomat yang telah dianalisis. Penampungan tomat merupakan *output* daripada sortasi tomat. Terdapat 3 wadah penampungan yang terdiri atas wadah kualitas terbaik, wadah kualitas sedang dan wadah kualitas buruk.



**Gambar 13.** Hasil Perancangan Alat  
(Sumber: Data penelitian, 2020)

1. Wadah penampungan tomat sebelum disortir.
2. Penampang tomat sebagai tempat dilakukan analisis data terhadap tomat. Diatas terdapat sensor TCS3200 dan penampang terdapat sensor load cell weighing.
3. Konveyor yang bertugas mengantar tomat ke wadah penampungan output.
4. Wadah penampungan output yang terdiri atas 3 bagian sesuai dengan masing-masing kualitas tomat.

### SIMPULAN

1. Logika *Fuzzy* dapat diterapkan untuk melakukan sortasi tomat dengan menggunakan metode Mamdani sehingga bermanfaat bagi pedagang tomat dalam melakukan sortasi buah tomat.
2. Proses penerapan untuk sistem pendukung keputusan dalam menentukan sortasi tomat yang berkualitas dengan logika *fuzzy* metode Mamdani menggunakan 2 kriteria yaitu berdasarkan warna yang terdapat pada tomat dan ukuran berat yang dimiliki tomat.
3. Warna yang terdapat pada tomat di representasikan dalam RGB (*red*, *green*, dan *blue*) sehingga untuk menentukan permasalahan warna dapat diselesaikan dengan logika *fuzzy*.

### DAFTAR PUSTAKA

- Andani, S. R. (2013). Fuzzy Mamdani Dalam Menentukan Tingkat Keberhasilan Dosen Mengajar. *1979-2328*, 1, 9.
- Cahyono, B. (2013). Penggunaan Software Matrix Laboratory (MATLAB) dalam Pembelajaran Aljabar Linier. *Phenomenon*, 1, 18.
- Handoko, K., & Kurniawan, B. (2018). Penerapan Logika Fuzzy Mamdani Menentukan Kok Terbaik. *Bulutangkis*, 1, 36.
- Ir Pracaya. (2011). Bertanam Tomat (12th ed.). Yogyakarta: Penerbit Kanisius. Retrieved from [https://books.google.co.id/books?id=JpUnZ-gSCsC&printsec=frontcover&hl=id&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.id/books?id=JpUnZ-gSCsC&printsec=frontcover&hl=id&source=gbs_ge_summary_r&cad=#v=onepage&q&f=false)
- Kadir, A. (2018). From Zero to A Pro Arduino. (M. Kika, Ed.) (Revisi). Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Nasution, H. (2012). Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan, 4, 7.

	<p>Biodata Penulis pertama Agustinus Sianipar, merupakan mahasiswa Teknik Informatika di Universitas Putera Batam.</p>
	<p>Biodata Penulis kedua, Koko Handoko S.Kom., M.Kom, merupakan Dosen Prodi Teknik Informatika Universitas Putera Batam. Penulis banyak berkecimpung di bidang data mining dan logika <i>fuzzy</i>.</p>