

Perancangan Alat Sortir Buah Tomat Menggunakan *Fuzzy Logic* Sugeno Berbasis IoT

Ari Moch Rafli, Erick Andika

Program Studi Teknik Komputer, Politeknik Sukabumi
Jl. Babakan Sirna No.25, Benteng, Kec. Warudoyong, Kota Sukabumi, Jawa Barat 43132
arimochraflifli.9@gmail.com, erickandika@polteksmi.ac.id

Abstrak

Buah tomat adalah salah satu komoditas pertanian unggulan di Indonesia yang berasal dari keluarga *Solanaceae*. Buah tomat memiliki beragam karakteristik, termasuk bentuk, warna, rasa, dan ukuran yang bervariasi. Tomat dapat dibagi menjadi beberapa jenis, seperti tomat cherry, tomat plum, dan lainnya, dengan tomat plum menjadi yang paling umum. Standar mutu tomat segar ditentukan berdasarkan beratnya, yaitu tomat kecil, sedang, dan besar. Saat panen, sortir tomat masih dilakukan secara manual, menyebabkan ketidak-konsistensi dalam hasil sortasi. Untuk mengatasi masalah ini, logika *fuzzy* dapat digunakan dalam sistem penentuan untuk meningkatkan efisiensi dan konsistensi dalam sortir tomat dengan gerak alat menggunakan *conveyor*, karena logika *fuzzy* memiliki kemampuan meniru penalaran manusia.

Kata kunci: Buah Tomat, Logika *Fuzzy*, Sortirisasi, *Conveyor*

I. PENDAHULUAN

Tomat atau Rangam (*Solanum lycopersium syn. Lycopersicon esculentum*) adalah tumbuhan dari keluarga *Solanaceae*, tumbuhan asli Amerika Tengah dan Selatan dari Meksiko sampai Peru. Buah tomat memiliki buah berwarna hijau, merah, dan kuning yang biasa dimasak sebagai sayur atau dimakan secara langsung tanpa diproses. Industri pengelolaan hasil pertanian dan perkebunan buah tomat sangat pesat. Salat satu tahap dalam proses pengolahan hasil perkebunan adalah pemilihan produk berdasarkan kualitasnya. Cara manual dilakukan berdasarkan pengamatan visual secara langsung pada buah yang akan di klasifikasikan kematangannya. Kelemahan klasifikasi buah tomat secara manual adalah sangat dipengaruhi oleh subjektivitas pengklasifikasi, sehingga pada kondisi tertentu proses klasifikasi tidak spesifik [1].

Pada penelitian sebelumnya yang menjadi referensi adalah yang dipublikasikan di situs Jurnal Akademik. Contoh penelitian yang relevan adalah karya Luki Hernando, Ikhsan, Alif Avaldo, dan Ismael berjudul "Implementasi *Fuzzy Logic* pada Alat Pemisah Buah Tomat." Penelitian ini menghasilkan sistem untuk membedakan warna buah tomat, memungkinkan sortir buah berdasarkan

kematangan. Sistem ini bekerja dengan menempatkan buah tomat, mendeteksi warna dengan sensor TCS3200, dan mengatur penyortiran sesuai dengan kriteria kematangan buah tomat. Penggunaan logika *Fuzzy* membantu mengatasi masalah penentuan hasil warna [2].

Berdasarkan permasalahan yang terjadi dan telah dipaparkan pada latar belakang maka dalam penelitian ini perlu dibangun Implementasi metode *fuzzy* Sugeno pada alat sortir buah tomat berdasarkan tingkat kematangan dan ukuran berat buah tomat yang dapat sebagai pengembangan dari hasil penelitian sebelumnya.

II. METODE PENELITIAN

A. Buah Tomat

Tomat (*Lycopersicon Esculentum*) merupakan tanaman *hortikultura* dari keluarga *nightshade* yang sangat umum dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Tomat itu ada dua macam yaitu tomat buah dan tomat sayur. Pada tomat buah ditandai dengan bentuk yang hampir lonjong dengan lapisan yang sangat tebal, sedangkan pada tomat sayur ditandai dengan kulit yang bulat dan tipis. Tomat pada umumnya dapat dimakan langsung dan diproses sebelum dimasak [1].



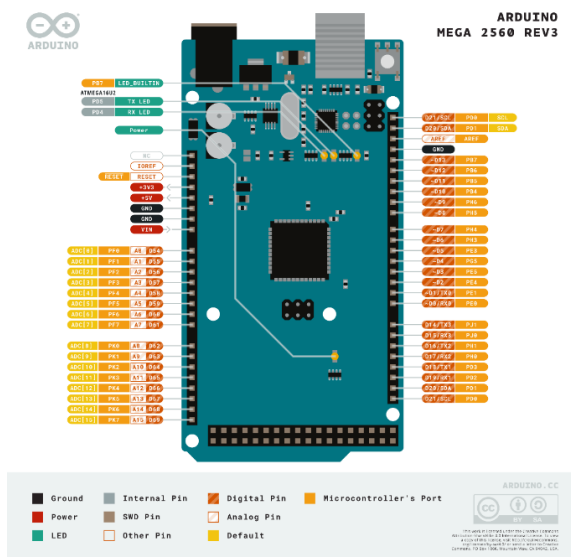
Gambar 1. Buah Tomat [1]

B. Fuzzy Logic Sugeno

Metode Sugeno ini mirip dengan metode Mamdani, hanya saja keluaran (hasil) dari sistem bukanlah golongan *fuzzy*, melainkan persamaan konstanta atau linier. Michio Sugeno menyarankan menggunakan singleton sebagai fungsi keanggotaan yang dihasilkan. Singleton adalah himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang memiliki nilai pada suatu titik tertentu dan 0s di luar titik tersebut. kemudian Logika *Fuzzy* Sugeno memiliki dua model sebagai berikut [3].

C. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler berbasis chip Atmega 2560. Papan ini menawarkan 54 pin I/O digital (termasuk 15 pin PWM), 16 pin input analog, 4 port UART, dan berbagai komponen penting seperti osilator 16 MHz, port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset. Ini adalah pilihan yang sangat lengkap untuk pengembangan proyek mikrokontrol [4].



Gambar 2. Pinout Microcontroller Arduino Mega 2560 [4]

D. Sensor Load Cell

Load Cell merupakan komponen inti yang terdapat pada timbangan digital. Secara umum *load cell* digunakan untuk menghitung massa dari suatu benda. Sebuah sensor *load cell* tersusun dari beberapa konduktor, strain gauge, dan jembatan wheatstone.



Gambar 3. Sensor Load Cell [4]

E. Sensor TCS3200

Sensor warna TCS3200 adalah sensor warna DT- sense. TCS3200 adalah IC yang diprogram untuk mengubah warna menjadi frekuensi dan mengeluarkannya sebagai sinyal gelombang persegi. Sensor terdiri dari dua komponen utama, fotodiode dan konverter arus ke frekuensi (ADC) [5].



Gambar 4. Sensor TCS3200 [5]

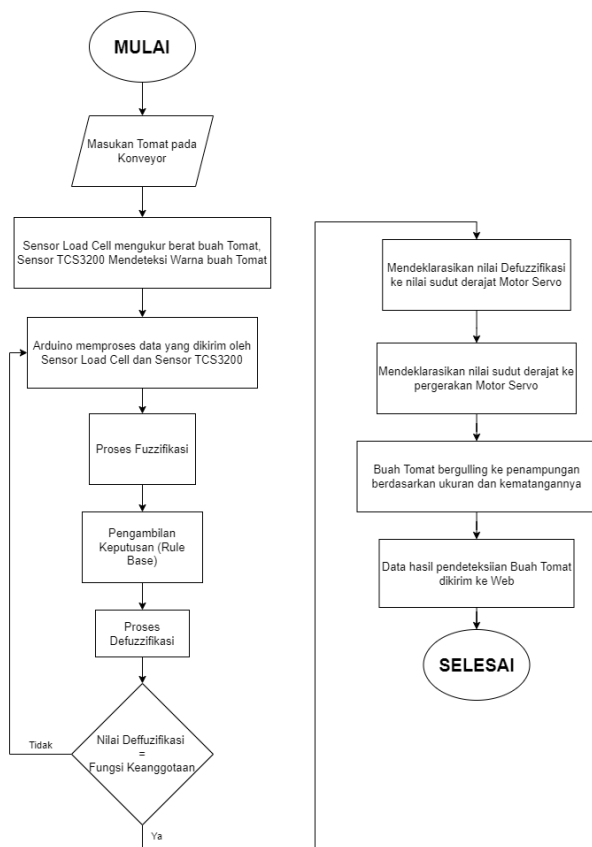
F. Konveyor

Konveyor adalah mesin yang digunakan di industri untuk mengangkut bahan dari satu bagian ke bagian lain. Belt conveyor, salah satu jenis konveyor, sangat penting dalam industri karena meningkatkan produktivitas, mengurangi biaya produksi, dan meningkatkan efisiensi kerja. Prinsip kerja belt conveyor adalah mengangkut material di atas belt yang digerakkan oleh drive pulley menggunakan motor penggerak. Head pulley menarik belt melalui gesekan dengan idler roller, yang memengaruhi kapasitasnya.



Gambar 5. Konveyor Belt [6]

G. Flowchart Sistem

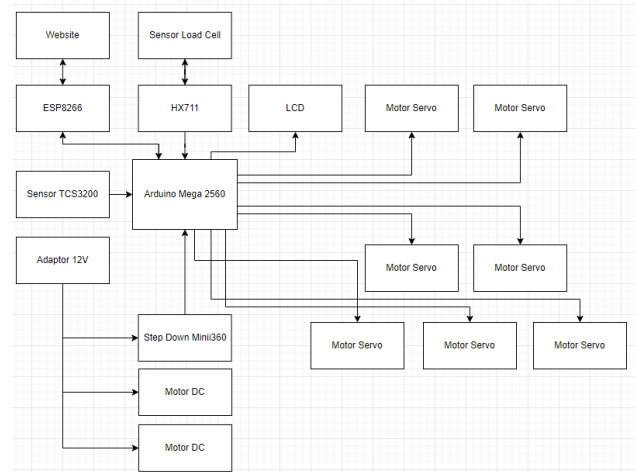


Gambar 6. Flowchart Sistem Alat Sortir

Alur kerja dari *prototype* alat sortir buah tomat ini dimulai ketika tombol *power start* pada box alat sudah ditekan, maka fungsi dari pada alat ini akan berjalan. Ketika alat berjalan semua sensor bekerja yaitu sensor *Load Cell* yang berfungsi untuk mendeteksi berat atau ukuran pada buah tomat dan sensor TCS3200 yang berfungsi untuk mendeteksi warna pada buah tomat, yang nantinya data kedua sensor tersebut akan diterima oleh arduino lalu melalui proses fuzzifikasi, pengambilan keputusan berdasarkan rule yang sudah ditentukan, lalu melakukan proses defuzzifikasi. Jika nilai defuzzifikasi sama dengan fungsi keanggotaan

maka akan mendeklarasikan nilai defuzzifikasi ke nilai sudut derajat motor servo yang mana akan mempengaruhi servo mana yang bergerak.

H. Blok Diagram

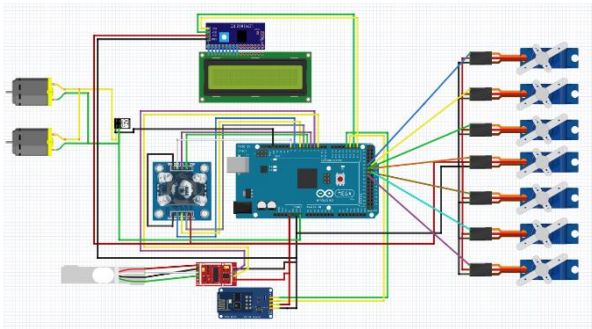


Gambar 7. Blok Diagram Alat Sortir

Diagram dibawah ini berisi alur berjalannya sistem dengan gambaran blok, dimana sensor berat *load cell* berfungsi untuk mendeteksi berat buah tomat. Lalu ada sensor TCS3200 yang berfungsi untuk mendeteksi warna pada buah tomat. Kemudian ada *step down* mini360 yang berfungsi untuk menurunkan tegangan 12v menjadi 5v untuk dialirkan kembali pada arduino, dan motor DC berfungsi sebagai roda penggerak pada konveyor. Kemudian motor servo untuk mengontrol buka tutupnya jalur pintu berdasarkan kategori berat dan kematangan buah tomat. Alat sortir buah tomat ini juga terkoneksi dengan website yang berfungsi untuk memonitoring data buah tomat yang sudah disortir berdasarkan kematangannya dengan modul Esp8266.

I. Rangkaian Keseluruhan

Pada perancangan *prototype* alat sortir buah tomat ini, bergerak menggunakan dua motor dc sebagai penggerak konveyor. Sensor *load cell* akan mengidentifikasi berat ukuran buah tomat dan sensor TCS3200 akan mendeteksi warna buah tomat yang akan membedakan tiga kategori yaitu matang, setengah matang dan mentah. Alat sortir buah tomat ini juga akan memberikan respon kepada motor servo yang akan mengarahkan sesuai kategori buah tomat. Pada alat ini juga terdapat esp8266 dan *Liquid Crystal Display* (LCD) sebagai alat untuk memberikan data kepada website dan lcd untuk menampilkan pada saat sensor *load cell* dan TCS3200 mendeteksi.

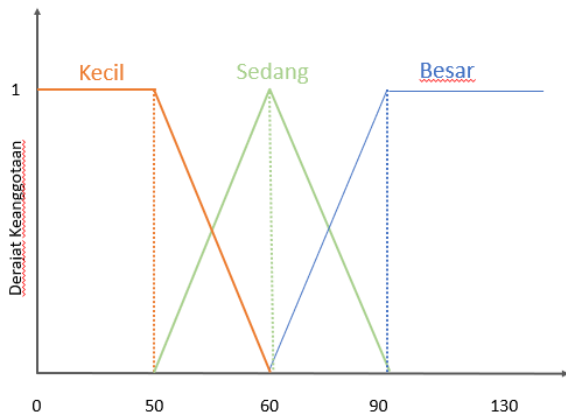


Gambar 8. Rangkaian Keseluruhan Alat Sortir

J. Perancangan Metode Fuzzy

Pada perancangan *fuzzy* ini terdapat 2 variabel sensor sebagai *input* dan variabel motor servo sebagai *output* untuk mendapatkan nilai derajat keanggotaan. Variabel sensor terbagi menjadi sensor berat, dan juga sensor warna. Untuk variabel masing-masing sensor terdiri tiga fungsi himpunan. Untuk variabel dari sensor berat yaitu kecil, sedang, besar dan untuk sensor warna merah, kuning, hijau. Variabel *input* dan *output* yang digunakan secara rinci akan dituangkan kedalam bentuk kurva fungsi keanggotaan sensor, yang dapat dilihat pada gambar berikut.

Untuk sensor berat memiliki fungsi kurva keanggotaan sebagai berikut yang dapat dilihat pada gambar berikut.



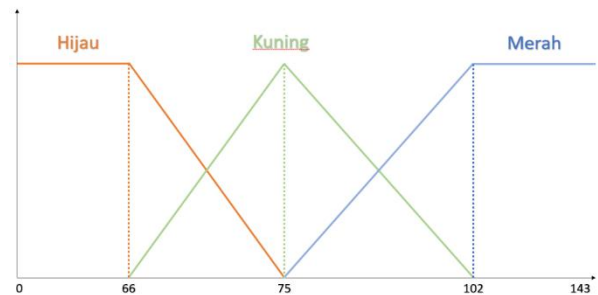
Gambar 9. Kurva Fungsi Keanggotaan Sensor Berat Load Cell

$$\mu_{KECIL}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 50 \\ (60 - x)/(60 - 50); & 50 \leq x \leq 60 \\ 0; & x \geq 60 \end{cases}$$

$$\mu_{SEDANG}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 50 \text{ atau } x \geq 90 \\ (x - 50)/(60 - 50); & 50 \leq x \leq 60 \\ (90 - x)/(90 - 60); & 60 \leq x \leq 90 \end{cases}$$

$$\mu_{BESAR}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 60 \\ (x - 60)/(90 - 60); & 60 \leq x \leq 90 \\ 1; & x \geq 90 \end{cases}$$

Kemudian sensor warna memiliki kurva fungsi keanggotaan sensor yang dapat dilihat pada gambar berikut ini.



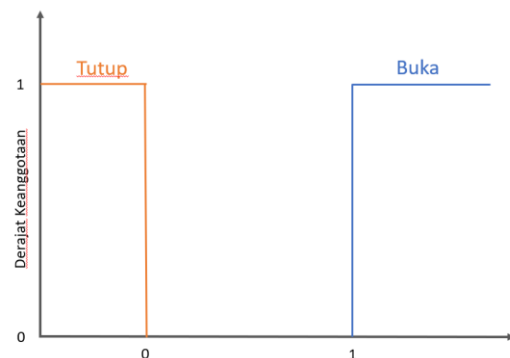
Gambar 10. Kurva Fungsi Keanggotaan Sensor Warna TCS3200

$$\mu_{HIJAU}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 66 \\ (75 - x)/(75 - 66); & 66 \leq x \leq 75 \\ 0; & x \geq 75 \end{cases}$$

$$\mu_{KUNING}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 66 \text{ atau } x \geq 102 \\ (x - 66)/(75 - 66); & 66 \leq x \leq 75 \\ (102 - x)/(102 - 75); & 75 \leq x \leq 102 \end{cases}$$

$$\mu_{MERAH}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 75 \\ (x - 75)/(102 - 75); & 75 \leq x \leq 102 \\ 1; & x \geq 102 \end{cases}$$

Untuk motor servo memiliki nilai interval yang sama memiliki dua fungsi himpunan yaitu nyala dan mati, maka akan dirangkum dalam satu kurva fungsi keanggotaan sebagai berikut.



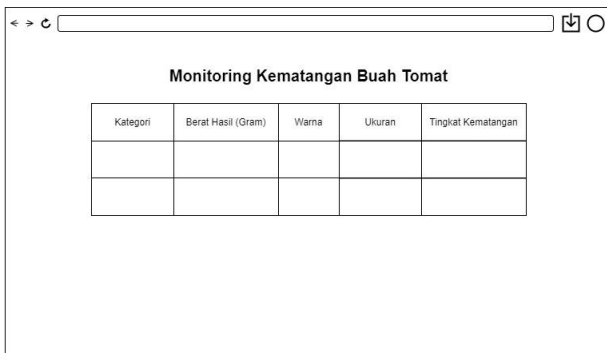
Gambar 11. Kurva Fungsi Keanggotaan Motor Servo

Rule pada perancangan *fuzzy* ini menggunakan "IF-THEN" dengan penghubung antara variabel *input* dan *output* adalah "AND". Penelitian sistem alat sortir buah tomat ini dibuat sebanyak 9 rule.

Tabel 1. Rule Fuzzy

No	Rule
R1	IF BeratKecil AND WarnaHijau THEN ServoMentahBuka
R2	IF BeratKecil AND WarnaKuning THEN ServoKecilMatangBuka AND ServoKecilSetMatangBuka
R3	IF Berat Kecil AND Warna Merah THEN ServoKecilMatangBuka
R4	IF Berat Sedang AND Warna Hijau THEN ServoMentahBuka
R5	IF Berat Sedang AND Warna Kuning THEN ServoSedangMatangBuka AND ServoSedangSetMatangBuka
R6	IF Berat Sedang AND Warna Merah THEN ServoSedangMatangBuka
R7	IF Berat Besar AND Warna Hijau THEN ServoMentahBuka
R8	IF Berat Besar AND Warna Kuning THEN ServoBesarMatangBuka AND ServoBesarSetMatangBuka
R9	IF Berat Besar AND Warna Merah THEN ServoBesarMatangBuka

K. Perancangan Website Pada Alat Sensor



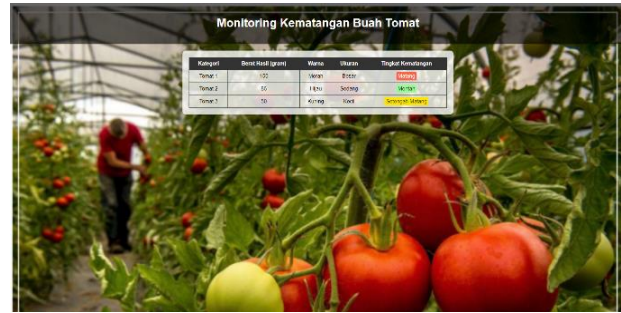
Gambar 12. Perancangan Tampilan Web

Tampilan yang muncul saat pertama kali kita membuka sebuah web monitoring buah tomat akan menampilkan tabel monitoring kematangan buah tomat dengan beberapa kategori yang sudah ditentukan. Pada gambar dibawah ini.. Terdapat kategori untuk menentukan berapa tomat yang terkena sortasi buah tomat. Kemudian ada berat hasil yang nanti akan muncul nilainya, warna sesuai dengan sensor TCS3200. Ukuran akan muncul sesuai dengan hasil identifikasi sortasi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Perangkat Lunak

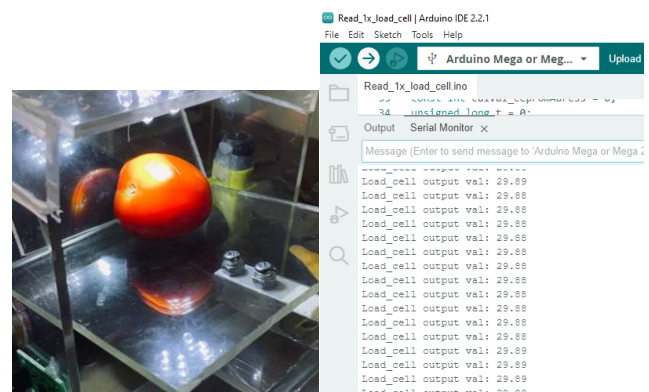
Hasil pengujian pembuatan website monitoring buah tomat ini dapat kita lihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 13. Website Monitoring Buah Tomat

B. Hasil Pengujian Sensor Load Cell

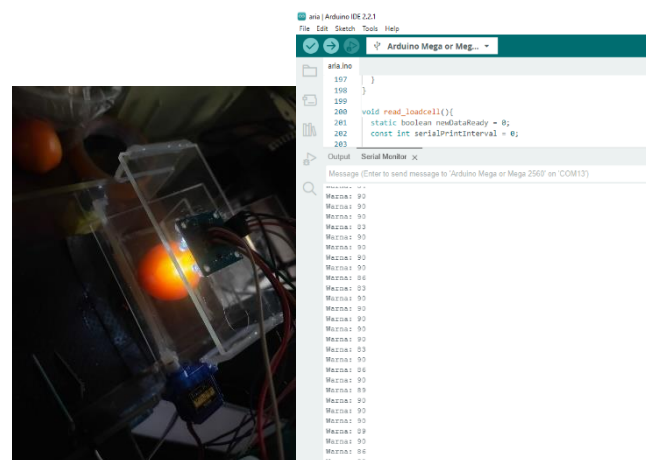
Pada proses pengujian ini akan dilakukan pengujian pada sensor *load cell* atau sensor berat. Pertama pengujian kita akan mengukur berat sesungguhnya menggunakan timbangan digital dengan berat 29 gram.



Gambar 14. Hasil Uji Sensor Load Cell

C. Hasil Pengujian Sensor TCS3200

Pada proses pengujian ini akan dilakukan pengujian pada sensor TCS3200 yaitu proses pengujian sensor warna buah tomat mentah, setengah matang dan matang.



Gambar 15 Hasil Uji Tomat Setengah Matang

V. KESIMPULAN

Kesimpulan dari perancangan yang telah dilakukan pada Perancangan Alat Sortir Buah Tomat Menggunakan Metode *Fuzzy Logic* Sugeno Berbasis IOT, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat dapat meimplementasikan *fuzzy logic sugeno* untuk sortirisasi buah tomat.
2. Alat dapat menggunakan metode *fuzzy* untuk *output* motor servo buka dan tutup.
3. Sensor *Load Cell* dapat meidentifikasi berat pada buah tomat yang diuji, dan sensor TCS3200 juga bekerja dengan baik untuk menentukan warna kematangan buah tomat.

REFERENSI

- [1] S. Sanjaya, "Aplikasi Pengenalan Tingkat Kematangan Buah Tomat Menggunakan Fitur Warna HSV Berbasis Andorid," *Jurnal TEKNOINFO*, vol. XVI, no. 10, pp. 26-33, 2022.
- [2] I. V. M. A. K. A. F. Ratih Yuniastri, "Karakteristik Kerusakan Fisik dan Kimia Buah Tomat," *Journal of Food Technology and Agroindustry*, vol. II, pp. 1-8, 2020.
- [3] S. S. Harahap, "Implentasi Metode Logika Fuzzy Sugeno pada Alat Penyortir Buah Tomat Berbasis Mikrokontroler," *UIN Sumatera Utara*, pp. 8-18, 29 Maret 2021.
- [4] I. A. A. I. Luki Hernando, "Implementasi Fuzzy Logic pada alat pemisah buah tomat," *Jurnal Sains dan Informatika*, vol. VIII, no. 1, pp. 55-61, 2022.
- [5] D. T. K. R. N. P. Abdul Haris, "Sistem Penyortiran Buah Apel Manalagi Menggunakan Sensor LoadCell dan TCS3200 Berdasarkan Berat dan Warna Berbasis Arduino Uno," *Jurnal PETIR*, vol. XI, pp. 92-95, 2018.
- [6] N. F. Muhammad Syahputra Nasution, "Deteksi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Warna Buah dengan Menggunakan Metode YCbCr," *Jurnal Informatikadan Teknologi Jaringan (InfoTekJar)*, vol. ii, pp. 148-151, 2019.
- [7] I.o Things, Accessed: Online, 31 Januari 2023.
- [8] A. Junaidi, "INTERNET OF THINGS," *Universitas Widyatama*, Vols. Volume I, No. 3, no. 10 Agustus 2015, pp. 62-66, 2015.
- [9] K. a. H. A. F. C.B Andrianto, "ANALISIS SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENERIMA BEASISWA DI SMP MUHAMMADIYAH 2 KALASAN," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. Vols. XIII, no. ISSN: 1907-2430, pp. 46-60, 2017.
- [10] T. H. A. H. Z. H. Robby Rizky, "Penerapan metode Fuzzy Sugeno Untuk Pengukuran Keakuratan Jarak Pada Pintu Otomatis di CV Bejo Perkasa," *Jurnal Teknik Informatika Unika St. Thomas*, vol. Volume 05, no. ISSN : 2548-1916, pp. 33-42, 2929.
- [11] A. Sianipar, "Implementasi Fuzzy Logic untuk Sortasi Buah Tomat secara Otomatis," *UPB*, vol. VOLS 5, pp. 12-32, 2020.