

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 State of the Art

Penelitian-penelitian terdahulu memiliki peranan dalam melakukan penelitian selanjutnya dan dapat mencegah terjadinya duplikasi dari hasil penelitian. Penelitian ini didasarkan dari beberapa penelitian yang relevan sebelumnya dengan keterkaitan dengan metode dan konsep serupa. Berikut merupakan state of the art dari penelitian ini:

Tabel 2.1 State of the Art dari penelitian

No	Judul, Peneliti dan Tahun	Metode & Objek Penelitian	Hasil
1.	<i>Automatic Multi Machine Operation with Product Sorting and Packaging by their Colour and Dimension with Speed Control of Motors.</i> (Mohd Shadman Rashid Al, Mohd Shoib Al) (2017)	Metode menggunakan <i>LCA</i> sistem untuk melakukan pengoperasian sorting DC gear motor yang dikontrol melalui <i>Programmable Logic Controller (PLC)</i> , <i>Variable Frequency Drive (VFD)</i> dan conveyor.	<i>Low Cost Automation (LCA)</i> sistem ini dapat mengurangi kesalahan, meningkatkan akurasi dan kecepatan dalam produksi.
2.	Perancangan Alat Penyortir Buah Tomat Berbasis Arduino Uno. (Ahmad Hanafie, Syarifuddin Baco, Kamarudding) (2021)	Metode pengujian yang digunakan adalah analisis data dengan metode deskriptif untuk mengumpulkan data kemudian diklarifikasi, dianalisis, kemudian diinterpretasikan.	Mesin penyortir buah tomat dapat menyortir tomat secara otomatis, dapat mempermudah dalam pemilihan tomat dan keberhasilan alat/sistem kontrol ini adalah 80%.

3.	Implementasi Fuzzy Logic Untuk Sortasi Buah Tomat Secara Otomatis. (Agustinus Sianipar) (2020)	Dalam penelitian ini, sistem pengambil keputusan untuk menentukan kualitas tomat dengan menggunakan logika fuzzy metode Mamdani dan pemilahan tomat menggunakan konveyor berbasis arduino.	Buah tomat kualitas terbaik berada pada nilai 8 dengan warna merah dan ukuran besar. Sedangkan kualitas tomat buruk berada pada nilai 2 dengan warna hijau dan ukuran besar. Tomat berwarna hijau tentunya belum matang oleh karena itu kualitas tomat masih buruk.
----	--	--	---

2.2 Tomat



Gambar 2.1 Tomat

Tomat, yang dikenal dengan nama latin *Lycopersicum esculentum* Mill., adalah tanaman hortikultura dari keluarga Solanaceae yang memiliki nilai ekonomi yang signifikan di Indonesia. Tanaman ini tidak hanya populer di kalangan konsumen tetapi juga memiliki prospek yang sangat menjanjikan dalam pengembangan agribisnis di Indonesia[10]. Tomat adalah tanaman buah yang penting dalam memenuhi kebutuhan gizi manusia. Kandungan nutrisinya sangat bermanfaat untuk kesehatan. Dalam setiap 100 gram tomat, terdapat 1 gram protein, 4,2 gram karbohidrat, dan 0,3 gram lemak. Tomat juga mengandung mineral seperti kalsium (5 mg), fosfor (27 mg), dan zat besi (0,5 mg). Selain itu, tomat kaya akan vitamin, termasuk vitamin A dalam bentuk karoten (1500 SI),

vitamin B (tiamin) (60 mg), dan vitamin C (40 mg)[11]. Tingkat kematangan tomat dibagikan menjadi 6 berdasarkan United States of Agriculture atau sering disebut USDA yaitu *Green* berwarna hijau dan bervariasi antara terang menuju gelap. *Breakers* tomat berwarna hijau dengan sedikit warna merah muda 10%. *Turning* tomat berwarna hijau terang dan warna merah muda lebih dari 10%. *Pink* dengan tingkat tomat merah berkisar 30% hingga 60% dan tingkat kematangan *Light Red* kematangan 60% hingga 90% dan terakhir yaitu *Red* dengan tingkat kematangan lebih dari 90%[12]. Namun, tomat juga dapat dibedakan menjadi 3 yaitu tomat yang tidak matang yang berwarna hijau, tomat setengah matang berwarna kuning dan tomat berwarna merah segar yang diklasifikasikan tomat matang[13].

2.3 Logika Fuzzy

Logika Fuzzy adalah aspek dari kecerdasan artifisial yang meniru kapasitas manusia dalam menganalisis ke dalam format algoritma yang kemudian dioperasikan oleh perangkat. Logika Fuzzy adalah suatu metode yang cocok untuk mengubah domain masukan ke dalam domain keluaran. Logika Fuzzy adalah suatu sistem berpikir yang memiliki tingkat ketidakjelasan atau ambiguitas antara akurat atau keliru[14]. Dalam logika lama, semuanya bersifat ya atau tidak, benar atau salah, baik atau buruk, dan lain-lain. Dan karena itu, sistem logika fuzzy mempunyai nilai keanggotaan antara 0 atau 1 dan mempunyai peluang diantara nilai tersebut[15]. Logika fuzzy bisa dilakukan untuk berbagai bidang baik itu pemasaran, riset, diagnosis penyakit, prediksi gempa bumi atau alam dan lain-lain. Dengan penjelasan tersebut, logika fuzzy merupakan salah satu cara untuk menentukan nilai input dengan mendapatkan output yang diinginkan[16]. Urutan untuk melakukan algoritma fuzzy adalah[17]:

1. Fuzzifikasi yaitu proses mengubah nilai variabel asli menjadi variabel fuzzy.
2. Fuzzy Inferensi Sistem yaitu menggabungkan berbagai data yang didapatkan untuk membuat suatu aturan yang dapat berupa IF-THEN, penalaran dan teori himpunan fuzzy.

3. Defuzzifikasi yaitu proses kebalikan dari fuzzifikasi dimana nilai variabel fuzzy diubah kembali menjadi nilai variabel yang nyata.

Berikut merupakan beberapa metode fuzzy yang dapat digunakan untuk melakukan logika fuzzy.

2.3.1 Fuzzy Sugeno

Fuzzy Sugeno atau bisa juga dikenal dengan model fuzzy TSK adalah suatu metode yang diusulkan atau ditemukan oleh Sugeno Kang dan Takagi pada tahun 1985. Metode fuzzy ini digunakan untuk menciptakan aturan-aturan fuzzy dari nilai-nilai input hingga output yang diterima[18]. Metode fuzzy ini memiliki 2 jenis yaitu[19]:

1. Model Fuzzy Sugeno Orde-Satu

Bentuk model dari Fuzzy Sugeno Orde-Satu adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & IF(x_1 is A_1) \& IF(x_2 is A_2) \& \dots \& (x_n is A_n) THEN z \\ & = p_1 * x_1 + \dots + p_n * x_n + q \end{aligned}$$

Dengan A_i merupakan suatu himpunan fuzzy ke- i untuk enteseden, dan p_i sebagai konstan(tegas) ke- i dan q adalah konstanta dalam konsekuensi.

2. Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol

Bentuk model dari Fuzzy Sugeno Orde-Nol adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & IF(x_1 is A_1) \& (x_2 is A_2) \& (x_3 is A_3) \& \dots \& (x_n is A_n) THEN z \\ & = k \end{aligned}$$

Dengan A_1 adalah himpunan fuzzy pertama atau ke-1 sebagai enteseden, dan k merupakan suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuensi.

2.3.2 Fuzzy Tsukamoto

Fuzzy Tsukamoto menggunakan metode yaitu proses inferensi dengan *rule* atau aturan dalam bentuk IF-THEN dan dengan ditambah operasi AND yang kemudian memilih antara 2 nilai terkecil atau minimum (MIN) dari 2 variabel yang berbeda[20]. Adapun 4 proses untuk melakukan fuzzy Tsukamoto diantaranya[21]:

1. Fuzzyfikasi

Proses memasukkan input variabel untuk menentukan suatu fungsi dalam fuzzifikasi yang kemudian semua variabel di proses untuk ditentukan.

2. Pembentukan Aturan Fuzzy

Aturan fuzzy yang digunakan untuk menghubungkan antar input dan output dengan aturan jika-maka (IF-THEN) dengan operator DAN yang diikuti oleh IF disebut sebagai antisiden dan THEN sebagai konsekuen.

Jika $(\alpha_1 \text{ adalah } A_1) \cap \dots \cap (\alpha_n \text{ adalah } A_n)$ maka $(b \text{ adalah } k)$

3. Analisis Logika Fuzzy

Dari proses tsukamoto yang digunakan adalah nilai terendah atau minimum (MIN) dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil atau terendah dari himpunan fuzzy.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A(x_I), (\mu_B(y_I))$$

4. Defuzzifikasi

Proses terakhir yaitu proses defuzzifikasi dengan menggunakan metode rata-rata terpusat atau average dengan rumus sebagai berikut.

$$p = \frac{\sum \alpha_i p_i}{\sum \alpha_i}$$

yang dapat dijelaskan yaitu p adalah variabel output dengan α_i adalah nilai predikat dan p_i adalah nilai variabel output.

2.3.3 Inferensi Model Sistem Mamdani

Sistem Inferensi Kabur Model Mamdani, yang juga dikenal dengan istilah metode maksimum-minimum, adalah metode yang diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Metode Mamdani sering diterapkan dalam berbagai aplikasi karena strukturnya yang relatif mudah, yaitu menggunakan operasi minimum-maksimum atau maksimum-produk[22]. Fuzzy mamdani biasanya

digunakan untuk memastikan nilai dari masing-masing variabel ambigu atau tidak pasti[23]. Untuk mendapatkan output memiliki tahapan proses yaitu[24]:

1. Pembentukan Himpunan Fuzzy atau Fuzzifikasi

Pembentukan fuzzy dilakukan dengan mengubah input sistem menjadi nilai tegas memakai fungsi keanggotaan yang kemudian disimpan dalam basis pengetahuan fuzzy.

2. Aplikasi Fungsi Implikasi atau Aturan Fuzzy

Pada aturan antar relasi dalam fuzzy yaitu aturan IF-THEN dengan A, B, dan C merupakan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi implikasi yang digunakan dalam metode mamdani yaitu nilai terendah atau terkecil atau minimum (MIN).

3. Komposisi Aturan

Semua variabel input kemudian dikumpulkan dengan setiap rule $(\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_i)$ yang dilanjutkan dengan masing-masing nilai α – *predikat* digunakan sebagai penghitung output hasil inferensi tegas dengan masing-masing rule $(z_1, z_2, \dots, z_i)$.

4. Penegasan (Defuzzifikasi)

Proses terakhir yaitu proses penegasan atau defuzzifikasi yang digunakan sebagai proses mengubah output variabel dari inferensi menuju fungsi keanggotaan dengan memakai metode average atau nilai rata-rata dengan notasi rumus sebagai berikut:

$$z = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i z_i}{\sum_{i=1}^n \mu_i}$$

Dengan variabel μ_i adalah nilai predikat dari a-predikat ke-i dan z_i adalah nilai variabel output pada anterseden aturan ke-i.

2.4 LCD 16x2



Gambar 2.2 LCD 16x2

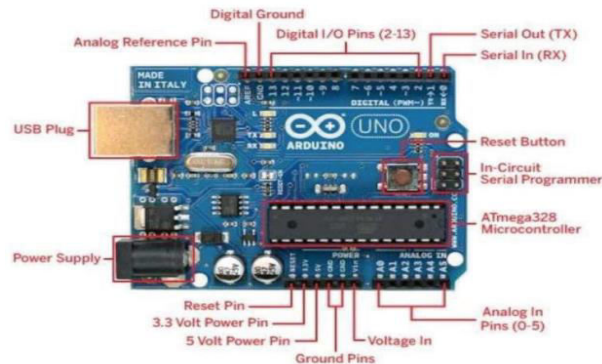
Liquid Crystal Display atau lebih dikenal dengan LCD adalah Sistem sirkuit yang dipakai untuk menunjukkan informasi atau penanda yang disampaikan ke unit kontrol. LCD telah digunakan dalam bidang elektronik baik layar komputer, TV ataupun handphone[25]. LCD 16x2 memiliki spesifikasi Ground, VCC, kontras cahaya, register select, Read/Write LCD Register, Enable, Data I/O, VCC LED dan Ground LED dengan Fitur yang terdapat dalam LCD sebagai berikut[26]:

- a. 16x2 berarti 16 karakter dengan 2 baris.
- b. LCD memiliki 192 karakter.
- c. Digunakan melalui mode 4-bit dan 8-bit.
- d. Digunakan secara backlight.

2.5 Arduino Uno

Mikrokontroler Arduino Uno ATmega328P memiliki 14 pin digital yang mempunyai fungsi sebagai input atau output pin. Input/Output ini terdiri dari 6 pin digital Output PWM dan 6 pin digital Input analog. Selain itu, mikrokontroler ini juga terdiri atas 16 MHz kristal kuarsa, koneksi USB, colokan listrik, ICSP header dan tombol reset. Mikrokontroler ini dapat langsung terhubung melalui aliran baterai DC ataupun langsung ke komputer menggunakan kabel USB. Mikrokontroler ini juga membutuhkan aliran sekitar 6v sampai 20v untuk beroperasi namun untuk mikrokontroler ini dapat berjalan normal membutuhkan

setidaknya 7v sampai 12v[27]. Penjelasan mengenai Arduino Uno dapat dilihat pada gambar di bawah ini[28].



Gambar 2.3 Arduino Uno R3 Pin Out

Berikut merupakan penjelasan mengenai Arduino Uno Atmega328[29]. Arduino Uno Atmega328 memiliki tegangan sebesar 5V dengan limit tegangan masukan sebesar 6V hingga 20V. sedangkan, untuk tegangan masukkan yang direkomendasikan sebesar 7V hingga 12V. Arduino Uno sendiri memiliki analog input sebanyak 6 pin dengan digital I/O pin sebanyak 14 yang terdiri dari 6 PWM output. Untuk arus listrik yang digunakan yaitu 40mA untuk I/O pin sedangkan untuk 3.3V pin sebesar 50mA. Dan Arduino Uno memiliki flash memory sebesar 32KB.

2.6 DC Motor



Gambar 2.4 DC Motor Worm 12V

Motor DC menggunakan sistem dimana tegangan listrik diubah menjadi tenaga mekanik dengan menggerakkan motor dengan arus yang searah dan

menghasilkan putaran mekanis yang diinginkan[30]. Motor DC juga bisa disebut sebagai motor yang membutuhkan sebuah tegangan yang searah pada kumparan medan untuk menghasilkan energi mekanik. Motor DC memiliki 2 kumparan yaitu kumparan medan yang berguna untuk memberikan medan magnet sedangkan kumparan jangkar yang berguna untuk membentuk sebuah gaya gerak listrik. Torsi (T) yang berguna untuk memutar motor terjadi karena arus yang berada dalam kumparan jangkar berinteraksi dengan medan magnet[31].

2.7 Motor Servo Mg90s



Gambar 2.5 Motor Servo Mg90s

Motor servo adalah suatu motor yang mengatur posisi motor dengan melakukan sistem umplan balik. Servo memiliki tegangan antara 4,8V hingga 6V DC dengan torsi dari setiap servo berbeda[32]. Dan sudut motor servo ini dapat diatur dengan menggunakan pulsa yang dikirimkan ke kaki sinyal dari motor servo[33]. Motor servo memiliki beberapa jenis seperti[34]:

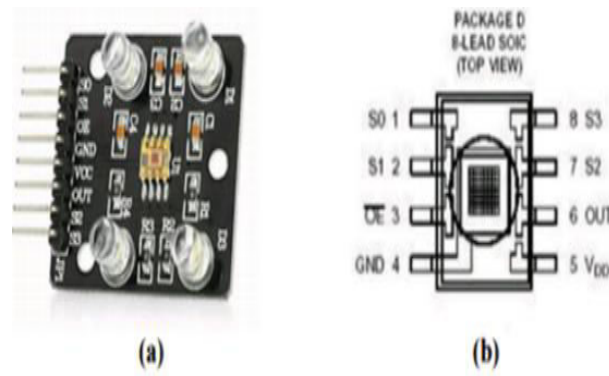
1. Motor Servo 180°

Motor servo dengan rotasi 180 dimana putara memiliki batasan antara 90° ke kanan dan 90° ke kiri.

2. Motor Servo Continuous

Motor servo yang dapat berputar secara kontinyu atau tidak memiliki batasan dalam berputar.

2.8 Sensor Warna TCS230

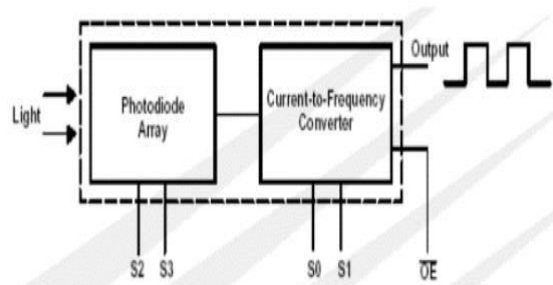


Gambar 2.6 (a) TCS230 Modul Sensor (b) TCS230 Pin Sensor

Sensor Warna TCS230 adalah suatu sensor warna sering dipakai pada aplikasi mikrokontroller untuk mendeteksi suatu warna objek yang ingin dilihat. Selain dapat mendeteksi suatu warna sensor TCS230 ini juga dapat digunakan untuk sensor gerak dengan melihat pergerakan suatu benda berdasarkan perubahan warna yang diterima oleh sensor[35]. Sensor warna mendeteksi suatu objek melalui pendeteksian pantulan cahaya yang kemudian diproyeksikan pada object dan membandingkan hasil dari data tersebut untuk melakukan pencocokan dengan data-data yang telah ada. Sinyal input warna menggunakan sinyal analog yang terdiri dari RGB sensor dengan filter warna merah, biru dan hijau untuk mengubah jumlah warna menjadi suatu arus. Berikut merupakan spesifikasi sensor dari TCS230[36]:

Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor Warna TCS230

Power (Watt)	Ukuran (mm)	Antarmuka	Resolusi
2.7 – 5.5	28.4 * 28.4	Digital TTL (2,2 V – 5V)	Tinggi



Gambar 2.7 Blok Fungsi Sensor TCS230

TCS230 memiliki 2 komponen yaitu pengkonversi arus ke frekuensi dan photodiode. Photodiode disusun secara array 8x8 dengan susunan 16 photodiode filter warna biru, 16 photodiode filter warna hijau dan 16 photodiode berwarna merah, dan 16 photodiode dengan tanpa filter warna. Photodiode ini dapat dikonfigurasi menggunakan selektor kaki S2 dan S3. Output Frekuensi yang digunakan pada TCS230 skala dapat diatur dengan menggunakan selektor kaki S0 dan S1. kombinasi untuk menentukan fungsi jenis filter yang digunakan pada S2 dan S3 dijelaskan dengan 0 sebagai LOW dan 1 sebagai HIGH pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 2.3 Kombinasi Fungsi S2 dan S3

S2	S3	Photodiode
0	0	Filter Merah
0	1	Filter Biru
1	1	Filter Hijau
1	0	Tanpa Filter