

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Didalam penelitian ini akan digunakan referensi atau tinjauan pustaka berdasarkan uraian latar belakang sebelumnya. Dalam mendukung penulisan skripsi akan digunakan beberapa tinjauan pustaka dari penelitian terdahulu dan beberapa penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh penulis. Dapat dilihat pada tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka

No	Penulis	Tahun	Judul
1	Luki Hernando, Ikhsan, Alif Avaldo, Ismael	2018	Implementasi <i>Fuzzy Logic</i> pada Alat Pemisah Buah Tomat
2	Faisal Baharudin Alamsyah, Syamsudduha Syahririni	2023	Seleksi Buah tomat Berdasarkan Warna dan Ukuran Berbasis Arduino Uno
3	Dani Al Razaq, Fawaidul Badri, Efendi S Wirateruna	2022	Rancang Bangun Konveyor Penyortir Buah Belimbing Berdasarkan Tingkat Kematangan Dari Warna Berbasis Arduino Uno
4	Lb Novendita Ariadana, Dahnial Syauqy, Tibyani	2019	Rancang Bangun Sistem Pemilah Tomat Berdasarkan Tingkat Kematangan
5	Ahmad Hanafie, Syarifuddin Baco, Kamarudding	2021	Rancang Bangun Alat Penyortir Buah Tomat Berbasis Arduino Uno

2.1.1 Tinjauan Terhadap Literatur 1

Pada penelitian yang dilakukan oleh Luki Hernando, Ikhsan, Alif Avaldo, Ismael (2018). Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan sebuah alat penyortir buah tomat. Data untuk penelitian ini dikumpulkan dari kelompok wanita tani yang dikenal dengan nama "banda langik". Metode yang digunakan adalah pendekatan 4D. Hasil dari penelitian ini adalah suatu sistem yang mampu mengenali warna buah tomat untuk memisahkan buah yang berkualitas baik dari yang tidak. Proses operasional sistem melibatkan penempatan buah tomat, di mana sensor akan mendeteksi warna pada buah tomat tersebut. Setelah pendeteksian warna selesai, *conveyor* akan bergerak dan motor servo akan digerakkan untuk mengalihkan buah tomat ke lokasi yang sesuai berdasarkan kriteria tingkat kematangan buah tersebut. Dalam mengatasi masalah penentuan warna buah tomat, logika *fuzzy* dapat digunakan, walaupun perlu dicatat bahwa intensitas cahaya di sekitar perangkat akan mempengaruhi pembacaan dari sensor TCS230 (Hernando & Avaldo, 2018).

2.1.2 Tinjauan Terhadap Literatur 2

Penelitian yang dilakukan oleh Faisal Baharudin Alamsah dan Syamsudduha Syahririni (2022) Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah perangkat pengklasifikasi kematangan buah tomat menggunakan *platform* Arduino. Komponen yang terlibat dalam perangkat ini mencakup sensor warna TCS3200, sensor ultrasonik HC-SR04, motor servo, dan motor DC. Sistem pengklasifikasi ini didesain dengan prinsip identifikasi nilai warna merah, hijau, dan biru (RGB) pada buah tomat menggunakan sensor warna. Selanjutnya, sistem akan mengalirkan buah tomat ke wadah yang sesuai dengan tingkat kematangannya dengan membuka dan menutup portal yang terhubung dengan motor servo. Portal akan mengarahkan buah ke wadah yang cocok, yaitu wadah matang jika buah sudah matang, dan wadah mentah jika buah masih belum matang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat pengklasifikasi ini berhasil memisahkan buah tomat matang yang siap dipanen (berwarna merah) dari buah tomat mentah (berwarna hijau) dengan tingkat keberhasilan mencapai 90% (Alamsah & Syahririni, 2023).

2.1.3 Tinjauan Terhadap Literatur 3

Penelitian yang dilakukan oleh Dani Al Razaq, Fawaidul Badri Dan Efendi S Wirateruna (2022) Tujuan utama dalam perancangan sistem ini adalah untuk menciptakan sebuah sistem otomatisasi dalam proses penyortiran buah belimbing yang sebelumnya dilakukan secara manual. Dengan hadirnya sistem ini, penyortiran buah belimbing dapat dilakukan secara otomatis melalui perangkat ini, yang akan menghasilkan efisiensi, kenyamanan, dan efektivitas dalam pekerjaan manusia. Perangkat ini menggabungkan *conveyor* yang berbasis arduino uno dan sensor warna TCS3200, yang memungkinkan buah belimbing untuk dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain secara otomatis. Selain itu, *conveyor* ini juga memiliki fungsi sebagai alat penyortir buah belimbing secara otomatis. Dalam konteks industri, penyortiran buah belimbing dapat dilakukan secara manual oleh tenaga manusia atau secara otomatis menggunakan mesin. Proses penyortiran yang bergantung pada tenaga manusia seringkali melibatkan tugas yang berulang, yang dapat menyebabkan kejenuhan dan memerlukan waktu yang cukup lama. Penggunaan tenaga manusia dalam proses penyortiran juga memiliki kekurangan dalam hal kecepatan. Untuk mengatasi permasalahan ini, kami mengembangkan sebuah perangkat otomatisasi penyortiran buah belimbing yang berbasis arduino uno (Razaq et al., n.d.).

2.1.4 Tinjauan Terhadap Literatur 4

Penelitian yang dilakukan oleh Lb Novendita Ariadana, Dahnia Syauqy dan Tibyani. Pada penelitian ini peneliti membahas Sebuah sistem pemilah buah tomat berdasarkan tingkat kematangannya telah dikembangkan. Tingkat kematangan buah tomat diidentifikasi melalui analisis warnanya. Untuk mengukur warna buah tomat, tiga sensor ditempatkan pada sisi kiri, atas, dan kanan sistem. Buah tomat ditempatkan di tengah kotak sistem dan motor *stepper* digunakan untuk mendorongnya tepat di bawah sensor. Selanjutnya, sensor warna akan membaca warna buah tomat. Metode *bayes* digunakan untuk menghitung probabilitas dan mengklasifikasikan buah tomat ke dalam tiga kategori berdasarkan warnanya. Setelah itu, sistem akan mengarahkan buah tomat ke wadah yang sesuai dengan tingkat kematangannya dengan membuka dan menutup jalur menggunakan motor servo. Penelitian ini melibatkan 45 data latih, dengan masing-masing kategori

tingkat kematangan memiliki 15 data. Hasil dari 10 pengujian menunjukkan 9 hasil yang benar dan 1 hasil yang salah. Dari hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa akurasi sistem mencapai 90% (Ariadana et al., 2019).

2.1.5. Tinjauan Terhadap Literatur 5

Penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Hanafie, Syarifuddin Baco dan Kamarudding. Tujuan utama penelitian ini adalah mengembangkan sebuah sistem otomatis untuk menyortir buah tomat dengan menggunakan *mikrokontroler*, dengan tujuan mengurangi kesalahan dalam seleksi berdasarkan ukuran dan warna, serta meningkatkan efisiensi waktu. Metode pengujian yang diterapkan adalah analisis data secara deskriptif, di mana data dikumpulkan, dikelompokkan, dianalisis, dan kemudian diinterpretasikan. Dalam pengujian penelitian ini, motor servo digunakan sebagai penggerak untuk mengarahkan tomat melalui sensor warna, dan hasil pemisahan berdasarkan warna dan ukuran kemudian dikategorikan ke dalam wadah yang sesuai. Hasil pengujian dari desain mesin penyortir buah tomat menunjukkan bahwa sistem ini mampu menyortir buah tomat secara otomatis, yang membantu dalam proses pemilihan buah tomat. Keberhasilan alat atau sistem kontrol ini mencapai tingkat sekitar 80% (Hanafie et al., 2021).

2.2 Tomat

Tomat merupakan salah satu produk pertanian yang hampir ditemukan di seluruh penjuru dunia. Buah tomat kaya akan berbagai jenis vitamin yang esensial bagi pemenuhan kebutuhan gizi dalam tubuh manusia. (Hairunisa, 2020). Gambar tomat dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Tomat

Variabel yang digunakan pada penelitian ini untuk menentukan kualitas tomat yaitu warna dan berat. Tomat yang sudah matang sepenuhnya biasanya memiliki warna merah yang cerah dan kesegarannya terjaga, sedangkan tomat berwarna kuning menandakan bahwa tomat masih setengah matang, dan yang berwarna hijau adalah tanda bahwa tomat tersebut masih mentah. Tetapi, ada kemungkinan bahwa buah tomat dapat menunjukkan peralihan warna dari merah ke kuning, dari kuning ke hijau, atau bahkan memiliki kombinasi warna merah, kuning, dan hijau dalam satu buah tomat. Dan untuk membedakannya yaitu dengan menggunakan sensor warna TCS3200.

Variabel berikutnya yaitu terdapat variabel kualitas yang dimana variabel kualitas ini terdiri dari kualitas sangat baik, baik dan cukup baik. Dalam menentukan variabel kualitas ini juga harus menggunakan variabel berat untuk menghasilkan kualitas sangat baik, baik dan cukup baik. Berdasarkan pengukuran menggunakan *fuzzy logic* untuk mendapatkan kualitas sangat baik yaitu memiliki berat 60 -80 gram, untuk kualitas baik yaitu memiliki berat 50- 40 gram dan untuk kualitas cukup baik yaitu memiliki berat 40 -30 gram. Untuk data variabel kualitas dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini:

Tabel 2. 2 Variabel Kualitas

Kualitas	Berat Tomat (gram)
Sangat Baik	60-80
Baik	50-40
Cukup Baik	40-30

Menurut (Sianipar, 2020) tomat yang memiliki kualitas sangat baik yaitu memiliki berat 70 -80 gram untuk kualitas baik memiliki berat 50-60 gram dan untuk kualitas cukup baik memiliki berat 50-40 gram.

2.3 *Fuzzy Logic*

Menurut Sutojo et al., (2011) logika *fuzzy* merupakan metode pengendalian situasi yang digunakan pada berbagai sistem, baik yang sederhana maupun kompleks, dan memiliki nilai rentang antara 0 hingga 1. Logika *fuzzy* memiliki perbedaan mendasar dengan logika konvensional yang umumnya dikenal.

Kemampuan logika *fuzzy* tidak hanya terbatas pada aspek perhitungan matematika, melainkan juga mampu melakukan penalaran dalam bahasa manusia, sehingga lebih mudah dipahami.

Istilah *fuzzy logic* terdiri dari *fuzzy* dan *logic*, dimana *fuzzy* merujuk pada sesuatu yang samar, tidak jelas, atau kurang tegas. Sementara itu, *logic* mengacu pada nalar atau pemikiran berdasarkan aturan tertentu. Jadi secara keseluruhan *fuzzy logic* merupakan jenis logika atau pemikiran terhadap data yang nilai-nilainya cenderung tidak tegas. Sebagai contoh, kita bisa mengambil definisi berat badan seorang wanita berdasarkan satuan kilogram. Seorang wanita dewasa dengan berat badan 60 kg mungkin diberi label gemuk. Namun, logika *fuzzy* tidak dengan pasti menyatakan bahwa wanita tersebut sepenuhnya gemuk bisa jadi ia memiliki proporsi tubuh yang seimbang antara proporsional dan gemuk, karena logika *fuzzy* memiliki kemampuan untuk menggambarkan suatu nilai ke dalam dua kemungkinan secara bersamaan. Inilah mengapa logika *fuzzy* sangat bermanfaat dalam berbagai bidang, seperti dalam bidang kesehatan untuk mendiagnosis penyakit, dalam bidang geofisika untuk memprediksi kemungkinan gempa, dalam penggunaan mesin cuci untuk menentukan durasi pencucian pakaian, dan dalam banyak bidang lainnya.

2.4 Fuzzy Mamdani

Metode *mamdani* yang juga disebut sebagai metode *max-min* dan diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk menghasilkan output, ada tiga langkah yang diperlukan:

1. Langkah pertama dalam proses *fuzzifikasi* adalah membentuk himpunan *fuzzy*. Tahap ini dimulai dengan menentukan variabel *fuzzy* serta himpunan *fuzzy* yang sesuai. Kemudian, perlu ditentukan sejauh mana data masukan *fuzzy* cocok dengan himpunan *fuzzy* yang telah ditetapkan untuk setiap variabel masukan dalam sistem dan setiap aturan *fuzzy*. Proses ini sering dilakukan dengan memanfaatkan konsep derajat kesesuaian (*degree of match*) antara data masukan *fuzzy* dengan himpunan *fuzzy* yang telah terdefinisi. Dalam beberapa kasus, penggunaan ukuran kemiripan tidaklah diperlukan, terutama jika data masukan berbentuk *singleton fuzzy*. (Widodo,

2005). Pada metode *mamdani*, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

Dalam konteks metode *mamdani*, langkah selanjutnya adalah menerapkan fungsi implikasi. Fungsi implikasi yang digunakan dalam hal ini adalah fungsi minimum (min).

2. Komposisi aturan tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa.

3. Penegasan (*Defuzzy*)

Defuzzifikasi pada aturan komposisi *mamdani* menggunakan metode *centroid*. Dimana dalam metode ini, solusi dari *crisp* didapat dengan mengambil titik *fuzzy*. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\mu(x) = \frac{\int_a^v x \mu(x) dx}{\int_a^v \mu(x) dx}$$

Atau

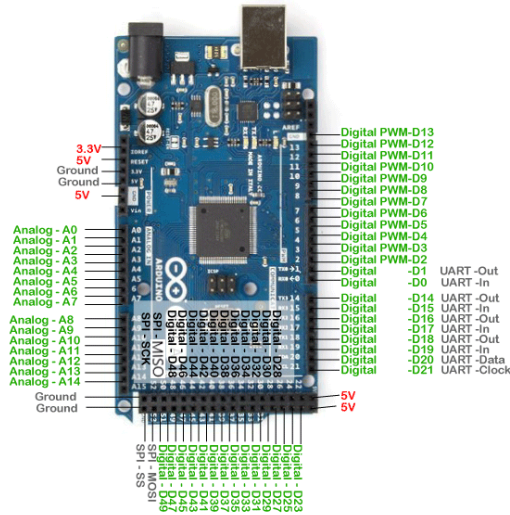
$$\mu(x) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \mu(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu(x_i)}$$

Metode *centroid* memiliki dua keunggulan, yang pertama adalah bahwa nilai *defuzzifikasi* bergerak secara bertahap, sehingga perubahan dalam himpunan *fuzzy* akan terjadi dengan kelancaran. Keunggulan kedua adalah kemudahan dalam melakukan perhitungan (Marbun et al., 2016).

2.5 Arduino Atmega 2560

Arduino adalah suatu *platform* untuk mengembangkan model awal perangkat elektronik yang memanfaatkan perangkat keras sumber terbuka (*open-source hardware*) dan perangkat lunak. *Platform* ini didasarkan pada teknologi yang fleksibel serta mudah dioperasikan. Arduino dirancang untuk kalangan seniman, *designer*, dan semua individu yang ingin menciptakan objek atau lingkungan interaktif.

Menurut Sulaiman (2012), arduino merupakan *platform* yang terdiri dari komponen perangkat keras dan perangkat lunak. Bagian perangkat keras pada Arduino mirip dengan *mikrokontroler* konvensional, namun ditambahkan sistem penamaan khusus pada pin-pinnya agar lebih mudah diingat.



Gambar 2. 2 Pin/port Arduino Atmega 2560

(Sumber : <https://www.javatpoint.com/arduino-mega-pinout>)

Software arduino merupakan *software open source* yang dapat diunduh secara gratis. Perangkat lunak ini berfungsi untuk mengembangkan dan mengunggah program ke dalam papan arduino. Proses pemrograman pada arduino lebih sederhana daripada langkah-langkah yang dibutuhkan dalam *mikrokontroler* konvensional, karena arduino telah didesain agar lebih mudah dipelajari. Hal ini memungkinkan pemula untuk memulai belajar tentang mikrokontroler menggunakan *platform* arduino. Adapun spesifikasi arduino mega 2560 dapat dilihat pada tabel 2.3. di bawah ini :

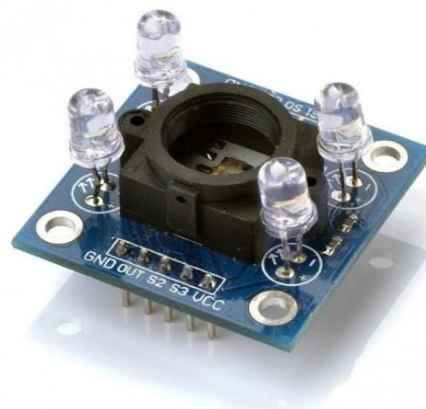
Tabel 2. 3 Spesifikasi Arduino Mega 2560

<i>Digital I/O Pins</i>	54 <i>(of which 15 provide PWM output)</i>
<i>Analog Input Pins</i>	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
<i>Flash Memory</i>	256 KB <i>of which 8 KB used by bootloader</i>

SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

2.6 Sensor Warna TCS 3200

Modul sensor warna TCS3200 menggunakan *chip* TAOS TCS3200 RGB. Modul ini telah terintegrasi dengan 4 LED. Sensor TCS3200 memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi dan mengukur kecerahan warna yang terlihat. Beberapa contoh pemanfaatan dari sensor ini meliputi: pengenalan warna, pengelompokan objek berdasarkan warna, *ambient light sensing and calibration*, pencocokan warna, dan banyak aplikasi lainnya (Suhardi, 2019).



Gambar 2.3 Sensor TCS3200

(Sumber : (Suhardi, 2019))

Chip TCS3200 dilengkapi dengan beberapa *photodetector* yang terdiri dari filter warna individu, yakni merah, hijau, biru, dan tidak berwarna (*clear*). Setiap filter ini terletak dalam susunan yang berbeda. Modul ini dilengkapi dengan osilator yang menghasilkan sinyal pulsa *square* dengan frekuensi yang sesuai dengan warna yang sedang diidentifikasi (Suhardi, 2019).

2.7 Conveyor

Conveyor merupakan sistem mekanis yang berfungsi untuk mengalihkan barang atau benda dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Dalam dunia industri, *conveyor*. Sangat umum digunakan sebagai sarana transportasi untuk mengangkut barang dalam jumlah besar dan secara berkelanjutan (*Implementasi Metode*

Logika Fuzzy Sugeno Pada Alat Penyortir Buah Tomat Berbasis Mikrokontroler, 2021).



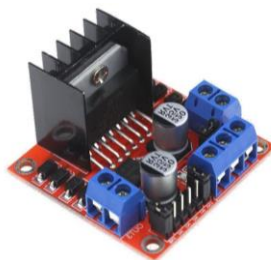
Gambar 2.4 *Conveyor Belt*

(Sumber : <https://www.dnm.co.id/conveyor/>)

Dalam situasi khusus, *conveyor* juga sering dimanfaatkan karena memiliki keuntungan ekonomis dibandingkan dengan pengangkutan manual yang lebih berat, sehingga dapat mengurangi beban kerja manusia (*Implementasi Metode Logika Fuzzy Sugeno Pada Alat Penyortir Buah Tomat Berbasis Mikrokontroler, 2021*).

2.8 Driver Motor DC L298N

Driver L298N umumnya berfungsi sebagai pengendali untuk motor DC. Prinsip kerja yang digunakan dalam IC L298N ini adalah melalui penggunaan *H-Bridge*. Output dari mikrokontroler dapat dikendalikan menggunakan tingkat tegangan TTL di setiap *H-Bridge*. Setiap saluran pada robot mampu menggerakkan tegangan hingga 46 volt DC dengan arus 2A pada setiap tegangan yang digunakan. IC L298 dapat menggerakkan dua motor DC karena dalam komponen L298N terdapat dua rangkaian *H-Bridge*.(Prasetyo et al., 2019). Di bawah ini adalah gambar dari IC L298N yang sering digunakan untuk driver motor DC.



Gambar 2.5 *Driver Motor L286N*

Pengaturan kecepatan pada kedua motor dilakukan dengan mengatur durasi pulsa yang diaktifkan menggunakan modulasi lebar pulsa atau pwm yang dikirimkan ke driver motor DC dalam pengendali utama *mikrokontroler*. Sinyal yang diterima oleh *duty cycle* pwm akan diteruskan ke motor DC sebagai pengaturan kecepatan putaran (Prasetyo et al., 2019).

2.9 Adaptor

Adaptor adalah suatu komponen elektronik yang berfungsi untuk mengkonversi tegangan listrik tinggi menjadi tegangan listrik yang lebih rendah, atau merupakan susunan rangkaian yang digunakan untuk mengubah arus bolak-balik. (arus AC menjadi arus searah DC) (E Maulana, 2017). Gambar adaptor dapat dilihat pada gambar 2.2.



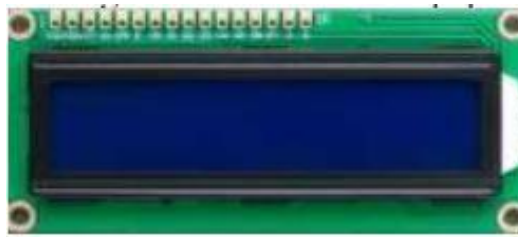
Gambar 2.6 Adaptor DC 12 Volt 1 Ampere

(Sumber : E Maulana, 2017)

Tegangan keluaran dari adaptor dapat disesuaikan sesuai keperluan, seperti 3V, 4.5V, 5V, 9V, 12V, dan seterusnya. Namun, dalam perencanaan alat ukur ini, digunakan adaptor dengan keluaran tegangan sebesar 9VDC (E Maulana, 2017).

2.10 *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid crystal display (LCD) adalah komponen yang sering digunakan untuk menampilkan informasi, yang berbeda dengan penggunaan *seven segment*. Fungsi utama lcd adalah sebagai perangkat komunikasi dengan manusia dalam bentuk teks atau grafis (Darmawan et al., 2018) Gambar *Liquid Crystal Display (LCD)* dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.7 *Liquid Crystal Display (LCD)*

(Sumber : Darmawan et al., 2018)

Untuk menghubungkan *mikrokontroler* dengan lcd, diperlukan pengaturan koneksi antara pin-pin pada lcd dengan port yang tersedia pada *mikrokontroler* (Darmawan et al., 2018).

2.11 **Motor DC**

Motor DC adalah suatu perangkat dasar elektromekanik yang mampu mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Dalam motor DC, rotasi yang dihasilkan akan berubah arah jika polaritas tegangan diperbarui. (Muhammad, 2012).



Gambar 2.8 Motor DC

Rentang tegangan masukan DC adalah antara 3V hingga 24V, dengan kecepatan 130 rpm saat tegangan mencapai 12V. Meskipun, *mikrokontroler* tidak memiliki kapasitas untuk mengendalikan motor DC secara langsung karena motor DC memerlukan arus yang tinggi, yang sangat berbeda dengan arus yang dapat

diproses oleh *mikrokontroler* yang berada pada tingkat tegangan 12V yang sangat rendah. Solusi umum yang digunakan untuk menggerakkan motor DC adalah melalui penggunaan *driver* motor.(Muhammad, 2012).

2.12 Sensor *Loadcell* HX711

Loadcell HX711 merupakan komponen utama yang ada di dalam timbangan digital. Pada dasarnya, fungsi dari *loadcell* adalah untuk mengukur berat suatu objek. Sebuah sensor *loadcell* terdiri dari beberapa penghantar yang terhubung, *strain gauge*, dan jembatan *Wheatstone*. (Wahyudi et al., 2017). Sensor *loadcell* yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini memiliki kemampuan untuk mengukur berat maksimum hingga 8 kg. Namun, dalam perancangan penelitian ini, batas berat pengukuran maksimal yang ditetapkan adalah sebesar 5 kg.. Gambar sensor *loadcell* dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Sensor *Loadcell* Hx711

(Sumber : Nuryanto, 2015)

sensor *loadcell* Hx711 yang dipakai dalam penelitian tugas akhir ini memiliki kapasitas berat maksimum 8 kg. Tetapi dalam perancangan penelitian kali ini dibuat beban pengukuran maksimal 5 kg (Wahyudi et al., 2017).

2.13 Motor Servo MG966R

Menurut (Ardinata et al., 2020) motor servo adalah jenis motor listrik yang dilengkapi dengan sistem umpan balik tertutup, di mana posisi motor akan dikomunikasikan kembali ke rangkaian kontrol yang terdapat di dalam motor servo tersebut. Gambar motor servo MG966 R dapat dilihat pada gambar 2.10



Gambar 2.10 Motor Servo MG966 R

(Sumber : Ardinata et al., 2020)

Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian *gear*, potensiometer dan rangkaian *control* (Ardinata et al., 2020).

2.14 Sensor IR *Proximity*

Modul sensor memiliki kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan sekitarnya. Modul ini dilengkapi dengan sepasang inframerah yang berfungsi sebagai pengirim dan penerima. Baik sensor *Infrared* maupun *proximity* menghasilkan frekuensi tertentu. Ketika mendeteksi adanya rintangan atau permukaan yang memantulkan cahaya, sensor *Infrared* dan *proximity* akan mengirimkan pantulan cahaya tersebut ke tabung penerima. Setelah melalui proses perbandingan dalam rangkaian, indikator berwarna hijau akan menyala. Pada saat yang bersamaan, antarmuka akan menghasilkan sinyal keluaran digital (sinyal tingkat rendah) (Masyarik et al., 2022).



Gambar 2.11 Sensor IR *Proximity*

Jarak deteksi modul ini dapat diatur melalui tombol potensiometer, dan jarak efektifnya berkisar antara 2 hingga 30 cm. Modifikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengadaptasi modul sensor sesuai dengan kebutuhan mereka, sehingga dapat digunakan dalam berbagai aplikasi ilmu computer (Masyarik et al., 2022).