

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Arduino

Arduino merupakan sebuah platform elektronik berbasis mikrokontroler *open-source* yang dirancang untuk mempermudah pembuatan dan pengembangan perangkat elektronik interaktif. Platform ini mencakup perangkat keras (*hardware*) berupa papan mikrokontroler yang dapat diprogram, serta perangkat lunak (*software*) berupa lingkungan pengembangan terpadu (*Integrated Development Environment/IDE*) yang memungkinkan pengguna menulis, mengompilasi, dan mengunggah program ke papan Arduino dengan (Budisusila & Arifin, 2025).

Arduino dilengkapi dengan serangkaian pin *input/output* (I/O) yang dapat digunakan untuk menghubungkan berbagai komponen seperti sensor, aktuator, dan modul lainnya, sehingga memungkinkan papan untuk menerima data dari lingkungan dan menghasilkan respon yang sesuai berdasarkan program yang telah dibuat.

Arduino memiliki keunggulan berupa biaya yang relatif rendah, kemudahan dalam penggunaan, serta dukungan komunitas yang luas, yang menjadikannya alat yang populer dalam pendidikan teknik, penelitian, serta penerapan sistem kendali dan otomasi sederhana

2.1.2 Komponen Arduino

Komponen Arduino adalah bagian-bagian yang membentuk sebuah papan Arduino, yang digunakan untuk membuat proyek elektronik dan IoT. Komponen-komponen ini bekerja sama untuk menjalankan program dan mengontrol komponen lainnya.

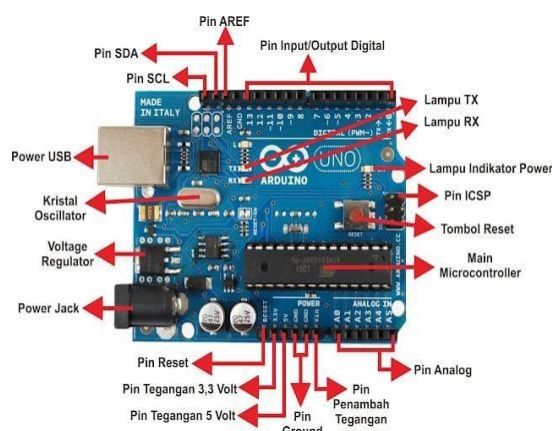
Arduino adalah papan mikrokontroler yang dapat diprogram untuk mengontrol berbagai perangkat elektronik. Papan ini memiliki sejumlah pin input dan output yang memungkinkan integrasi dengan sensor maupun aktuator. Arduino juga dilengkapi dengan beberapa komponen utama yang mendukung fungsionalitasnya dalam sistem kendali otomatis

- a. Pin SCL (*Serial Clock*): Pin ini digunakan untuk mengirim sinyal clock yang digunakan untuk sinkronisasi data.
- b. SDA (*Serial Data*): Pin ini digunakan untuk mengirim dan menerima data secara serial.
- c. Pin AREF (*Analog Reference*): Pin ini digunakan untuk mengatur referensi analog untuk konversi analog-to-digital (ADC).
- d. Pin Input/Output Digital: Pin input digital digunakan untuk membaca nilai digital dari komponen eksternal, seperti tombol atau sensor. Sedangkan Pin output digital digunakan untuk mengirim nilai digital ke komponen eksternal, seperti LED atau motor.
- e. Lampu TX (*Transmit*) & Lampu RX (*Receive*): Lampu TX (*Transmit*) dan RX (*Receive*) pada Arduino adalah lampu indikator yang menunjukkan

aktivitas komunikasi serial antara Arduino dan komputer atau perangkat lain.

- f. Lampu Indikator Power : Lampu indikator power menunjukkan bahwa Arduino sedang dalam keadaan hidup dan siap digunakan.
- g. Lampu ICSP (*In-Circuit Serial Programming*): Lampu yang menunjukkan bahwa Arduino sedang dalam proses pemrograman melalui antarmuka ICSP.
- h. Tombol *Reset* : Tombol yang digunakan untuk mereset Arduino ke keadaan awal Menghentikan program yang sedang berjalan dan mengatur ulang semua pin ke keadaan default.
- i. *Main Microcontroller* : *Main microcontroller* Arduino adalah komponen utama yang bertanggung jawab untuk menjalankan program dan mengontrol semua fungsi Arduino.
- j. Pin Analog: Pin yang digunakan untuk membaca sinyal analog dari sensor atau komponen lain dan mengubah sinyal analog menjadi nilai digital yang dapat dibaca oleh Arduino.
- k. Pin Penambah Tegangan (Vin): Pin yang digunakan untuk menambahkan tegangan eksternal ke Arduino dan mengatur tegangan input untuk Arduino.
- l. Pin *Ground* (GND): pin yang digunakan sebagai referensi untuk semua sinyal listrik pada Arduino.

- m. Pin Tegangan 5 Volt: Pin yang digunakan untuk memberikan tegangan 5V ke komponen-komponen yang memerlukan tegangan 5V.
- n. Pin Tegangan 3,3 Volt: Pin yang digunakan untuk memberikan tegangan 3,3V ke komponen-komponen yang memerlukan tegangan 3,3V.
- o. Pin Reset: Pin ini bisa dihubungkan ke tombol eksternal untuk melakukan reset ke keadaan awal pada board.
- p. *Power Jack*: Komponen yang digunakan untuk menghubungkan sumber daya eksternal ke Arduino.
- q. *Voltage Regulator*: Komponen yang digunakan untuk mengatur tegangan input ke Arduino dan menghasilkan tegangan output yang stabil.
- r. Kristal Oscillator: Komponen yang digunakan untuk menghasilkan sinyal clock yang stabil dan akurat.
- s. Power USB: Komponen yang digunakan untuk menghubungkan Arduino ke komputer atau sumber daya lain melalui port USB.



Gambar 2.1 komponen pada board Arduino Uno

2.1.3 Arduino Uno

Arduino uno adalah sebuah papan mikrokontroler yang berbasis pada ATmega328. Papan ini memiliki 14 pin input/output digital, di mana 6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM, serta 6 input analog. Selain itu, Arduino uno juga dilengkapi dengan osilator Kristal 16 MHz, koneksi USB, power jack, ICSP header, dan tombol reset. Dengan demikian, Arduino uno sudah memiliki semua yang dibutuhkan untuk menjalankan mikrokontroler, dan dapat dihubungkan ke komputer dengan kabel USB atau disuplai dengan adaptor AC ke DC atau baterai. (Alam et al., 2022)



Gambar 2. 2 Arduino Uno

2.1.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip terintegrasi yang berfungsi sebagai pengontrol utama perangkat elektronika, seperti robot dan mesin lainnya, dengan komponen-komponen penting seperti CPU, ROM, RAM, pewaktu, dan unit I/O yang memungkinkan pengolahan informasi input dan menghasilkan output sesuai program yang telah ditentukan, sehingga menjadi komponen kunci dalam

mengotomatisasi proses-proses tertentu dalam berbagai aplikasi teknologi modern (Zulfa et al., 2021).

2.1.5 Arduino IDE

Arduino IDE adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk membuat dan mengedit kode program untuk board Arduino. Dengan Arduino IDE, kita dapat membuat, meng-edit, dan meng-upload kode program ke board Arduino yang diinginkan. Arduino IDE dibangun menggunakan bahasa pemrograman Java dan dilengkapi dengan library C/C++ (*wiring*) yang memudahkan penggunaan input/output. Dengan demikian, Arduino IDE menjadi sebuah media yang efektif untuk mengembangkan dan mengimplementasikan proyek-proyek berbasis Arduino (Alam et al., 2022).



Gambar 2. 3 Software Arduino IDE

Adapun bagian-bagian menu software Arduino IDE terdiri dari :

- a. *Compile* : Fungsi ini digunakan untuk memverifikasi kesalahan pada kode program sebelum di-upload ke board Arduino. Jika ada kesalahan, maka akan muncul pesan error. Proses *Verify* mengubah kode program menjadi kode biner yang siap di-upload ke mikrokontroller.

- b. *Upload* : Fungsi ini digunakan untuk meng-upload kode program ke board Arduino. Jika tidak meng-klik tombol *Verify* sebelumnya, maka kode program akan di-compile dan di-upload secara otomatis.
- c. *New Sketch* : Membuka window baru untuk membuat kode program baru.
- d. *Open Sketch* : Membuka kode program yang sudah pernah dibuat sebelumnya. File kode program Arduino memiliki ekstensi *.ino*.
- e. *Save Sketch* : Menyimpan kode program, namun tidak disertai dengan proses kompilasi.
- f. *Serial Monitor* : Membuka *interface* untuk komunikasi serial antara Arduino dan komputer.
- g. *Keterangan Aplikasi* : Menampilkan pesan-pesan yang dilakukan aplikasi, seperti "*Compiling*" dan "*Done Uploading*".
- h. *Konsol log* : Menampilkan pesan-pesan tentang kode program, seperti kesalahan dan baris kode yang bermasalah.
- i. *Baris Sketch* : Menampilkan posisi baris kursor yang sedang aktif pada kode program.
- j. *Informasi Board dan Port* : Menampilkan informasi tentang port yang digunakan oleh board Arduino.

2.1.6 Sensor Warna TCS34725

Sensor TCS34725 adalah sensor warna digital yang memiliki elemen pendeteksi cahaya RGB dan *Clear* . Sensor ini telah dibekali filter IR yang terintegrasi langsung pada chip, sehingga mampu mengurangi pengaruh spektrum inframerah pada cahaya yang masuk dan menghasilkan pembacaan warna yang

lebih akurat. Tingkat sensitivitas yang tinggi serta adanya filter IR menjadikan sensor ini cocok digunakan pada berbagai kondisi pencahayaan. Sensor TCS34725 memiliki cakupan aplikasi yang luas, seperti pengaturan LED RGB, pencahayaan, kontrol proses industri, hingga peralatan medis. Selain itu, filter IR juga memungkinkan sensor ini digunakan untuk mengukur intensitas cahaya lingkungan atau *Ambient Light Sensing* (Saptarika et al., 2024).



Gambar 2. 4 Sensor TCS34725

2.1.7 LCD 2X16 (Liquid Crystal Display)

LCD (Liquid Crystal Display) adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk menampilkan informasi elektronik seperti teks, gambar, dan gambar bergerak. LCD memiliki banyak aplikasi, termasuk monitor komputer, televisi, panel instrumen, dan perangkat lainnya seperti kokpit pesawat, pemutar video, perangkat game, jam, jam tangan, kalkulator, dan telepon.

Dalam sistem mikrokontroler, LCD digunakan sebagai output untuk menampilkan informasi. LCD sangat berguna dalam perancangan sistem mikrokontroler, karena dapat menampilkan nilai sensor, teks, atau menu aplikasi.

Pada proyek ini, digunakan LCD 16x2, yang memiliki 2 baris dan 16 kolom dengan 16 pin konektor.



Gambar 2. 5 LCD 2X16

2.1.8 LCD I2C

Modul I2C LCD digunakan untuk mengirimkan data antara mikrokontroler dan layar. Dengan menggunakan I2C, hanya diperlukan dua kabel (SCL untuk clock dan SDA untuk data) untuk mentransfer data, sehingga lebih hemat pin dibandingkan dengan komunikasi paralel. I2C LCD sering digunakan dalam proyek-proyek berbasis mikrokontroler untuk menampilkan informasi sederhana, seperti suhu, kelembapan, atau status perangkat. Kelebihan utama dari I2C LCD adalah kemudahan dalam pengkabelan dan efisiensi penggunaan pin pada mikrokontroler, membuatnya menjadi pilihan populer untuk aplikasi-aplikasi yang memerlukan tampilan sederhana. (Pangesti et al., 2025)



Gambar 2. 6 Modul I2C

2.1.9 Printed Circuit Board

Printed Circuit Board atau PCB merupakan papan sirkuit cetak yang berisi jalur konduktor dari logam untuk menghubungkan antar komponen elektronik, baik sejenis maupun berbeda jenis, tanpa menggunakan kabel. Umumnya PCB dibuat dari bahan ebonit atau *fiber glass* yang dilapisi tembaga pada satu sisi atau kedua sisinya. PCB dengan lapisan tembaga hanya di satu sisi disebut PCB *single layer*, sementara PCB dengan lapisan tembaga di kedua sisi disebut PCB *double layer* atau *multilayer* (Prasetyo, 2024).



Gambar 2. 7 Printed Circuit Board

2.1.10 Step Down LM2596

LM2596 merupakan modul penurun tegangan DC yang termasuk dalam kategori DC-DC *converter* dengan prinsip kerja switching. Fungsi utamanya adalah mengatur tegangan agar tegangan input DC yang besar dapat diturunkan menjadi tegangan output DC yang lebih kecil. Modul ini populer digunakan karena memiliki struktur sederhana, biaya rendah, dan mudah dioperasikan. LM2596 cocok

digunakan pada rangkaian elektronika yang membutuhkan penurunan tegangan DC dengan efisiensi dan keamanan yang baik(Niam et al., 2024).

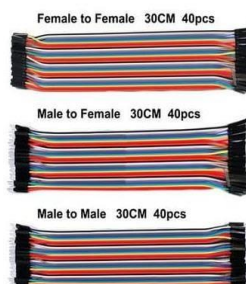


Gambar 2.8 Step Down LM2596

2.1.11 Kabel jumper

Kabel jumper merupakan kabel elektrik yang dilengkapi dengan pin konektor di kedua ujungnya, memungkinkan penghubung komponen-komponen yang terkait dengan Arduino tanpa memerlukan proses solder. Fungsi utama kabel jumper adalah sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik.

Dalam konteks prototyping, kabel jumper biasanya digunakan pada breadboard atau alat lainnya untuk memudahkan pengaturan dan perubahan rangkaian. Konektor di ujung kabel jumper tersedia dalam dua jenis, yaitu konektor jantan (male) dan konektor betina (female), sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan sambungan.(Safutra et al., 2024)



Gambar 2. 8 Kabel Jumper

2.1.12 Motor Servo

Motor servo adalah perangkat listrik canggih yang digunakan dalam mesin-mesin industri pintar untuk mengontrol posisi, akselerasi, dan kecepatan objek dengan presisi tinggi. Kelebihan ini membuat motor servo menjadi komponen vital dalam sistem otomasi, tidak hanya di industri, tetapi juga dalam berbagai aplikasi lain yang memerlukan kontrol gerak yang akurat. Dengan kemampuan mendorong atau memutar objek dengan presisi, motor servo telah menjadi pilihan utama dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas di berbagai bidang (Rohman et al., 2023).



2.2 Conveyor

Conveyor adalah suatu sistem alat mekanis yang berfungsi untuk memindahkan objek secara otomatis dari satu titik ke titik lain secara berkesinambungan (Ginting & Siyamto, 2021). Dalam penelitian ini, *conveyor* digunakan sebagai media penggerak buah sawit agar dapat melewati area pendeteksian sensor secara teratur. Alat ini mampu memindahkan buah sawit dengan kapasitas tertentu, sehingga dapat menggantikan peran tenaga manusia dalam proses pemindahan buah secara manual. Penerapan konveyor pada alat

pendeteksi kematangan buah sawit bertujuan untuk mempermudah proses pengambilan data warna kulit buah oleh sensor TCS34725. Dengan adanya *conveyor*, buah sawit dapat bergerak dengan kecepatan konstan dan posisi yang stabil saat proses pendeteksian berlangsung. Hal ini menjadikan proses pengukuran lebih mudah, cepat, dan efektif.

2.3 Buah Sawit

Buah sawit (*Elaeis guineensis*) adalah tanaman perkebunan yang berasal dari Afrika Barat, namun kini telah menjadi salah satu komoditas utama di Asia Tenggara, termasuk Indonesia. Dengan produksi minyak sawit yang mencapai 47,47 juta ton pada tahun 2024, Indonesia menjadi salah satu produsen minyak sawit terbesar di dunia. Buah sawit memiliki dua jenis produk utama, yaitu minyak sawit (*palm oil*) dan minyak inti sawit (*palm kernel oil*), yang memiliki nilai ekonomi tinggi.

Kematangan buah sawit sangat penting untuk menentukan kualitas dan kuantitas produksi minyak sawit. Kriteria kematangan buah sawit dapat ditentukan berdasarkan warna, tekstur, dan kandungan minyak. Buah sawit yang matang memiliki warna merah-oranye, tekstur lunak, dan kandungan minyak yang tinggi, dengan kadar minyak yang dapat mencapai 40-50% dari berat buah. (Sinambela et al., 2025)



Gambar 2. 11 Buah Sawit

Klasifikasi Kematangan Buah Sawit terjadi akibat penurunan kandungan klorofil dan peningkatan pigmen karotenoid pada mesokarp buah.

1. Buah Matang

Buah matang memiliki ciri warna kulit buah oranye kemerahan. Pada tahap ini kandungan minyak sudah optimal yaitu 22-24% dan brondolan mudah lepas 5-10 butir per tandan.

2. Buah Mentah

Buah mentah memiliki ciri warna kulit buah kuning kehijauan. Pada tahap ini kandungan minyak masih rendah dan brondolan sulit lepas dari tandan. Nilai kematangan berkisar 0-10%.



Gambar 2. 12 Buah Sawit matang dan mentah

2.4. Pendeteksi Kematangan Buah Otomatis

Pendeteksi kematangan buah otomatis adalah suatu sistem yang dirancang untuk mendeteksi tingkat kematangan buah secara otomatis menggunakan sensor dan teknologi lainnya. Sistem ini dapat membantu meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengolahan buah.

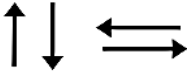
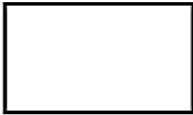
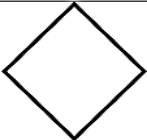
Sistem pendeteksi kematangan buah otomatis bekerja dengan cara mendeteksi perubahan warna buah menggunakan sensor. Data dari sensor kemudian diolah oleh mikrokontroler dan dibandingkan dengan nilai ambang batas yang telah ditentukan kemudian LCD akan menampilkan informasi tentang kematangan buah.

2.3.1 Flowchart

Flowchart adalah representasi grafis dari urutan langkah-langkah sistematis yang digunakan untuk menjalankan suatu program atau proses. Diagram ini menggunakan simbol-simbol grafis untuk menggambarkan alur proses, sehingga memudahkan analisis, perancangan, dan pengkodean dalam memecahkan masalah. *Flowchart* juga dapat diartikan sebagai gambaran visual dari langkah-langkah atau urutan prosedur program yang memiliki tujuan tertentu.

Fungsi utama *Flowchart* adalah memberikan gambaran tentang proses produksi agar lebih mudah dipahami dan dilihat, terutama dengan menunjukkan urutan langkah dari satu proses ke proses berikutnya. Dengan demikian, *Flowchart* menjadi alat penting dalam evaluasi dan perbaikan proses, serta memudahkan komunikasi antara tim dan *stakeholder*. (Kus Indrani Listyoningrum et al., 2023)

Simbol simbol *Flowchart* ditunjukkan pada Tabel 2.1

No	Simbol	Deskripsi
1		Garis yang menghubungkan antar simbol-simbol lainnya pada flowchart dan menunjukkan arah alir flowchart tertentu
2		Simbol untuk menyatukan sambungan dari suatu proses keproses lainnya dalam halaman/lembar yang berbeda
3		Menandakan awal atau akhir dari suatu flowchart
4		Simbol untuk menyatakan proses input output tanpa tergantung dengan jenis peralatannya
5		Simbol untuk proses perhitungan atau proses pengolahan data
6		Permulaan sub program atau proses menjalankan sub program
7		Garis yang menghubungkan antar simbol-simbol lainnya pada flowchart dan menunjukkan arah alir flowchart tertentu
8		Data di simpan secara permanen di dalam disk

Tabel 2.1 *Flowchart*

2.3.2 Sistem

Sistem secara umum merupakan suatu kesatuan yang terdiri dari berbagai elemen atau bagian yang memiliki hubungan, ketergantungan, dan interaksi satu sama lain. Setiap elemen dalam sistem tersebut bekerja secara bersama-sama dan saling memengaruhi dalam suatu kerangka atau tingkatan yang sama untuk mencapai tujuan tertentu. Secara sederhana, sistem dapat diartikan sebagai

kumpulan komponen yang terstruktur, saling terintegrasi, dan bekerja secara koordinatif dalam suatu lingkungan yang kompleks (Effendy et al., 2023).

2.4 Penelitian Terdahulu

Kajian pustaka ini memberikan wawasan penting bagi penulis dalam menyusun penelitian. Dengan mempelajari hasil penelitian terdahulu, penulis dapat memahami konteks dan perkembangan terkini dalam bidang yang diteliti. Penulis juga akan menyertakan beberapa hasil penelitian terdahulu untuk memperjelas perbedaan antara penelitian yang sedang disusun dengan penelitian-penelitian sebelumnya, sehingga dapat menunjukkan kontribusi unik dan nilai tambah dari penelitian ini.

Penelitian yang dilakukan oleh Atthariq, Aan Febriansyah, dan Inzar Salfikar tahun 2024 tentang Pendeteksi Warna Berbasis Arduino pada Aplikasi Deteksi Kematangan Buah-Buahan menunjukkan bahwa sensor warna dapat mendeteksi warna buah dengan akurasi yang cukup tinggi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai akurasi pada nilai Red (R) sebesar 78,05% untuk warna Merah, 77,40% untuk warna Kuning, dan 79,26% untuk warna Hijau. Nilai akurasi pada nilai Green (G) sebesar 93,12% untuk warna Merah, 73,87% untuk warna Kuning, dan 74,63% untuk warna Hijau. Nilai akurasi pada nilai Blue (B) sebesar 92,98% untuk warna Merah, 85,80% untuk warna Kuning, dan 86,59% untuk warna Hijau. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor warna dapat digunakan untuk mendeteksi kematangan buah dengan cukup akurat (Atthariq, Aan Febriansyah, 2024).

Penelitian tentang alat pemilah buah tomat otomatis yang dilakukan oleh Siska Yuliana, Bambang Sugiarto, dan Tri Arif Wiharso pada tahun 2024, mengembangkan alat yang dapat memisahkan buah tomat berdasarkan warna dan berat menggunakan sensor TCS3200 dan Load Cell. Alat ini menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler dan dapat memilah tomat menjadi empat kategori: berat matang, berat belum matang, ringan matang, dan ringan belum matang. Hasil pengujian menunjukkan bahwa 9 dari 10 tomat berhasil dideteksi dan dipilah dengan benar. Penelitian ini dapat membantu petani memisahkan buah tomat dengan lebih cepat dan akurat, sehingga meningkatkan efisiensi dan produktivitas (siska yuliana, 2024).