

Sistem Pemilah Tingkat Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Warna Buah Berbasis Website

^[1]Fitrialfi Indriana, ^[2]Cucu Suhery, ^[3]Kartika Sari

^{[1][2][3]}Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak

Telp./Fax.: (0561) 577963

e-mail: ^[1]fitrialfi@student.untan.ac.id, ^[2]csuhery@siskom.untan.ac.id,

^[3]kartika.sari@siskom.untan.ac.id

Abstrak

Tomat adalah buah yang memiliki banyak manfaat dan permintaan tinggi di pasaran, namun pemilahan tomat berdasarkan tingkat kematangan sering kali dilakukan secara manual, yang memerlukan waktu dan ketelitian. Tujuan dari dilakukannya penelitian ini ialah untuk mengembangkan sistem otomatis yang mampu memilah tomat menjadi tiga kategori kematangan yaitu matang, setengah matang, dan mentah, berdasarkan warna buahnya menggunakan sensor RGB TCS34725. Sensor Loadcell berfungsi untuk menimbang berat tomat, sedangkan Arduino Nano mengendalikan sistem dan NodeMCU ESP32 mengirim data ke server. Sensor Ultrasonik HC-SR04 berperan dalam mendeteksi kapasitas wadah pemilahan dan memberikan notifikasi saat wadah mendekati batas penuh. Hasil pemilahan data ditampilkan secara real-time melalui antarmuka website dengan menggunakan Grafana sebagai platform visualisasi dan MySQL sebagai database. Sistem diuji dengan menggunakan 90 buah tomat dengan masing-masing 30 tomat matang, setengah matang, mentah dan menunjukkan akurasi pemilahan warna sebesar 86,67% dan akurasi pengukuran berat sebesar 91,79%. Website ini memudahkan monitoring dan evaluasi dengan menampilkan informasi berat untuk masing-masing kategori dan total keseluruhan serta riwayat pemilahan. Sistem ini berhasil mencapai tingkat akurasi sebesar 83,33% dengan efisiensi yang tinggi dalam proses pemilahan.

Kata kunci— Tomat, RGB TCS34725, Arduino Nano, NodeMCU ESP32, Website, MySQL

1. PENDAHULUAN

Tomat merupakan salah satu jenis buah yang kaya akan zat penting dan beragam vitamin. Tomat juga sering digunakan sebagai sayuran ataupun minuman jus. Permintaan terhadap tomat sangat tinggi karena menjadi salah satu hasil pertanian yang penting bagi masyarakat menjadikan tomat sangat populer di kalangan masyarakat umum [1].

Dari segi warna, tomat memiliki berbagai manfaat. Tomat mentah berwarna hijau dan tomat setengah matang yang berwarna kuning biasanya digunakan sebagai campuran bumbu masakan, sementara tomat yang matang berwarna merah sering diolah menjadi jus. Namun, banyak petani masih menggunakan metode manual untuk memilah tomat. Proses

ini dimulai dengan memetik tomat, kemudian memilahnya berdasarkan warna secara manual, yang memakan waktu cukup lama [2].

Teknologi elektronika telah diterapkan secara signifikan dalam bidang pertanian, terutama dalam proses sortir dan pemilahan hasil panen tomat. Tantangan utama yang dihadapi petani, termasuk keterbatasan waktu dan tenaga kerja, membuat proses pemilahan tomat dalam pengelompokan berdasarkan tingkat kematangan menjadi sangat menantang jika dilakukan secara manual sehingga memerlukan ketelitian dan waktu yang tidak sedikit. Namun, dengan penerapan teknologi elektronika, tantangan ini dapat diatasi dengan lebih efektif, sehingga proses pemilahan dapat dilakukan dengan lebih efisien dan cepat [3].

Suatu penelitian tentang penyortiran buah tomat berdasarkan warna buah mengembangkan alat sortir otomatis berbasis mikrokontroler Arduino yang dapat menyortir buah tomat berdasarkan tingkat kematangan yang ditentukan oleh warna merah untuk matang, kuning untuk setengah matang, dan hijau untuk mentah dengan menggunakan sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi warna buah, motor servo untuk memindahkan tomat ke wadah yang sesuai, serta LCD untuk menampilkan hasil penyortiran. Hasil pengujian menunjukkan alat ini berfungsi dengan baik untuk menyortir tomat secara otomatis serta mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses penyortiran secara akurat dibandingkan dengan metode manual yang memakan waktu [4]. Perbedaan penelitian terkait dengan penelitian ini ialah sistem pada penelitian ini menyajikan informasi hasil pemilahan buah tomat melalui antarmuka website. Selain menampilkan warna buah, sistem juga mencatat dan menampilkan total berat buah yang terpilah, sehingga memudahkan pemantauan dan pengolahan data secara lebih terintegrasi.

Penelitian yang telah dilakukan tentang penyortir buah berbasis IoT dengan objek buah yang digunakan ialah stroberi dengan tujuan untuk menyeleksi stroberi berdasarkan grade menggunakan konveyor dan arduino sebagai mikrokontroler, dan sensor *Loadcell* sebagai pengukur berat stroberi. Hasil dari pengujian sistem yaitu sistem dapat menyeragamkan grade buah stroberi, dan penyortir dapat menganalisis hasil sortir stroberi kemudian informasi hasil pemilahan dapat ditampilkan pada antarmuka *website* [5]. Perbedaan penelitian terkait tersebut dengan penelitian ini ialah sistem pada penelitian ini difokuskan pada pengembangan sistem pemilah untuk buah tomat berdasarkan warna buah dengan menggunakan sensor RGB TCS34725.

Penelitian selanjutnya tentang analisa sensor warna TCS34725 pada robot edukasi yang membahas penerapan sensor warna TCS34725 untuk meningkatkan kemampuan robot dalam mengenali dan merespons warna objek dengan memanfaatkan intensitas cahaya RGB (*Red, Green, Blue*). Hasil penelitian ini memberikan wawasan tentang keakuratan sensor TCS34725 dalam lingkungan yang berbeda dan menekankan pentingnya kalibrasi sensor untuk mencapai hasil yang lebih akurat

[6]. Perbedaan penelitian terkait dengan penelitian ini ialah penerapan sensor RGB TCS34725 pada buah tomat untuk mengetahui kategori kematangan buah.

Berdasarkan uraian dari beberapa penelitian terdahulu, dibuat sebuah sistem pemilah tomat berdasarkan warna buah untuk menentukan tingkat kematangan buah yang kemudian di sortir ke dalam wadah sesuai kategori yang ditentukan yaitu tomat matang, setengah matang, dan mentah. Beberapa perangkat keras yang digunakan akan dikendalikan oleh Arduino Nano dan NodeMCU ESP32. Informasi tentang buah tomat yang sudah dipilah serta total berat buah tomat dari setiap wadah ditampilkan pada antarmuka *website*.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Tomat

Tomat (*Solanum lycopersicum*) merupakan anggota *famili Solanaceae* dan berasal dari Amerika Tengah dan Selatan. Tumbuhan ini memiliki dua tipe akar, yaitu akar serabut dan tunggang, serta memiliki siklus hidup yang cukup singkat. Tanaman tomat bisa tumbuh dengan tinggi sekitar satu hingga tiga meter dan lebih ideal ditanam pada tanah yang gembur serta kaya akan nutrisi. Warna kulit tomat sering dijadikan sebagai indikator kematangan. Tomat yang matang di pohon umumnya berwarna merah, sedangkan tomat setengah matang biasanya berwarna kuning atau oranye, dan tomat mentah berwarna hijau [7]. Pada penelitian ini pengelompokan kematangan tomat dalam tiga kategori (tomat matang, tomat setengah matang, dan tomat mentah) dapat dilakukan dengan parameter warna RGB dengan melakukan pengambilan sampel warna menggunakan sensor RGB TCS34725 [3].

2.2 Sensor RGB TCS34725

Sensor RGB TCS34725 adalah perangkat sensor warna berdasarkan teknologi CMOS yang mampu mendeteksi dan mengukur berbagai komponen warna dalam cahaya, termasuk merah, hijau, biru, serta cahaya jarak dekat (*clear light*). Sensor ini memiliki empat saluran terpisah untuk

mengidentifikasi warna dengan tingkat ketepatan yang tinggi [8].

2.3 Sensor Loadcell

Sensor *Loadcell* adalah perangkat transduser yang berfungsi mengukur berat atau gaya dengan mengubah deformasi mekanis menjadi sinyal listrik. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip strain gauge, di mana regangan yang terjadi pada material akibat beban menyebabkan perubahan resistansi. Perubahan resistansi ini diubah menjadi sinyal listrik yang sebanding dengan berat atau gaya yang diberikan [9]. Dalam penelitian ini Sensor *Loadcell* harus terhubung ke modul HX711 karena modul ini berfungsi sebagai penguat dan konverter analog ke digital (ADC), yang memungkinkan data sinyal analog dari *Loadcell* diterjemahkan menjadi nilai digital yang dapat dibaca dan diproses oleh mikrokontroler untuk mengukur berat buah dengan akurat.

2.4 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur jarak dengan memanfaatkan pantulan dari gelombang suara ultrasonik [10]. Pada penelitian ini sensor Ultrasonik digunakan pada wadah pemilah untuk mengetahui volume wadah buah tomat.

2.5 Arduino Nano

Arduino Nano adalah mikrokontroler kecil berbasis ATmega328 yang dapat mengelola *input/output* digital dan analog, serta menyediakan kemampuan komunikasi serial. Alat ini dapat diprogram melalui Arduino IDE, membuatnya ideal untuk prototipe perangkat kecil seperti *IoT* dan robotika karena ukurannya yang kompak dan efisiensi daya [10].

2.6 NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 adalah mikrokontroler berbasis ESP32 dengan modul *Wi-Fi* dan *Bluetooth* terintegrasi, yang memungkinkan komunikasi nirkabel untuk aplikasi *Internet of Things (IoT)*. Mikrokontroler ini dapat mengelola *input/output* digital dan analog, serta

menyediakan kemampuan komunikasi seperti UART, SPI, dan I2C. Dapat diprogram menggunakan Arduino IDE atau NodeMCU *firmware*, ESP32 ideal untuk aplikasi yang memerlukan konektivitas dan kinerja tinggi dengan efisiensi daya [11].

2.7 MySQL

MySQL merupakan sistem manajemen basis data relasional (RDBMS) yang bersifat *open source* dan terkenal karena kemampuannya dalam mengakses serta mengelola data menggunakan SQL. Data diatur dalam baris dan kolom, serta *MySQL* menawarkan fitur unggul seperti indeks, dukungan transaksi, dan pemodelan data, sehingga sering digunakan dalam pengembangan perangkat lunak berbasis basis data [12]. Dalam penelitian ini *MySQL* digunakan untuk membuat basis data atau menyimpan data dari hasil pemilahan buah tomat berupa data berat dan nilai RGB buah tomat yang telah dipilah.

2.8 Website

Sebuah *website* terdiri dari sekumpulan halaman yang disimpan di server dan dapat diakses melalui internet dengan menggunakan alamat *URL*. Halaman-halaman ini dapat memuat berbagai informasi, termasuk teks, gambar, dan visualisasi data, baik yang bersifat statis maupun dinamis [13]. Dalam penelitian ini, *website* dibangun menggunakan *framework open-source* Grafana, sebagai visualisasi data dalam bentuk *dashboard* interaktif untuk memantau dan menganalisis data secara *real-time*. *Dashboard* Grafana ini berfungsi sebagai antarmuka untuk menampilkan data hasil dari pemilahan buah tomat, termasuk total berat buah tomat dan informasi lainnya seputar tingkat kematangan buah tomat yang diambil dari *database* yang telah diintegrasikan dengan sistem.

2.9 Konveyor

Konveyor merupakan perangkat mekanis yang berfungsi untuk secara otomatis

dan terus-menerus mengalihkan barang atau material dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Biasanya digunakan dalam industri manufaktur, gudang, dan pertambangan, konveyor memfasilitasi proses produksi dengan mengurangi kebutuhan tenaga kerja manual dan meningkatkan efisiensi [8].

3. METODE PENELITIAN

Bab metodologi penelitian ini menjelaskan proses penelitian, meliputi tinjauan studi literatur, pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi dan pengujian sistem, serta pengambilan kesimpulan dan pemberian saran.

3.1 Studi Literatur

Tahap studi literatur merupakan tahap awal yang berfungsi untuk penunjang penelitian dengan cara mengumpulkan teori pendukung seperti buah tomat, sistem pemilahan dengan konveyor, dan penggunaan sensor-sensor yang diperlukan dalam pemilahan buah. Referensi didasarkan pada jurnal akademis, buku, website, dan lain-lain yang berkaitan dengan judul penelitian.

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini dilakukan dengan cara melakukan peninjauan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi kemudian melakukan pengujian pada sampel secara detail dari warna buah tomat matang, setengah matang, dan mentah. Buah tomat yang digunakan untuk melakukan pengujian terhadap sistem yaitu sebanyak 90 buah tomat yang terdiri dari masing-masing 30 buah tomat matang, setengah matang, dan mentah.

3.3 Analisis Kebutuhan

Pada tahapan analisis kebutuhan ditentukan kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan selama proses pembuatan sistem dengan melakukan analisis terhadap kebutuhan perangkat keras dan lunak.

Perangkat keras yang diperlukan dalam membangun sistem ini adalah:

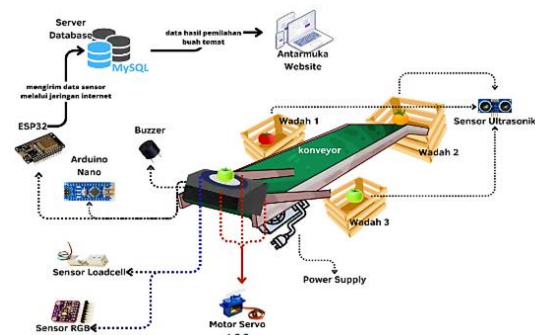
1. NodeMCU ESP32
2. Arduino Nano
3. Sensor RGB TCS34725
4. Sensor *Loadcell*
5. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Perangkat lunak yang diperlukan dalam membangun sistem ini adalah:

1. Arduino IDE
2. XAMPP
3. *MySQL*
4. Draw Io
5. Fritzing
6. Canva
7. Grafana digunakan untuk visualisasi data dalam aplikasi *website*.

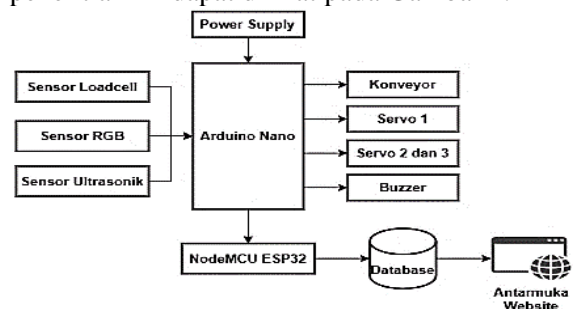
3.4 Perancangan Sistem

Sistem ini dirancang untuk mengklasifikasikan tomat ke dalam kategori kematangan berdasarkan warna buah: tomat matang, tomat setengah matang, dan tomat mentah. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Nano yang berperan sebagai pembaca nilai sensor-sensor serta memberikan perintah kepada servo untuk menggerakkan buah ke atas konveyor serta wadah hasil pemilahan. NodeMCU ESP32 berfungsi untuk mengirim data berat buah dan nilai RGB buah ke *database MySQL* melalui jaringan internet sehingga data dapat dilihat pada antarmuka *website* secara *real-time*. Perancangan sistem pemilah kematangan tomat ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perancangan Sistem

Perancangan sistem terdiri dari perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Diagram blok sistem pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



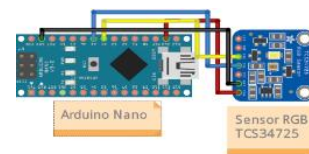
Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Berdasarkan Gambar 2., berikut adalah uraian bagian-bagian yang terdapat pada diagram blok sistem pemilah tingkat kematangan buah tomat:

1. *Power Supply* berperan sebagai sumber utama arus listrik bagi sistem.
2. Arduino Nano berperan sebagai pengendali utama sistem dan pembaca data dari berbagai sensor, yang kemudian diteruskan ke ESP32.
3. NodeMCU ESP32 bertindak sebagai penerima data yang dikirim dari Arduino Nano kemudian data tersebut dikirimkan ke *database* melalui jaringan internet agar bisa ditampilkan ke antarmuka *website*.
4. Sensor RGB TCS34725 berfungsi sebagai pendeteksi warna tomat, untuk mengidentifikasi apakah tomat matang, setengah matang, atau mentah.
5. Sensor *Loadcell* sebagai penimbang untuk mengetahui berat tomat.
6. Sensor Ultrasonik digunakan untuk mengukur volume pada masing-masing wadah pemilahan buah tomat.
7. *Buzzer* berfungsi sebagai alarm peringatan ketika wadah pemilahan buah tomat penuh.
8. Konveyor berfungsi untuk memindahkan tomat sehingga dapat bergerak menuju wadah pemilahan.
9. Servo 1 berfungsi sebagai pendorong buah tomat ke konveyor.
10. Servo 2 dan Servo 3 berfungsi sebagai penggerak untuk mengarahkan buah tomat ke wadah yang sesuai.
11. *Database* berfungsi sebagai tempat penyimpanan data hasil pemilahan, termasuk data berat dan warna buah tomat.
12. *Website* berperan sebagai antarmuka pengguna yang menampilkan hasil pemilahan tomat.

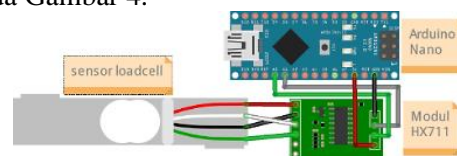
3.4.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras pada pembacaan warna RGB buah tomat menggunakan sensor RGB TCS34725 dengan menghubungkan pin-pin antara sensor RGB TCS34725 dan mikrokontroler Arduino Nano. Perancangan perangkat keras sensor RGB TCS34725 ditampilkan pada Gambar 3.



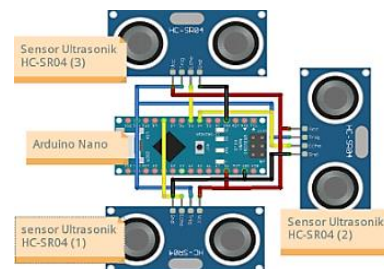
Gambar 3. Perancangan Perangkat Keras Sensor RGB TCS34725

Desain perangkat keras untuk pembacaan berat tomat menggunakan sensor *Loadcell* dilakukan dengan menghubungkan pin-pin dari sensor *Loadcell*, Modul HX711 dan mikrokontroler Arduino Nano. Perancangan perangkat keras sensor *Loadcell* dapat dilihat pada Gambar 4.



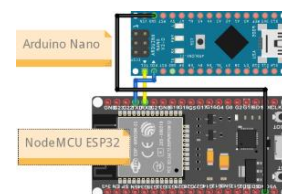
Gambar 4. Perancangan Perangkat Keras Sensor *Loadcell*

Sensor Ultrasonik pada sistem ini berfungsi untuk mengukur volume wadah pemilahan buah. Rancangan perangkat keras sensor Ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Perancangan Perangkat Keras Sensor Ultrasonik

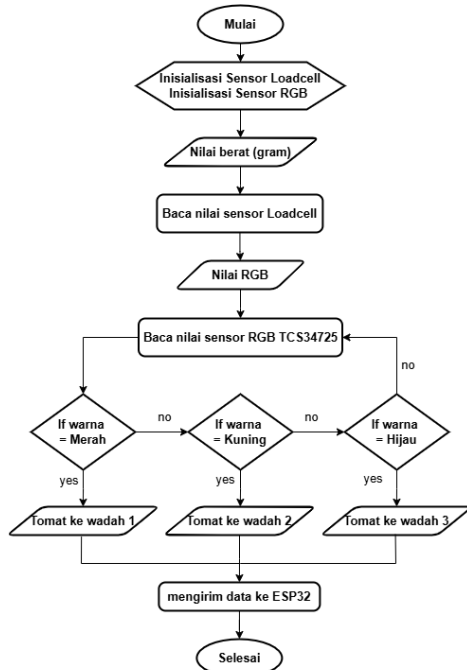
Rancangan komunikasi serial antara Arduino Nano dan NodeMCUESP32 sebagai pengirim dan penerima data dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Perancangan Komunikasi Serial

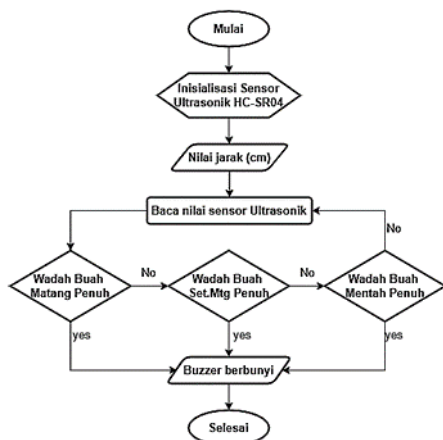
3.4.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak bertujuan menentukan alur atau pengembangan dari komponen perangkat keras dan komponen perangkat lunak dalam pengolahan informasi dalam sistem. Pengolahan informasi ini akan disimpan dalam sebuah *database* dan ditampilkan pada antarmuka *website*. Diagram alir untuk perancangan pada Arduino Nano dalam membaca data sensor *Loadcell* dan sensor RGB TCS34725 dapat dilihat pada Gambar 7.



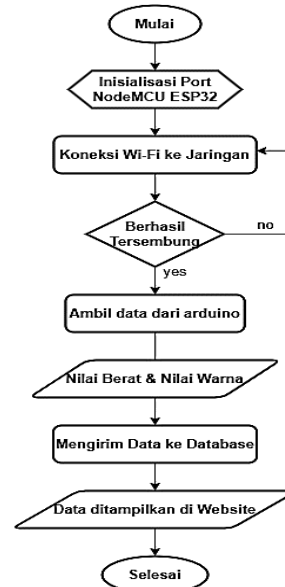
Gambar 7. Diagram Alir Arduino Nano pada Sensor *Loadcell* dan RGB TCS34725

Diagram alir untuk pembacaan sensor Ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram Alir Arduino Nano pada Sensor Ultrasonik HC-SR04

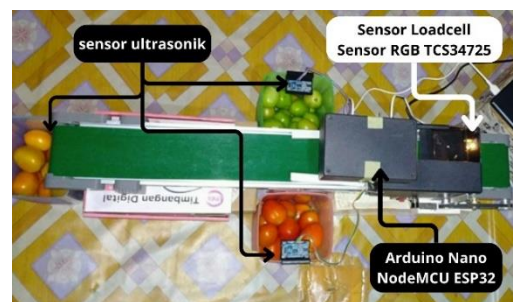
Perancangan perangkat lunak pada NodeMCU ESP32 bertujuan untuk mengirimkan data dari sensor-sensor yang diperoleh dari Arduino Nano ke *database* MySQL. Komunikasi serial antara arduino nano dan nodemcu ESP32 ditampilkan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram Alir pada NodeMCU ESP32

3.5 Implementasi Sistem

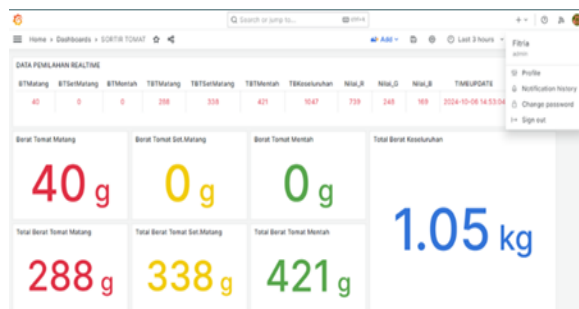
Tahapan implementasi sistem dilakukan realisasi pada rancangan dengan mengintegrasikan perangkat keras dengan perangkat lunak. Sensor RGB TCS34725 berfungsi untuk pembacaan nilai warna RGB pada buah tomat. Sensor *Loadcell* dipasang untuk mengukur berat tomat yang dipilah. Ultrasonik dipasang pada setiap wadah pemilah untuk mendeteksi volume wadah. Integrasi perangkat keras dan perangkat lunak dilakukan dengan memasukkan kode program ke setiap perangkat. Implementasi perangkat keras pada sistem pemilah kematangan tomat dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Implementasi Sistem

3.6 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan pada perangkat dan antarmuka website yang telah dibangun. Tahap ini juga bertujuan untuk memastikan apakah perangkat dan antarmuka berfungsi sesuai dengan rancangan atau tidak. Pengujian pada antarmuka *website* untuk hasil dari pemilahan tomat dilakukan terhadap data uji di masing-masing sensor. Hasil pemilahan yang ditampilkan secara *real-time* pada antarmuka *website* berupa data warna RGB buah dan data berat buah tomat pada masing-masing kategori kematangan dan total berat keseluruhan tomat yang sudah dipilah. Halaman pemilahan buah tomat dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Hasil Pengujian pada Antarmuka Website

Riwayat dari hasil pemilahan buah tomat akan tersimpan di *database MySQL* dan ditampilkan pada antarmuka *website* pada halaman *history* pemilahan. Halaman *history* pemilahan dapat dilihat pada Gambar 12.

BTMatang	BTSetMatang	BTMentah	TBTMatang	TBTSetMatang	TBTMentah	TBKeseluruhan	Niwi_R	Niwi_G	Niwi_B	TIMEUPDATE
22.2	0	0	22.2	42.5	264	328	836	268	162	2024-10-06 14:34:21
0	28.9	0	414	1475	62.4	1952	999	544	259	2024-10-06 11:47:07
0	25.7	0	414	1160	62.4	1637	1086	554	287	2024-10-06 11:38:28
0	26.5	0	414	929	62.4	1405	879	595	280	2024-10-06 11:28:29
0	0	33.1	414	729	33.1	1176	495	339	148	2024-10-06 11:18:02

Gambar 12. Halaman History Pemilahan

3.7 Kesimpulan dan Saran

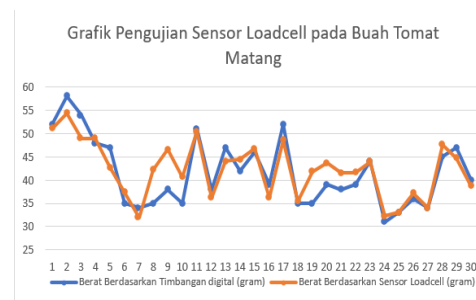
Pada tahap ini dilakukan pengambilan kesimpulan atas rumusan masalah berdasarkan hasil pengujian sistem. Kesimpulan dibuat dari pembahasan sistem, dan saran diberikan untuk penelitian selanjutnya agar hasilnya lebih baik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengujian terdiri dari pengujian pada sensor-sensor dan uji

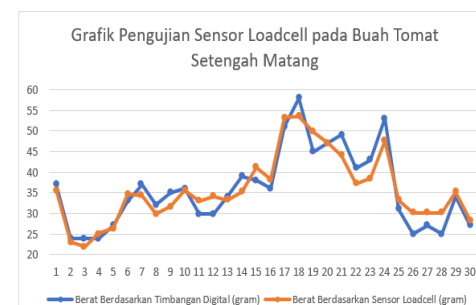
keseluruhan sistem. Pengujian sensor *Loadcell* dalam mengukur berat buah tomat dilakukan dengan membandingkan berat dari sensor dengan berat dari timbangan digital. Pengujian dilakukan menggunakan 90 buah tomat dengan masing-masing 30 buah tomat matang, setengah matang, dan mentah.

Nilai akurasi sensor *Loadcell* pada pengukuran berat tomat matang diperoleh sebesar 93,18%. Gambar grafik pengujian sensor *Loadcell* untuk tomat matang dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik Pengujian Sensor Loadcell pada Tomat Matang

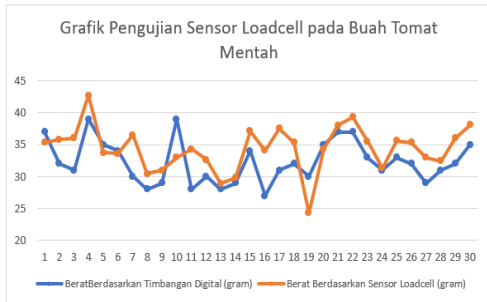
Hasil pengujian untuk tomat setengah matang diperoleh nilai akurasi sensor sebesar 92,2%. Gambar grafik pengujian untuk pengujian sensor *Loadcell* ditampilkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik Pengujian Sensor Loadcell pada Tomat Setengah Matang

Hasil pengujian *Loadcell* terhadap tomat mentah diperoleh akurasi sensor sebesar 90,01%. Dari pengujian sensor *Loadcell* pada tiga kategori kematangan tomat di peroleh nilai akurasi rata-rata untuk sensor *Loadcell* sebesar 91,79%.

Gambar grafik pengujian sensor *Loadcell* pada tomat mentah ditampilkan pada Gambar 15.



Gambar 15. Grafik Pengujian Sensor Loadcell pada Tomat Mentah

Pengujian sensor RGB TCS34725 dilakukan dengan membaca nilai warna pada buah tomat. Data yang diperoleh dari pembacaan sensor kemudian dikirim ke Arduino kemudian dipilah sesuai dengan parameter nilai yang sudah diterapkan. Proses pengujian melibatkan pengambilan sampel dari 10 buah tomat untuk masing-masing kategori matang, setengah matang, dan mentah. Setelah dilakukan pengambilan sampel warna dari sensor RGB, maka ditentukan parameter nilai RGB untuk tomat matang adalah R = 720 sampai 995, G = 230 sampai 375, dan B = 150 sampai 285. Parameter nilai RGB tomat setengah matang adalah R = 880 sampai 1100, G = 370 sampai 600, dan B = 200 sampai 300. Sedangkan untuk tomat mentah, parameternya adalah R = 615 sampai 915, G = 460 sampai 620, dan B = 225 sampai 335.

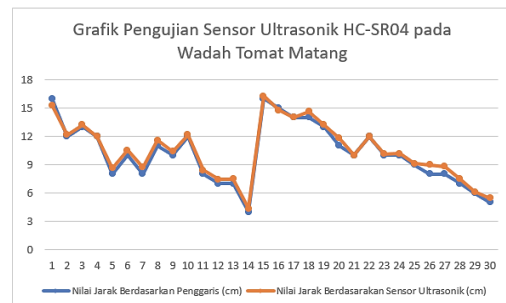
Pengujian dengan sensor RGB TCS34725 dilakukan sebanyak 90 kali dengan masing-masing 30 buah tomat matang, setengah matang, dan mentah. Hasil dari pengujian sensor RGB pada buah tomat matang adalah terdapat 4 buah tomat matang yang terdeteksi sebagai tomat setengah matang. Hasil pengujian sensor RGB untuk tomat setengah matang yaitu terdapat 6 buah tomat setengah matang yang terdeteksi sebagai tomat matang. Hasil pengujian untuk sensor RGB pada tomat mentah yaitu terdeteksi 2 buah tomat mentah sebagai tomat setengah matang. Sehingga nilai rata-rata akurasi sensor RGB diperoleh sebesar 86,67%. Tabel akurasi Sensor RGB dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Akurasi Sensor RGB

Jenis Buah Tomat	Akurasi Sensor
Tomat Matang	86,67%
Tomat Setengah Matang	80%
Tomat Mentah	93,33%
Rata-rata	86,67%

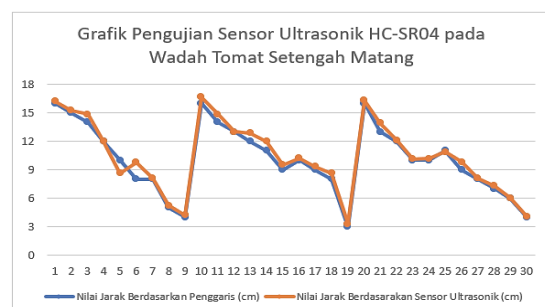
Pengujian pengukuran Sensor Ultrasonik dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan jarak buah teratas di setiap wadah pemilahan dengan pengukuran menggunakan penggaris (cm). Pengujian dilakukan sebanyak 30 kali pada masing-masing wadah tomat matang, setengah matang, dan mentah dengan cara memasukkan satu persatu buah sebanyak 30 buah di setiap wadah hingga penuh dan apabila wadah sudah penuh maka buah dipindahkan ke wadah lain kemudian melanjutkan pengisian wadah lagi hingga semua buah selesai dipilah.

Nilai akurasi sensor ultrasonik pada pembacaan volume wadah tomat matang sebesar 95,73%. Gambar grafik pengujian dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Grafik Pengujian Sensor Ultrasonik pada Wadah Tomat Matang

Hasil pengujian sensor ultrasonik pada pembacaan volume wadah tomat setengah matang didapatkan nilai akurasi sensor sebesar 95,25% yang dapat dilihat dalam grafik pada Gambar 17.

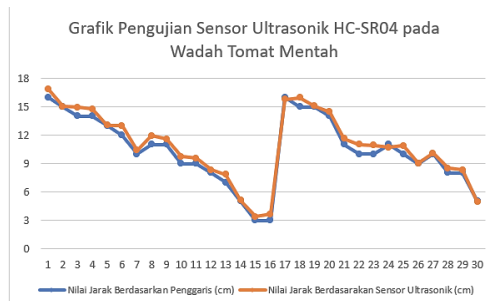


Gambar 17. Grafik Pengujian Sensor Ultrasonik pada Wadah Tomat Setengah Matang

Hasil pengujian sensor ultrasonik pada pembacaan volume wadah tomat mentah diperoleh akurasi sensor sebesar 94,27%. Dari pengujian sensor ultrasonik pada masing-masing wadah pemilahan tomat di peroleh nilai

akurasi rata-rata untuk sensor ultrasonik sebesar 95,08%.

Gambar grafik pengujian sensor ultrasonik pada wadah tomat mentah dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Grafik Pengujian Sensor Ultrasonik pada Wadah Tomat Mentah

Dari pengujian keseluruhan sistem, terdapat *error* pada pendeteksian warna buah tomat menggunakan sensor RGB TCS34725 sehingga mempengaruhi penimbangan pada sensor *Loadcell* dan pendeteksian sensor Ultrasonik pada masing-masing wadah pemilah. *Error* pada pembacaan sensor RGB TCS34725 disebabkan oleh sensitivitas cahaya sekitar dan gradasi warna pada buah tomat yang tidak merata karena sensor hanya dipasang pada satu sisi saja.

Pada pengujian sistem secara keseluruhan, sistem berhasil mengirimkan data berat dan menampilkan hasil pemilahan buah tomat pada antarmuka *website*. Kemudian pada pengujian sensor Ultrasonik berhasil mendeteksi masing-masing wadah pemilah apabila penuh, dan *buzzer* berbunyi ketika jarak buah teratas dengan bagian atas wadah kurang dari atau sama dengan 5 cm, menandakan bahwa wadah hampir penuh. Hasil pengujian keseluruhan sistem yang dilakukan sebanyak 30 kali dengan masing-masing 10 buah tomat matang, 10 buah tomat setengah matang, dan 10 buah tomat mentah. Hasil *error* diperoleh sebanyak 2 buah tomat matang yang terdeteksi sebagai tomat setengah matang dan 3 buah tomat setengah matang yang terdeteksi sebagai tomat matang sehingga mempengaruhi penimbangan pada sensor *Loadcell*. Berdasarkan Persamaan 2.2 dan Persamaan 2.3, diperoleh *error* relatif rata-rata sebesar 16,67% dan tingkat akurasi untuk keseluruhan sistem adalah 83,33%.

Pengujian antarmuka *website* dilakukan untuk menampilkan data sensor hasil pemilahan tomat. Data dari sensor *Loadcell* dan RGB TCS34725 berhasil dikirim ke *database MySQL* dan ditampilkan secara *real-time*, mencakup berat setiap kategori dan total keseluruhan tomat. Namun, ditemukan adanya *delay* dalam pengiriman data akibat koneksi internet yang tidak stabil, yang memengaruhi kecepatan tampilan data di antarmuka.

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Akurasi nilai sensor pada sistem pemilah tingkat kematangan buah tomat berdasarkan warna buah berbasis *website* menunjukkan tingkat ketelitian yang tinggi. Sensor RGB TCS34725 mampu mendeteksi warna buah tomat dengan nilai akurasi sebesar 86,67% dan sensor *Loadcell* mampu mengukur berat buah tomat dengan akurasi rata-rata sebesar 91,79% serta tingkat akurasi rata-rata untuk sensor Ultrasonik HC-SR04 dalam mengukur kapasitas wadah sebesar 95,08%.
2. Pengukuran tingkat akurasi dan kehandalan sistem dalam mendeteksi warna serta memisahkan buah tomat ke dalam kategori matang, setengah matang, dan mentah terbukti efisien. Berdasarkan pengujian keseluruhan yang dilakukan pada sistem pemilah kematangan tomat, sistem ini berhasil mencapai tingkat akurasi sebesar 83,33%, dengan efisiensi yang tinggi dalam proses pemilahan. Hal ini membuktikan bahwa sistem mampu melakukan pemilahan tomat secara otomatis dengan keandalan yang baik, mengurangi kesalahan manusia, dan meningkatkan produktivitas proses pemilahan.

6. SARAN

Berikut adalah saran-saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Pengukuran akurasi pendeteksian dan pemilahan tomat perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh sensor RGB terhadap pencahayaan sekitar, guna meningkatkan kecepatan dan akurasi pemilahan.

2. Pemasangan beberapa sensor warna di berbagai sudut buah agar dapat meningkatkan akurasi pendeteksian, mengurangi pengaruh gradasi warna buah, dan memperbaiki penentuan tingkat kematangan buah.
3. Memastikan kestabilan arus listrik guna mencegah gangguan pada pergerakan servo atau komponen lainnya yang digunakan dalam proses pemilahan, sehingga dapat membantu menjaga kelancaran sistem dan meminimalkan kemungkinan terjadinya gerakan tersendat pada servo.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. I. Humaira, M. Herman, Nurhikma, and A. B. Kaswar, "KLASIFIKASI TINGKAT KUALITAS DAN KEMATANGAN BUAH TOMAT BERDASARKAN FITUR WARNA MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN," *JESSI UNM*, vol. 02 Nomor1, pp. 20–26, May 2021.
- [2] B. Samudra, I. Aprilia, and Misdiyanto, "RANCANG BANGUN ALAT PEMISAH BUAH TOMAT BERDASARKAN WARNA MENGGUNAKAN SENSOR CAHAYA," *TESLA*, vol. 23 NO.1, pp. 11–23, Mar. 2021.
- [3] N. L. Ariadana, D. Syauqy, and Tibyani, "Rancang Bangun Sistem Pemilah Tomat Berdasarkan Tingkat Kematangan," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3 No.2, no. 2, pp. 1452–1457, 2019, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [4] A. D. Hetharua, S. Sumarno, I. Gunawan, D. Hartama, and I. O. Kirana, "Alat Penyortir Buah Tomat Berdasarkan Warna Berbasis Mikrokontroler Arduino," *Jurnal Penelitian Inovatif*, vol. 1 No.2, no. 2, pp. 119–130, Nov. 2021, doi: 10.54082/jupin.18.
- [5] B. F. Sopyan and D. Hirawan, "RANCANG BANGUN ALAT SORTIR BUAH STRAWBERRY BERDASARKAN UKURAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)," 2019.
- [6] Y. Setyoadi, A. Mukhtar, and F. A. Sanjaya, "Analisa Sensor Warna TCS34725 Pada Robot Edukasi Anak Berbasis Mikrokontroler," *Science And Engineering National Seminar 8 (SENS 8)*, vol. 8, no. 8, pp. 338–343, Dec. 2023.
- [7] A. Hanafie, S. Baco, and Kamarudding, "Perancangan Alat Penyortir Buah Tomat Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Teknologi Komputer*, vol. 1, Dec. 2021.
- [8] A. N. Fitri, Marzuarman, Stephan, and W. M. Faizal, "Rancang Bangun Sistem Penyortiran Botol Menggunakan Sensor Warna TCS34725 Berbasis Arduino Mega," *Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT)*, pp. 209–233, Sep. 2023.
- [9] D. Y. Widagdo, Koesmariyanto, and F. Arinie, "SISTEM PENCATATAN HASIL TIMBANGAN MENGGUNAKAN SENSOR LOAD CELL MELALUI DATABASE BERBASIS ARDUINO UNO," *Jurnal JARTEL*, vol. Vol: 10 Nomor: 1, Mar. 2020.
- [10] Mukhlison, S. Widoretno, and A. M. A. F. Mahardika, "Conveyor Belt dan Alat Penghitung Otomatis Berbasis Arduino Nano Menggunakan Sensor Inframerah Pada Produksi Roti Tawar," *Jurnal Qua Teknika*, vol. 14, no. 1, Mar. 2024.
- [11] I. W. Suriana, I. G. A. Setiawan, and I. M. S. Graha, "Rancang Bangun Sistem Pengaman Kotak Dana Punia berbasis Mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan Aplikasi Telegram," vol. 4, no. 2, Sep. 2021.
- [12] M. S. Novendri, A. Saputra, and C. E. Firman, "APLIKASI INVENTARIS BARANG PADA MTS NURUL ISLAM DUMAI MENGGUNAKAN PHP DAN MYSQL," *JURNAL MANAJEMEN DAN TEKNOLOGI INFORMASI*, vol. 10, May 2019.
- [13] N. T. Novianti, M. K. Anwar, and A. Kusumaningsih, "Rancangan Monitoring Cuaca Dengan Menggunakan MySQL dan Visualisasi Data Grafana sebagai Media Pembelajaran di Politeknik Penerbangan Makassar," *Journal OfAir Navigation Technology*, vol. Vol 1 No. 1, Dec. 2022, [Online].