

Rancang Bangun Alat Pemisah Buah tomat Berdasarkan Warna Menggunakan Sensor Cahaya dengan Metode K-Nearest Neighbor

Nuzul Fajri, Diono

Program Studi Teknik Mekatronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

ABSTRAK

Penelitian ini merancang dan mengembangkan alat sortasi otomatis buah tomat berdasarkan warna menggunakan sensor warna TCS3200 dan metode K-Nearest Neighbor (KNN). Sistem ini bertujuan meningkatkan efisiensi dan akurasi sortasi tomat yang sebelumnya dilakukan secara manual. Metode KNN digunakan untuk mengklasifikasikan tomat ke dalam tiga kategori: merah (matang), hijau (belum matang), dan kuning (setengah matang). Hasil pengujian menunjukkan rata-rata waktu respon sensor sebesar 334 ms, dengan waktu pemindahan tomat ke wadah antara 1100-1700 ms. Pengujian dilakukan pada empat periode waktu dengan tingkat keberhasilan berturut-turut 43,3% (pagi), 41,6% (siang), 48,3% (sore), dan 41,6% (malam). Kesalahan terbesar terjadi pada deteksi warna kuning dalam pencahayaan redup. Sistem ini mampu melakukan sortasi otomatis dengan tingkat keberhasilan cukup baik. Pengembangan selanjutnya disarankan pada aspek algoritma klasifikasi, stabilitas konveyor, serta peningkatan pencahayaan untuk mendukung akurasi di berbagai kondisi.

Kata Kunci: Efisiensi Pascapanen, K-Nearest Neighbor, Sortasi Tomat, Sensor Warna TCS3200

ABSTRACT

This study designs and develops an automatic tomato sorting tool based on color using the TCS3200 color sensor and the K-Nearest Neighbor (KNN) method. This system aims to improve the efficiency and accuracy of tomato sorting which was previously done manually. The KNN method is used to classify tomatoes into three categories: red (ripe), green (unripe), and yellow (half-ripe). The test results show an average sensor response time of 334 ms, with the time to transfer tomatoes to the container between 1100-1700 ms. Testing was carried out in four time periods with success rates of 43.3% (morning), 41.6% (afternoon), 48.3% (evening), and 41.6% (night). The biggest error occurred in the detection of yellow in dim lighting. This system is able to perform automatic sorting with a fairly good success rate. Further development is recommended in the aspects of the classification algorithm, conveyor stability, and increased lighting to support accuracy in various conditions.

Keywords: Post-Harvest Efficiency, K-Nearest Neighbor, Tomato Sorting, TCS3200 Color Sensor

Histori Artikel:

Diterima 20 Juni 2025, direvisi 03 Juli 2025, disetujui 09 Juli 2025, dipublikasi 30 Juli 2025

*Penulis Korespondensi:

nuzulfajri1@gmail.com

DOI:

<https://doi.org/10.60036/jgw6m866>

PENDAHULUAN

Untuk memenuhi kebutuhan pangan yang meningkat, produksi berskala besar diperlukan karena produksi pertanian Indonesia meningkat. Oleh karena itu, teknologi yang mudah, cepat, dan efisien diperlukan untuk membantu petani terus menghasilkan hasil panen yang tepat. Seperti yang kita ketahui, sebagian besar masyarakat sering mencari buah tomat untuk diolah menjadi campuran saat memasak atau digunakan sebagai bahan lain (Samudra et al., 2021). Tomat seringkali ditambahkan ke berbagai hidangan karena menjadi bahan masakan yang tak tergantikan dan minuman sehat. Tomat sering digunakan untuk campuran sambal pedas yang unik. Selain itu, tomat dapat dibuat menjadi jus segar yang menyegarkan, yang menawarkan keuntungan kesehatan dan cita rasa yang istimewa (Samudra et al., 2021). Buah tomat memiliki 3 jenis warna dengan tingkat kematangannya seperti tomat hijau, kuning dan merah.

Menurut penelitian dari (Samudra et al., 2021), sebagian petani tomat melakukan penyortiran buah tomat dengan cara manual, memerlukan tenaga kerja tambahan untuk memisahkan tomat yang merah, hijau, dan kuning. Hal ini menyebabkan pengeluaran biaya yang cukup besar serta memakan waktu yang lama, sehingga proses penyortiran menjadi tidak efisien baik dari segi waktu maupun biaya. Selain itu, dalam beberapa kasus, proses penyortiran masih sering menemui kegagalan (Samudra et al., 2021). Memanen dan menyortir tomat secara manual menggunakan tangan kosong menyebabkan kekeliruan saat penyortiran sehingga tercampurnya tomat hijau maupun kuning ke tomat merah (Hetharua et al., 2021). kegiatan penyortiran buah tomat adalah salah satu tahapan penting dalam proses pascapanen. Tujuannya adalah untuk memastikan kualitas produk yang siap dipasarkan. Selama proses ini, berbagai karakteristik buah tomat dinilai dengan warna buah menjadi salah satu parameter yang paling penting (Khafit et al., 2023). Warna tomat tidak hanya menunjukkan tingkat kematangan, tetapi juga kualitas, rasa, dan kandungan nutrisi. Tomat berwarna merah cerah biasanya menunjukkan kematangan terbaik dan rasa yang lebih manis, sementara tomat yang belum sepenuhnya matang mungkin kurang disukai pembeli. Dengan melakukan sortir tomat berdasarkan warna, petani dan produsen dapat memastikan bahwa hanya tomat kualitas terbaik yang sampai ke tangan pelanggan, meningkatkan kepuasan pelanggan dan mempertahankan reputasi produk di pasar. Selain itu, proses sortir yang efisien mengurangi limbah dan meningkatkan efisiensi proses produksi.

Pada penelitian (Hernando & Avaldo, 2022), melakukan klasifikasi tomat berdasarkan warnanya menggunakan metode fuzzy logic untuk mengatasi masalah pewarnaan dalam proses penyortiran buah tomat (Hernando & Avaldo, 2022). Sementara itu, pada penelitian Yusuf dkk menggunakan metode Support Vector Machine (SVM) untuk klasifikasi jenis buah pisang berdasarkan citra warna, dan hasil penelitiannya menunjukkan nilai akurasi warna berturut-turut ialah 41,67%, 33,3%, 8,3%. Dari penelitian tersebut menunjukkan nilai keakuratan dalam klasifikasi masih kurang akurat dikarenakan menggunakan metode dan proses yang kurang tepat (Amrozi et al., 2022).

Berdasarkan penelitian sebelumnya, Penelitian ini membuat alat sortasi yang dapat memilah buah tomat dengan sensor warna TCS3200. untuk melakukan klasifikasi jenis warna buah tomat dengan menggunakan metode K-Nearest Neighbor (KNN). Klasifikasi dibutuhkan untuk menguji pengenalan objek dan dibagi menjadi 3 kelas, yaitu tomat warna hijau, tomat warna kuning dan tomat warna merah.

Metode K-Nearest Neighbor (KNN) dipilih sebagai algoritma klasifikasi tomat karena kesederhanaan dan efisiensinya dengan data sensor warna TCS3200. Metode ini unggul dalam menangani variasi tinggi pada warna tomat dan bekerja tanpa asumsi distribusi data, Sehingga fleksibel dalam menangani berbagai jenis data. KNN cocok untuk dataset kecil hingga menengah dan dapat dioptimalkan untuk memberikan akurasi klasifikasi yang tinggi melalui penyesuaian parameter, seperti jumlah tetangga terdekat (k) (Pamungkas & Febrianto, 2021). dengan

demikian, KNN diharapkan dapat memberikan hasil klasifikasi yang akurat dan efisien dan memastikan bahwa hanya tomat dengan kualitas baik yang dipilih.

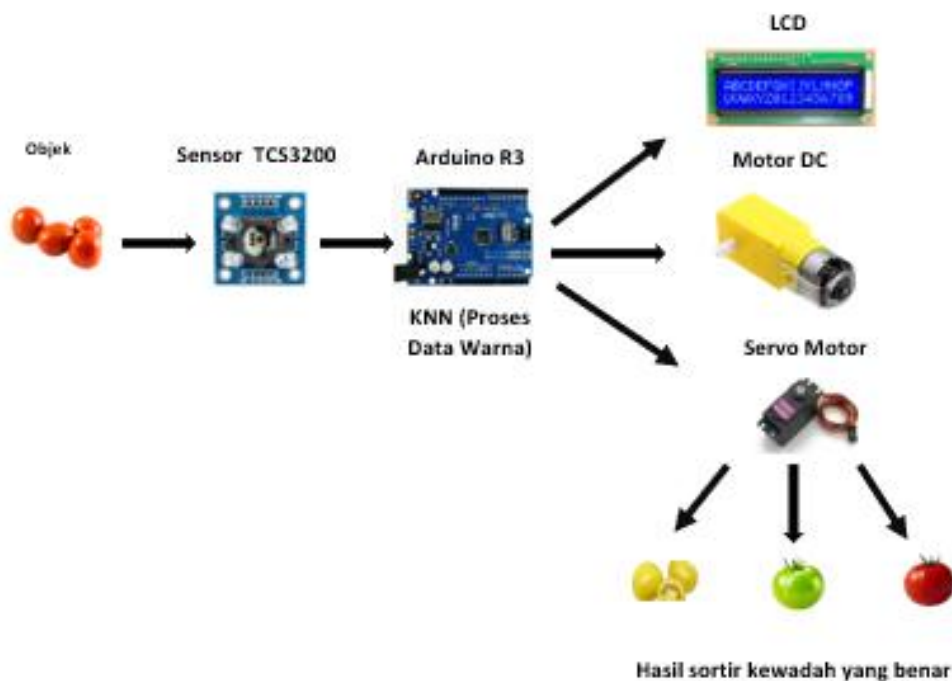
METODE

Penelitian ini dilakukan dengan merancang sistem perangkat keras dan lunak untuk mendeteksi serta mengklasifikasikan warna tomat. Komponen utama yang digunakan meliputi:

1. Sensor warna TCS3200
2. Mikrokontroler Arduino R3
3. Dua motor servo MG996R
4. Motor DC gearbox dengan driver L298N
5. LCD 12C sebagai tampilan informasi

Perancangan Sistem

Sensor warna TCS3200 mendeteksi warna permukaan tomat yang dikonversi menjadi data RGB. Data ini diproses oleh Arduino menggunakan metode KNN untuk menentukan kategori warna. Hasil klasifikasi digunakan untuk menggerakkan motor servo yang mengarahkan tomat ke wadah penyimpanan sesuai warnanya. Motor DC berfungsi menggerakkan konveyor.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

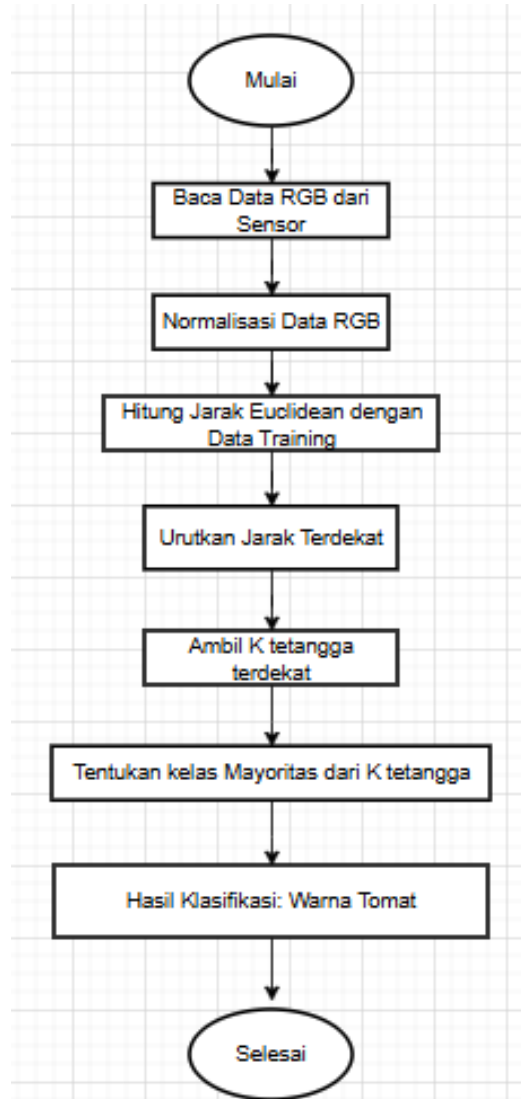
Diagram blok sistem merupakan perancangan perangkat keras untuk awalnya objek akan terdeteksi oleh sensor warna TCS3200. Data warna yang diperoleh dari sensor dikirimkan ke arduino yang mengolah menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN).

Pengumpulan dan Pengolahan Data

Sebanyak 30 sampel data RGB dikumpulkan dengan komposisi 10 tomat merah, 10 kuning, dan 10 hijau. Data dilabeli dan digunakan sebagai dataset pelatihan metode KNN. Tahapan preprocessing dilakukan meliputi data cleaning, normalisasi, dan pengurangan dimensi agar data lebih siap untuk diklasifikasikan.

Implementasi Algoritma KNN

Algoritma KNN menghitung jarak Euclidean antara data input dan dataset pelatihan untuk menentukan kelas warna tomat berdasarkan mayoritas tetangga terdekat (k) (Pamungkas & Febrianto, 2021). Kode KNN diimplementasikan langsung pada Arduino IDE untuk memungkinkan klasifikasi secara real-time.



Gambar 2. Flowchart perancangan Metode KNN

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian alat sortasi buah tomat berdasarkan warna menggunakan sensor warna TCS3200 dan metode K-Nearest Neighbor (KNN) dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem dalam kondisi nyata. Pengujian meliputi beberapa aspek penting, seperti kecepatan respon sensor, kestabilan pergerakan motor, serta tingkat keberhasilan klasifikasi warna tomat. Penjelasan lengkap terkait hasil pengujian disajikan pada subbab berikut ini untuk menggambarkan performa sistem secara menyeluruh:

Respon Sensor dan kinerja waktu

Sensor TCS3200 memiliki rata-rata waktu respon 334 ms dalam mendeteksi warna tomat. Rata-rata waktu yang dibutuhkan tomat untuk sampai ke wadah adalah antara 1100 ms hingga 1700 ms. Hal ini menunjukkan kinerja waktu sistem cukup efisien untuk proses sortasi otomatis.

Table 1.Data Hasil Pengujian Respon Waktu Sensor Warna

Urutan tomat	Warna tomat	Respon waktu terdeteksi (ms)
Tomat 1	Merah	332 ms
Tomat 2	Merah	332 ms
Tomat 3	Merah	331 ms
Tomat 4	Merah	327 ms
Tomat 5	Merah	333 ms
Tomat 6	Merah	335 ms
Tomat 7	Merah	327 ms
Tomat 8	Merah	329 ms
Tomat 9	Merah	330 ms
Tomat 10	Merah	330 ms
Tomat 11	Hijau	334 ms
Tomat 12	Hijau	334 ms
Tomat 13	Hijau	333 ms
Tomat 14	Hijau	332 ms
Tomat 15	Hijau	334 ms
Tomat 16	Hijau	334 ms
Tomat 17	Hijau	337 ms
Tomat 18	Hijau	331 ms
Tomat 19	Hijau	335 ms
Tomat 20	Hijau	335 ms
Tomat 21	Kuning	341 ms
Tomat 22	Kuning	340 ms
Tomat 23	Kuning	339 ms
Tomat 24	Kuning	337 ms
Tomat 25	Kuning	338 ms
Tomat 26	Kuning	340 ms
Tomat 27	Kuning	339 ms
Tomat 28	Kuning	342 ms
Tomat 29	Kuning	341 ms
Tomat 30	Kuning	341 ms
Rata-rata		334 ms

Pengaruh Pencahayaan

Pengujian pencahayaan dilakukan dalam tiga kondisi, yaitu terang, redup, dan gelap. Pada kondisi terang, pengujian dilakukan di dalam ruangan dengan pencahayaan lampu sebesar 2500 lumen. Berdasarkan hasil pengujian terhadap 27 buah tomat, diperoleh 12 tomat berhasil terdeteksi dengan benar dan 15 tomat tidak terdeteksi sesuai warna aslinya.

Tingkat kesalahan tertinggi terjadi pada kondisi redup, dengan enam kesalahan, diikuti oleh kondisi terang dan gelap masing-masing lima kesalahan. Kesalahan deteksi paling sering terjadi pada tomat hijau dan kuning karena kemiripan nilai RGB pada kondisi pencahayaan rendah. Hasil ini menunjukkan bahwa intensitas cahaya sangat mempengaruhi performa sensor TCS3200, dan pencahayaan yang cukup diperlukan agar sistem dapat mengklasifikasikan warna secara akurat dan konsisten.

Table 2. Data Hasil Pengujian Pencahayaan

No	Kondisi Pencahayaan	Warna Asli	RGB	Warna Terdeteksi	Keterangan
1	Terang	Merah	(460, 459, 337)	Merah	Terdeteksi
2	Terang	Merah	(454, 448, 471)	Merah	Terdeteksi
3	Terang	Merah	(451, 444, 368)	Merah	Terdeteksi
4	Terang	Hijau	(453, 448, 371)	Hijau	Terdeteksi
5	Terang	Hijau	(465, 468, 384)	Merah	Salah
6	Terang	Hijau	(460, 458, 376)	Merah	Salah
7	Terang	Kuning	(458, 458, 377)	Merah	Salah
8	Terang	Kuning	(458, 457, 377)	Merah	Salah
9	Terang	Kuning	(458, 452, 375)	Kuning	Terdeteksi
10	Redup	Merah	(526, 551, 429)	Merah	Terdeteksi
11	Redup	Merah	(529, 560, 431)	Merah	Terdeteksi
12	Redup	Merah	(532, 563, 534)	Merah	Terdeteksi
13	Redup	Hijau	(527, 547, 430)	Merah	Salah
14	Redup	Hijau	(524, 535, 424)	Merah	Salah
15	Redup	Hijau	(519, 532, 420)	Merah	Salah
16	Redup	Kuning	(512, 517, 415)	Merah	Salah
17	Redup	Kuning	(512, 517, 413)	Merah	Salah
18	Redup	Kuning	(511, 518, 415)	Merah	Salah
19	Gelap	Merah	(606, 610, 490)	Merah	Terdeteksi
20	Gelap	Hijau	(606, 609, 490)	Merah	Terdeteksi
21	Gelap	Kuning	(609, 611, 489)	Merah	Salah
22	Gelap	Merah	(606, 608, 487)	Merah	Terdeteksi
23	Gelap	Hijau	(603, 604, 488)	Merah	Salah
24	Gelap	Kuning	(611, 609, 493)	Merah	Salah
25	Gelap	Merah	(607, 604, 490)	Merah	Terdeteksi
26	Gelap	Hijau	(609, 607, 491)	Merah	Salah
27	Gelap	Kuning	(602, 602, 489)	Merah	Salah

Evaluasi Kinerja Klasifikasi

Evaluasi dilakukan dengan menggunakan metrik klasifikasi yaitu presisi, recall, dan F1-score berdasarkan penghitungan True Positive (TP), False Positive (FP), dan False Negative (FN). Berdasarkan hasil pengujian pada waktu pagi, metode KNN menghasilkan nilai presisi 0,526 untuk tomat merah, 0,5 untuk hijau, dan 1,00 untuk kuning. Nilai recall masing-masing adalah 0,5, 0,35, dan 0,45, sedangkan F1-score berada pada 0,512 untuk merah, 0,412 untuk hijau, dan 0,621 untuk kuning. Pada kondisi malam, nilai presisi untuk kuning menurun menjadi 0,875 dengan recall 0,35 dan F1-score 0,500.

Table 3. Data Hasil Pengujian Pengukuran Matrik Evaluasi

Metode	Warna	Presisi	Recall	F1-Score
K-Nearest Neighbor (pagi)	Merah	0,526	0,500	0,512
	Hijau	0,500	0,350	0,412
	Kuning	1,00	0,450	0,621
K-Nearest Neighbor (siang)	Merah	0,526	0,500	0,512
	Hijau	0,538	0,350	0,426
	Kuning	1,00	0,400	0,571
K-Nearest Neighbor (sore)	Merah	0,526	0,500	0,512
	Hijau	0,588	0,500	0,540
	Kuning	1,00	0,450	0,621

K-Nearest Neighbor (malam)	Merah	0,524	0,550	0,537
	Hijau	0,636	0,350	0,451
	Kuning	0,875	0,350	0,500

Pengujian juga menunjukkan bahwa performa klasifikasi tertinggi terjadi pada sore hari dengan presisi dan recall yang lebih stabil, khususnya untuk tomat hijau. Nilai-nilai ini mencerminkan kemampuan algoritma KNN dalam mengklasifikasikan objek secara cukup efektif, meskipun deteksi warna kuning masih sering mengalami kesalahan dalam pencahayaan rendah. Untuk meningkatkan kinerja, disarankan menambah jumlah data pelatihan serta melakukan optimasi nilai parameter k dan sistem pencahayaan.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan alat sortasi otomatis buah tomat berdasarkan warna menggunakan sensor warna TCS3200 dan metode K-Nearest Neighbor (KNN). Sistem mampu mengklasifikasikan tomat ke dalam tiga kategori warna (merah, kuning, hijau) dengan waktu respon rata-rata sensor sebesar 334 ms, serta waktu pemindahan tomat antara 1100–1700 ms. Sistem menunjukkan performa yang cukup baik dalam kondisi pencahayaan optimal, namun tantangan masih terdapat pada deteksi warna kuning dalam kondisi redup atau gelap. Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa metode KNN efektif digunakan, meskipun peningkatan presisi dan recall masih diperlukan. Untuk pengembangan ke depan, disarankan menambah jumlah data latih, melakukan optimasi nilai parameter k , serta memperbaiki pencahayaan dan stabilitas sistem mekanik konveyor guna meningkatkan akurasi keseluruhan sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrozi, Y., Yulianti, D., Susilo, A., Novianto, N., & Ramadhan, R. (2022). Klasifikasi Jenis Buah Pisang Berdasarkan Citra Warna dengan Metode SVM. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi Dan Komputer)*, 11(3), 394–399. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v11i3.1502>
- Hernando, L., & Avaldo, A. (2022). Implementasi Fuzzy Logic pada Alat Pemisah Buah Tomat. *Jurnal Sains Dan Informatika*, 8(2), 55–61. <https://doi.org/10.22216/jsi.v8i2.1637>
- Hetharua, A. D., Sumarno, S., Gunawan, I., Hartama, D., & Kirana, I. O. (2021). Alat Penyortir Buah Tomat Berdasarkan Warna Berbasis Mikrokontroller Arduino. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 1(2), 119–130. <https://doi.org/10.54082/jupin.18>
- Khafit, M. N., Khamdi, N., Jaenudin, J., & Edilla. (2023). Rancang Bangun Alat Sortir Buah Apel Berdasarkan Perbedaan Ukuran dan Warna Menggunakan Mikrokontroller Arduino. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 9(1), 147–158. <https://doi.org/10.24036/jtev.v9i1.122935>
- Pamungkas, D. S., & Febrianto, I. (2021). Purwarupa Pemisah Tomat Dengan Kamera dan Algoritma K-NN. *Journal of Applied Electrical Engineering*, 5(1), 1–4. <https://doi.org/10.30871/jaee.v5i1.2978>
- Samudra, B., Aprilia, I., & Misdiyanto, M. (2021). Rancang Bangun Alat Pemisah Buah Tomat Berdasarkan Warna Menggunakan Sensor Cahaya. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 23(1), 11. <https://doi.org/10.24912/tesla.v23i1.9228>