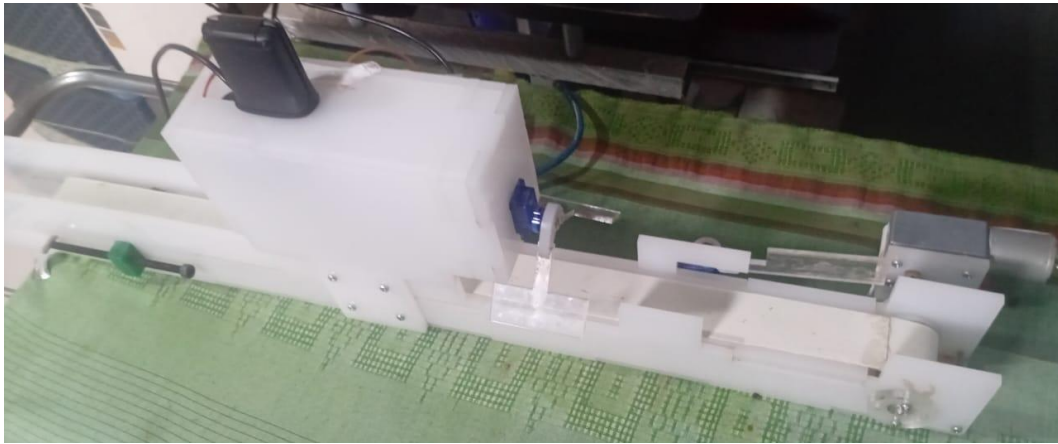


BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil Implementasi Mekanik

Berikut adalah hasil dari perancangan mekanik:



Gambar IV.1 Mesin penyortir tomat

Gambar IV.1 menunjukkan sebuah mesin sortir tomat otomatis berbasis *computer vision* yang dirancang untuk menyortir tomat cherry berdasarkan tingkat kematangan. Mesin ini tersusun dari material berbahan dasar akrilik atau plastik tebal yang dirakit membentuk jalur konveyor horizontal dengan sistem mekanik sederhana namun efektif. Di bagian kanan gambar, terlihat motor DC yang berfungsi sebagai penggerak konveyor. Konveyor ini berbentuk jalur lurus tempat tomat bergerak ke arah kiri. Di bagian tengah terdapat ruang pendeteksian yang dilengkapi dengan kamera webcam di bagian atas, bertugas menangkap citra tomat saat melintas.

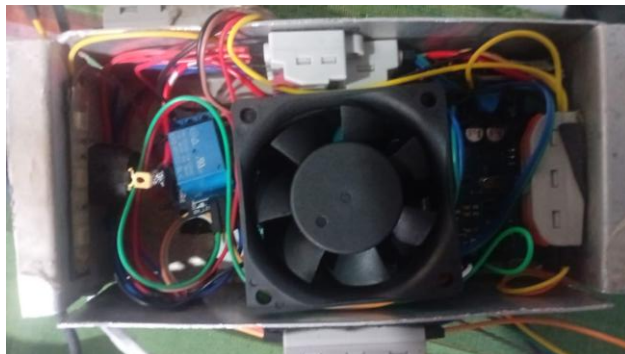
Kamera tersebut terhubung ke sistem komputer yang menjalankan algoritma deteksi berbasis OpenCV dan YOLO untuk menentukan tingkat kematangan tomat.

Di bagian depan dan samping deteksi terlihat servo motor SG90 yang dipasang terhubung dengan lengan plastik sebagai aktuator pemilah (separator).

Servo pertama akan bergerak ke kiri untuk memisahkan tomat mentah, bergerak ke kanan untuk setengah matang, dan separator diam untuk memisahkan tomat matang. serta separator kedua yang berada didekat motor dc itu berfungsi memisahkan tomat busuk Struktur mesin ini relatif ringkas dan modular, cocok untuk skala laboratorium atau penelitian. Jalur konveyor dijaga dengan rel pembatas agar tomat tidak terjatuh selama proses berjalan. Mesin ini merupakan representasi dari sistem sortir tomat otomatis yang efisien, memadukan mekanika sederhana, elektronik berbasis Arduino, serta pemrosesan citra berbasis AI.

IV.2 Hasil Implementasi Elektrik

Berikut adalah hasil dari perancangan elektrik:



Gambar IV.2 Hasil perancangan elektrik

Gambar IV.2 merupakan hasil dari implementasi perancangan elektrik. Pada gambar tersebut menunjukkan rangkaian dapat terpasang dengan rapih, serta meminimalisir terjadinya lepas kabel dengan menggunakan terminal jepit untuk menghubungkan dari Arduino ke komponen komponen elektrik lain nya, sehingga controller ini dapat di bongkar pasang dari perangkat konveyor secara mudah.

Kemudian pada tabel IV.1 adalah *list Output* Arduino yang dipakai dalam Penelitian ini:

Tabel IV. 1 *List Output* Arduino

Nama Komponen	Pin GPIO
Servo 1	10
Servo 2	11
Relay	12

IV.3 Hasil Implementasi Antarmuka Aplikasi

IV.3.1 Tampilan *User Interface* Tkinter dan OpenCV

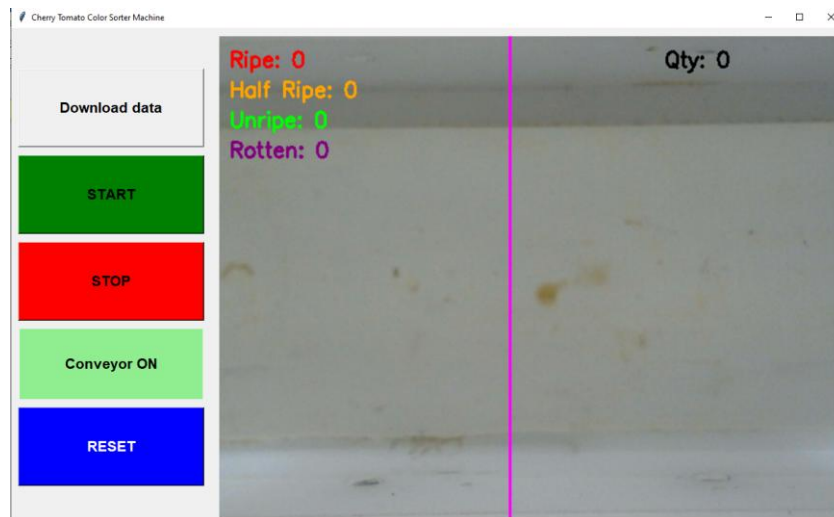


Gambar IV.3 Tampilan Awal Sistem

Gambar tersebut menunjukkan tampilan awal antarmuka grafis dari sistem mesin sortir tomat cherry berbasis *computer vision*. Antarmuka ini dirancang menggunakan Tkinter sebagai GUI utama yang terintegrasi dengan tampilan video *real-time* dari kamera yang mengamati jalur konveyor. Di sisi kiri terdapat panel kontrol dengan tombol-tombol interaktif, sementara di sisi kanan ditampilkan area pemantauan visual berbasis OpenCV yang akan menampilkan proses deteksi objek

secara langsung. Tampilan awal ini muncul saat program pertama kali dijalankan sebelum sistem melakukan proses pendeteksian atau penyortiran tomat.

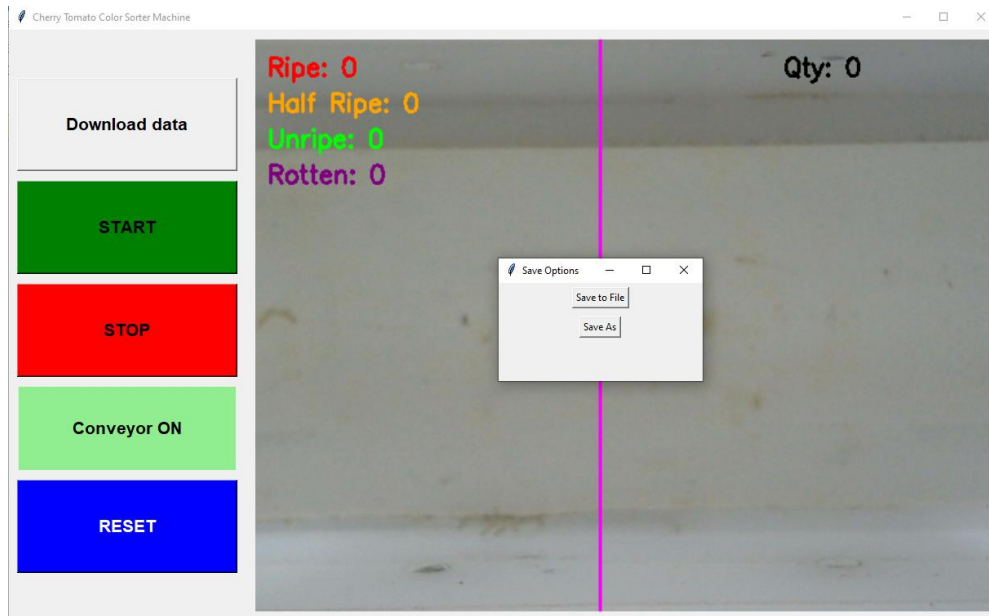
IV.3.2 Tampilan Sistem siap Menghitung



Gambar IV.4 Tampilan Sistem siap Menghitung

Gambar tersebut menunjukkan tampilan sistem setelah tombol START ditekan, menandakan bahwa sistem telah aktif dan siap melakukan proses pendeteksian dan perhitungan tomat secara real-time. Di sisi kanan layar, muncul overlay informasi berupa jumlah tomat berdasarkan tingkat kematangan, yaitu *Ripe* (matang), *Half Ripe* (setengah matang), *Unripe* (mentah), dan *Rotten* (busuk), yang semuanya masih bernilai nol karena proses deteksi belum berjalan. Selain itu, terdapat indikator garis vertikal berwarna ungu sebagai batas zona deteksi, yang akan digunakan sistem untuk menentukan kapan tomat dihitung saat melewati garis tersebut. Seluruh tampilan ini menunjukkan bahwa sistem telah siap menghitung tomat secara otomatis ketika objek terdeteksi oleh kamera.

IV.3.3 Tampilan Download Data



Gambar IV. 5 Hasil dari fitur tombol “download”

Gambar tersebut menunjukkan tampilan saat fitur Download Data diaktifkan, di mana sistem menyediakan jendela popup “Save Options” untuk menyimpan hasil deteksi tomat ke dalam file Microsoft Excel. Setelah tombol *Download data* ditekan, pengguna diberikan dua pilihan penyimpanan yaitu Opsi pertama adalah “Save to File”, yang digunakan untuk menyimpan data klasifikasi tomat ke dalam lembar (sheet) baru pada file Excel (.xlsx) yang sudah ada. Opsi kedua yaitu “Save As”, memungkinkan pengguna untuk membuat dan menyimpan file Excel baru dengan nama yang ditentukan sesuai kebutuhan. Data yang tersimpan mencakup informasi jumlah tomat matang, setengah matang, mentah, dan busuk, serta total keseluruhan, yang dapat digunakan untuk dokumentasi, laporan, atau analisis lanjutan secara otomatis dan terstruktur.

IV.4 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan tujuan utama untuk mengevaluasi beberapa aspek penting dalam kinerja mesin sortir tomat cherry, yaitu akurasi klasifikasi,

kecepatan deteksi, dan kestabilan sistem selama proses penyortiran berlangsung. Evaluasi ini mencakup penilaian sejauh mana sistem dapat secara tepat mengidentifikasi tingkat kematangan tomat—matang, setengah matang, mentah, dan busuk—berdasarkan warna yang terdeteksi oleh kamera. Selain itu, pengujian juga bertujuan untuk mengamati respon sistem terhadap pergerakan konveyor, akurasi pembacaan data secara real-time, serta efektivitas pemisahan tomat melalui aktuator servo. Melalui proses pengujian ini, diharapkan dapat ditemukan bagian-bagian dari sistem yang masih memerlukan perbaikan atau pengoptimalan, baik dari sisi pemrosesan citra, kontrol motor, maupun antarmuka pengguna. Hasil dari pengujian ini menjadi acuan dalam meningkatkan performa keseluruhan sistem, agar mampu bekerja lebih efisien, akurat, dan andal dalam lingkungan operasional yang sebenarnya.

IV.4.1 Pengujian Elektrik dan Mekanik

Pengujian sistem elektrik dan mekanik pada mesin sortir tomat cherry sangat penting dilakukan untuk memastikan seluruh komponen bekerja secara optimal dan saling terintegrasi dengan baik. Pengujian elektrik mencakup pemeriksaan terhadap stabilitas arus dan tegangan pada motor DC, servo, LED, modul relay, serta koneksi ke Arduino, guna mencegah kerusakan akibat tegangan tidak stabil atau koneksi yang longgar. Sementara itu, pengujian mekanik difokuskan pada kelancaran pergerakan konveyor, posisi kamera, kekuatan rangka, dan ketepatan gerak aktuator servo dalam mengarahkan tomat ke wadah sortir. Kedua pengujian ini saling melengkapi untuk menjamin sistem mampu bekerja secara otomatis, akurat, dan tahan lama dalam kondisi operasional sebenarnya.

Tabel IV.2 Pengujian Pengaruh Ketinggian Kamera

Pengujian ke-	Jarak Kamera terhadap tomat	Jenis Tomat	Deteksi	Keterangan

1	9 Cm	Ripe	✓	Sukses
2	10 Cm	Ripe	✓	Sukses
3	11 Cm	Ripe	✓	Sukses
4	12 Cm	Ripe	✓	Sukses
5	13 Cm	Ripe	✓	Sukses
6	14 Cm	Ripe	✓	Sukses
7	15 Cm	Ripe	✓	Sukses
8	9 Cm	Half Ripe	✓	Sukses
9	10 Cm	Half Ripe	✓	Sukses
10	11 Cm	Half Ripe	✓	Sukses
11	12 Cm	Half Ripe	✓	Sukses
12	13 Cm	Half Ripe	✓	Sukses
13	14 Cm	Half Ripe	✓	Sukses
14	15 Cm	Half Ripe	X	Tidak Sukses
15	9 Cm	Unripe	✓	Sukses
16	10 Cm	Unripe	✓	Sukses
17	11 Cm	Unripe	✓	Sukses
18	12 Cm	Unripe	✓	Sukses
19	13 Cm	Unripe	✓	Sukses
20	14 Cm	Unripe	✓	Sukses

21	15 Cm	Unripe	✓	Sukses
22	9 Cm	Rotten	✓	Sukses
23	10 Cm	Rotten	✓	Sukses
24	11 Cm	Rotten	✓	Sukses
25	12 Cm	Rotten	✓	Sukses
26	13 Cm	Rotten	✓	Sukses
27	14 Cm	Rotten	X	Tidak Sukses
28	15 Cm	Rotten	X	Tidak Sukses

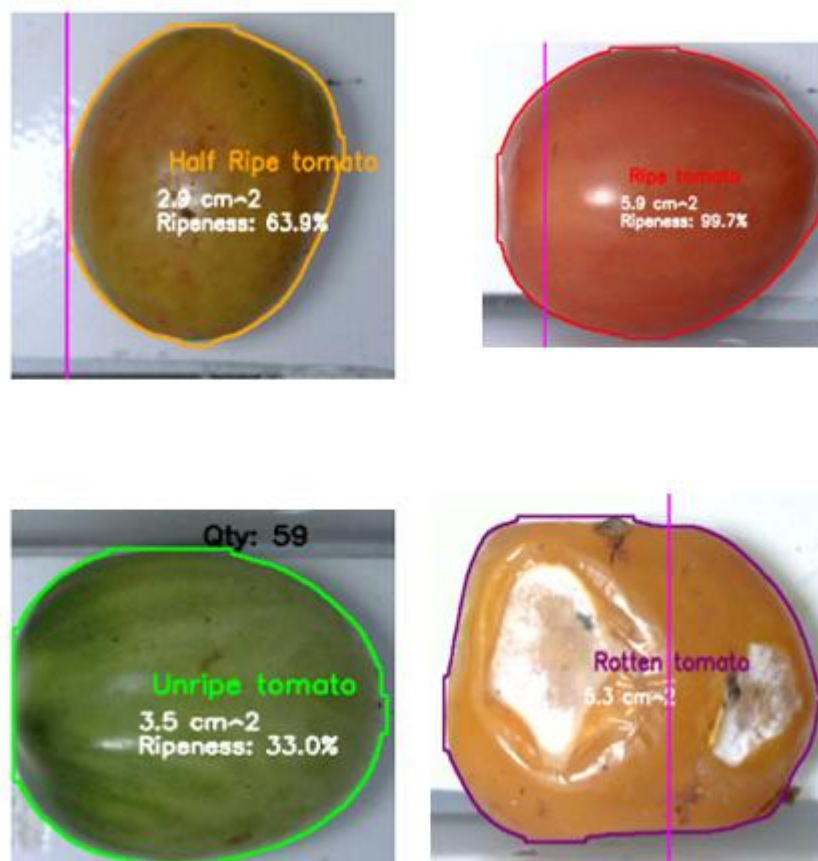
Tabel pengujian ini menunjukkan 28 kali uji coba deteksi tomat dengan variasi jenis tomat (Ripe, Half Ripe, Unripe, dan Rotten) serta jarak kamera terhadap tomat yang berbeda-beda. Hasil menunjukkan bahwa deteksi pada jarak 9 cm selalu berhasil (Sukses) untuk semua jenis tomat, membuktikan bahwa jarak ini menghasilkan akurasi deteksi yang paling baik dan stabil. Pada jarak lebih jauh (10–15 cm), beberapa jenis tomat terutama Half Ripe dan Rotten mulai menunjukkan kegagalan deteksi (Tidak Sukses), khususnya pada jarak 14 cm dan 15 cm. Hal ini menegaskan bahwa semakin dekat jarak kamera (terutama 9 cm), semakin optimal hasil deteksi yang diperoleh, sedangkan jarak yang lebih jauh cenderung menurunkan keakuratan sistem deteksi.

Tabel IV.3 Pengujian deteksi tanpa penutup dan penutup

Pengujian ke-	Jenis Tomat	Deteksi menggunakan Penutup dan pencahayaan	Tidak menggunakan penutup	Keterangan
1	Ripe	✓	✓	Sukses
2	Unripe	✓	✓	Sukses

3	Half Ripe	✓	X	Terdeteksi Ripe
4	Rotten	✓	X	Terdeteksi Ripe

Kesimpulan dari data tabel IV.3 adanya penutup dan bantuan pencahayaan memberikan tingkat keberhasilan pendeteksian sebesar 100% dan jika tidak menggunakan penutup memperoleh tingkat keberhasilan sebesar 50%, dari uji coba tersebut diharuskan menggunakan penutup dan penerangan agar mendapatkan hasil sesuai yang diharapkan.



Gambar IV.6 Hasil Deteksi Menggunakan penutup dan pencahayaan

Gambar IV.6 menunjukkan deteksi menggunakan penutup, deteksi tomat busuk yang terdeteksi. Ini menunjukkan bahwa menggunakan penutup dan pencahayaan yang memadai akan terdeteksi, ini sangat disarankan agar lebih aman dari gangguan cahaya yang tidak konsisten.

Tabel IV.4 Pengujian Separator

Pengujian ke-	Klasifikasi Tomat	Servo 1	Servo 2	Keterangan
1	Ripe	Tidak Aktif	Tidak Aktif	Berhasil tersortir
2	Half Ripe	Aktif (Forward)	Tidak Aktif	Berhasil tersortir
3	Unripe	Aktif (Reverse)	Tidak Aktif	Berhasil tersortir
4	Rotten	Tidak Aktif	Aktif (Forward)	Berhasil tersortir

Pada tabel IV.4 Pengujian pergerakan separator dilakukan dengan menggunakan satu tomat untuk setiap jenis nya. Tujuannya untuk mengetahui penyortiran sudah tepat sasaran atau belum. jika hasil pengujian separator sudah dapat menyortir tomat dari mekanisme yang telah di rancang agar tomat dapat tersortir dengan tepat. Setelah separator siap, maka dilakukan pengujian secara berkelanjutan menggunakan 400 buah tomat cherry dengan jenis kematangan yang beragam dan dimasukkan di atas konveyor untuk memperoleh rasio keberhasilan penyortiran mesin tersebut. Dapat dilihat hasil tabel pengujian tersebut pada tabel IV.6.

Tabel IV.5 Pengujian Penyortiran tomat cherry sesuai klasifikasi

Klasifikasi	Banyak Pengujian	Berhasil Tersortir	Gagal Tersortir	Rasio Keberhasilan (%)
Ripe	150	145	5	96,67%

Unripe	120	112	8	93,33%
Rotten	50	50	0	100%
Halfripe	80	75	5	93,75%
TOTAL	400	382	18	95,50%

Dari tabel IV.5 Tomat yang tersortir umumnya berbentuk oval dan cenderung diam tidak berputar diatas pergerakan konveyor sehingga setelah terdeteksi tepat menuju separator sesuai delay yang ditentukan untuk disortir ,sedangkan terdapat beberapa tomat yang gagal tersortir, itu dikarenakan setelah terdeteksi oleh kamera, tomat tidak secara langsung menuju separator untuk disortir melainkan berputar terlebih dahulu karena bentuknya yang hamper bulat. yang menjadikan separator sudah bergerak tapi tomat tersebut terlambat menyentuh separator. Penyebab utamanya terdapat pada program , dimana untuk tomat mentah delay setelah terdeteksi untuk menggerakkan separatornya 1 detik, tomat setengah matang 1 detik, dan tomat busuk 3 detik. Dari total keseluruhan pengujian 400 tomat dapat diperoleh tingkat keberhasilan mesin mencapai 95,50%.



Gambar IV.7 Hasil input data pada OpenCV

Pada Gambar IV.7 menampilkan langsung hasil dari monitoring yang telah diinput oleh kamera ditampilkan pada open CV. Dari hasil monitoring ini kita dapat melihat banyaknya tomat yang terdeteksi dari setiap klasifikasinya dan total keseluruhan

tomat mendownload dan melihat langsung data yang ada secara *realtime*, seperti data kematangan tomat, dimensi ukuran tomat, penjumlahan banyaknya tomat, serta rata rata rasio dari setiap jenis kematangan. Pada *interface* nya pun terdapat 3 tombol untuk mengoperasikan mesin yang sudah tersambung. Tombol *download data* sebagai tombol untuk medownload data yang sudah direkam oleh kamera, berikut merupakan data yang dapat ditampilkan, tombol Start untuk menjalankan konveyor dan tombol stop untuk mematikan konveyor. Kemudian data tersebut di download dan muncul pada Microsoft Excel secara otomatis dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	NO	REAL TIME DETECT	COLOR TOMATO	DIMENSION TOMATO (cm ²)	RIPENESS RASIO TOMATO (%)		Color Tomato	Qty Tomato	Average Ripeness Ratio
2	1	2025-07-11 06:24:30	Unripe tomato	3.98 cm ²	26.26 %		Half Ripe tomato	80	46.02 %
3	2	2025-07-11 06:24:39	Half Ripe tomato	4.35 cm ²	35.9 %		Ripe tomato	150	87.9 %
4	3	2025-07-11 06:24:43	Unripe tomato	4.07 cm ²	26.58 %		Rotten tomato	50	
5	4	2025-07-11 06:24:53	Ripe tomato	3.95 cm ²	82.07 %		Unripe tomato	120	21.44 %
6	5	2025-07-11 06:25:02	Ripe tomato	4.38 cm ²	82.67 %		Qty Tomatoes	400	
7	6	2025-07-11 06:25:04	Ripe tomato	5.06 cm ²	98.07 %				
8	7	2025-07-11 06:25:10	Rotten tomato	4.57 cm ²					
9	8	2025-07-11 06:25:11	Unripe tomato	4.69 cm ²	32.46 %				
10	9	2025-07-11 06:25:13	Ripe tomato	4.49 cm ²	83.96 %				
11	10	2025-07-11 06:25:18	Rotten tomato	3.78 cm ²					
12	11	2025-07-11 06:25:20	Unripe tomato	4.65 cm ²	22.47 %				
13	12	2025-07-11 06:25:25	Unripe tomato	3.82 cm ²	32.48 %				
14	13	2025-07-11 06:25:29	Unripe tomato	5.07 cm ²	18.07 %				
15	14	2025-07-11 06:25:39	Half Ripe tomato	4.52 cm ²	35.93 %				
16	15	2025-07-11 06:25:48	Unripe tomato	3.93 cm ²	23.6 %				
17	16	2025-07-11 06:25:53	Ripe tomato	5.2 cm ²	78.22 %				
18	17	2025-07-11 06:25:54	Ripe tomato	5.01 cm ²	97.61 %				
19	18	2025-07-11 06:25:57	Ripe tomato	4.31 cm ²	88.99 %				
20	19	2025-07-11 06:26:05	Unripe tomato	3.76 cm ²	25.91 %				
21	20	2025-07-11 06:26:09	Half Ripe tomato	3.95 cm ²	59.35 %				
22	21	2025-07-11 06:26:19	Unripe tomato	4.95 cm ²	14.64 %				
23	22	2025-07-11 06:26:26	Ripe tomato	4.19 cm ²	94.57 %				
24	23	2025-07-11 06:26:30	Ripe tomato	4.15 cm ²	97.1 %				
25	24	2025-07-11 06:26:35	Unripe tomato	3.68 cm ²	22.7 %				
26	25	2025-07-11 06:26:40	Half Ripe tomato	4.84 cm ²	57.96 %				
27	26	2025-07-11 06:26:46	Unripe tomato	3.93 cm ²	15.02 %				
28	27	2025-07-11 06:26:52	Ripe tomato	3.94 cm ²	82.98 %				
29	28	2025-07-11 06:27:00	Ripe tomato	5.48 cm ²	86.4 %				
30	29	2025-07-11 06:27:06	Half Ripe tomato	4.22 cm ²	39.89 %				
31	30	2025-07-11 06:27:10	Rotten tomato	3.52 cm ²					
32	31	2025-07-11 06:27:16	Half Ripe tomato	4.43 cm ²	43.92 %				
33	32	2025-07-11 06:27:17	Half Ripe tomato	4.48 cm ²	58.93 %				
34	33	2025-07-11 06:27:26	Half Ripe tomato	3.87 cm ²	59.2 %				
35	34	2025-07-11 06:27:31	Half Ripe tomato	4.88 cm ²	40.21 %				
36	35	2025-07-11 06:27:37	Unripe tomato	4.03 cm ²	27.4 %				
37	36	2025-07-11 06:27:40	Half Ripe tomato	3.95 cm ²	48.78 %				

Gambar IV.8 Hasil *input* data pada Microsoft Excel

Gambar IV.8 menampilkan hasil input data pendeteksian sistem deteksi ini berhasil mencatat data real-time berupa banyak tomat, warna tomat, ukuran, serta nilai rasio kematangan. Sebanyak 400 sampel tomat dengan berbagai kategori warna dan tingkat kematangan. Tomat yang diuji terdiri dari empat jenis, yaitu *Ripe*, *Half Ripe*, *Unripe*, dan *Rotten*. Masing-masing kategori memiliki jumlah yang berbeda: *Ripe*

sebanyak 150 tomat dengan rata rata rasio kematangan nya 87.9%, *Half Ripe* 80 tomat dengan rata rata rasio kematangan nya 46.02%, *Unripe* 120 buah dengan rata rata rasio kematangan nya 21.44%, dan *Rotten* 50 buah. Dimensi tomat yang terdeteksi bervariasi, dengan ukuran antara 3 cm² hingga 6 cm².

Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi perbedaan kematangan secara detail, mendukung akurasi klasifikasi warna tomat. Secara keseluruhan, sistem deteksi ini berhasil mencatat data real-time berupa warna tomat, ukuran, serta nilai rasio kematangan, dan menampilkannya di antarmuka.