

LAPORAN TUGAS AKHIR

Identifikasi Kematangan Buah Pepaya Dengan Pendekatan Non Destruktif



Penyusun:

Galih Permana Aji (20524030)

M Iqbal Romzy (20524031)

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**Identifikasi Kematangan Buah Pepaya Dengan
Pendekatan Non Destruktif**

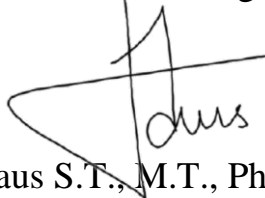
Penyusun:

Galih Permana Aji (20524030)

M Iqbal Romzy (205240031)

Yogyakarta, 8 Juli 2024

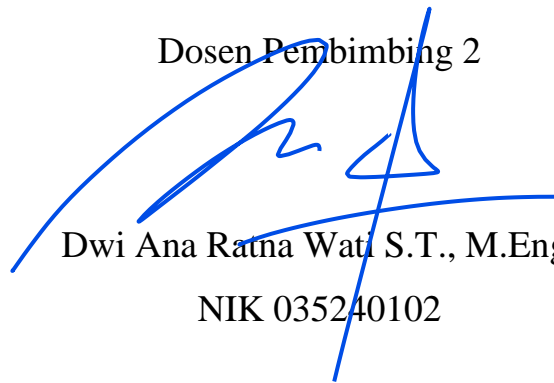
Dosen Pembimbing 1



Firdaus S.T., M.T., Ph.D.

NIK 015340101

Dosen Pembimbing 2



Dwi Ana Ratna Wati S.T., M.Eng.

NIK 035240102

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2024

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

IDENTIFIKASI KEMATANGAN BUAH PEPAYA DENGAN PENDEKATAN NON



Disusun oleh:

Galih Permana Aji 20524030

M. Iqbal Romzy 20524031

Telah dipertahankan di depan dewan penguji
pada tanggal: 23 Juli 2024

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji

: Firdaus S.T., M.T., Ph.D.

Anggota Penguji 1

: Tito Yuwono, S.T., M.Sc., Ph.D.

Anggota Penguji 2

: Ilham Unggara, S.Kom., M.Cs.

Tugas akhir ini telah disahkan sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal: 2 Agustus 2024
Ketua Program Studi Teknik Elektro

Dwi Ana Ratna Wati, S.T., M.Eng.
035240102

PERNYATAAN

Dengan ini kami menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi lainnya, dan sepanjang pengetahuan kami juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Tugas Akhir yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak, yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal ini, penggunaan informasi dan materi Tugas Akhir terkait paten maka akan didiskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut di atas.

Yogyakarta, 2 Agustus 2024



Galih Permana Aji (20524030)



M. Iqbal Romzy (20524031)

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	5
DAFTAR GAMBAR.....	7
DAFTAR TABEL	8
RINGKASAN	9
BAB 1. PENDAHULUAN	10
1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah	10
1.2 Rumusan Masalah	13
1.3 Tujuan.....	13
1.4 Batasan Masalah.....	14
1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan.....	14
BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM	15
2.1 Studi Literatur dan Observasi.....	15
2.2 Dasar Teori.....	19
2.2.1 Buah Pepaya	19
2.2.2 Pengenalan Pola.....	20
2.2.3 Ruang Warna	21
2.2.4 Menentukan Nilai RGB	21
2.2.5 Metode Statistik.....	22
2.3 Analisis <i>Stakeholder</i>	23
2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem	24
2.5 Spesifikasi Sistem	25
2.6 Standar Acuan	26
BAB 3. USULAN SOLUSI	27
3.1 Usulan Solusi 1.....	29
3.1.1 Desain Sistem 1.....	30
3.1.2 Rencana Anggaran Desain Sistem 1	35
3.1.3 Analisis Risiko Desain 1	36
3.1.4 Pengukuran Performa.....	36

3.2	Usulan Solusi 2.....	37
3.2.1	Desain Sistem 2.....	38
3.2.2	Rencana Anggaran Desain 2.....	41
3.2.3	Analisis Risiko Desain.....	42
3.2.4	Pengukuran Performa.....	42
3.3	Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik	43
3.4	Gantt <i>Chart</i>	44
3.5	Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1.....	45
BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN.....		48
4.1	Hasil Rancangan Sistem.....	48
4.1.1	Rangkaian elektronik.....	48
4.1.2	Desain tiga dimensi (3D).....	50
4.1.3	Foto hasil akhir perancangan.....	53
4.2	Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan.....	55
4.2.1	Parameter yang diukur.....	55
4.2.2	Langkah Pengukuran	55
4.2.3	Pengukuran Daya Tahan Baterai	56
BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS.....		57
5.1.	Analisis Hasil	57
5.1.1	Pengujian Perangkat Keras.....	57
5.1.2	Hasil dan Analisis Pengujian Indikator.....	57
5.1.3	Pemenuhan Spesifikasi Sistem	71
5.1.4	Pengalaman Pengguna	72
5.1.5	Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya.....	74
5.2	Dampak Implementasi Sistem.....	79
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN.....		80
6.1	Kesimpulan.....	80
6.2	Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA.....		81
LAMPIRAN – LAMPIRAN.....		82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Design Thinking.....	27
Gambar 3. 2 (a) Diagram Alir, (b) Blok Diagram, (c) Flowchart, (d) Sistem Elektronis, dan (e) Design	34
Gambar 3. 3 (a) Blok Diagram, (b) Flowchart, (c) Rangkaian Elektronis, (d) Design.....	40
Gambar 4. 1 Rangkaian Elektronis	48
Gambar 4. 2 Bagian atas sisi kiri	50
Gambar 4. 3 Bagian atas sisi kanan	50
Gambar 4. 4 Bagian bawah sisi kiri	50
Gambar 4. 5 Bagian bawah sisi kanan	51
Gambar 4. 6 Hasil Akhir Perancangan	54
Gambar 5. 1 grafik pepaya pada bagian atas	58
Gambar 5. 2 grafik pepaya pada bagian tengah.....	59
Gambar 5. 3 grafik pepaya pada bagian bawah	59
Gambar 5. 4 grafik pepaya pada bagian atas	60
Gambar 5. 5 grafik pepaya pada bagian tengah.....	60
Gambar 5. 6 grafik pepaya pada bagian bawah	61

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Hasil Survei Antara Pengembang Dan Pengguna.....	12
Tabel 2. 1 Hasil Studi Literatur Solusi Sejenis	15
Tabel 3. 1 Perbedaan Usulan Solusi	28
Tabel 3. 2 Inventarisasi kebutuhan usulan solusi 1.....	35
Tabel 3. 3 Rencana anggaran usulan solusi 1	35
Tabel 3. 4 Inventarisasi kebutuhan usulan solusi 2.....	41
Tabel 3. 5 Rencana anggaran usulan solusi 2	41
Tabel 3. 6 Perbandingan usulan solusi pertama dan kedua	43
Tabel 3. 7 Gantt chart pelaksanaan Capstone	44
Tabel 3. 8 Realisasi Aktivitas Pelaksanaan Tugas Akhir 1	45
Tabel 5. 1 Data uji pada buah pepaya.....	62
Tabel 5. 2 Data selisih antara kedua RGB sensor dan Srandar referensi.....	66
Tabel 5. 3 Hasil Pengukuran Sensor	69
Tabel 5. 4 Hasil Pengukuran Sensor.....	69
Tabel 5. 5 Perbandingan performa antara sistem yang dibuat dengan sistem lain	70
Tabel 5. 6 Perbandingan Usulan dan Realisasi.....	71
Tabel 5. 7 Pengalaman Pengguna	73
Tabel 5. 8 Kesesuaian antara usulan dan realisasi pengerjaan Tugas Akhir 2	74
Tabel 5. 9 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi.....	75
Tabel 5. 10 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 2	77

RINGKASAN

Penelitian ini mengembangkan alat non-destruktif untuk mengidentifikasi kematangan buah pepaya menggunakan sensor warna TCS3200, serta dilengkapi dengan push button, LED, LCD, dan buzzer untuk memberikan hasil yang mudah dibaca dan interaktif. Sensor TCS3200 mendeteksi nilai RGB dari kulit buah pepaya, yang kemudian dibandingkan dengan standar kematangan untuk menentukan tingkat kematangan. Sistem ini menggunakan empat titik pengukuran pada buah, dan jika lebih dari 75% titik yang diukur menunjukkan nilai kematangan, maka buah dianggap matang.

Proses kerja alat dimulai dengan penekanan push button yang mengaktifkan sistem untuk memulai pengukuran. Sensor TCS3200 akan mengukur nilai RGB pada empat titik buah, dan hasilnya diproses oleh mikrokontroler. Data dari setiap pengukuran akan dibandingkan dengan data referensi kematangan, dan persentase kematangan dihitung. Jika lebih dari tiga dari empat titik pengukuran menunjukkan buah sudah matang, sistem akan memberikan indikasi bahwa buah tersebut matang.

Untuk memberi tahu pengguna hasil pengukuran, LED, LCD, dan buzzer digunakan sebagai indikator. Jika buah dinyatakan matang, LED akan menyala hijau, buzzer akan berbunyi, dan informasi kematangan akan ditampilkan di layar LCD. Jika buah belum matang, LED akan menyala merah dan informasi tersebut juga ditampilkan di LCD tanpa bunyi buzzer. Dengan indikator visual dan audio ini, pengguna dapat dengan mudah menentukan kematangan buah tanpa harus melakukan pengukuran yang rumit.

Alat ini sangat berguna di lapangan maupun di lokasi distribusi buah, karena memberikan hasil yang cepat dan akurat tanpa merusak buah. Dengan metode ini, para petani dan distributor dapat lebih efisien dalam memastikan kualitas buah pepaya yang didistribusikan kepada konsumen.

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah

Selama ini, petani dan pedagang yang mengumpulkan buah pepaya telah mengandalkan proses pengidentifikasian tingkat ketuaan dan kematangan buah pepaya dengan cara menganalisis warna kulit secara visual, dengan segala keterbatasannya. Proses identifikasi ini memiliki beberapa kelemahan, termasuk risiko kelelahan, perbedaan persepsi individu, waktu yang dibutuhkan yang relatif lama, dan hasil yang tidak selalu konsisten dalam menentukan kematangan buah pepaya. Selain itu, pada saat menentukan kematangan buah pepaya secara visual, pepaya yang sudah terlihat matang secara pandangan mata belum tentu 100% buah tersebut matang. Menurut Pantastico (1989), menetapkan batas antara tingkat kematangan buah pepaya seringkali sulit dilakukan dengan mata telanjang, sehingga penilaian kematangan cenderung bersifat subjektif.

Pepaya adalah salah satu jenis buah tropis yang memiliki tingkat nilai ekonomi yang tinggi dan berpotensi menjadi sumber pendapatan yang signifikan, serta memiliki peran yang sangat penting dalam pemenuhan kebutuhan gizi. Indonesia memiliki posisi yang mencolok sebagai salah satu produsen pepaya terbesar di dunia. Berdasarkan data dari *Food and Agriculture Organization* (FAO), produksi pepaya di Indonesia mencapai jumlah yang mencengangkan, yaitu sekitar 1.016.388 ton. Fakta ini menunjukkan kontribusi yang signifikan dari Indonesia dalam penyediaan pasokan pepaya secara global. Produksi pepaya yang tinggi ini tidak hanya mencerminkan popularitas buah ini di kalangan masyarakat lokal, tetapi juga menciptakan potensi ekonomi yang besar, terutama melalui perdagangan dan ekspor. Buah pepaya merupakan buah bahan yang serba guna dan mempunyai nilai gizi yang tinggi terutama kadar vitamin C dan vitamin A. Setiap 100 gram mengandung 3,65 mg vitamin A dan 78 mg vitamin C. Pepaya dapat diolah menjadi manisan, pudding dan jus. Keseluruhan tanaman pepaya ini sangat berguna bagi kehidupan manusia. Buah pepaya dapat digunakan sebagai pangan ataupun pakan ternak. Pepaya memiliki kandungan pektin dengan kadar yang tinggi oleh karena itu dapat diolah menjadi selai dengan penambahan gula pasir dan asam sitrat supaya diperoleh selai yang baik, yaitu tidak encer dan mengkilap.

Kematangan buah pepaya adalah tahap perkembangan buah pepaya dari waktu panen hingga mencapai tingkat kematangan yang tepat untuk konsumsi. Pepaya adalah buah tropis yang populer karena rasanya yang manis dan kandungan nutrisinya yang tinggi, seperti vitamin C,

vitamin A, serat, dan enzim pencernaan papain. Proses kematangan pepaya memiliki peran penting dalam menentukan tekstur, rasa, aroma, dan kualitas nutrisinya.

Berikut adalah beberapa faktor yang mempengaruhi kematangan buah pepaya:

1. **Warna Kulit:** Warna kulit pepaya adalah indikator visual utama dari tingkat kematangan. Pepaya yang belum matang biasanya berwarna hijau gelap atau hijau muda. Ketika pepaya mulai matang, warnanya dapat berubah menjadi kuning atau oranye, tergantung pada varietasnya. Warna kulit yang merata dan cerah adalah tanda kematangan yang baik.
2. **Tekstur:** Kematangan buah pepaya juga dapat dikenali dari teksturnya. Pepaya yang matang memiliki tekstur yang lembut dan agak empuk ketika ditekan dengan lembut. Ketika Anda meraba buah pepaya yang belum matang, biasanya akan terasa keras dan padat.
3. **Aroma:** Aroma pepaya akan menjadi lebih wangi ketika buah mulai matang. Aroma yang kuat dan manis adalah tanda kematangan yang baik.
4. **Ketebalan Daging:** Pepaya yang matang memiliki daging yang lebih tebal dan empuk dibandingkan dengan yang belum matang. Ketika Anda memotong buah pepaya yang matang, Anda akan melihat bahwa dagingnya mudah dipotong dan tidak terlalu keras.
5. **Rasa:** Pepaya yang matang memiliki rasa yang manis dan sedikit asam. Rasa buah yang enak adalah tanda kematangan yang baik.

Kesalahan dalam menentukan tingkat kematangan buah pepaya dapat menimbulkan kerugian yang besar. Misalnya kasus yang menimpa distributor buah pepaya di Yogyakarta, dimana semua buah pepaya yang dikirimkan terpaksa dikembalikan karena dari uji kualitas terdeteksi ada beberapa pepaya kurang matang. Mengingat hal tersebut, diperlukan suatu metode yang dapat memberikan tingkat ketepatan dan konsistensi dalam menilai tingkat ketuaan dan kematangan buah pepaya. Salah satu metode yang inovatif adalah menggunakan pengolahan citra digital (*image processing*) untuk menghasilkan data yang nantinya dapat diproses dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan (*artificial neural network*). Dengan pendekatan ini, kita dapat menentukan tingkat ketuaan dan kematangan buah pepaya dengan lebih akurat dan obyektif.

Perkembangan digitalisasi industri 4.0 mendorong semua pemenuhan kebutuhan teknologi terhadap berbagai sektor kehidupan tak terkecuali pada sektor pertanian pada khususnya sektor pertanian pepaya. Penggunaan teknologi digunakan dari mulai riset pembibitan sampai dengan

masa panen serta peningkatan FVC (*Food Value Chain*) yang berkaitan dengan alur produk pangan pertanian untuk pemenuhan kebutuhan pepaya yang efektif guna peningkatan mutu dan keuntungan di sektor pangan pertanian khususnya pada sektor pertanian pepaya. Implementasi teknologi dalam sektor pertanian berupa sistem monitor yang dapat memberi informasi seputar pertanian dalam hal berbagai parameter pertanian yang ada sekaligus dapat memberikan saran dalam proses pertanian. Sektor pertanian pepaya dituntut untuk menghasilkan hasil panen buah pepaya dengan kualitas bagus baik dalam segi visual ataupun rasa pepaya, pepaya yang siap petik memiliki ciri citra terdapat warna kuning atau oranye pada badan buah pepaya. Pemetikan buah pada saat panen akan menentukan kualitas jual buah pepaya itu sendiri, masa pemetikan pepaya yang baik adalah 128 hari setelah pembungaan pepaya akan memiliki umur simpan yang optimal selama 6 hari masa simpan. Teknologi pertanian akan membantu mengoptimalkan sumber daya yang ada dengan mengetahui parameter-parameter kualitas buah pepaya, sistem dapat mengolah kemudian memberikan saran kepada petani buah papaya.

Tabel 1. 1 Hasil Survei Antara Pengembang Dan Pengguna

Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
Apa saja indikator utama kematangan buah pepaya yang dapat dikenali secara visual?	Warna kulit, aroma dan ukuran
Bagaimana warna kulit pepaya dapat menjadi petunjuk tentang tingkat kematangannya?	Warna kulit pepaya yang oranye atau oranye kekuningan adalah petunjuk bahwa pepaya sudah matang. Warna hijau menunjukkan pepaya belum matang. Warna coklat atau bercak-bercak mungkin menandakan bahwa pepaya terlalu matang atau rusak.
Apa peran aroma dalam menentukan kematangan buah pepaya?	Aroma dalam buah pepaya adalah petunjuk kematangan. Buah pepaya yang matang biasanya memiliki aroma manis yang kuat, sedangkan yang belum matang cenderung memiliki aroma yang kurang kuat atau hampir tidak ada aroma sama sekali.

Apakah tekstur buah pepaya berubah saat matang, dan bagaimana cara mengidentifikasinya?	Ya, tekstur buah pepaya berubah saat matang. Buah pepaya yang matang memiliki tekstur yang lembut dan mudah dipotong, sementara yang belum matang akan terasa keras dan tidak lentur ketika ditekan dengan lembut.
Apa yang membedakan rasa buah pepaya yang matang dengan yang belum matang?	Buah pepaya yang matang memiliki rasa manis dan lembut, sementara yang belum matang cenderung memiliki rasa yang lebih mentah, kurang manis, dan bisa terasa lebih pahit.
Apa kelebihan pada saat mengidentifikasi kematangan buah pepaya secara visual?	Metode yang cepat, sederhana, dan tidak memerlukan alat khusus. Anda dapat memeriksa warna kulit, tekstur, dan bentuknya untuk menentukan tingkat kematangan dengan mudah.
Apa kekurangan pada saat mengidentifikasi kematangan buah pepaya secara visual?	Kurang akurat karena beberapa faktor seperti warna kulit dan bentuk buah dapat bervariasi tergantung pada jenis dan variasi pepaya, sehingga dapat membingungkan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana “Identifikasi Kematangan Buah Pepaya dengan Pendekatan Non Destruktif” dalam mengatasi permasalahan yang ada?
2. Bagaimana perancangan desain elektronik “Identifikasi Kematangan Buah Pepaya dengan Pendekatan Non Destruktif”?

1.3 Tujuan

Berikut ini merupakan tujuan yang akan dicapai dalam tugas akhir ini:

1. Mengklasifikasi tingkat kematangan buah pepaya berdasarkan warna menggunakan metode *Image Processing dan RGB*.
2. Peningkatan Daya Tahan dan Kehidupan Simpan: Dengan mengetahui tingkat kematangan, dapat dikembangkan strategi penyimpanan yang sesuai untuk memperpanjang umur simpan buah pepaya. Hal ini dapat membantu mengurangi pemborosan dan memastikan bahwa buah tetap segar lebih lama.

1.4 Batasan Masalah

1. Buah yang akan digunakan untuk pengambilan data dan proses klasifikasi terbatas pada satu jenis buah pepaya.
2. Klasifikasi kematangan pepaya akan dibagi menjadi 2 yaitu matang dan tidak matang.
3. Sistem ini hanya untuk identifikasi tingkat kematangan buah pepaya bukan sebagai identifikasi tingkat kemanisan buah pepaya

1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan

1. Identifikasi kematangan buah pepaya dilakukan dengan menggunakan *image processing* atau menggunakan RGB
2. Menggunakan pemrograman sebagai pemrosesan *image processing* atau RGB
3. Mampu membuat program untuk menjalankan *image processing* atau menggunakan RGB
4. Mampu digunakan oleh *user* dalam mengidentifikasi kematangan buah pepaya
5. Alat memiliki *design* yang efisien
6. Alat memenuhi standar keamanan K3

BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM

2.1 Studi Literatur dan Observasi

Studi literatur perlu digunakan dalam merancang sebuah alat dimana hal tersebut akan menunjang dalam proses perancangan alat sehingga didapatkan berbagai macam informasi berkaitan dengan solusi yang akan dirancang untuk menyelesaikan permasalahan dalam identifikasi kematangan buah pepaya. Studi Literatur mengumpulkan solusi yang telah dirancang atau dibuat sebelumnya sehingga dapat menambah pemahaman dan pengetahuan yang berguna dalam menyelesaikan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya. Tabel 2.1 Terdapat beberapa sumber informasi sejenis terkait dengan solusi dalam identifikasikan kematangan buah pepaya.

Tabel 2. 1 Hasil Studi Literatur Solusi Sejenis

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Pengenalan Tingkat Kematangan Tomat Berdasarkan Citra Warna Pada Studi Kasus Pembangunan Sistem Pemilihan Otomatis	Tingkat kematangan tomat berdasarkan citra warna menggunakan metode <i>Learning Vector Quantization (LVQ)</i>	<p>Hasil : Jenis tomat bervarietas tw pengambilan citra secara tidak bergerak mampu mengenali 67 citra tomat dari 80 citra tomat presentase 83,75 % serta 83,33% untuk pengambilan citra secara bergerak 40 citra tomat dari 48 citra tomat presentase 83,33% untuk pengambilan citra secara bergerak</p> <p>Kelebihan : metode LVQ Melakukan proses pelatihan dengan memberikan asumsi awal terhadap kondisi dari tomat yang akan dikenali yaitu matang atau tidak matang. Kekurangan : metode LVQ hanya akan melakukan perhitungan untuk menyesuaikan</p>

		<p>warna yang telah diasumsikan sebelumnya. Pengaruh dari cahaya menyebabkan kamera yang menangkap citra tomat memiliki pergeseran warna. Pergeseran nilai warna tersebut mempengaruhi saat proses pengujian</p>
<p>Deteksi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HSI</p>	<p>Metode transformasi ruang warna HSI (<i>Hue, Saturation, Intensity</i>)</p>	<p>Hasil: untuk klasifikasi buah tomat matang mempunyai hasil persentase sebesar 94,28571429% dari 33 data yang terbaca dengan benar dan 2 data terbaca salah dari jumlah data sebanyak 35 data. Untuk klasifikasi buah tomat setengah matang mempunyai hasil persentase sebesar 94,28571429% dari 33 data yang terbaca dengan benar dan 2 data terbaca salah dari jumlah data sebanyak 35 data.</p> <p>Kelebihan: sistem warna yang paling mendekati cara kerja mata manusia. HSI menggabungkan informasi, baik warna maupun grayscale dari sebuah citra. Ruang warna ini tampak lebih realistis dalam menggambarkan warna secara alami dan intuitif terhadap manusia.</p> <p>Kekurangan : terdapat nilai <i>range</i> yang bertumbukan sehingga</p>

		mempengaruhi ke akurasian dalam menentukan tingkat kematangan buah tomat.
Klasifikasi Level Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Multi - Svm	Metode yang digunakan Multi - SVM dan kNN	<p>Hasil : klasifikasi menggunakan Multi - SVM persentase yang diperoleh adalah 77,84% dengan fungsi kernel RBG.Sedangkan pada tahap klasifikasi kNN menggunakan k=3 dengan persentase 77,79%.</p> <p>Kelebihan : penggunaan metode multi - SVM dan kNN memiliki tingkat akurasi yang sama dimana metode tersebut memiliki nilai sama dalam identifikasi kematangan buah tomat</p> <p>Kekurangan : Kekurangan pada metode Multi- SVM dan kNN diperlukan pemilihan kernel yang sesuai agar menghasilkan proses klasifikasi yang baik</p>
Klasifikasi Kematangan Buah Mangga Madani Berdasarkan Bentuk Dengan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Perceptron	Jaringan Syaraf Tiruan Metode Perceptron	<p>Hasil : Klasifikasi menggunakan jaringan syaraf tiruan dengan perceptron mendapatkan nilai akurasi sebesar 0,5 dengan jumlah data yang tidak dikenali dari hasil data uji dengan benar sejumlah 20 citra dari total citra data uji 40,</p>

		<p>tingkat akurasi pengujian 50% citra buah mangga.</p> <p>Kelebihan : Metode klasifikasi dapat dikembangkan dengan menggabungkan dua metode jaringan syaraf tiruan dan metode yang lain yang mampu memberikan hasil tingkat akurasi yang lebih maksimal</p> <p>Kekurangan : Menggunakan kamera yang memiliki resolusi gambar lebih tinggi agar hasil citra yang dihasilkan semakin bagus dan dalam bentuk format PNG (<i>Portable Network Graphics</i>) yang dapat di atur resolusi warna dan kompresi file yang lebih baik.</p>
--	--	---

Setelah dilakukan observasi yang berkaitan dengan mitra bahwa dalam mengidentifikasi pada kematangan buah pepaya terdapat beberapa ciri dalam menentukan kematangan buah tersebut. Pada saat buah berada di pohon kita tidak bisa menentukan kematangan buah pepaya secara akurat, karena buah pepaya yang siap dipetik merupakan pepaya yang sudah tua, dalam hal tersebut kita tidak dapat membedakan antara buah pepaya tua dan pepaya muda. Untuk menentukan bahwa buah pepaya tersebut tua terdapat ciri-ciri seperti pada kulit bagian bawah pepaya memiliki titik titik kuning pada garis dan tekstur buah tersebut masih keras. Berbeda dengan buah pepaya yang sudah matang dengan terdapat ciri-ciri seperti pada kulit bagian bawah pepaya memiliki warna kuning secara menyeluruh dan tekstur buah tersebut lebih empuk. Buah pepaya yang sudah dipetik akan diproses sortir dan pengemasan buah dengan proses kematangan buah setelah dipetik memiliki estimasi 2-3 hari bahwa buah pepaya tersebut siap di *supply* ke swalayan, toko buah, dan lain-lainnya.

2.2 Dasar Teori

Pada perancangan sistem ini diperlukan dasar teori yang dapat menjadi acuan atau penunjang terhadap sistem yang akan dibuat, oleh karena itu pada dasar teori ini akan dijelaskan secara detail mengenai proses perancangan dan apa saja yang diperlukan dalam pembuatan sistem ini.

2.2.1 Buah Pepaya

Pepaya merupakan tanaman yang berasal dari Amerika Tengah. Pepaya dapat tumbuh dengan baik di daerah yang beriklim tropis. Tanaman pepaya oleh para pedagang Spanyol disebarluaskan ke berbagai penjuru dunia. Negara penghasil pepaya antara lain Costa Rica, Republik Dominika, Puerto Rico, dan lain-lain. Pepaya merupakan salah satu buah tropika unggulan yang sangat potensial untuk dikembangkan di Indonesia. Pepaya (*Carica papaya L.*) adalah salah satu jenis tanaman buah-buahan yang daerah penyebarannya berada di daerah tropis. Buah pepaya tergolong buah yang populer dan umumnya digemari oleh sebagian besar penduduk dunia. Hal ini disebabkan karena pepaya buahnya yang lunak dengan warna merah atau kuning, rasanya manis dan menyegarkan serta banyak mengandung air. Tanaman pepaya merupakan tanaman tahunan sehingga buah ini dapat tersedia setiap saat. Buah pepaya memiliki banyak varietas. Pengelompokan tanaman pepaya ke dalam beberapa varietas didasarkan pada bentuk, ukuran, warna dan tekstur buahnya.

Jenis Pepaya yang ada di Indonesia yaitu :

1. Pepaya Bangkok, pepaya jenis ini menjadi pepaya paling populer. Rasanya terkenal manis, segar dan ukurannya sangat besar. Satu buahnya beratnya bisa mencapai 3 kg. Daging buah pepaya jenis ini juga terkenal sangat tebal dan teksturnya kuat serta keras sehingga bisa tahan lebih lama.
2. Papaya *Red Lady*, jenis pepaya ini dibandingkan jenis pepaya lainnya, rasa pepaya jenis ini lebih manis. Warna daging buahnya juga lebih merah
3. Pepaya California, pepaya satu ini sangat mudah ditemukan di pasaran terutama di supermarket. Rasa pepaya california manis, segar dan teksturnya lembut. Daging buahnya juga cukup tebal meski ukuran buahnya tidak terlalu besar.

4. Pepaya Hawaii, ukuran pepaya ini sangat kecil dengan berat di bawah 1 kg. Bentuk buahnya agak bulat dengan warna kulit kuning cerah. Warna daging buahnya kuning sedikit oranye dengan rasa yang manis.

Buah pepaya yang matang memiliki beberapa ciri seperti kulit buah pepaya yang matang berwarna kuning hingga jingga kemerahan, buah pepaya memiliki tekstur yang cenderung lebih lembut, namun tetap padat. Pepaya yang telah matang akan memiliki aroma yang khas saat dicium layaknya buah yang telah matang sempurna.

2.2.2 Pengenalan Pola

Pattern recognition atau pengenalan pola merupakan salah satu bidang dalam ilmu komputer yang memetakan suatu data ke dalam konsep tertentu yang telah didefinisikan sebelumnya. Secara umum, desain model dari pengenalan pola digambarkan dalam diagram alir. Pengenalan pola adalah salah satu disiplin ilmu komputer yang berfokus pada pemahaman dan klasifikasi data dengan cara mengidentifikasi pola atau fitur yang ada dalam data tersebut. Proses pengenalan pola umumnya terdiri dari beberapa tahap, sebagai berikut:

- Akuisisi Data: Tahap ini melibatkan pengumpulan data dari sumber-sumber yang relevan. Data ini bisa berupa gambar, teks, suara, atau jenis data lainnya, tergantung pada aplikasinya.
- Proposes: Pada tahap ini, data yang telah diakuisisi biasanya perlu diolah. Ini mencakup penghilangan *noise* dari data, penyesuaian kontras, normalisasi, dan pengolahan lainnya untuk memastikan data dalam kondisi yang baik sebelum dilanjutkan ke tahap selanjutnya.
- Ekstraksi Fitur: Ini adalah tahap di mana fitur atau ciri-ciri penting dalam data diekstraksi. Misalnya, dalam pengenalan citra, ini bisa mencakup identifikasi tepi, tekstur, atau bentuk objek. Tujuannya adalah untuk menggambarkan data secara lebih abstrak dengan mempertahankan informasi penting.
- Model Pembelajaran: Di sini, data yang telah diproses digunakan untuk melatih model pembelajaran. Model ini dapat berupa berbagai jenis algoritma, seperti jaringan saraf tiruan, mesin vektor pendukung (SVM), atau metode pembelajaran mesin lainnya. Model ini memetakan ciri-ciri yang diekstraksi ke kategori atau label yang sesuai.
- Klasifikasi: Setelah model pembelajaran dilatih, tahap klasifikasi digunakan untuk menentukan kategori atau label yang sesuai untuk data baru. Model ini digunakan untuk

mengklasifikasikan data berdasarkan fitur-fitur yang ditemukan selama tahap ekstraksi fitur.

- *Post Processing* atau Validasi: Tahap terakhir adalah validasi terhadap hasil klasifikasi. Ini dapat melibatkan penilaian lebih lanjut terhadap hasil klasifikasi untuk memastikan keakuratannya. Juga, *post processing* bisa mencakup langkah-langkah tambahan seperti penggabungan hasil atau tindakan berdasarkan hasil klasifikasi.

2.2.3 Ruang Warna

Ruang warna adalah representasi matematis dari berbagai warna yang digunakan untuk menggambarkan dan merepresentasikan warna dalam berbagai konteks, terutama dalam pengolahan gambar, grafika komputer, dan berbagai aplikasi visual. Ruang warna memungkinkan kita untuk mengukur, merepresentasikan, dan mengelola warna secara sistematis.

2.2.4 Menentukan Nilai RGB

Untuk menentukan nilai RGB (*Red*, *Green*, *Blue*) dalam representasi warna, dapat menggunakan tiga komponen utama ini untuk menggambarkan warna apa pun dalam sistem warna RGB. Setiap komponen memiliki nilai dalam rentang 0 hingga 255 atau dalam beberapa kasus dalam rentang 0 hingga 1 tergantung pada implementasinya. Di bawah ini adalah penjelasan tentang bagaimana dapat menentukan nilai-nilai ini:

- Merah (*Red*): Komponen merah dalam representasi RGB mengontrol sejauh mana warna tersebut mengandung warna merah. Nilai 0 berarti tidak ada merah, sedangkan nilai maksimum (255 atau 1, tergantung pada implementasi) menghasilkan merah yang paling murni.
- Hijau (*Green*): Komponen hijau mengontrol sejauh mana warna tersebut mengandung warna hijau. Nilai 0 berarti tidak ada hijau, sementara nilai maksimum (255 atau 1) menghasilkan hijau yang paling murni.
- Biru (*Blue*): Komponen biru mengontrol sejauh mana warna tersebut mengandung warna biru. Nilai 0 berarti tidak ada biru, dan nilai maksimum (255 atau 1) menghasilkan biru yang paling murni.

Dalam berbagai perangkat lunak pengolahan gambar, Anda sering akan menemukan alat untuk menyesuaikan nilai-nilai RGB secara langsung. Anda dapat memilih atau memasukkan

angka-angka yang mewakili intensitas masing-masing komponen (0 hingga 255 atau 0 hingga 1) untuk membuat warna yang diinginkan.

Misalnya, jika Anda ingin mendapatkan warna merah murni, Anda akan mengatur nilai merah ke maksimum (255 atau 1) dan nilai hijau serta biru ke minimum (0). Untuk warna ungu, Anda akan mengatur nilai merah dan biru ke maksimum, tetapi mengurangi nilai hijau. Dengan mengombinasikan komponen ini dalam berbagai cara, Anda dapat menciptakan spektrum warna yang luas dalam sistem warna RGB.

Misalnya, jika Anda ingin mendapatkan warna merah murni, Anda akan mengatur nilai merah ke maksimum (255 atau 1) dan nilai hijau serta biru ke minimum (0). Untuk warna ungu, Anda akan mengatur nilai merah dan biru ke maksimum, tetapi mengurangi nilai hijau. Dengan mengombinasikan komponen ini dalam berbagai cara, Anda dapat menciptakan spektrum warna yang luas dalam sistem warna RGB.

2.2.5 Metode Statistik

Dalam konteks pengolahan citra, metode statistik seperti mean (rerata), median, modus, dan varians digunakan untuk menganalisis dan menggambarkan properti statistik dari citra digital. Berikut adalah penjelasan lebih rinci tentang bagaimana metode-metode ini diterapkan dalam pengolahan citra:

1. Mean (Rerata):

- Mean dalam pengolahan citra adalah nilai rata-rata dari intensitas piksel dalam citra. Ini dihitung dengan menjumlahkan semua nilai piksel dalam citra dan membaginya dengan jumlah piksel.
- Mean citra dapat memberikan gambaran umum tentang tingkat kecerahan atau intensitas citra. Semakin tinggi nilai rerata, semakin cerah citra.
- Mean citra sering digunakan dalam operasi pemrosesan citra, seperti peningkatan kecerahan dan kontras, serta penyetelan warna.

2. Median:

- Median dalam pengolahan citra adalah nilai tengah ketika piksel diurutkan sesuai dengan intensitasnya. Jika jumlah piksel genap, median adalah rata-rata dari dua piksel tengah. Jika jumlah piksel ganjil, median adalah piksel yang berada di tengah.

- Median sering digunakan untuk mengurangi efek *noise* pada citra. Itu berfungsi baik ketika ada pencilan (*outliers*) dalam citra yang dapat mempengaruhi hasil rerata.

3. Modus:

- Modus dalam pengolahan citra adalah nilai atau nilai intensitas piksel yang paling sering muncul dalam citra.
- Modus berguna dalam mengidentifikasi intensitas yang dominan dalam citra, seperti warna yang paling umum dalam citra berwarna atau intensitas yang paling sering muncul dalam citra *grayscale*.

4. Variansi:

- Varians dalam pengolahan citra mengukur sejauh mana intensitas piksel tersebar dari rerata. Ini memberikan indikasi tentang kontras dalam citra.
- Varians tinggi menunjukkan variasi besar dalam intensitas piksel, sedangkan varians rendah menunjukkan intensitas yang lebih seragam.
- Varians dapat digunakan dalam analisis tekstur citra, di mana variasi dalam intensitas piksel menggambarkan berbagai struktur atau pola dalam citra.

Metode statistik ini adalah alat yang berguna dalam pengolahan citra untuk pemahaman dan analisis citra, serta untuk perbaikan citra dengan menghilangkan *noise*, peningkatan kecerahan, dan sebagainya. Mereka membantu dalam merangkum dan menggambarkan karakteristik inti dari intensitas piksel dalam citra digital

2.3 Analisis Stakeholder

Analisis *stakeholder* pada kematangan buah pepaya yang non-destruktif berkaitan dengan pemahaman dan manajemen pihak-pihak yang terlibat dalam proses penentuan kematangan buah pepaya tanpa merusak buah tersebut. Kematangan buah pepaya non-destruktif biasanya melibatkan teknik dan alat khusus yang memungkinkan evaluasi kematangan tanpa merusak buah. Berikut adalah beberapa pihak yang terlibat dalam konteks ini:

- Petani Pepaya (*Farmers*):

Petani adalah pemangku kepentingan utama dalam produksi buah pepaya. Mereka perlu memahami teknik non-destruktif untuk menentukan kematangan buah tanpa merusaknya.

- Peneliti dan Ahli Pertanian (*Researchers & Agricultural Experts*):
Para peneliti dan ahli pertanian berkontribusi dalam mengembangkan dan memperbaiki teknik non-destruktif untuk mengevaluasi kematangan buah pepaya.
- Konsumen (*Consumers*):
Konsumen akan mendapatkan manfaat dari buah pepaya berkualitas tinggi yang dihasilkan melalui teknik non-destruktif, karena ini dapat meningkatkan kualitas produk yang mereka beli.
- Asosiasi Petani dan Organisasi Pertanian (*Farmer Associations & Agricultural Organizations*):
Organisasi petani dan asosiasi pertanian dapat membantu dalam mendiseminasi pengetahuan dan pelatihan tentang penggunaan teknik non-destruktif kepada para petani.
Analisis *stakeholder* ini penting untuk memastikan bahwa teknik non-destruktif yang digunakan dalam penentuan kematangan buah pepaya memenuhi kebutuhan dan harapan berbagai pihak yang terlibat. Hal ini juga membantu dalam pengembangan dan penerapan teknologi yang lebih baik dalam proses budidaya dan pengolahan buah pepaya.

2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem

1. Aspek Ekonomi

Pada *project* ini terdapat aspek ekonomi berkaitan dengan sistem yang diusulkan untuk mempertimbangkan biaya yang dibutuhkan dalam perancangan sebuah sistem. sehingga untuk biaya yang dibutuhkan dalam perancangan sistem sangat terjangkau

2. Aspek Sosial

Pada *project* ini dengan dirancangnya sebuah sistem dapat mempermudah *user* dalam menentukan tingkat kematangan pepaya, pada hal tersebut dalam suatu pekerjaan dapat menjadi lebih efisien dan mempersingkat waktu dalam mengidentifikasi kematangan buah pepaya.

3. Aspek Keberlanjutan

Project ini masih dapat dikembangkan lagi dengan merancang suatu sistem, hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam penyortiran buah pepaya sebelum buah tersebut akan dipasarkan ke berbagai konsumen.

4. Aspek Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

Aspek Kesehatan dan Keselamatan (K3) pada proyek identifikasi kematangan buah pepaya dengan TCS3200 atau ESP32-CAM dan *output buzzer* atau LED memerlukan pertimbangan cermat terhadap sejumlah faktor kritis. Pertama, harus dijaga agar tidak ada radiasi elektromagnetik yang melebihi batas standar yang ditetapkan untuk melindungi kesehatan manusia. Sistem kelistrikan harus mematuhi standar keselamatan untuk menghindari risiko kebakaran atau kejutan listrik. Desain fisik alat perlu mempertimbangkan ergonomi untuk mengurangi risiko cedera ketidaknyamanan pengguna. Alat harus tahan terhadap kondisi lingkungan tertentu, seperti suhu ekstrem, kelembaban, atau debu, untuk mencegah kerusakan atau risiko lainnya. Pematuhan dengan standar keselamatan yang berlaku dan menyertakan instruksi penggunaan dan pemeliharaan yang jelas juga penting. Identifikasi risiko potensial dan pencegahan yang tepat harus menjadi bagian integral dari pengembangan alat ini, dan pelatihan pengguna yang efektif perlu disediakan untuk meminimalkan risiko kesalahan atau cedera. Dengan memperhatikan aspek K3 ini, proyek ini dapat diimplementasikan dengan lebih aman dan dapat diandalkan.

2.5 Spesifikasi Sistem

Berdasarkan kajian literatur yang ada pada tabel 2.1, dasar teori dan informasi yang didapat, dari data-data tersebut maka dapat dijadikan sebagai acuan dalam menentukan spesifikasi alat yang akan dibuat. Untuk rincian spesifikasi Sistem Identifikasi Kematangan Buah Pepaya Dengan Pendekatan Non Destruktif yang akan dibuat yaitu sebagai berikut :

1. Sistem identifikasi kematangan buah pepaya menggunakan *image processing* dengan Mikrokontroler dengan ESP 32 Cam dan Arduino Uno
2. Sistem ini dapat digunakan para user untuk mengidentifikasi kematangan buah pepaya
3. Identifikasi kematangan buah pepaya dapat dilakukan secara efisien
4. Alat ini menggunakan baterai 11,1V (3,7 V x 3 pcs) sebagai daya energi alat tersebut
5. Alat ini terdapat output yang digunakan seperti LED atau *Buzzer* sebagai tanda kematangan buah pepaya
6. Alat memiliki berat maksimal 2 kg
7. Alat memiliki ukuran 15 cm x 10 cm x 8cm

8. Alat ini memenuhi standar K3 memiliki berat yang ringan dan tidak terdapat potensi yang bisa saja membahayakan lingkungan sekitar

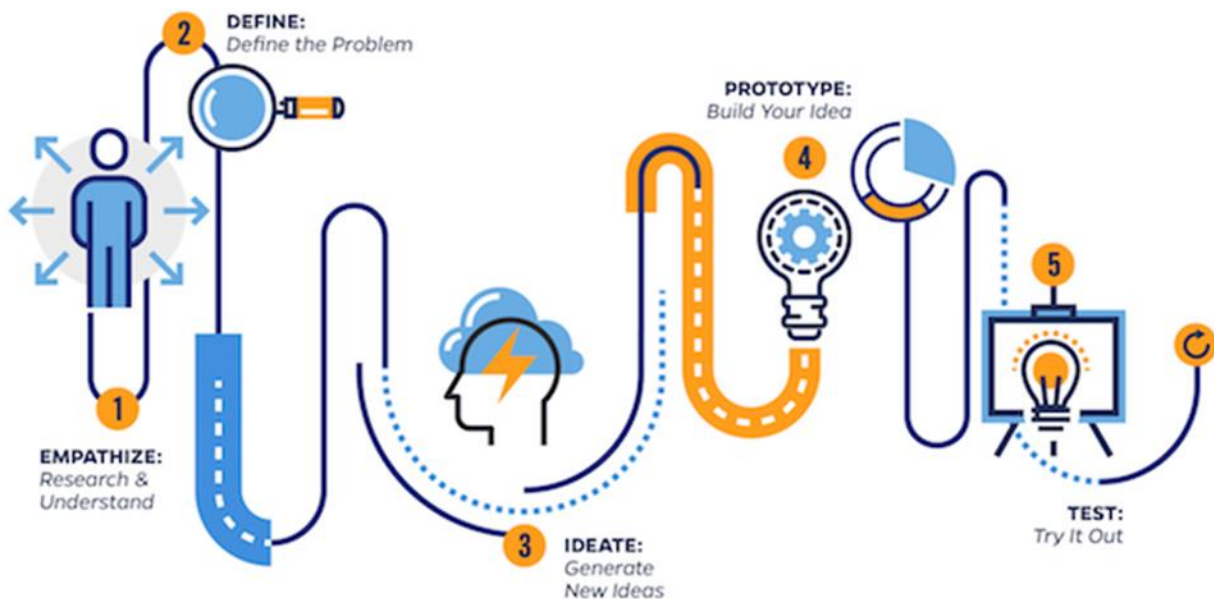
2.6 Standar Acuan

Dalam pengolahan citra atau *image processing*, terdapat beberapa standar acuan yang digunakan sebagai pedoman umum. Berikut adalah beberapa standar acuan yang sering digunakan:

1. JPEG (*Joint Photographic Experts Group*): Standar ini umumnya digunakan untuk kompresi gambar dengan kehilangan. Format file JPEG sangat umum digunakan untuk menyimpan dan berbagi gambar di berbagai *platform*.
2. PNG (*Portable Network Graphics*): PNG adalah format gambar tanpa kehilangan yang banyak digunakan untuk menyimpan gambar dengan transparansi. Standar ini cocok untuk aplikasi web dan grafis yang memerlukan kualitas gambar yang tinggi.
3. IEEE 1394 (*FireWire*): Standar ini mencakup spesifikasi untuk antarmuka serbaguna yang dapat digunakan untuk mentransfer data citra dari kamera digital ke komputer atau perangkat lainnya.
4. ISO 12233: Standar ini menetapkan metode untuk mengukur resolusi gambar digital. ISO 12233 memberikan panduan untuk mengevaluasi dan melaporkan karakteristik resolusi sistem gambar.
5. *Color Space Standards* (misalnya sRGB, Adobe RGB): Standar warna menentukan bagaimana warna direpresentasikan dalam suatu citra. sRGB adalah standar umum untuk warna pada tampilan layar, sedangkan Adobe RGB memberikan ruang warna yang lebih luas untuk aplikasi fotografi profesional.

BAB 3. USULAN SOLUSI

Metode yang dapat digunakan dalam menyelesaikan permasalahan ini dengan menggunakan metode *Design Thinking*. *Design Thinking* ini sangat penting terhadap manusia karena manusia sebagai poros dari inovasi yang menjadi tumpuan pada pengamatan, kolaborasi, visualisasi ide, konsep dan analisis, hal tersebut sangat penting pada inovasi dan strategi. terdapat beberapa siklus dalam *Design Thinking* diantaranya, *Empathize*, *Define*, *Ideate*, *Prototype*, dan *Test*. Pada metode tersebut untuk menyelesaikan masalah sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Design Thinking

a. *Empathize*

Pada tahap ini merupakan tahapan pertama yaitu dengan mendapatkan pemahaman empatik dari masalah yang terjadi kemudian dipecahkan mencari informasi mengenai permasalahan pada identifikasi kematangan buah pepaya.

b. *Define*

Pada tahapan ini, segala informasi yang didapatkan dari tahap *empathize* dikumpulkan, dianalisis, kemudian disintesis untuk menentukan masalah inti yang akan digunakan untuk mengidentifikasi kematangan buah pepaya.

c. *Ideate*

Pada tahap ini adalah tahap menghasilkan ide. Semua ide akan ditampung untuk menyelesaikan masalah yang sudah ditetapkan pada tahap *define*. Setelah itu, dilakukan penyelidikan dan pengujian ide-ide untuk menemukan cara terbaik dalam memecahkan masalah atau menyediakan elemen yang diperlukan untuk menghindari masalah-masalah yang bisa saja terjadi.

d. *Prototype*

Dalam tahapan ini, *image processing* dengan beberapa metode yang digunakan untuk mengidentifikasi kematangan buah pepaya secara non destruktif. Hal ini dilakukan untuk menyelidiki solusi masalah yang dihasilkan pada tahap sebelumnya.

e. *Test*

Testing atau pengujian dilakukan terhadap produk kepada masyarakat atau pengguna. kemudian hasilnya akan dilakukan perubahan dan penyempurnaan untuk menyingkirkan solusi masalah dan mendapatkan pemahaman yang mendalam terkait produk dari penggunanya.

Usulan solusi yang akan digunakan terdapat dua usulan solusi, dari usulan solusi tersebut memiliki perbedaan seperti desain dan komponen dari sebuah alat yang akan digunakan dalam mengidentifikasi kematangan buah pepaya. pada kedua usulan solusi tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan.

Tabel 3. 1 Perbedaan Usulan Solusi

Fungsi	Usulan Solusi 1	Usulan Solusi 2
<i>Image Processing</i> atau RGB	Dalam penerapan pengolahan citra untuk memantau kematangan buah pepaya menggunakan ESP32-CAM, modul ini secara teratur mengambil gambar pepaya	Rangkaian elektronik ini dirancang menggunakan Arduino Uno dan sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi kematangan pepaya berdasarkan warna

	yang dikirim ke server atau <i>cloud</i> . Algoritma pengolahan citra menganalisis gambar untuk menentukan tingkat kematangan berdasarkan perubahan warna, tekstur, dan ukuran.	yang terdeteksi. Sensor TCS3200 bekerja dengan mengukur intensitas cahaya merah, hijau, dan biru yang dipantulkan dari permukaan pepaya
LED	Pada usulan solusi 1 ini LED digunakan sebagai <i>output</i> dari identifikasi kematangan buah di mana pada kondisi buah matang LED berwarna hijau dan kondisi tidak matang LED berwarna merah.	Pada usulan solusi 2 menggunakan LED dan buzzer sebagai <i>output</i> .
<i>Buzzer</i>	Pada usulan solusi 1 tidak menggunakan <i>buzzer</i> sebagai <i>output</i> .	Pada usulan solusi 2 ini <i>Buzzer</i> digunakan sebagai <i>output</i> dari identifikasi kematangan buah di mana pada kondisi buah matang <i>buzzer</i> nyala dan kondisi tidak matang <i>buzzer</i> mati.

3.1 Usulan Solusi 1

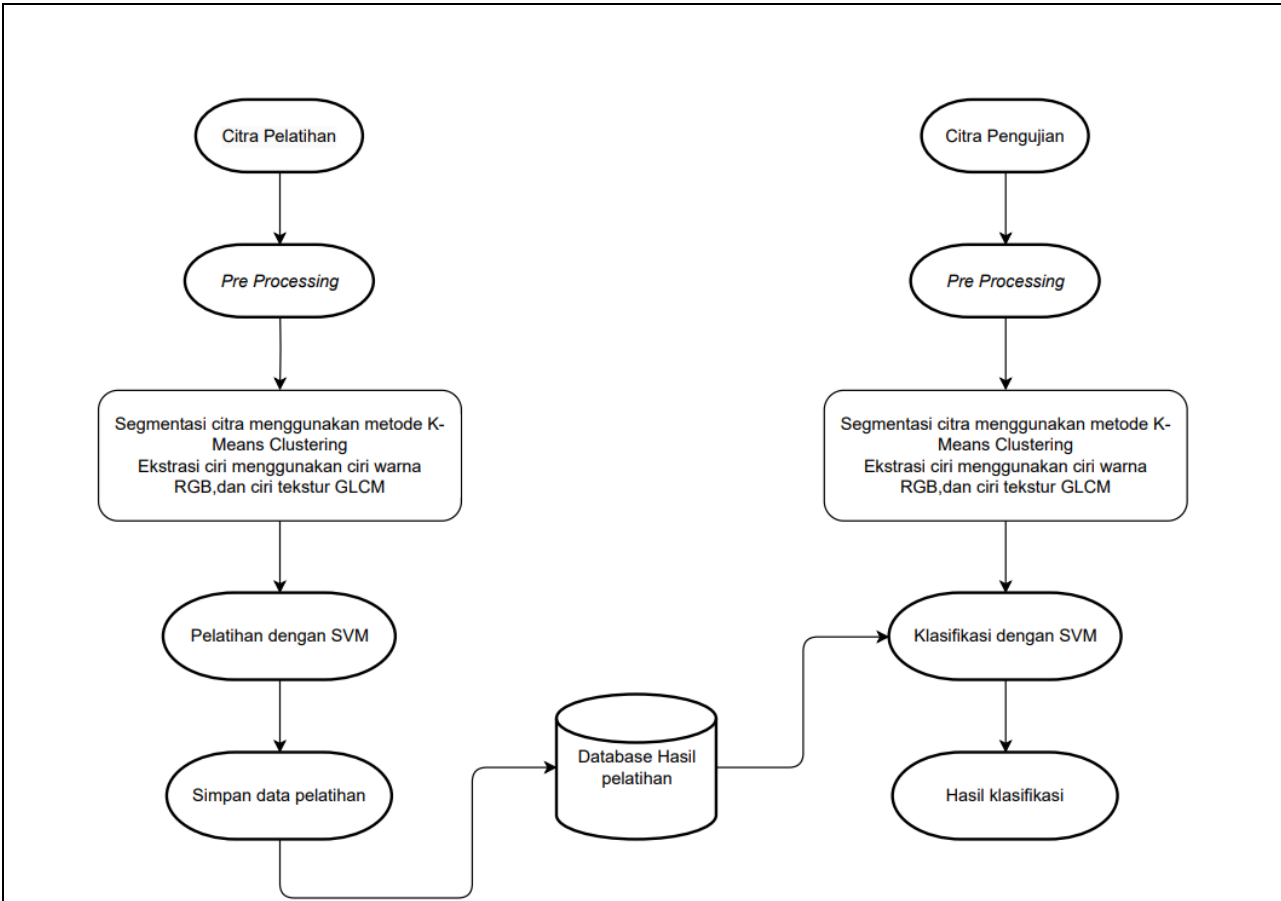
Image processing adalah bidang yang mencakup berbagai teknik untuk memanipulasi gambar atau citra dengan tujuan tertentu. Salah satu langkah awal dalam pengolahan gambar adalah *preprocessing*, yang melibatkan penggunaan filter untuk menghilangkan *noise*, menyaring detail yang tidak diinginkan, atau meningkatkan ketajaman gambar. Segmentasi adalah proses pemisahan gambar menjadi bagian-bagian yang memiliki karakteristik atau atribut tertentu, seperti

warna, tepi, atau intensitas. Setelah itu, ekstraksi fitur digunakan untuk mengidentifikasi dan mengekstrak informasi penting dari gambar, seperti histogram untuk menganalisis distribusi intensitas piksel. Transformasi, seperti transformasi *Fourier* atau transformasi geometrik, memungkinkan perubahan representasi gambar dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Pemodelan warna melibatkan konversi ruang warna dan kompresi warna untuk mengoptimalkan representasi dan ukuran *file* gambar. Seiring dengan kemajuan teknologi, *image processing* menjadi kritis dalam banyak aspek kehidupan sehari-hari, digunakan dalam berbagai bidang seperti kedokteran, industri, keamanan, dan hiburan.

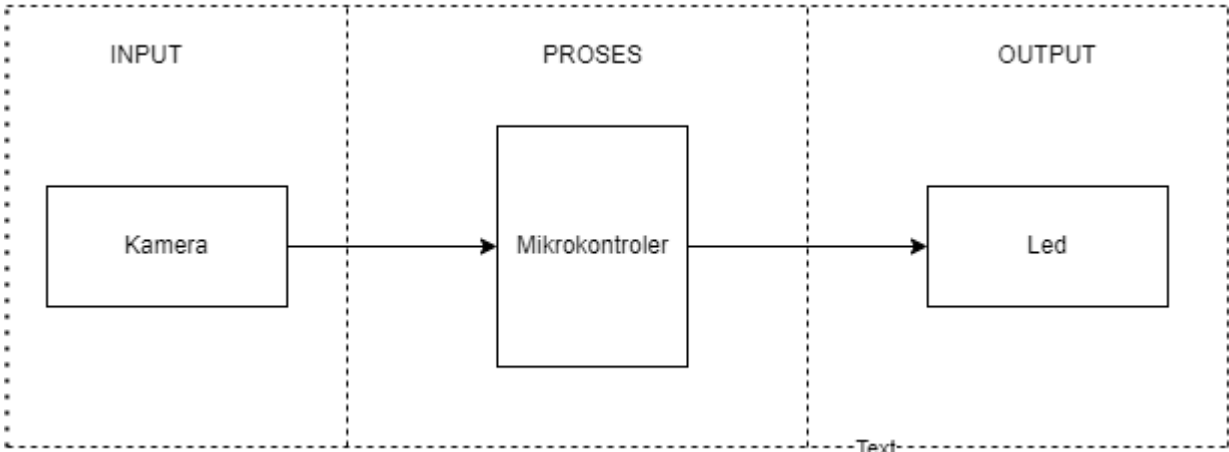
Penelitian ini dilakukan pada tahun 2023 dengan merujuk pada literatur dan dasar teori terkait klasifikasi jenis dan kematangan buah pepaya. Fitur tekstur diekstrak dari analisis RGB dan GLCM, termasuk *energy*, *entropy*, *contrast*, *homogeneity*, *inverse difference moment*, *variance*, dan *dissimilarity*. Fokus utama penelitian adalah pada ekstraksi fitur tekstur dengan tujuan menggabungkan aspek dan metode dari penelitian-penelitian sebelumnya serta memberikan kontribusi tambahan dalam analisis klasifikasi jenis dan kematangan buah pepaya. Mengambil landasan dari literatur sebelumnya, penelitian ini mencoba melangkah lebih maju dalam pemahaman dan aplikasi metode-metode klasifikasi pada klasifikasi jenis dan kematangan buah pepaya.

3.1.1 Desain Sistem 1

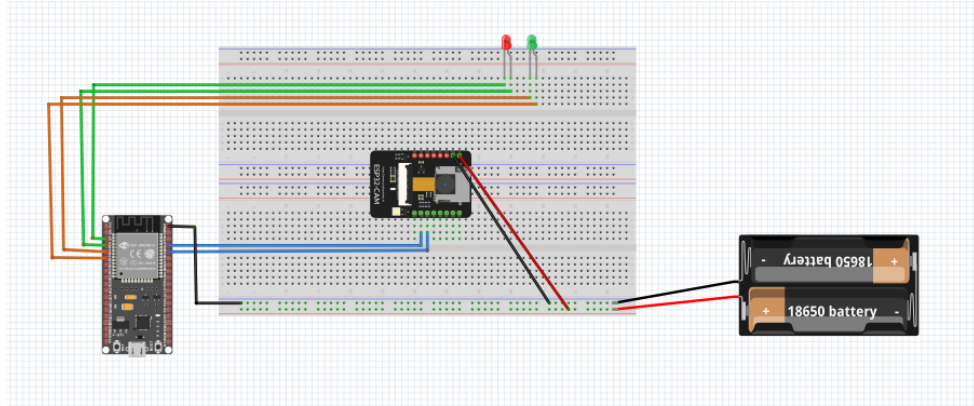
Pada proyek ini, ESP32-CAM, sebuah modul pengembangan berbasis mikrokontroler ESP32 yang dilengkapi kamera, digunakan untuk melakukan identifikasi kematangan buah pepaya melalui pengolahan gambar. Inisialisasi melibatkan konfigurasi awal, termasuk inisialisasi kamera dan penetapan konfigurasi pin untuk LED hijau dan merah. Setelah itu, kamera mengambil gambar buah pepaya, dan gambar tersebut menjadi subjek pemrosesan gambar untuk mengidentifikasi kematangan. Proses pemrosesan gambar dapat mencakup analisis warna atau deteksi pola tertentu yang mengindikasikan kematangan buah. Hasil identifikasi ini kemudian mengendalikan LED hijau untuk menunjukkan kematangan dan LED merah untuk menunjukkan ketidakmatangan buah pepaya. Integrasi komponen ini menciptakan sistem sederhana namun efektif untuk aplikasi identifikasi kematangan buah pepaya, dengan potensi pengembangan lebih lanjut untuk pemantauan dan pengolahan citra dalam konteks pertanian atau industri makanan.

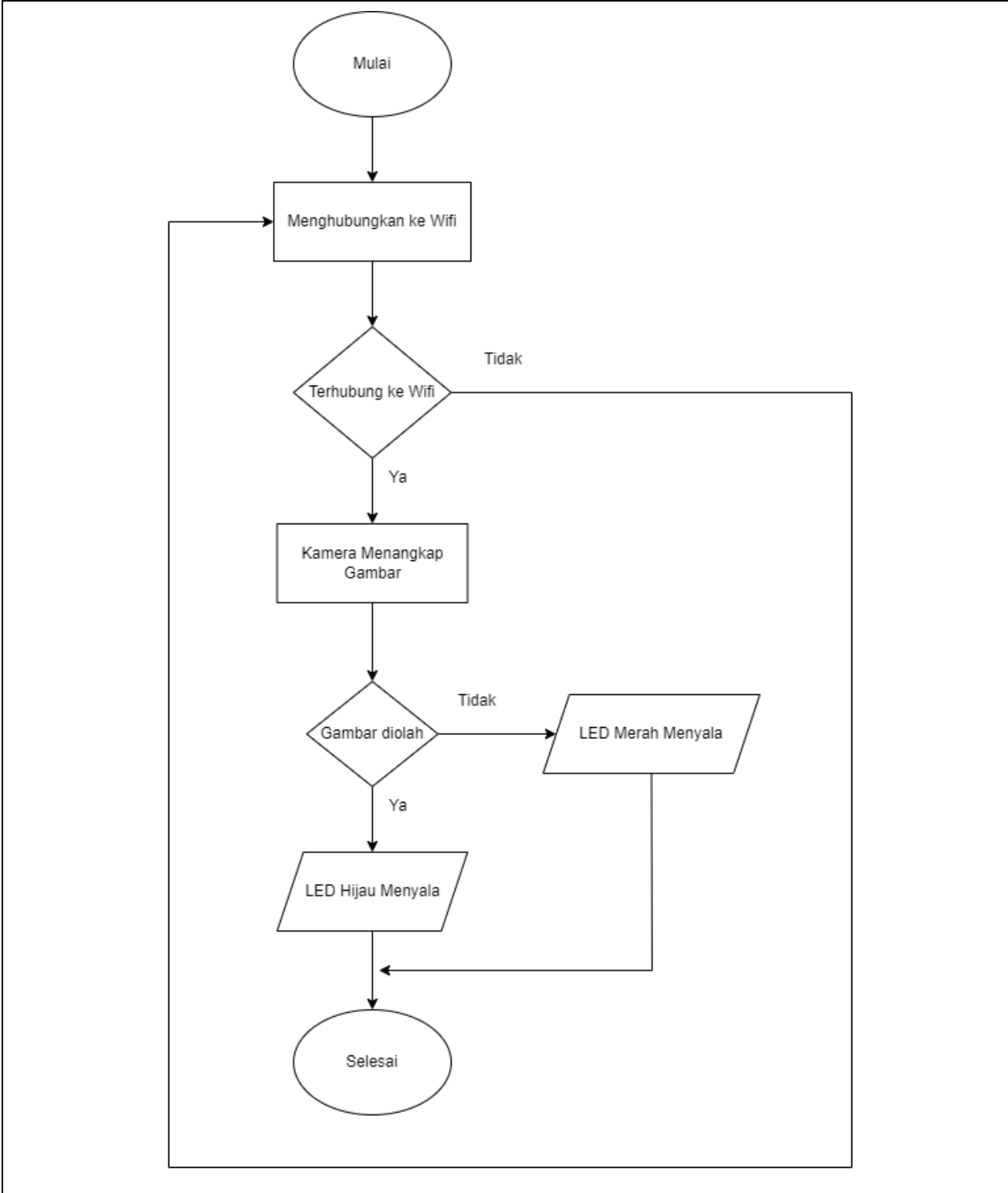


(a)

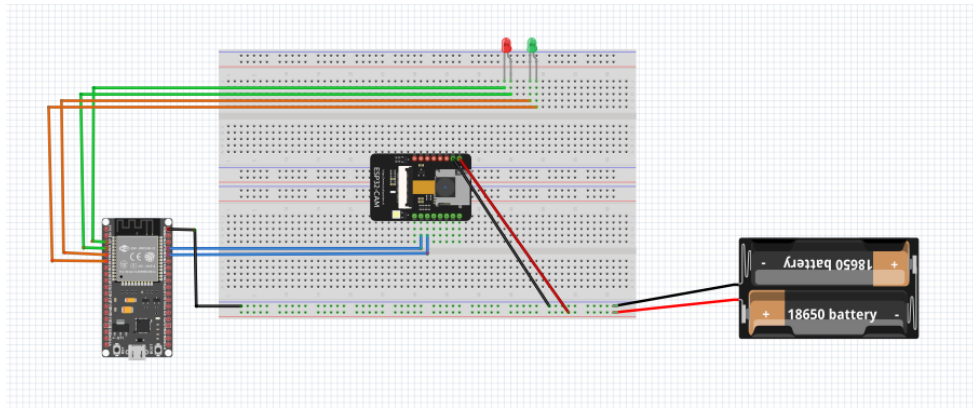


(b)

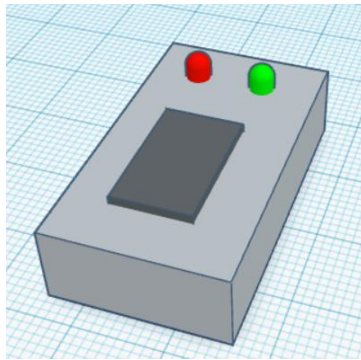
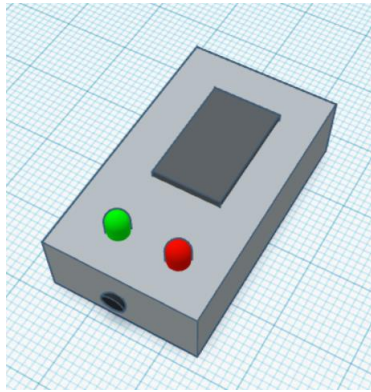




(c)



(d)



(e)

Gambar 3. 2 (a) Diagram Alir, (b) Blok Diagram, (c) Flowchart, (d) Sistem Elektronis, dan (e) Design

Tabel 3. 2 Inventarisasi kebutuhan usulan solusi 1

No	Nama Alat	Keterangan
1	Perangkat untuk kemas alat	Dibuat untuk menjadi tempat <i>mounting</i> alat yang telah didesain agar dapat melindungi dari hujan dan panas. Perangkat ini dapat dibuat dari bahan <i>filament 3D printing</i> maupun bahan sejenis.
2	Mikrokontroler ESP	ESP32 adalah modul mikrokontroler yang dikembangkan oleh <i>Espressif Systems</i> . Sebagai mikrokontroler yang dapat diprogram, ESP32 menonjol dengan prosesor <i>dual-core</i> , memungkinkan <i>multitasking</i> efisien. Kelebihan lainnya adalah konektivitas nirkabel bawaan, seperti <i>Wi-Fi</i> dan <i>Bluetooth</i> , membuatnya ideal untuk aplikasi <i>Internet of Things</i> (IoT).
4	ESP 32 Cam	ESP32-CAM memiliki kamera terintegrasi yang digunakan dalam proyek ini yang memerlukan fungsi pengambilan gambar atau perekaman video.
5	LED	LED pada proyek ini digunakan sebagai penanda visual
6	Baterai	Baterai yang digunakan memiliki ukuran 9V yang berfungsi sebagai daya dalam menjalankan perangkat

3.1.2 Rencana Anggaran Desain Sistem 1

Pada rencana anggaran desain sistem 1 ini terdapat pengeluaran dengan rincian harga dan jumlah dalam merancang sebuah sistem, hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 3 Rencana anggaran usulan solusi 1

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	Sampel Buah Pepaya	Pcs	Rp. 25.000,-	6	Rp. 150.000, -
2	LED	Pcs	Rp. 1.000, -	10	Rp. 10.000, -
3	ESP 32 Cam	pcs	Rp. 100.000,-	2	Rp. 200.000, -
4	ESP 32	pcs	Rp. 80.000,-	2	Rp. 160.000,-
5	Baterai 9 V	pcs	Rp. 37.000,-	4	Rp. 148.000,-
6	Pembuatan <i>casing</i> alat	pcs	Rp. 200.000, -	1	Rp. 200.000, -
Total Belanja					Rp. 868.000, -

3.1.3 Analisis Risiko Desain 1

Analisis risiko pada alat identifikasi kematangan buah pepaya menggunakan ESP32-CAM dengan *output* LED dapat dilakukan dengan mempertimbangkan sejumlah aspek teknis. Pertama-tama, dalam hal perangkat keras, risiko ketahanan dan keandalan ESP32-CAM menjadi faktor kunci. Gangguan pada perangkat keras dapat mengakibatkan kegagalan fungsi kamera, yang pada gilirannya mempengaruhi proses pengambilan gambar. Oleh karena itu, identifikasi risiko ini memerlukan identifikasi solusi cadangan atau perbaikan yang cepat guna meminimalkan potensi gangguan.

Aspek pemrosesan gambar juga menimbulkan risiko terkait akurasi identifikasi kematangan buah pepaya. Variabilitas dalam kondisi pencahayaan atau warna dapat memengaruhi kinerja algoritma analisis gambar, sehingga diperlukan pengujian menyeluruh dan pengoptimalan untuk mengatasi risiko ini.

Dengan memperkenalkan keluaran LED hijau untuk buah matang dan LED merah untuk buah tidak matang, risiko dan kejelasan informasi visual menjadi aspek penting. Kedua LED ini harus memberikan respons yang sesuai dan dapat diinterpretasikan dengan jelas oleh pengguna. Hal ini menambah dimensi baru dalam desain, di mana ketahanan LED terhadap lingkungan dan kondisi eksternal juga perlu dinilai dan diatasi untuk meminimalkan risiko kerusakan atau kegagalan pada komponen tersebut.

3.1.4 Pengukuran Performa

Pengukuran kinerja merupakan langkah kunci dalam pengembangan sistem identifikasi kematangan buah pepaya menggunakan ESP32-CAM dengan *output* LED hijau dan merah. Evaluasi respons kamera mencakup resolusi, kecepatan pengambilan gambar, dan ketahanan terhadap perubahan kondisi pencahayaan. Pemrosesan gambar dianalisis melalui pengukuran akurasi identifikasi, menilai kemampuan algoritma dalam memproses informasi visual.

Dalam konteks *output* visual melalui LED hijau dan merah, kejelasan respons visual menjadi fokus utama. Pengukuran respons waktu dan konsistensi dalam menunjukkan status kematangan buah pepaya diperlukan untuk memastikan efektivitas alat. Kesesuaian respons visual dengan tujuan identifikasi juga menjadi aspek kritis untuk memastikan interpretasi yang optimal oleh pengguna.

Selanjutnya, pengukuran ketahanan alat terhadap lingkungan dan kondisi eksternal melibatkan rentang suhu, kelembaban, ketahanan terhadap debu atau cairan, serta ketahanan terhadap guncangan atau getaran. Evaluasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa alat dapat beroperasi secara handal di berbagai lingkungan, terutama dalam lingkungan pertanian atau industri makanan yang seringkali memiliki kondisi yang bervariasi.

3.2 Usulan Solusi 2

Sebagai solusi untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam menentukan tingkat kematangan buah pepaya, kami mengusulkan implementasi alat deteksi kematangan berbasis Arduino, TCS3200, LCD, dan *Buzzer*. Alat ini dirancang dengan mempertimbangkan beberapa aspek teknis, termasuk kalibrasi sensor warna TCS3200 untuk memastikan akurasi pengukuran warna buah pepaya. Kami mengusulkan pengembangan algoritma di mikrokontroler Arduino untuk melakukan analisis data sensor warna dan mengidentifikasi tingkat kematangan buah.

Antarmuka pengguna pada layar LCD akan dirancang secara intuitif, memberikan *feedback* visual yang jelas mengenai tingkat kematangan buah pepaya. Notifikasi suara melalui *buzzer* akan memberikan informasi tambahan kepada pengguna, membantu mereka yang tidak selalu memantau layar LCD. Selain itu, kami akan memperhatikan penggunaan sumber daya dengan efisiensi, seperti mematikan layar LCD atau sensor warna saat tidak digunakan untuk menghemat energi.

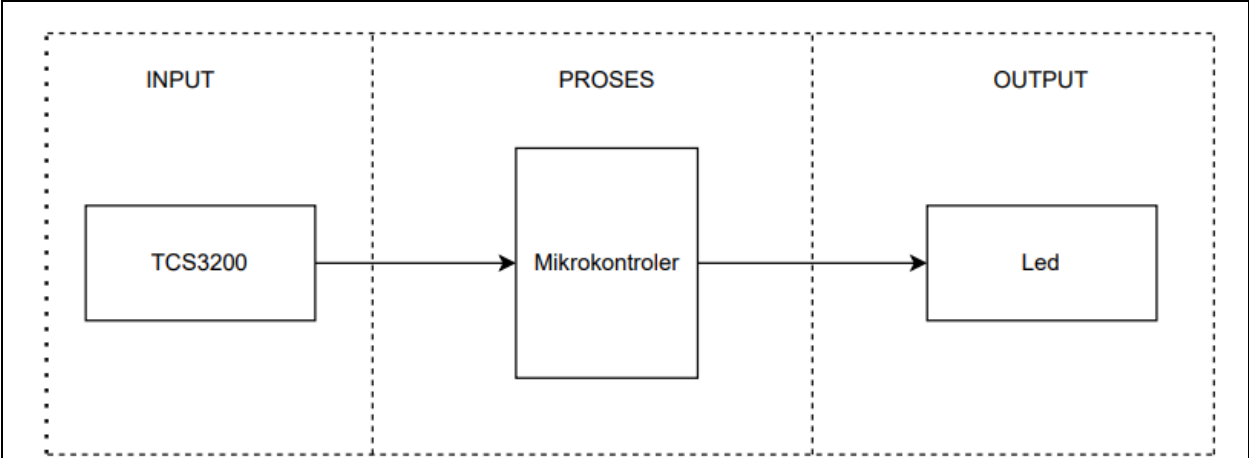
Pengujian dan validasi alat akan dilakukan dengan menggunakan sampel buah pepaya berbagai tingkat kematangan untuk memastikan akurasi deteksi. Keselamatan dan ketahanan alat juga menjadi perhatian utama, dengan pemilihan bahan yang aman dan tahan terhadap lingkungan penyimpanan buah pepaya. Dokumentasi yang jelas dan panduan pengguna yang mudah dipahami akan disertakan untuk memastikan pengguna dapat mengoperasikan alat ini dengan benar. Dengan mengimplementasikan solusi ini, kami berharap dapat memberikan kontribusi signifikan dalam mendukung proses penentuan tingkat kematangan buah pepaya dengan lebih efektif dan handal.

3.2.1 Desain Sistem 2

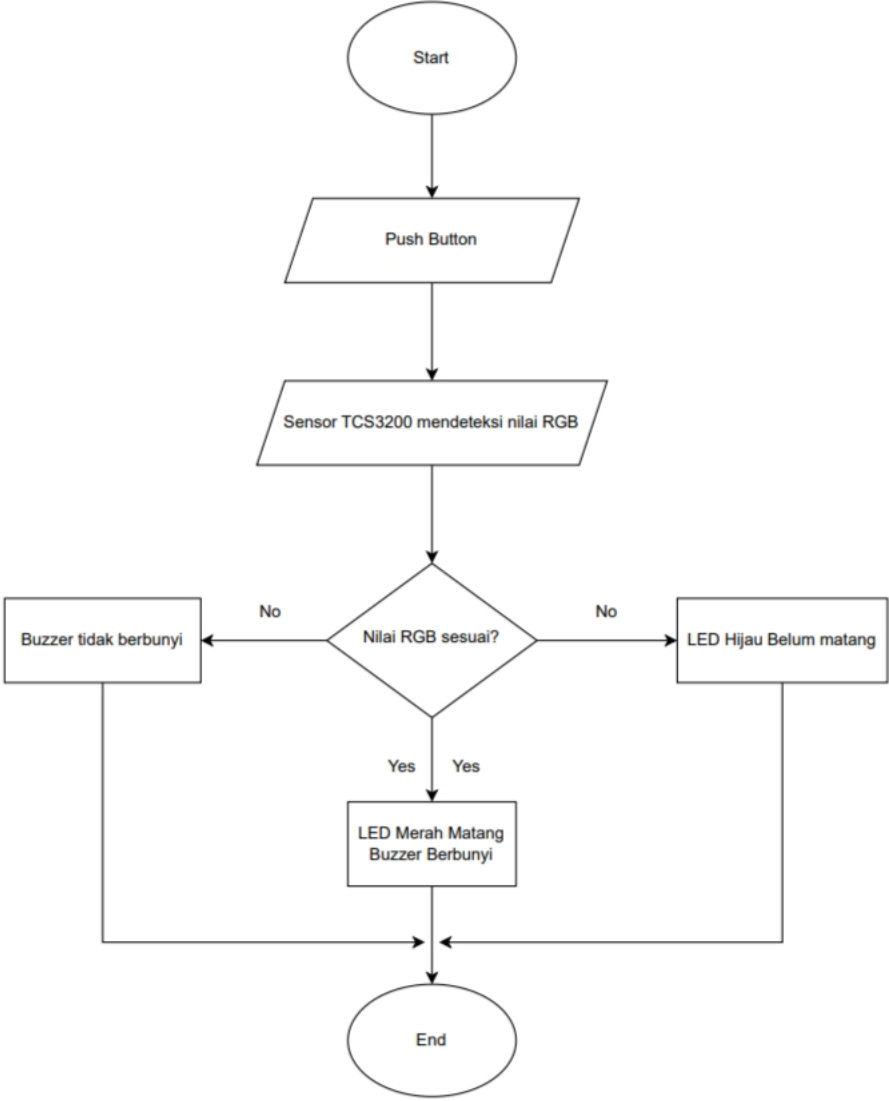
Alat deteksi kematangan buah pepaya yang dirancang dan dibangun menggunakan Arduino, TCS3200, LCD, dan *Buzzer* memiliki beberapa aspek teknis yang perlu diperhatikan. Pertama, kalibrasi sensor warna TCS3200 menjadi langkah penting untuk memastikan akurasi pengukuran warna buah pepaya. Hal ini dapat dicapai dengan mengukur sampel warna standar dan mengkoreksi hasil pengukuran berdasarkan kalibrasi tersebut. Selanjutnya, pemilihan model kematangan buah pepaya menjadi faktor kunci dalam proses identifikasi tingkat kematangan, dengan perubahan warna dari hijau muda ke kuning cerah sebagai acuan. Perlu adanya pengembangan algoritma di mikrokontroler Arduino untuk mengolah data sensor warna dan mengidentifikasi tingkat kematangan buah.

Antarmuka pengguna pada layar LCD juga memerlukan perhatian khusus, dengan desain yang mudah dimengerti dan memberikan *feedback* visual yang jelas. Notifikasi suara melalui *buzzer* dapat membantu pengguna yang tidak selalu memantau layar LCD, dan perlu diprogram dengan pola dan frekuensi yang sesuai. Selain itu, penting untuk mempertimbangkan penggunaan sumber daya secara efisien, seperti mematikan layar LCD atau sensor warna saat tidak digunakan untuk menghemat energi.

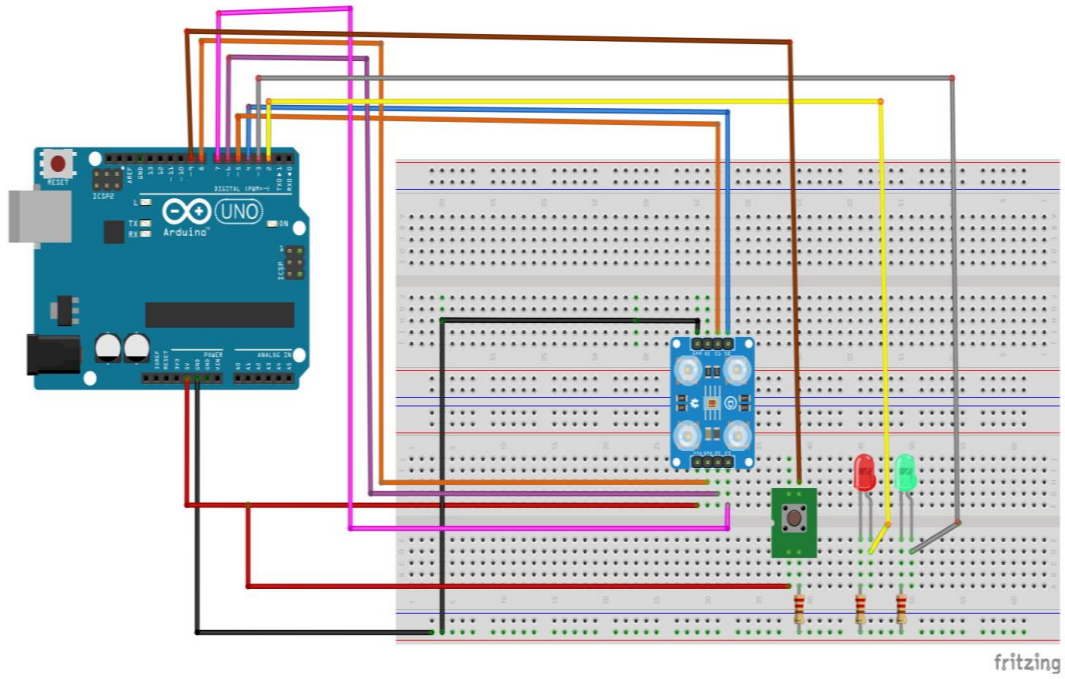
Pengujian dan validasi alat ini dengan menggunakan sampel buah pepaya berbagai tingkat kematangan menjadi langkah penting untuk memastikan akurasi deteksi. Keselamatan dan ketahanan alat perlu diperhatikan, termasuk pemilihan bahan yang aman dan tahan terhadap lingkungan penyimpanan buah pepaya. Dokumentasi yang jelas dan panduan pengguna yang mudah dipahami juga diperlukan agar pengguna dapat mengoperasikan alat dengan benar. Dengan mempertimbangkan semua aspek ini, alat deteksi kematangan buah pepaya ini diharapkan dapat menjadi solusi yang efektif dan handal dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam proses penentuan tingkat kematangan buah pepaya.



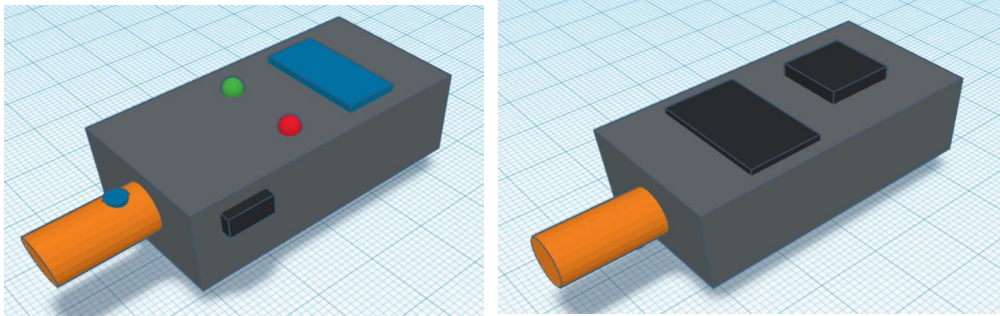
(a)



(b)



(c)



Gambar 3. 3

(d)

Gambar 3. 3 (a) Blok Diagram, (b) Flowchart, (c) Rangkaian Elektronis, (d) Design

Tabel 3. 4 Inventarisasi kebutuhan usulan solusi 2

No	Nama Alat	Keterangan
1	Perangkat untuk kemas alat	Dibuat untuk menjadi tempat <i>mounting</i> alat yang telah didesain agar dapat melindungi dari hujan dan panas. Perangkat ini dapat dibuat dari bahan <i>filament 3D printing</i> maupun bahan sejenis.
2	Mikrokontroler Arduino Uno	Arduino Uno adalah papan pengembangan mikrokontroler. Menggunakan mikrokontroler ATmega328P, papan ini memiliki kecepatan clock 16 MHz dan kapasitas memori yang memadai untuk membuat <i>prototype</i> proyek-proyek elektronika. Dengan desain standar, Arduino Uno menyediakan sejumlah pin <i>input/output</i> digital dan analog yang dapat digunakan untuk menghubungkan berbagai komponen seperti sensor, aktuator, dan tampilan.
3	<i>Push Button</i>	<i>Push button</i> , atau tombol tekan, adalah salah satu jenis saklar elektronik yang digunakan untuk mengontrol aliran arus listrik dalam suatu rangkaian. Tombol tekan biasanya terdiri dari dua kaki atau terminal yang terhubung dengan kontak saklar yang terbuka secara default. Ketika tombol ditekan, kontak saklar tertutup dan menghubungkan kedua terminal tersebut, memungkinkan aliran arus listrik melalui rangkaian.
4	LED	LED pada proyek ini digunakan sebagai pencahayaan
5	Baterai	Baterai yang digunakan memiliki ukuran 9V yang berfungsi sebagai daya dalam menjalankan perangkat

3.2.2 Rencana Anggaran Desain 2

Pada rencana anggaran desain sistem 2 ini terdapat pengeluaran dengan rincian harga dan jumlah dalam merancang sebuah sistem, hal tersebut dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3. 5 Rencana anggaran usulan solusi 2

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	Sensor Warna TCS3200	Pcs	Rp. 90.000, -	3	Rp. 180.000, -
2	Arduino Uno	Pcs	Rp. 104.000, -	2	Rp. 208.000, -
3	LCD	Pcs	Rp. 70.000, -	2	Rp. 140.000, -
4	<i>Buzzer</i>	Pcs	Rp. 8.000, -	4	Rp. 32.000, -
5	Baterai	Pcs	Rp. 37.000, -	4	Rp. 148.000, -
6	LED	Pcs	Rp. 500	4	Rp.2000

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
7	Push Button	Pcs	Rp.2000	2	Rp. 4000
Total Belanja					Rp. 714.000, -

3.2.3 Analisis Risiko Desain

Desain alat deteksi kematangan buah pepaya yang menggunakan Arduino, TCS3200, LCD, dan *Buzzer*, memiliki beberapa potensi kekurangan yang perlu diperhatikan. Dari segi engineering, meskipun sensor warna TCS3200 dapat memberikan pengukuran warna yang presisi, faktor eksternal seperti cahaya lingkungan atau variasi alami dalam warna buah pepaya dapat memengaruhi akurasi deteksi, dan perlu adanya pengembangan lebih lanjut untuk mengatasi potensi kesalahan pengukuran. Secara ekonomi, penggunaan komponen-komponen tersebut dapat meningkatkan biaya produksi alat, menjadi hambatan ekonomi terutama bagi pengguna di daerah dengan sumber daya terbatas seperti petani kecil. Dari sisi sosial, alat ini mungkin memerlukan pemahaman teknologi yang cukup dari pengguna, seperti petani, yang mungkin tidak memiliki latar belakang teknologi yang kuat. Oleh karena itu, pendekatan pelatihan atau edukasi diperlukan agar pengguna dapat memanfaatkan alat ini secara optimal. Dalam hal waktu, proses kalibrasi dan pengembangan algoritma untuk mengidentifikasi tingkat kematangan dapat memakan waktu, dan pengguna perlu memahami serta terlibat dalam proses tersebut, yang bisa menjadi tantangan dalam situasi di mana waktu adalah faktor kritis, seperti musim panen yang pendek. Dari segi budaya, penerapan teknologi baru dalam konteks pertanian lokal dapat menimbulkan resistensi budaya, di mana beberapa petani mungkin lebih memilih metode tradisional yang telah terbukti daripada mengandalkan teknologi baru yang mungkin dianggap kompleks atau kurang dapat diandalkan. Meskipun alat ini dapat membawa manfaat dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi, penting untuk mempertimbangkan dan mengatasi potensi kekurangan tersebut agar implementasinya dapat berhasil dan berkelanjutan.

3.2.4 Pengukuran Performa

Pengukuran kinerja adalah suatu proses kritis dalam pengembangan teknologi dan sistem, khususnya dalam konteks proyek identifikasi kematangan buah pepaya dengan ESP32-CAM dan *buzzer*. Respons kamera menjadi fokus penting dalam pengukuran ini, di mana resolusi, kecepatan

pengambilan gambar, dan ketahanan terhadap perubahan kondisi pencahayaan dievaluasi secara menyeluruh. Pemrosesan gambar juga menjadi aspek krusial, dengan pengukuran akurasi identifikasi yang memberikan gambaran tentang seberapa baik algoritma dapat memproses informasi visual untuk menghasilkan hasil yang dapat diandalkan.

Dalam hal *output* audio melalui *buzzer*, kejelasan respons audio menjadi pertimbangan utama. Pengukuran respons waktu bunyi dan tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh *buzzer* menjadi indikator seberapa baik alat ini dapat menyampaikan informasi kepada pengguna. Kesesuaian respons audio dengan tujuan identifikasi kematangan buah pepaya perlu diperhatikan untuk memastikan pemahaman yang optimal.

Pengukuran ketahanan alat terhadap lingkungan dan kondisi eksternal menjadi langkah berikutnya. Pengujiannya melibatkan rentang suhu, kelembaban, ketahanan terhadap debu atau cairan, dan ketahanan terhadap guncangan atau getaran. Pengukuran ini penting untuk memastikan bahwa alat dapat beroperasi secara handal di berbagai lingkungan, terutama dalam konteks pertanian atau industri makanan yang cenderung memiliki kondisi yang beragam.

3.3 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik

Perbandingan dari kedua usulan solusi memiliki perbedaan pertama *output* yang digunakan terdapat pada usulan solusi kedua lebih efisien dibandingkan usulan solusi pertama, karena LED memberikan respons visual yang langsung dan mudah dimengerti. LED hijau dan merah dapat memberikan indikasi kematangan dan ketidakmatangan dengan jelas dan menggunakan push button untuk memulai pembacaan sensor. Kedua, biaya yang terdapat pada usulan solusi kedua lebih murah dibandingkan dengan usulan solusi pertama. Oleh karena itu kami merekomendasikan yang digunakan pada usulan solusi pertama.

Tabel 3. 6 Perbandingan usulan solusi pertama dan kedua

Aspek	Solusi Pertama	Solusi Kedua
Output	Esp32cam	LED hijau dan merah, buzzer serta LCD
Respon output	Dapat dilihat dari LED dan membutuhkan waktu untuk interpretasi	Visual langsung terdapat LED, LCD dan buzzer
Biaya	Lebih mahal	Lebih murah
Komponen utama	LED, Esp32cam, Baterai	LED, Buzzer, LCD, Arduino Uno, Baterai

Rekomendasi	Tidak direkomendasikan karena biaya dan kompleksitas	Direkomendasikan karena efisien dan biaya lebih rendah
-------------	--	--

3.4 Gantt Chart

Dalam perancangan sebuah alat dibutuhkan visualisasi yang berguna untuk memberikan beberapa hal terkait tanggal dimulainya suatu proyek, waktu dimulai dan diselesaikannya tugas dalam pengerjaan proyek, lama waktu yang dibutuhkan dalam pengerjaan proyek dengan digunakannya *Gantt chart* agar memudahkan dalam mengelola suatu target yang akan dicapai.

Tabel 3. 7 Gantt chart pelaksanaan Capstone

No.	Kegiatan/Capaian	Bulan ke -											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Survei dan identifikasi permasalahan	G,I											
2	Mencari literatur dan informasi untuk kebutuhan dan spesifikasi sistem		G,I	G,I									
3	Mengumpulkan seluruh ide solusi dan finalisasi usulan perancangan sistem beserta manajemen dan rancangan belanja			G,I	G,I								
4	Pengumpulan proposal Tugas Akhir 1/ <i>Capstone Project</i> dan seminar					G,I							
5	Pembelian alat dan bahan						G,I	G,I	G,I				
6	Perancangan sistem sesuai proposal								G,I	G,I	G,I		
7	Testing dan Validasi											G,I	
8	Expo dan pengumpulan laporan akhir												G,I

Ket. : PIC – *Person in Charge* (Pihak yang bertanggung untuk kegiatan tersebut) G : Galih Permana Aji, I : M. Iqbal Romzy

3.5 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1

Berdasarkan timeline pada *Gantt chart* yang telah dibuat, maka diperlukan realisasi dalam perancangan alat supaya dapat mengetahui progress dari pengerjaan tugas akhir. sehingga dalam perancangan alat dapat diselesaikan sesuai target dan tepat waktu. Pada Tabel 3.4 merupakan aktivitas pelaksanaan tugas akhir yang telah dilakukan.

Tabel 3. 8 Realisasi Aktivitas Pelaksanaan Tugas Akhir 1

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1	Kamis, 21 September 2023, 3 jam	Bimbingan Pertama	Dosen Pembimbing (Firdaus S.T., M.T., Ph.D.)
2	Jumat, 22 September 2023, 2 jam	Survei terkait studi literatur	Iqbal Galih
3	Sabtu, 23 September 2023, 3 jam	Pembahasan terkait studi literatur	Iqbal Galih
4	Selasa, 26 September 2023, 4 Jam	Penyusunan BAB 1 (Latar Belakang & Identifikasi masalah)	Iqbal Galih
5	Jumat, 29 September 2023, 3 Jam	Bimbingan kedua	Dosen Pembimbing (Firdaus S.T., M.T., Ph.D.)
6	Senin, 2 Oktober 2023, 2 jam	Perkenalan dan koordinasi bersama mitra (Zoom)	Dosen Pembimbing (Firdaus S.T., M.T., Ph.D.)
7	Rabu, 4 Oktober 2023, 3 Jam	Bimbingan ketiga	Dosen Pembimbing (Firdaus S.T., M.T., Ph.D.)
8	Kamis, 5 Oktober 2023, 4 Jam	Penyusunan BAB 1 (Latar Belakang & Identifikasi Masalah)	Iqbal Galih
9	Sabtu, 7 Oktober 2023,	Pembahasan Studi Literatur	Iqbal Galih

	3 Jam		
10	Minggu, 8 Oktober 2023, 3 Jam	Survei ke lokasi penjual buah pepaya	Iqbal Galih
11	Senin, 9 Oktober 2023, 3 Jam	Penyusunan BAB 1 (Hasil observasi, tujuan, rumusan masalah, batasan masalah)	Galih
12	Selasa, 10 Oktober 2023, 2 jam	Penyusunan BAB 1 (Batasan realistis aspek keteknikan)	Iqbal
13	Rabu, 11 Oktober 2023, 2 Jam	Survei lokasi mitra dan pengenalan secara langsung	Mitra
14	Rabu, 11 Oktober 2023, 3 Jam	Bimbingan ke-Empat	Dosen Pembimbing (Firdaus S.T., M.T., Ph.D.)
15	Sabtu, 14 Oktober 2023, 3 Jam	Revisi BAB 1	
16	Jumat, 20 Oktober 2023, 3 Jam	Penyusunan BAB 2 (Studi literatur & Observasi)	Iqbal Galih
17	Sabtu, 21 Oktober 2023, 3 Jam	Penyusunan BAB 2 (Dasar Teori)	Iqbal Galih
18	Minggu, 22 Oktober 2023, 3 Jam	Penyusunan BAB 2 (Dasar Teori)	Iqbal Galih
19	Sabtu, 28 Oktober 2023, 3 Jam	Penyusunan BAB 2 (Analisi Stakeholder)	Iqbal Galih
20	Minggu, 29 Oktober 2023, 3 Jam	Penyusunan BAB 2 (Aspek yang Mempengaruhi Sistem)	Iqbal Galih
21	Selasa, 7 November 2023, 3 Jam	Bimbingan ke-Lima	Dosen Pembimbing (Firdaus S.T., M.T., Ph.D.)
22	Rabu, 8 November 2023, 3 Jam	Revisi BAB 2	Iqbal Galih

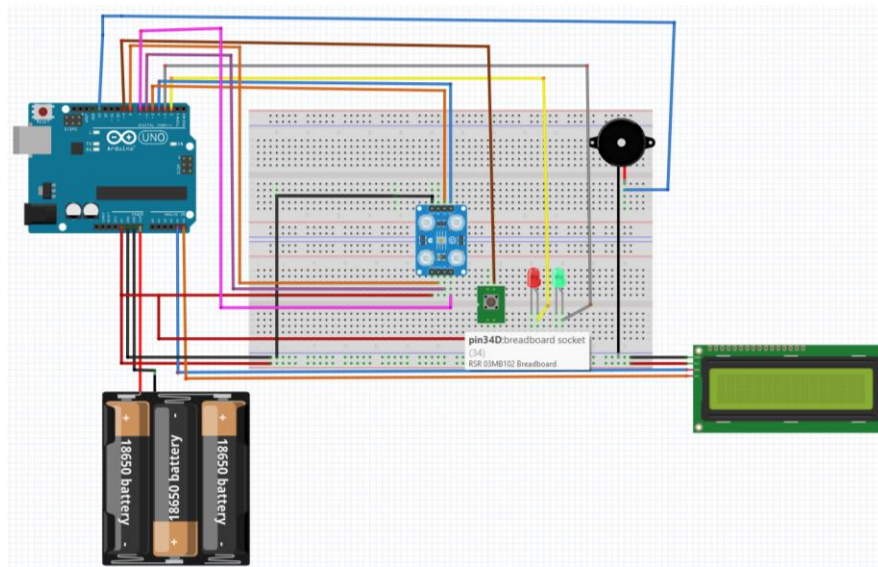
23	Kamis 9 November 2023 2 Jam	Penyusunan BAB 3 (Design Thinking)	Iqbal Galih
24	Selasa, 14 November 2023, 3 Jam	Bimbingan ke-Enam	Dosen Pembimbing (Firdaus S.T., M.T., Ph.D.)
25	Sabtu, 18 November 2023, 3 Jam	Penyusunan BAB 3 (Usulan Solusi 1)	Iqbal Galih
26	Minggu, 19 November 2023, 3 Jam	Penyusunan BAB 3 (Usulan Solusi 1)	Iqbal Galih
27	Sabtu, 25 November 2023, 3 Jam	Penyusunan BAB 3 (Usulan Solusi 2)	Iqbal Galih
28	Minggu, 26 November 2023, 3 Jam	Penyusunan BAB 3 (Usulan Solusi 2)	Iqbal Galih
29	Selasa, 28 November 2023, 3 Jam	Bimbingan ke-Tujuh	Dosen Pembimbing (Firdaus S.T., M.T., Ph.D.)
30	Rabu, 29 November 2023, 3 Jam	Revisi BAB 3	Iqbal Galih
31	Sabtu, 2 Desember 2023, 3 Jam	Revisi BAB 3	Iqbal Galih
32	Selasa, 12 Desember 2023, 3 Jam	Bimbingan ke-Delapan	Dosen Pembimbing (Firdaus S.T., M.T., Ph.D.)
33	Selasa, 15 Desember 2023, 3 Jam	Bimbingan ke-Sembilan	Dosen Pembimbing (Dwi Ana Ratna Wati S.T., M.Eng.)
34	Sabtu, 16 Desember 2023, 3 Jam	Revisi BAB 1, BAB 2, dan BAB 3	Iqbal Galih
35	Minggu, 17 Desember 2023, 3 Jam	Revisi BAB 1, BAB 2, dan BAB 3	Iqbal Galih

BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN

4.1 Hasil Rancangan Sistem

Setelah dilakukan perancangan alat, bahwa dapat dihasilkan perancangan identifikasi kematangan buah pepaya. adapun perancangan pada alat yang dimaksud sebagai berikut

4.1.1 Rangkaian elektronik



Gambar 4. 1 Rangkaian Elektronis

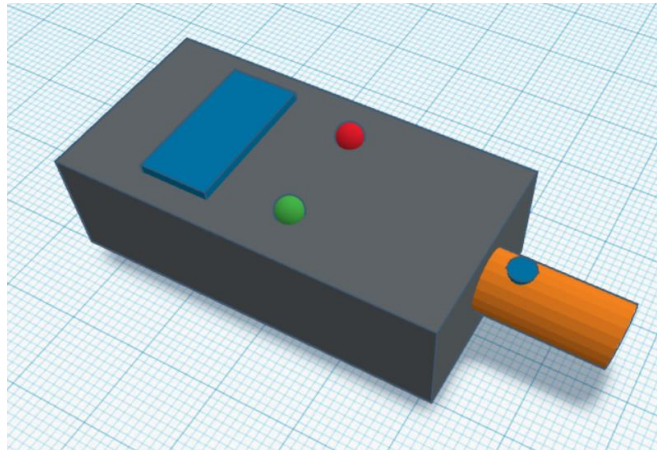
Rangkaian elektronik ini dirancang menggunakan Arduino Uno dan sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi kematangan pepaya berdasarkan warna yang terdeteksi. Sensor TCS3200 bekerja dengan mengukur intensitas cahaya merah, hijau, dan biru yang dipantulkan dari permukaan pepaya, kemudian mengubahnya menjadi sinyal frekuensi yang dapat dibaca oleh Arduino. Sensor ini memiliki beberapa pin penting seperti S0, S1, S2, dan S3 untuk pengaturan skala frekuensi dan pemilihan filter warna, serta pin OUT untuk mengeluarkan sinyal frekuensi. Pin-pin ini terhubung ke pin digital pada Arduino untuk mendapatkan data warna yang akurat. Arduino kemudian memproses data ini untuk menentukan apakah pepaya sudah matang atau belum berdasarkan nilai-nilai warna yang diterima. Selain itu, *push button* digunakan sebagai saklar untuk memulai proses pembacaan warna oleh sensor, sehingga pengguna dapat mengontrol kapan sistem melakukan deteksi warna.

Output dari sistem ini memberikan indikasi yang jelas tentang kematangan pepaya melalui beberapa komponen. LED merah akan menyala jika pepaya sudah matang, sementara LED hijau akan menyala jika pepaya belum matang, memberikan indikasi visual yang mudah dipahami. *Buzzer* akan berbunyi sebagai indikasi suara jika pepaya dinyatakan matang, memberikan sinyal tambahan kepada pengguna. Untuk tampilan informasi yang lebih rinci, LCD 16x2 dengan modul I2C digunakan untuk menampilkan kondisi pepaya beserta nilai warna yang terdeteksi oleh sensor. LCD ini terhubung ke Arduino melalui pin SDA dan SCL untuk komunikasi data. Dengan kombinasi indikator visual (LED), suara (*buzzer*), dan tampilan informasi (LCD), rangkaian ini memberikan cara yang efektif dan mudah bagi pengguna untuk menentukan kondisi kematangan pepaya.

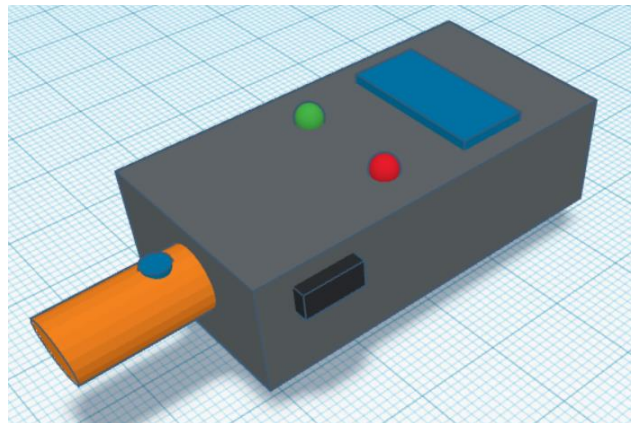
Alat ini dirancang untuk mengukur kematangan pepaya menggunakan sensor warna yang mendeteksi nilai RGB dari permukaan buah. Pengukuran ini dilakukan di beberapa titik pada permukaan pepaya, yang membantu memastikan bahwa hasilnya lebih representatif terhadap kondisi keseluruhan buah. Dengan melakukan empat kali pembacaan di titik yang berbeda, alat ini dapat menangkap variasi warna yang mungkin ada di permukaan buah, sehingga hasil pengukurannya lebih akurat. Setiap pembacaan memberikan kontribusi terhadap penilaian akhir, membuat alat ini lebih andal dibandingkan metode yang hanya mengandalkan satu titik pengukuran.

Proses pengukuran dilakukan dengan cara membaca nilai RGB di setiap titik, kemudian mengalkulasi persentase pembacaan yang menunjukkan kematangan. Jika lebih dari 75% pembacaan menunjukkan bahwa pepaya matang, alat akan menampilkan hasil bahwa pepaya tersebut matang. Sebaliknya, jika kurang dari 75% pembacaan menunjukkan kematangan, alat akan menampilkan bahwa pepaya belum matang. Pendekatan ini membantu mengurangi kesalahan pengukuran yang mungkin terjadi jika hanya mengandalkan satu titik, memberikan hasil yang lebih dapat diandalkan bagi pengguna. Dengan demikian, alat ini memberikan solusi yang lebih cerdas dan efisien dalam menentukan kematangan pepaya, yang sangat penting dalam proses panen dan distribusi buah.

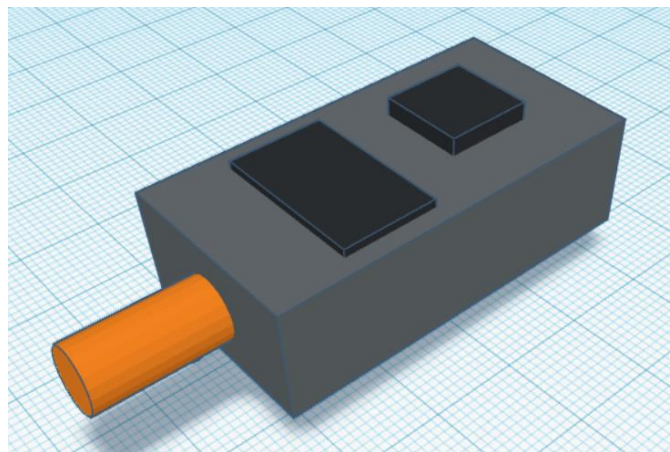
4.1.2 Desain tiga dimensi (3D)



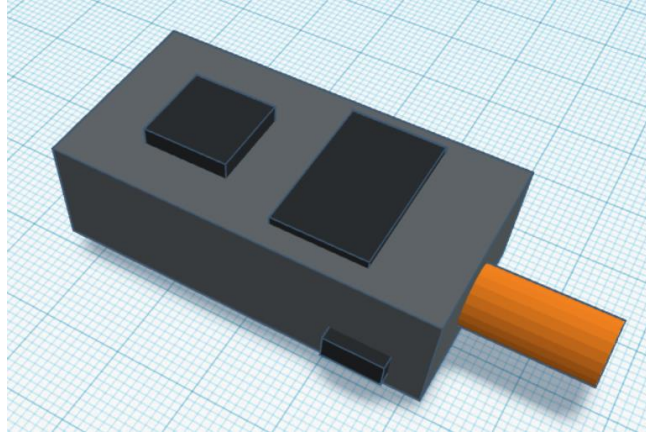
Gambar 4. 2 Bagian atas sisi kiri



Gambar 4. 3 Bagian atas sisi kanan



Gambar 4. 4 Bagian bawah sisi kiri



Gambar 4. 5 Bagian bawah sisi kanan

Alat deteksi kematangan pepaya ini didesain dalam bentuk kotak (*box*) 3D yang kompak dengan dimensi sekitar 20 cm x 11 cm x 10 cm. Kotak ini terbuat dari bahan plastik ABS yang ringan dan tahan lama. Pada bagian atas kotak terdapat sebuah pegangan ergonomis yang memudahkan pengguna untuk memegang dan membawa alat ini ke berbagai lokasi. Pegangan ini dirancang dengan lekukan yang nyaman untuk genggaman tangan, memberikan stabilitas dan kenyamanan saat digunakan. Push button ditempatkan pada pegangan, sehingga pengguna dapat dengan mudah menjalankan alat hanya dengan menekan tombol menggunakan ibu jari saat alat dipegang.

Pada bagian depan kotak, terdapat panel kontrol yang terdiri dari layar LCD 16x2, dua LED indikator (merah dan hijau), dan *buzzer*. LCD diletakkan di tengah panel untuk memudahkan pembacaan informasi kondisi pepaya dan nilai warna yang terdeteksi. Di sebelah kiri LCD, terdapat LED hijau yang menyala untuk menunjukkan bahwa pepaya belum matang, sementara LED merah di sebelah kanan LCD menyala untuk menunjukkan bahwa pepaya sudah matang. *Buzzer* terletak di bawah LED untuk memberikan indikasi suara saat pepaya matang. *Push button* di pegangan memastikan pengguna dapat mengoperasikan alat dengan satu tangan, meningkatkan kemudahan penggunaan dan efisiensi saat melakukan pemeriksaan di lapangan. Selain itu, di sisi samping kotak terdapat *switch on/off* yang memungkinkan pengguna untuk menghidupkan dan mematikan alat dengan mudah, menjaga efisiensi daya dari baterai.

Bagian dalam kotak berisi komponen elektronik utama seperti Arduino Uno, sensor warna TCS3200, serta rangkaian penghubung untuk LED, *buzzer*, dan LCD. Sensor warna TCS3200 diletakkan di bagian bawah kotak dengan lensa sensor menghadap ke luar melalui lubang kecil. Hal ini memungkinkan sensor untuk mendeteksi warna pepaya dengan mudah ketika alat

ditempatkan di dekat permukaan pepaya. Semua komponen dihubungkan dengan kabel *jumper* yang rapi, memastikan koneksi yang baik dan meminimalisir gangguan. Alat ini dilengkapi dengan baterai yang terpasang di dalam kotak, memungkinkan alat beroperasi secara *portable* tanpa perlu sumber daya eksternal. Baterai terhubung ke *switch on/off* untuk mengontrol daya dan memastikan alat hanya menyala saat diperlukan. Desain bagian dalam kotak juga memperhitungkan sirkulasi udara untuk mencegah panas berlebih, sehingga alat dapat bekerja dengan optimal dan tahan lama. Dengan modifikasi ini, alat menjadi lebih ergonomis dan praktis, memungkinkan pengguna untuk melakukan deteksi kematangan pepaya dengan lebih mudah dan efisien.

4.1.3 Foto hasil akhir perancangan



Gambar 4. 6 Hasil Akhir Perancangan

Berdasarkan Gambar 4.6 menunjukkan tampilan hasil akhir perancangan, di mana pada hasil perancangan tersebut terdapat berbagai macam komponen yang akan dijelaskan sebagai berikut : Arduino Uno adalah sebuah mikrokontroler yang digunakan untuk mengatur dan menghubungkan sensor dalam sistem identifikasi kematangan buah pepaya, Arduino Uno bertanggung jawab untuk mengontrol sensor serta mengambil data yang diperlukan. Setelah mendapatkan data warna dari sensor, Arduino Uno melakukan pemrosesan awal dengan mengubah nilai-nilai sensor ke dalam model warna RGB. Arduino Uno dapat menggunakan algoritma sederhana untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah pepaya berdasarkan data warna yang telah diproses. Hasil klasifikasi ini dapat digunakan untuk memberikan respons, seperti mengendalikan lampu indikator.

Sensor TCS3200 adalah sensor warna yang digunakan untuk mengidentifikasi kematangan buah pepaya berdasarkan analisis spektrum warna. Sensor ini bekerja dengan cara mengukur intensitas cahaya pada frekuensi yang telah ditentukan, yang mencakup rentang spektrum warna dari merah hingga biru. Dengan mengarahkan sensor TCS3200 pada buah pepaya yang diletakkan di bawahnya.

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah komponen yang digunakan dalam sistem identifikasi kematangan buah pepaya sebagai antarmuka untuk menampilkan informasi hasil identifikasi kepada pengguna. Dalam konteks ini, LCD dapat menampilkan data tingkat kematangan buah pepaya yang telah diidentifikasi.

Buzzer adalah komponen yang digunakan dalam sistem identifikasi kematangan buah pepaya untuk memberikan respons suara berdasarkan hasil identifikasi. Kemudian *buzzer* diprogram melalui mikrokontroler Arduino Uno untuk mengontrol sebagai indikator hasil dari identifikasi.

LED (*Light Emitting Diode*) adalah komponen yang dapat digunakan dalam sistem identifikasi kematangan buah pepaya sebagai indikator visual yang memberikan informasi tentang

hasil identifikasi. Dalam konteks ini, kemudian LED diprogram untuk menyala dengan warna sesuai dengan tingkat kematangan buah pepaya yang terdeteksi.

Push Button adalah komponen yang digunakan dalam sistem identifikasi kematangan buah pepaya untuk mengontrol proses identifikasi *push button* digunakan sebagai *input* untuk memulai atau menghentikan proses identifikasi.

4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan

Dalam identifikasi kematangan buah pepaya menggunakan sensor TCS3200, ada beberapa parameter yang relevan untuk diukur. Sensor TCS3200 sendiri adalah sensor warna yang dapat digunakan untuk mengukur intensitas cahaya yang dipantulkan dari objek, dalam hal ini adalah buah pepaya, pada saluran warna merah (*red*), hijau (*green*), dan biru (*blue*). Berikut adalah parameter utama yang diukur dan langkah-langkah pengukurannya:

4.2.1 Parameter yang diukur

Dalam penggunaan sensor TCS3200 untuk identifikasi kematangan buah pepaya, parameter yang diukur meliputi intensitas cahaya dan nilai RGB. Intensitas cahaya menggambarkan tingkat kecerahan permukaan buah pepaya, diubah menjadi sinyal elektrik yang dapat dianalisis secara analog atau digital oleh sensor. Sensor TCS3200 juga memisahkan dan mengukur intensitas cahaya pada saluran warna merah, hijau, dan biru dengan menggunakan filter optik yang dapat disesuaikan. Hasil pengukuran ini, berupa pulsa frekuensi, mencerminkan intensitas cahaya pada masing-masing saluran warna, yang bisa memberikan petunjuk tentang kematangan buah pepaya berdasarkan pola warna yang khas.

4.2.2 Langkah Pengukuran

Pada langkah pengukuran dimulai dengan penempatan sensor TCS3200 pada jarak yang tepat dari buah pepaya untuk memastikan akurasi pengambilan data. Setelah itu, sensor dikalibrasi untuk mengoptimalkan sensitivitas terhadap intensitas cahaya yang berbeda, dengan penyesuaian filter optik dan parameter sensor lainnya. Data diperoleh dari sensor pada saluran warna yang diinginkan, seperti merah, hijau, dan biru, dan kemudian diolah untuk menghasilkan nilai intensitas cahaya yang bisa digunakan untuk menghitung indeks kematangan buah pepaya. Interpretasi hasil pengukuran dilakukan dengan membandingkan nilai RGB atau menggunakan nilai ambang batas yang telah ditentukan sebelumnya, memungkinkan pengklasifikasian buah

pepaya sebagai matang atau belum matang berdasarkan analisis sensor TCS3200. Dengan pendekatan ini, sensor TCS3200 tidak hanya memfasilitasi pengukuran kuantitatif intensitas cahaya, tetapi juga memanfaatkan informasi warna untuk memberikan evaluasi lebih mendalam terhadap kematangan buah pepaya secara efektif.

4.2.3 Pengukuran Daya Tahan Baterai

Pengukuran daya tahan baterai dalam identifikasi kematangan buah pepaya merupakan proses untuk menentukan seberapa lama sistem identifikasi dapat beroperasi menggunakan baterai sebelum perlu diisi ulang atau diganti. Langkah pertama adalah mengidentifikasi konsumsi daya dari setiap komponen dalam sistem, seperti sensor TCS3200 yang digunakan untuk mengukur warna buah pepaya, mikrokontroler seperti Arduino Uno yang mengontrol dan memproses data dari sensor, serta komponen tambahan seperti LCD, *buzzer*, dan LED yang digunakan untuk menampilkan informasi dan hasil identifikasi.

BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

5.1. Analisis Hasil

5.1.1 Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras dalam identifikasi kematangan buah pepaya adalah langkah penting untuk memverifikasi kinerja dan keandalan setiap komponen fisik yang terlibat dalam sistem. Tujuan utamanya adalah untuk memastikan bahwa sensor-sensor seperti TCS3200 dapat mengukur spektrum warna buah pepaya dengan akurat, kemudian mikrokontroler Arduino Uno mampu mengolah data dengan tepat, dan komponen pendukung seperti LCD, *buzzer*, LED, dan saklar berfungsi sesuai yang diharapkan. Pengujian juga mencakup pemeriksaan konektivitas antar komponen serta keandalan operasional dalam berbagai kondisi, termasuk fluktuasi tegangan atau lingkungan yang berbeda. Hasil dari pengujian ini digunakan untuk memastikan bahwa sistem dapat memberikan hasil identifikasi kematangan buah pepaya yang konsisten dan akurat sesuai dengan kebutuhan pengguna. Selain itu, pengujian perangkat keras juga membantu dalam mengidentifikasi potensi masalah atau kekurangan yang perlu diperbaiki sebelum sistem diimplementasikan secara luas. Dengan demikian, pengujian perangkat keras merupakan langkah dalam memastikan kehandalan dan kesuksesan sistem identifikasi kematangan buah pepaya.

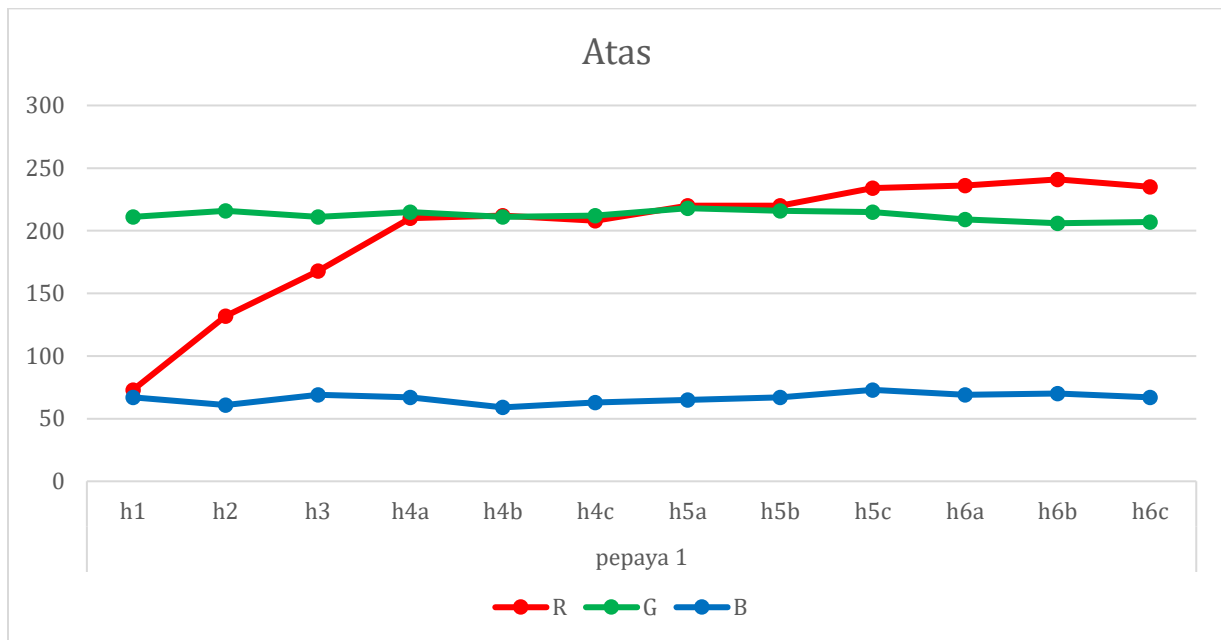
5.1.2 Hasil dan Analisis Pengujian Indikator

Perubahan warna buah pepaya dari belum matang hingga matang dapat diukur menggunakan sensor TCS (*Tri-Color Sensor*), yang mampu mendeteksi nilai RGB (*Red, Green, Blue*) dengan efisien. Dengan menggunakan sensor TCS, kita dapat memperoleh data RGB secara objektif setiap hari selama 6 hari di tiga bagian pepaya (atas, tengah, bawah). Pada hari pertama, nilai RGB pada ketiga bagian akan menunjukkan dominasi warna hijau karena pepaya belum matang. Sensor TCS akan mendeteksi intensitas masing-masing warna dengan tepat, memberikan nilai yang akurat untuk setiap komponen RGB.

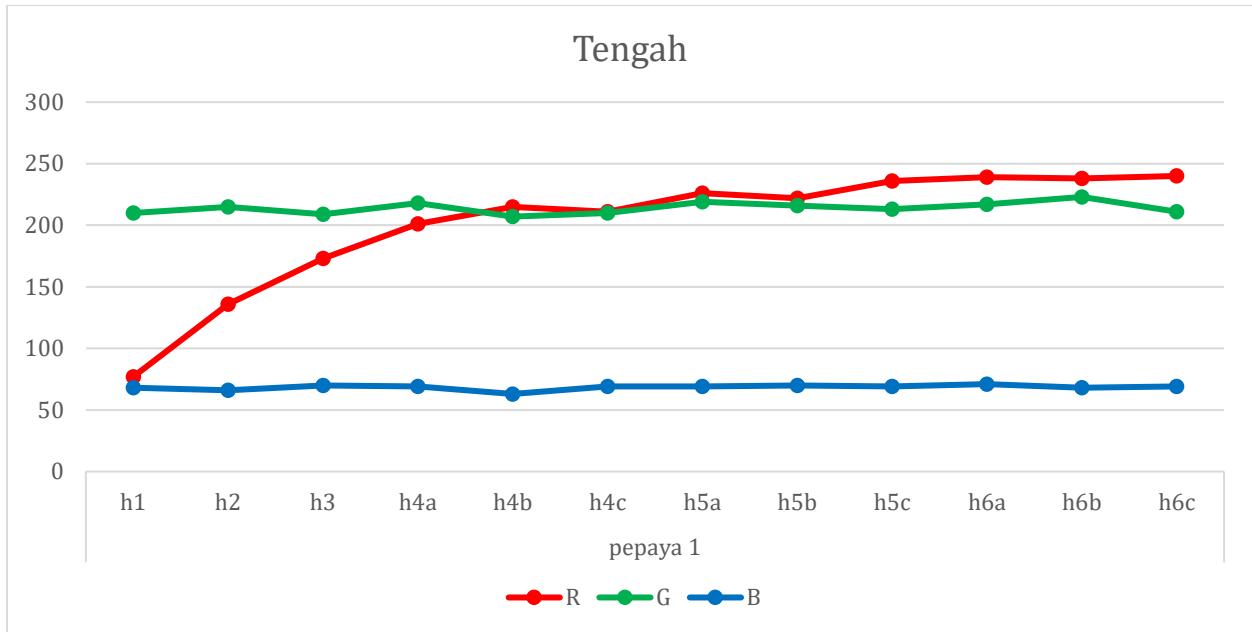
Seiring berjalannya waktu, dari hari kedua hingga kelima, sensor TCS akan mencatat penurunan nilai hijau dan peningkatan nilai merah, yang menunjukkan perubahan warna dari hijau ke kuning, dan oranye. Pada hari keenam, ketika pepaya sudah matang, nilai RGB yang dideteksi oleh sensor TCS akan didominasi oleh warna merah, menunjukkan warna matang yang khas.

Grafik RGB yang dihasilkan dari data sensor TCS, dengan sumbu X sebagai hari (dari 1 hingga 6) dan sumbu Y sebagai nilai RGB (dari 0 hingga 255), akan memperlihatkan penurunan nilai hijau dan peningkatan nilai merah dan biru secara akurat selama proses pematangan. Penggunaan sensor TCS memberikan keandalan dan konsistensi dalam pengukuran, memastikan bahwa data yang diperoleh akurat dan dapat diandalkan untuk menganalisis perubahan warna buah pepaya.

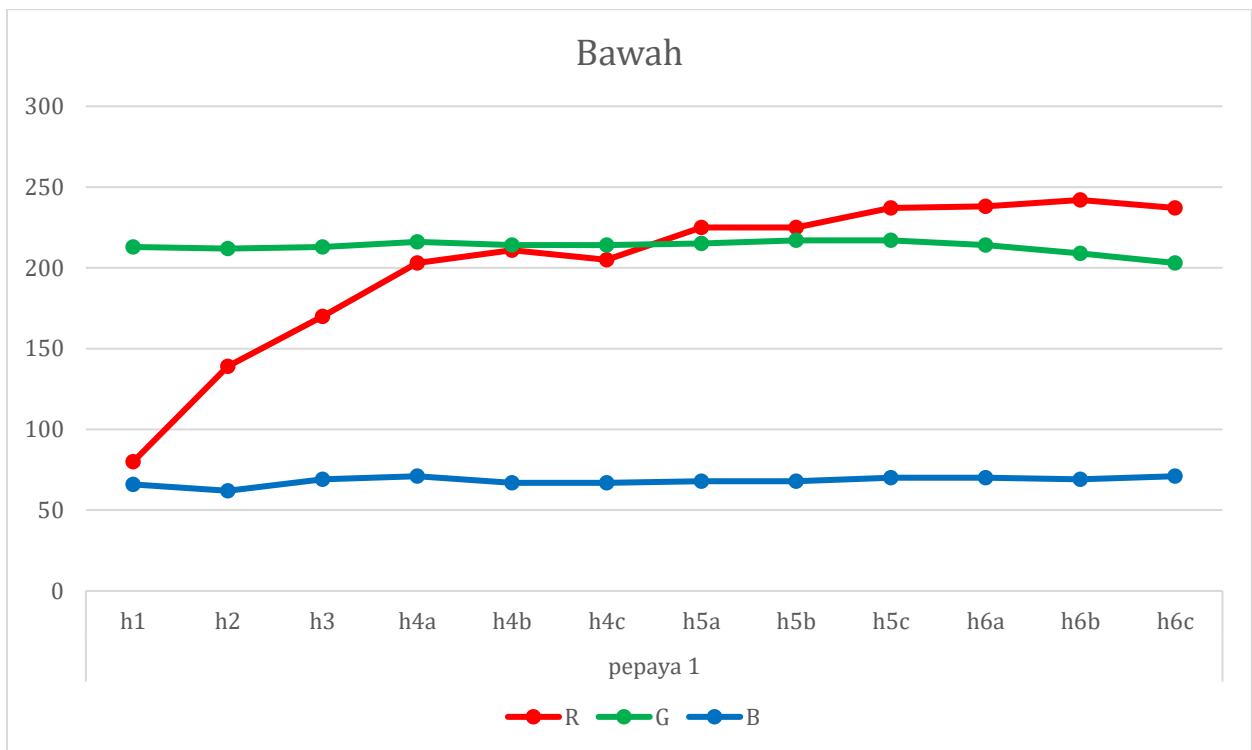
Pepaya 1



Gambar 5. 1 grafik pepaya pada bagian atas

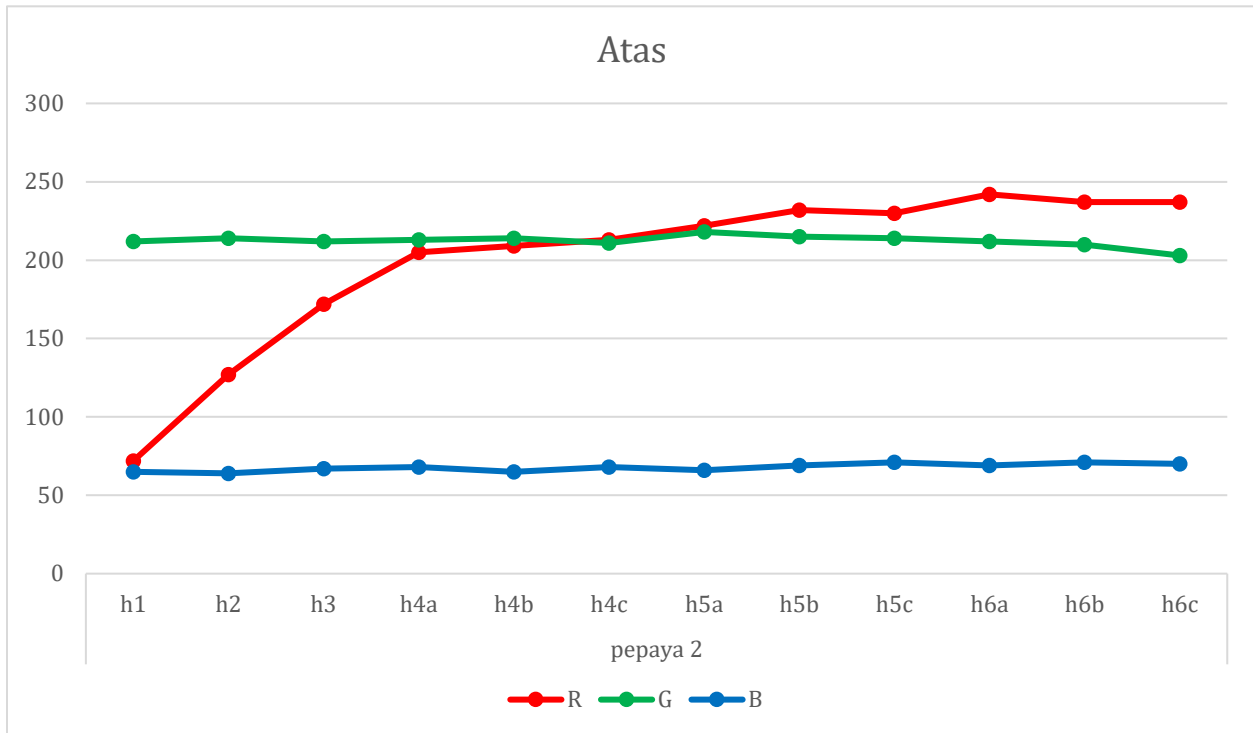


Gambar 5. 2 grafik pepaya pada bagian tengah

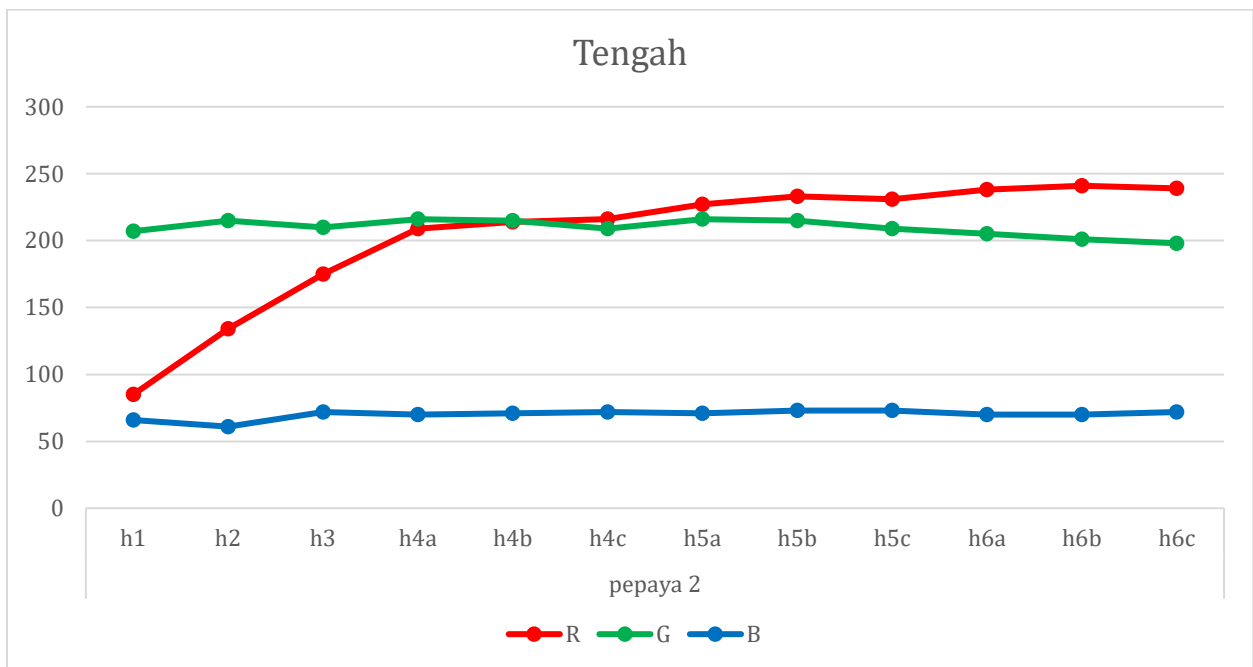


Gambar 5. 3 grafik pepaya pada bagian bawah

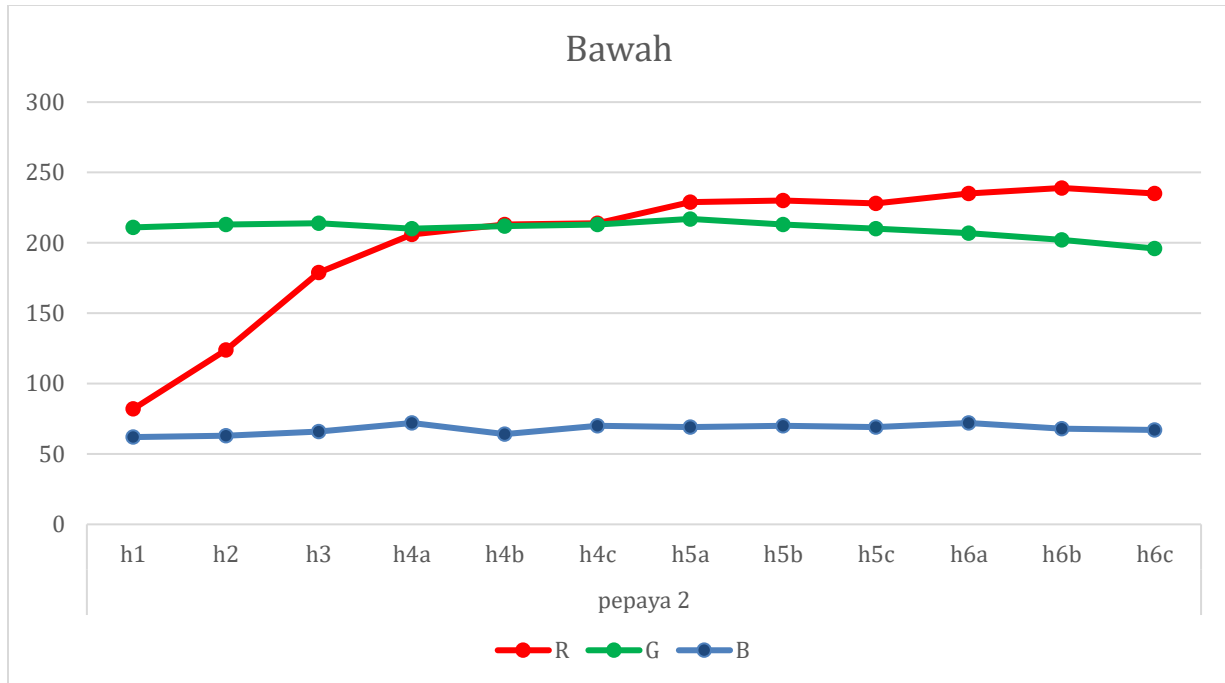
Pepaya 2



Gambar 5. 4 grafik pepaya pada bagian atas



Gambar 5. 5 grafik pepaya pada bagian tengah



Gambar 5. 6 grafik pepaya pada bagian bawah

Penggunaan sensor TCS (*Tri-Color Sensor*) untuk mengukur perubahan warna buah pepaya dari belum matang hingga matang melibatkan uji coba pada 20 pepaya yang belum matang, masing-masing dengan nilai RGB yang berbeda-beda. Pada awal percobaan, sensor TCS digunakan untuk mendeteksi nilai RGB di tiga bagian pepaya (atas, tengah, bawah) secara akurat. Nilai RGB yang diperoleh dari 20 pepaya tersebut menunjukkan variasi warna hijau yang mencerminkan kondisi awal yang berbeda-beda dari setiap pepaya. Data ini memberikan gambaran tentang distribusi awal warna hijau di buah pepaya yang belum matang.

Penggunaan sensor TCS3200 untuk mendeteksi kematangan buah pepaya melibatkan pemanfaatan nilai threshold RGB tertentu untuk menentukan status kematangan. Dalam sistem ini, buah pepaya dianggap matang jika $RedValue \geq 220$, $GreenValue \leq 220$, dan $BlueValue > 10$. Kondisi ini menunjukkan bahwa warna buah dominan merah dan hijau dengan intensitas tinggi, khas untuk pepaya matang yang berwarna oranye kemerahan. Sebaliknya, buah dianggap belum matang jika $RedValue < 220$, $GreenValue > 205$, dan $BlueValue > 10$, menunjukkan bahwa warna buah belum mencapai tingkat kematangan optimal dan masih dominan hijau atau kekuningan. Sensor TCS3200 mengukur intensitas cahaya pada tiga warna utama dan mengkonversinya menjadi nilai digital, yang kemudian dievaluasi oleh sistem berdasarkan threshold yang ditentukan.

Penggunaan threshold RGB ini memberikan beberapa manfaat penting dalam hal akurasi, kecepatan, dan konsistensi. Sistem ini dapat secara konsisten menilai kematangan buah pepaya dengan tingkat akurasi yang tinggi, mengurangi kesalahan penilaian yang mungkin terjadi jika dilakukan secara manual. Proses pengukuran dan evaluasi yang cepat memungkinkan penanganan buah pepaya dalam jumlah besar dengan efisien, menghemat waktu dan tenaga. Selain itu, dengan adanya LED indikator, LCD, dan buzzer, pengguna mendapatkan notifikasi visual dan audio yang jelas mengenai status kematangan buah, memudahkan proses identifikasi dan pengambilan keputusan. Dengan memanfaatkan threshold RGB yang tepat, sistem ini mampu memberikan solusi yang efektif dan efisien untuk mendeteksi kematangan buah pepaya, mendukung produktivitas petani dan kualitas produk yang dihasilkan.

Penggunaan sensor TCS (*Tri-Color Sensor*) untuk mengukur perubahan warna buah pepaya dari belum matang hingga matang melibatkan uji coba pada 20 pepaya yang belum matang, masing-masing dengan nilai RGB yang berbeda-beda. Pada awal percobaan, sensor TCS digunakan untuk mendeteksi nilai RGB di tiga bagian pepaya (atas, tengah, bawah) secara akurat. Nilai RGB yang diperoleh dari 20 pepaya tersebut menunjukkan variasi warna hijau yang mencerminkan kondisi awal yang berbeda-beda dari setiap pepaya. Data ini memberikan gambaran tentang distribusi awal warna hijau di buah pepaya yang belum matang. Berikut data uji pada buah pepaya pada tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Data uji pada buah pepaya

Pepaya	Bagian Pepaya	Nilai R	Nilai G	Nilai B	Kondisi buzzer	Kondisi LED	Tampilan LCD
Pepaya 1	Atas	73	214	65	Mati	Hijau	Belum Matang
	Tengah	69	212	63	Mati	Hijau	Belum Matang
	Bawah	67	211	62	Mati	Hijau	Belum Matang
Pepaya 2	Atas	67	210	66	Mati	Hijau	Belum Matang

	Tengah	62	212	61	Mati	Hijau	Belum Matang
	Bawah	63	209	63	Mati	Hijau	Belum Matang
Pepaya 3	Atas	70	208	65	Mati	Hijau	Belum Matang
	Tengah	65	211	61	Mati	Hijau	Belum Matang
	Bawah	68	213	64	Mati	Hijau	Belum Matang
Pepaya 4	Atas	229	215	73	Nyala	Merah	Matang
	Tengah	235	214	70	Nyala	Merah	Matang
	Bawah	237	215	69	Nyala	Merah	Matang
Pepaya 5	Atas	239	214	67	Nyala	Merah	Matang
	Tengah	236	212	68	Nyala	Merah	Matang
	Bawah	231	213	71	Nyala	Merah	Matang
Pepaya 6	Atas	68	207	62	Mati	Hijau	Belum Matang
	Tengah	72	211	65	Mati	Hijau	Belum Matang
	Bawah	69	208	64	Mati	Hijau	Belum Matang
Pepaya 7	Atas	232	216	70	Nyala	Merah	Matang
	Tengah	234	215	68	Nyala	Merah	Matang
	Bawah	238	217	69	Nyala	Merah	Matang
Pepaya 8	Atas	233	213	71	Nyala	Merah	Matang

	Tengah	239	212	69	Nyala	Merah	Matang
	Bawah	234	212	78	Nyala	Merah	Matang
Pepaya 9	Atas	68	209	61	Mati	Hijau	Belum Matang
	Tengah	71	212	64	Mati	Hijau	Belum Matang
	Bawah	65	211	66	Mati	Hijau	Belum Matang
Pepaya 10	Atas	69	207	62	Mati	Hijau	Belum Matang
	Tengah	73	214	63	Mati	Hijau	Belum Matang
	Bawah	70	211	64	Mati	Hijau	Belum Matang
Pepaya 11	Atas	228	211	67	Nyala	Merah	Matang
	Tengah	240	212	68	Nyala	Merah	Matang
	Bawah	240	212	71	Nyala	Merah	Matang
Pepaya 12	Atas	242	211	73	Nyala	Merah	Matang
	Tengah	234	213	69	Nyala	Merah	Matang
	Bawah	238	217	70	Nyala	Merah	Matang
Pepaya 13	Atas	242	210	72	Nyala	Merah	Matang
	Tengah	238	216	69	Nyala	Merah	Matang
	Bawah	235	218	71	Nyala	Merah	Matang
Pepaya 14	Atas	63	207	60	Mati	Hijau	Belum Matang

	Tengah	61	211	62	Mati	Hijau	Belum Matang
	Bawah	72	214	65	Mati	Hijau	Belum Matang
Pepaya 15	Atas	85	215	66	Mati	Hijau	Belum Matang
	Tengah	82	212	62	Mati	Hijau	Belum Matang
	Bawah	70	211	64	Mati	Hijau	Belum Matang
Pepaya 16	Atas	67	209	59	Mati	Hijau	Belum Matang
	Tengah	69	213	61	Mati	Hijau	Belum Matang
	Bawah	66	212	58	Mati	Hijau	Belum Matang
Pepaya 17	Atas	236	210	67	Nyala	Merah	Matang
	Tengah	239	217	69	Nyala	Merah	Matang
	Bawah	238	219	71	Nyala	Merah	Matang
Pepaya 18	Atas	240	213	69	Nyala	Merah	Matang
	Tengah	236	211	68	Nyala	Merah	Matang
	Bawah	240	212	71	Nyala	Merah	Matang
Pepaya 19	Atas	239	210	67	Nyala	Merah	Matang
	Tengah	242	212	72	Nyala	Merah	Matang
	Bawah	235	213	66	Nyala	Merah	Matang
Pepaya 20	Atas	240	215	71	Nyala	Merah	Matang

	Tengah	241	210	70	Nyala	Merah	Matang
	Bawah	239	216	68	Nyala	Merah	Matang

Setelah 3-6 hari, setiap pepaya diperiksa kembali dengan sensor TCS untuk mendeteksi perubahan nilai RGB pada ketiga bagian yang sama. Hasil pengukuran ini menunjukkan perubahan signifikan pada nilai RGB, di mana nilai hijau menurun dan nilai merah meningkat, menandakan proses pematangan yang telah terjadi. Uji coba ini memberikan wawasan penting tentang bagaimana variasi nilai RGB awal mempengaruhi perubahan warna selama pematangan, menunjukkan bahwa penggunaan sensor TCS dapat menghasilkan data yang andal untuk menganalisis proses pematangan buah pepaya secara efisien.

Tabel 5. 2 Data selisih antara kedua RGB sensor dan Srandar referensi

Pepaya	Bagian Pepaya	Standar referensi R	Selisih	Standar referensi G	Selisih	Standar referensi B	Selisih
Pepaya 1	Atas	75	2	218	4	67	2
	Tengah	70	1	213	1	65	2
	Bawah	69	2	213	2	64	2
Pepaya 2	Atas	71	4	211	1	69	3
	Tengah	65	3	212	0	65	4
	Bawah	68	5	211	2	67	4
Pepaya 3	Atas	72	2	210	2	68	3
	Tengah	69	4	213	2	65	4
	Bawah	71	3	215	2	66	2
Pepaya 4	Atas	230	1	217	2	75	2
	Tengah	237	2	215	1	74	4
	Bawah	237	0	216	1	72	3
Pepaya 5	Atas	240	1	218	4	70	3
	Tengah	237	1	214	2	73	5
	Bawah	235	4	215	2	75	4

Pepaya 6	Atas	70	2	210	3	66	4
	Tengah	73	1	212	1	68	3
	Bawah	70	1	211	3	67	3
Pepaya 7	Atas	235	3	219	3	73	3
	Tengah	234	0	217	2	71	3
	Bawah	240	2	220	3	72	3
Pepaya 8	Atas	235	2	214	1	74	3
	Tengah	240	1	214	2	72	3
	Bawah	236	2	214	2	83	5
Pepaya 9	Atas	70	2	212	3	66	5
	Tengah	72	1	213	1	67	3
	Bawah	67	2	212	1	69	3
Pepaya 10	Atas	71	2	210	3	65	3
	Tengah	75	2	215	1	68	5
	Bawah	72	2	212	1	70	6
Pepaya 11	Atas	230	2	214	3	72	5
	Tengah	241	1	215	3	72	4
	Bawah	242	2	215	3	75	4
Pepaya 12	Atas	242	0	214	3	77	4
	Tengah	236	2	217	4	74	5
	Bawah	240	2	220	3	75	5
Pepaya 13	Atas	243	1	212	2	76	4
	Tengah	241	3	219	3	75	6
	Bawah	237	2	220	2	77	6
Pepaya 14	Atas	65	2	211	4	64	4
	Tengah	66	5	213	2	75	3
	Bawah	73	1	215	1	69	4
Pepaya 15	Atas	89	4	217	2	67	1
	Tengah	84	2	215	3	70	8

	Bawah	73	3	213	2	69	5
Pepaya 16	Atas	70	3	214	5	65	6
	Tengah	71	2	217	4	65	4
	Bawah	67	1	215	3	62	4
Pepaya 17	Atas	238	2	215	5	73	6
	Tengah	240	1	219	2	74	5
	Bawah	240	2	220	1	76	5
Pepaya 18	Atas	241	1	218	5	72	3
	Tengah	239	3	215	4	72	4
	Bawah	241	1	215	3	73	2
Pepaya 19	Atas	240	1	214	4	72	5
	Tengah	243	1	216	4	78	6
	Bawah	238	3	218	5	70	4
Pepaya 20	Atas	241	1	219	4	74	3
	Tengah	242	1	212	2	75	5
	Bawah	240	1	217	1	72	4

Dari data pengukuran RGB pada 20 pepaya yang terbagi atas tiga bagian (atas, tengah, bawah), terdapat total 60 pengukuran. Berdasarkan selisih nilai RGB yang diukur dengan nilai referensi, sebuah pengukuran dianggap akurat jika selisihnya ($\Delta R, \Delta G, \Delta B$) ≤ 5 . Dari total 60 pengukuran tersebut, 54 pengukuran memenuhi kriteria keakuratan ini, menunjukkan bahwa mayoritas data yang diperoleh memiliki selisih yang kecil terhadap nilai referensi.

Dengan 54 dari 60 pengukuran yang akurat, ini berarti tingkat akurasi pengukuran mencapai 90%. Hal ini menunjukkan bahwa metode yang digunakan dalam pengukuran RGB untuk menentukan kematangan pepaya sangat dapat diandalkan. Akurasi tinggi ini memberikan keyakinan bahwa hasil pengukuran tersebut dapat dijadikan panduan yang baik dalam menentukan kondisi kematangan pepaya.

$$\text{Akurasi} = \left(\frac{54}{60}\right) \times 100\% \approx 90\%$$

Tabel 5. 3 Hasil Pengukuran Sensor

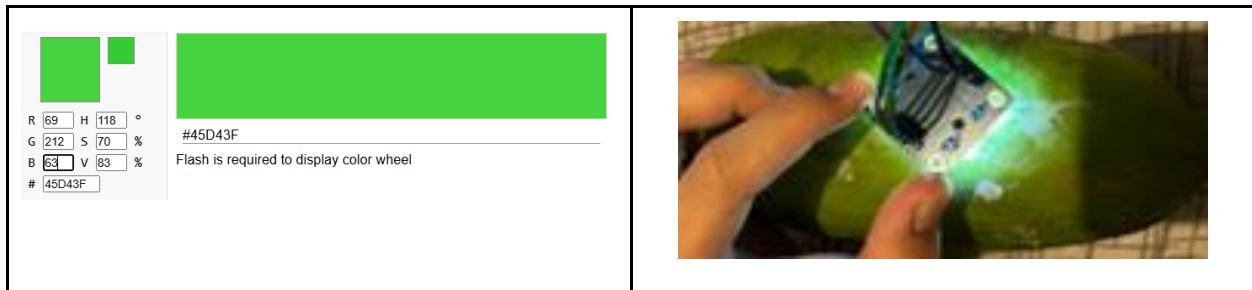
No	No. Sensor	Capaian
1	TCS3200	Akurasi 90%

Akurasi dari pengukuran sensor TCS3200 kemudian dibandingkan dengan penilaian visual oleh manusia. Penilaian visual melibatkan pengamatan keseluruhan permukaan pepaya untuk menentukan tingkat kematangannya. Biasanya, penilaian visual dilakukan oleh individu yang memiliki pengalaman dalam menentukan kematangan buah, sehingga memberikan hasil yang lebih andal dalam beberapa situasi. Meskipun penilaian visual cenderung lebih subjektif, pengamatan secara keseluruhan memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang kematangan pepaya. Sensor TCS3200, di sisi lain, mengukur nilai RGB dari titik tertentu pada permukaan pepaya dan menghasilkan data kuantitatif yang dapat diolah lebih lanjut. Namun, satu titik pengukuran ini bisa menjadi tidak representatif karena kematangan buah mungkin tidak merata.

Dalam implementasi alat dengan sensor TCS3200 yang dilengkapi dengan output LCD, LED, dan buzzer, perbandingan dengan penilaian visual menjadi menarik. LCD digunakan untuk menampilkan data pengukuran secara real-time, memberikan informasi numerik yang dapat membantu pengguna dalam mengambil keputusan. LED bisa memberikan indikasi cepat tentang status kematangan, misalnya, hijau untuk belum matang, kuning untuk hampir matang, dan merah untuk matang. Buzzer dapat memberikan alarm ketika buah mencapai tingkat kematangan yang telah ditentukan. Kombinasi ini membuat alat lebih user-friendly dan efisien dalam memberikan informasi instan. Meskipun penilaian visual tetap penting, alat ini dapat membantu mempercepat proses penilaian dan mengurangi subjektivitas, memberikan solusi yang lebih konsisten dan dapat diandalkan dalam skala yang lebih besar, terutama dalam industri pertanian dan perdagangan buah.

Tabel 5. 4 Hasil Pengukuran Sensor

Hasil warna RGB pada aplikasi	Uji sensor pada buah
	



Uji pada pepaya 1 menunjukkan bahwa sensor TCS3200 dapat menghasilkan nilai RGB yang akurat dan sesuai dengan standar warna pepaya matang dan belum matang. Akurasi sensor dalam mengukur intensitas warna memungkinkan sistem untuk secara konsisten dan objektif menentukan kematangan buah pepaya. Ini membuktikan keefektifan penggunaan sensor TCS3200 dalam aplikasi pertanian, khususnya dalam meningkatkan efisiensi dan keandalan penentuan kematangan buah pepaya. Terdapat perbandingan yang dapat dilihat dalam tabel 5.5.

Tabel 5. 5 Perbandingan performa antara sistem yang dibuat dengan sistem lain

No	Fitur/Komponen	Sistem yang dibuat	Sistem A	Sistem B
1	Kecepatan Sistem	Alat deteksi kematangan buah pepaya dengan sensor TCS3200 bekerja secara efisien dan responsif. Sensor TCS3200 dipilih karena kemampuannya mengukur nilai RGB dengan cepat.	Kecepatan sistem identifikasi manual cenderung lebih rendah dan kurang efisien terutama ketika harus memeriksa banyak buah dalam waktu singkat.	Kecepatan sistem pemrosesan citra sangat bergantung pada perangkat keras (PC) yang digunakan dan efisiensi algoritma pemrosesan. Meskipun pengambilan gambar dan pemrosesan membutuhkan beberapa detik hingga menit
2	Ketahanan Sistem	<i>Casing</i> pelindung dirancang untuk melindungi komponen elektronik dari debu dan kelembaban, serta	Pada penilaian manual juga memiliki kelemahan signifikan, yaitu kelelahan manusia. Ketahanan sistem manual	ketahanan sistem ini juga tergantung pada kondisi perangkat keras dan lingkungan operasional. Perangkat keras seperti kamera dan PC harus dilindungi dari debu,

		meningkatkan durabilitas alat secara keseluruhan.	dipengaruhi oleh kondisi fisik dan konsentrasi individu yang melakukan penilaian dalam jangka panjang.	kelembapan, dan kerusakan fisik untuk memastikan keandalan jangka panjang
3	Harga	Alat ini dapat diproduksi dengan biaya yang efisien dan relatif terjangkau	Identifikasi kematangan buah pepaya secara manual memiliki keunggulan dalam hal biaya awal yang rendah karena tidak memerlukan investasi dalam perangkat keras atau teknologi.	Identifikasi kematangan buah pepaya menggunakan pemrosesan citra melibatkan biaya awal yang lebih tinggi dibandingkan metode manual. Biaya ini mencakup pembelian perangkat keras seperti kamera berkualitas tinggi dan PC yang kuat, serta pengembangan atau pembelian perangkat lunak pemrosesan citra.

5.1.3 Pemenuhan Spesifikasi Sistem

Berdasarkan hasil pengujian indikator dengan sistem yang telah diusulkan bahwa spesifikasi sistem belum terpenuhi secara menyeluruh, dimana hal yang dimaksud tersebut merupakan kesesuaian pada usulan spesifikasi sistem dengan apa yang telah direalisasikan.

Pada spesifikasi sistem terdapat perubahan di bagian komponen dan desain 3D, perubahan komponen yang dimaksud terdapat tambahan berupa komponen *buzzer* dan LCD, sehingga apa yang telah diusulkan dengan apa yang telah terealisasikan berbeda. Pada tabel 5.6 dibawah merupakan perbandingan usulan dengan realisasinya.

Tabel 5. 6 Perbandingan Usulan dan Realisasi

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Dimensi (panjang x lebar x tinggi)	15 x 10 x 8 cm	20x 11 x 10 cm
2	Berat (gram)	2000 gram	2100 gram

3	Baterai	9 V	3.7V x 3 pcs
4	TCS3200	1 pcs	1 pcs
5	LED	2 pcs	2 pcs
6	LCD	2 pcs	1 pcs
7	<i>Buzzer</i>	4 pcs	1 pcs

Dari perubahan tersebut terdapat alasan secara spesifik yang dapat dijelaskan yaitu dengan menggunakan *buzzer* dan LCD dalam sistem identifikasi kematangan buah pepaya memberikan keuntungan yang signifikan dalam efisiensi dan akurasi proses tersebut. *Buzzer* digunakan sebagai output audio yang memberikan notifikasi langsung kepada operator atau pengguna mengenai status identifikasi buah pepaya. Dengan bunyi yang jelas dan mudah dikenali, *buzzer* memberikan indikasi bahwa proses pengukuran intensitas cahaya dan analisis nilai RGB telah selesai, atau bahwa buah pepaya telah diklasifikasikan sebagai matang atau belum matang. Hal ini sangat bermanfaat di lingkungan di mana pengawasan visual mungkin terbatas atau di mana pengguna terlibat dalam tugas-tugas lain .

Sementara itu, LCD berperan sebagai antarmuka visual yang menampilkan informasi lebih rinci kepada pengguna. LCD dapat menampilkan nilai-nilai yang diukur, seperti intensitas cahaya pada saluran warna merah, hijau, dan biru, serta indeks kematangan buah pepaya berdasarkan data sensor TCS3200. Informasi yang ditampilkan oleh LCD memungkinkan operator untuk memonitor proses identifikasi dengan lebih detail dan memberikan kemungkinan untuk interaksi tambahan, seperti penyesuaian parameter atau pengaturan sistem. Kombinasi *buzzer* dan LCD dalam sistem ini memastikan bahwa pengguna mendapatkan *feedback* yang komprehensif dan dapat diandalkan, meningkatkan efisiensi operasional dan akurasi dalam proses identifikasi kematangan buah pepaya.

5.1.4 Pengalaman Pengguna

Implementasi sistem identifikasi kematangan buah pepaya dapat memberikan pengalaman pengguna yang bervariasi tergantung pada keandalan, akurasi, dan kemudahan penggunaan sistem. Penggunaan sistem ini dapat memberikan hasil yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi dalam proses identifikasi buah pepaya, tetapi juga dapat menghadapi beberapa kendala yang perlu

diatasi.pada tabel 5.7 merupakan pengalaman pengguna dalam implementasi sistem identifikasi kematangan buah pepaya.

Tabel 5. 7 Pengalaman Pengguna

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Fungsi	Fungsi sebagai identifikasi kematangan buah pepaya.	Dipertahankan
2	Kemudahan	Pengoperasian <i>alat</i> masih sulit karena ukuran <i>box yang</i> besar.	Penambahan pegangan pada <i>box</i> .
3	Keamanan	Keamanan.	Dipertahankan
4	Ketahanan	Daya tahan pada suatu alat kuat.	Dipertahankan
5	Efisiensi	Mempersingkat waktu dalam identifikasi secara manual.	Dipertahankan
6	Akurasi	Dengan akurasi memungkinkan pengguna dengan cepat memisahkan buah matang dan tidak matang.	Dipertahankan

Pengalaman pengguna dalam implementasi sistem identifikasi kematangan buah pepaya dapat dicapai melalui beberapa aspek kunci yang memberikan nilai tambah signifikan. Pertama, sistem yang mampu memberikan hasil identifikasi dengan tingkat akurasi yang tinggi adalah salah satu keunggulan utama. Kemampuan untuk secara tepat memisahkan buah pepaya yang matang, setengah matang, dan belum matang berdasarkan parameter warna yang akurat memberikan kepastian bagi pengguna dalam proses seleksi dan pengolahan buah pepaya. Efisiensi operasional juga menjadi faktor penting, di mana sistem mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk memeriksa dan mengklasifikasikan buah pepaya secara manual. Hal ini tidak hanya menghemat waktu pengguna, tetapi juga meningkatkan produktivitas dalam lingkungan pengolahan buah pepaya yang seringkali memerlukan penanganan cepat dan akurat. Selain itu, antarmuka pengguna yang intuitif, seperti LCD yang menampilkan hasil identifikasi dengan jelas atau indikator LED/*buzzer* yang memberikan respons visual atau audio, memastikan bahwa sistem dapat dengan mudah dioperasikan oleh siapa pun, tanpa memerlukan pengetahuan teknis yang mendalam. Kemudahan

penggunaan ini tidak hanya meningkatkan adopsi sistem tetapi juga mengurangi kesalahan operator, sehingga meningkatkan kehandalan dan efektivitas penggunaan sistem secara keseluruhan.

5.1.5 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Kesesuaian antara perencanaan manajemen tim dan realisasi sangat penting dalam pembuatan alat identifikasi kematangan buah pepaya untuk memastikan kelancaran dan keberhasilan proyek secara keseluruhan. Perencanaan yang matang, seperti penetapan tujuan jelas, alokasi sumber daya yang tepat, dan penjadwalan waktu yang akurat, memberikan fondasi yang kuat untuk proses realisasi. Manajemen tim yang efektif memastikan bahwa setiap anggota tim memahami peran dan tanggung jawab dengan jelas, serta terlibat aktif dalam pencapaian sebuah proyek. *Monitoring progress* secara teratur membantu dalam mengidentifikasi potensi hambatan atau keterlambatan yang mungkin timbul selama pembelian komponen, perakitan prototipe, pengembangan perangkat lunak, hingga tahap pengujian dan implementasi akhir. Dengan komunikasi yang efektif dan koordinasi yang baik, dapat menyesuaikan rencana secara fleksibel sesuai dengan perubahan yang terjadi selama proses pengerjaan proyek. Hal ini dapat memengaruhi tim dalam mengambil tindakan korektif tepat waktu dan memastikan bahwa proyek berjalan sesuai dengan target yang telah ditetapkan, mencapai hasil akhir yang memuaskan dan sesuai dengan *stakeholder*. Adapun kesesuaian antara usulan dan realisasi dapat dilihat pada tabel 5.8 sebagai berikut

Tabel 5. 8 Kesesuaian antara usulan dan realisasi pengerjaan Tugas Akhir 2

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Perencanaan dan desain awal	Februari	Maret
2	Survei toko alat dan bahan	Maret	Maret
3	Pembelian alat dan bahan	Maret - April	Maret
4	Perakitan <i>prototype</i>	April	April
5	Pengujian fungsionalitas komponen	April	April
6	Kalibrasi sensor	April - Mei	April

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
7	Pemrograman	Mei	Mei
8	Pengujian kode program	Mei	Mei
9	Pengujian <i>prototype</i>	Mei	Mei
10	Pengujian akurasi	Mei - Juni	Mei
11	Evaluasi masalah atau kekurangan pada alat	Juni	Juni
12	Perbaikan atau penyesuaian pada alat	Juni	Juni
13	Perakitan pada 3D	Juni	Juni
14	Implementasi Sistem Identifikasi Kematangan Buah Pepaya	Juni	Juni
15	Pembuatan Laporan	Juni	Juni - Juli

Kesesuaian RAB (Rencana Anggaran Biaya) Tugas Akhir antara usulan dan realisasi dalam pembuatan alat identifikasi kematangan buah pepaya sangat penting untuk memastikan bahwa penggunaan sumber daya dan alokasi biaya sesuai dengan perkiraan awal. Pada tahap usulan proyek, RAB dibuat berdasarkan estimasi biaya yang diperlukan untuk mencapai tujuan proyek, termasuk biaya komponen, perangkat keras, perangkat lunak, dan biaya operasional lainnya. Selama proses realisasi, penting untuk memantau pengeluaran sesuai dengan RAB yang telah disusun, serta melakukan penyesuaian jika terjadi perubahan dalam kebutuhan atau biaya yang tidak terduga. Kesesuaian yang baik antara RAB usulan dan realisasi memastikan bahwa proyek dapat berjalan sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan, menghindari risiko kelebihan biaya atau keterlambatan yang dapat mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek. Selain itu, evaluasi secara berkala terhadap pengeluaran dan pemantauan terhadap kemajuan proyek membantu dalam mengidentifikasi potensi penyimpangan dari RAB dan mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk menjaga konsistensi antara perencanaan awal dan realisasi proyek. Adapun kesesuaian RAB antara usulan dan realisasi dapat dilihat pada tabel 5.6 sebagai berikut.

Tabel 5. 9 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	Sensor TCS3200	3 pcs	Rp 270.000,00	3 pcs	Rp 220.000,00
2	Arduino Uno	2 pcs	Rp 208.000,00	2 pc	Rp 185.000,00
3	LCD	2 pcs	Rp. 140.000,00	2 pcs	Rp. 60.000,00
4	Led hijau	2 pcs	Rp. 1.000,00	6 pcs	Rp. 3.000,00
5	Led merah	2 pcs	Rp. 1.000,00	6 pcs	Rp. 3.000,00
6	Buzzer	4 pcs	Rp. 32.000,00	3 pcs	Rp. 9.000,00
7	Push Button	2 pcs	Rp. 4.000,00	5 pcs	Rp. 5.000,00
8	Switch on/off	-	-	3 pcs	Rp. 6.000,00
9	Holder Baterai	-	-	3 pcs	Rp. 22.000,00
10	Baterai 18650	4 pcs	Rp. 148.000,00	3 pcs	Rp. 165.000,00

Dalam pengerjaan Tugas Akhir (TA) 2, kami menghadapi beberapa kendala yang signifikan, terutama saat melakukan kalibrasi alat deteksi kematangan buah pepaya menggunakan sensor TCS3200. Proses kalibrasi ini terbukti rumit karena sensitivitas sensor yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti cahaya. Penyesuaian yang tepat dalam kalibrasi diperlukan untuk meminimalkan fluktuasi dalam pembacaan warna (RGB) dari buah pepaya, sehingga hasil pengukuran menjadi akurat dan dapat diandalkan. Selain itu, pengaturan threshold untuk menentukan kematangan buah juga menjadi tantangan, dimana nilai ambang batas harus dipilih dengan cermat agar sesuai dengan kondisi aktual buah pepaya yang diuji.

Kendala lain yang kami hadapi adalah ketidakstabilan lingkungan saat pengujian. Perubahan kondisi lingkungan seperti pencahayaan yang berubah-ubah dapat mempengaruhi hasil kalibrasi secara signifikan. Konsistensi lingkungan pengujian harus dipertahankan dengan baik selama proses kalibrasi agar dapat menjamin konsistensi dan akurasi alat dalam menentukan

kematangan buah pepaya. Meskipun kompleksitas dalam kalibrasi ini menambah tantangan dalam pengembangan alat, kami memastikan untuk melakukan pengujian yang teliti dan penyesuaian yang matang untuk mengoptimalkan performa alat dalam aplikasi praktis di lapangan.

Dalam pembuatan alat ini, keterbatasan peralatan perlu disampaikan, terutama terkait kemampuan sensor yang hanya dapat membaca satu titik pada permukaan pepaya. Keterbatasan ini dapat mengakibatkan hasil pengukuran yang mungkin tidak sepenuhnya mewakili keseluruhan kondisi buah, karena pepaya yang matang tidak selalu memiliki distribusi warna yang merata. Untuk mengatasi hal ini, dilakukan modifikasi pada pemrograman alat dengan mengambil empat kali pembacaan di titik yang berbeda pada permukaan pepaya. Hasil dari setiap pembacaan ini kemudian diolah untuk menentukan persentase kematangan buah secara keseluruhan. Dengan pendekatan ini, alat dapat memberikan hasil yang lebih representatif dan akurat, memastikan bahwa penilaian kematangan pepaya menjadi lebih andal meskipun dengan keterbatasan sensor yang ada.

Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 2 dalam pembuatan proyek identifikasi kematangan buah pepaya mencakup implementasi secara langsung dari semua aspek yang direncanakan dalam fase pengembangan. Pada tahap ini melibatkan perakitan perangkat keras menggunakan komponen yang telah dibeli, integrasi sensor TCS3200 dengan mikrokontroler Arduino Uno, serta pengembangan perangkat lunak yang mencakup pemrograman *firmware* untuk mengatur pengambilan data sensor dan antarmuka pengguna. Selain itu, aktivitas ini juga mencakup pengujian sistem secara menyeluruh untuk memastikan bahwa alat dapat mengidentifikasi kematangan buah pepaya secara akurat. Adapun realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 2 dapat dilihat pada tabel 5.6 sebagai berikut.

Tabel 5. 10 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 2

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1	Jumat, 1 Maret 2024, 6 hari	Survei toko <i>offline</i> pembelian alat dan bahan	Galih
2	Kamis, 7 Maret 2024, 6 hari	Survei toko <i>online</i> pembelian alat dan bahan	Iqbal
3	Senin, 11 Maret 2024, 7 hari	Pembelian toko <i>offline</i> alat dan bahan	Iqbal

4	Senin, 18 Maret 2024, 10 hari	Pembelian toko <i>online</i> alat dan bahan	Galih
5	Senin, 1 April 2024, 7 hari	Perakitan komponen	Galih Iqbal
6	Selasa, 9 April 2024, 6 hari	Pengujian fungsional komponen	Galih Iqbal
7	Rabu, 17 April 2024, 9 hari	Kalibrasi sensor	Galih Iqbal
8	Kamis, 2 Mei 2024, 6 hari	Pemrograman	Galih Iqbal
9	Kamis, 9 Mei 2024, 6 hari	Pengujian kode program	Galih Iqbal
10	Kamis, 16 Mei 2024, 6 hari	Pengujian <i>prototype</i>	Iqbal
11	Kamis, 23 Mei 2024, 6 hari	Pengujian akurasi	Galih
12	Senin, 3 Juni 2024, 5 hari	Evaluasi masalah dan kekurangan pada alat	Galih Iqbal
13	Senin, 10 Juni 2024, 6 hari	Perbaikan dan penyesuaian pada alat	Galih Iqbal
14	Senin, 17 Juni 2024, 3 hari	Membuat desain 3D pada alat	Galih Iqbal
15	Kamis, 20 Juni 2024, 2 hari	Mencetak 3D	Vendor
16	Senin, 24 Juni 2024, 3 hari	Pemasangan komponen pada 3D	Galih Iqbal
17	Kamis, 27 Juni 2024, 3 hari	Pengimplementasian alat	Galih Iqbal
18	Senin, 1 Juli 2024, 6 hari	Pembuatan laporan BAB 4, BAB5, dan BAB 6	Galih Iqbal

5.2 Dampak Implementasi Sistem

Implementasi alat deteksi kematangan buah pepaya menggunakan sensor TCS3200 membawa dampak yang signifikan dalam berbagai aspek seperti teknologi, ekonomi, sosial, dan efisiensi operasional. Teknologi sensor TCS3200 memungkinkan pengukuran yang akurat terhadap nilai RGB (*Red, Green, Blue*) pada buah pepaya, yang secara langsung menginformasikan tentang tingkat kematangan buah tersebut. Dengan menggunakan alat ini, pengguna dapat dengan cepat dan objektif menentukan apakah pepaya sudah matang (ditandai dengan LED merah) atau belum matang (ditandai dengan LED hijau). LCD memberikan visualisasi yang jelas terkait nilai RGB yang diukur, sementara *buzzer* memberikan notifikasi audio untuk memudahkan pengguna dalam menentukan kematangan buah pepaya.

Dari segi ekonomi, alat ini dapat mengurangi kerugian petani karena memungkinkan penjualan buah pepaya yang sudah matang dengan harga lebih baik, serta mengoptimalkan proses panen dengan memastikan waktu yang tepat untuk memanen. Selain itu, penggunaan alat ini juga dapat meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan waktu dan sumber daya, mengurangi biaya operasional yang terkait dengan penentuan kematangan buah secara manual. Secara sosial, implementasi teknologi ini memberikan kepercayaan lebih kepada konsumen terhadap produk yang mereka beli, karena buah yang dijual dipastikan dalam kondisi matang optimal. Hal ini dapat memperkuat hubungan antara petani dan pasar, serta meningkatkan kepuasan konsumen yang pada gilirannya mendukung pertumbuhan ekonomi lokal.

Secara keseluruhan, alat deteksi kematangan buah pepaya dengan menggunakan sensor TCS3200 bukan hanya membawa manfaat teknis dalam penentuan kematangan buah, tetapi juga memberikan dampak yang luas dalam meningkatkan efisiensi operasional, meningkatkan kualitas produk, dan memperkuat hubungan sosial ekonomi dalam rantai pasok pertanian.

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Alat yang dikembangkan telah berhasil memenuhi sebagian besar spesifikasi yang diusulkan, terutama dalam hal akurasi pengukuran kematangan berdasarkan nilai RGB. Namun, selama proses pengembangan, kami menghadapi beberapa tantangan terutama dalam kalibrasi sensor yang mempengaruhi konsistensi dan keandalan hasil. Meskipun demikian, tujuan utama proyek untuk menciptakan alat yang dapat membantu dalam menentukan kematangan buah pepaya telah tercapai dengan baik. Meskipun ada beberapa penyempurnaan yang dapat dilakukan, hasil akhirnya memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan teknologi pertanian yang lebih efisien dan akurat.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil pelaksanaan Tugas Akhir ini, terdapat beberapa saran untuk perbaikan dan pengembangan ke depannya. Pertama, perlu dilakukan peningkatan dalam kalibrasi sensor untuk mengatasi fluktuasi lingkungan yang dapat mempengaruhi akurasi pengukuran. Pengembangan lebih lanjut pada algoritma pengolahan data juga dapat meningkatkan ketepatan dalam menentukan kematangan buah pepaya berdasarkan nilai RGB yang diperoleh. Selain itu, untuk meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan, penting untuk mempertimbangkan integrasi dengan teknologi sensor yang lebih canggih atau peningkatan pada perangkat keras seperti kamera dengan resolusi lebih tinggi. Langkah-langkah ini diharapkan dapat menghasilkan sistem yang lebih handal dan efisien dalam mendukung praktik pertanian modern.

Saran Pengembangan Alat Deteksi Kematangan Pepaya Untuk meningkatkan fungsionalitas dan keakuratan alat deteksi kematangan pepaya, disarankan untuk menambahkan fitur pembacaan usia kematangan pepaya. Dengan memasukkan sensor tambahan atau integrasi dengan sistem penghitungan waktu berbasis RTC (Real Time Clock), alat ini dapat memonitor dan mencatat berapa hari pepaya telah matang sejak pertama kali terdeteksi. Fitur ini akan memberikan informasi yang lebih komprehensif kepada pengguna, memungkinkan mereka untuk mengetahui tidak hanya kondisi kematangan saat ini, tetapi juga durasi kematangan pepaya.

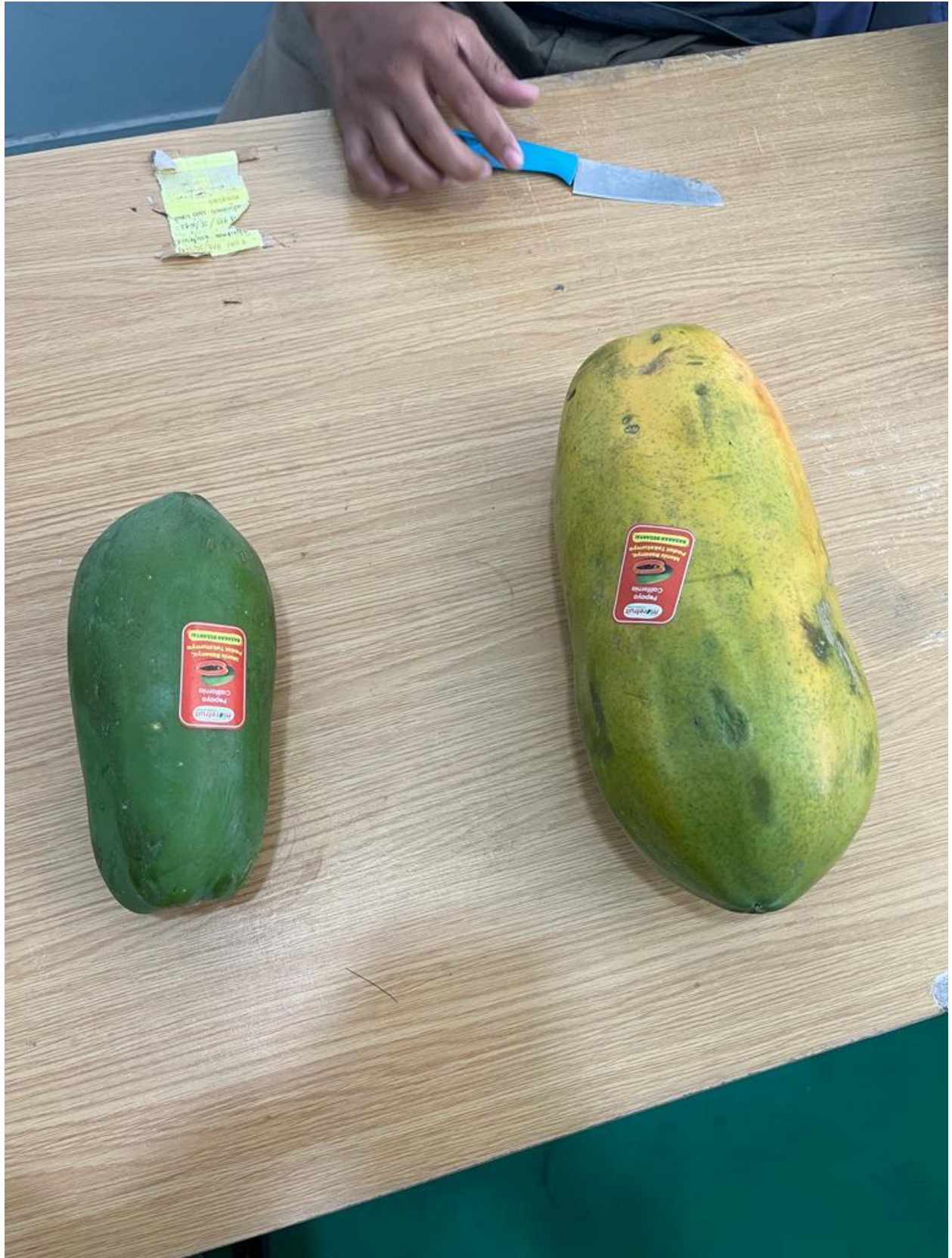
DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Anggriawan, M. Ichwan, and D. B. Utami, “Pengenalan Tingkat Kematangan Tomat Berdasarkan Citra Warna Pada Studi Kasus Pembangunan Sistem Pemilihan Otomatis,” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 3, no. 3, pp. 550–564, 2017, doi: 10.28932/jutisi.v3i3.688.
- [2] R. Pratama *et al.*, “Tomato Fruit Detection Detection Based on Color Features Using His Color Space Transformation Method,” *J. Inform. dan Komputer) p-ISSN*, vol. 2, no. 2, pp. 2355–7699, 2019.
- [3] S. Y. Riska and P. Subekti, “Klasifikasi Level Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Multi-Svm,” *J. Ilm. Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 39–45, 2016, doi: 10.35316/jimi.v1i1.442.
- [4] F. Hermanto Laia, R. Rosnelly, K. Buulolo, M. Christin Lase, and A. Naswar, “Klasifikasi Kematangan Buah Mangga Madani Berdasarkan Bentuk Dengan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Perception,” *Device*, vol. 13, no. 1, pp. 14–20, 2023.
- [5] Pasca Yoghaswara, Izza Anshory, and Shazana Dhiya Ayuni, “Rancang Bangun Alat Deteksi Kematangan BuahPepaya Berdasarkan Warna pada Kulit BuahBerdasarkan Arduino,” *J. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 02, pp. 32–37, 2023.
- [6] P. Yoghaswara, I. Anshory, S. D. Ayuni, and U. M. Sidoarjo, “ARDUINO DESIGN OF PAPAYA FRUIT RIPENESS DETECTION TOOL BASED,” vol. 10, no. 1, pp. 45–53, 2023.
- [7] K. Suketi, R. Poerwanto, and S. Sujiprihati, “Karakter Fisik dan Kimia Buah Pepaya pada Stadia Kematangan Berbeda Physical and Chemical Characteristics of Papaya at Different Maturity Stages,” *Agronomi*, vol. 38, no. 1, pp. 60–66, 2020, [Online]. Available: <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnalagronomi/article/view/1678/724>
- [8] S. Ariessaputra, C. M. Muviyanto, K. Yuniarto, S. M. Al Sasongko, and S. Ch, “Karakterisasi Buah Mangga Berdasarkan Nilai Dielektrik Menggunakan Teknik Double-Ring Resonator,” *J. Sains Teknol. Lingkung.*, vol. 6, no. 1, pp. 61–71, 2020, doi: 10.29303/jstl.v6i1.135.

LAMPIRAN – LAMPIRAN

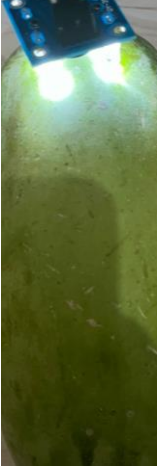
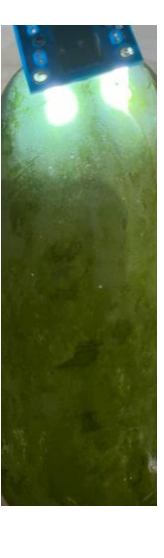


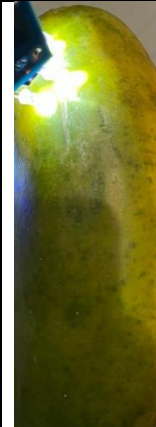




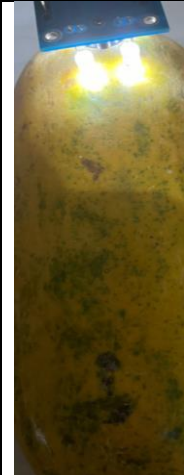
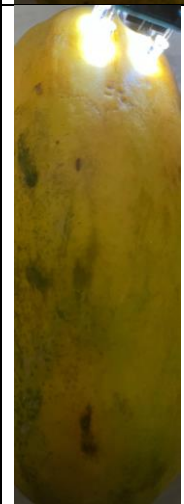



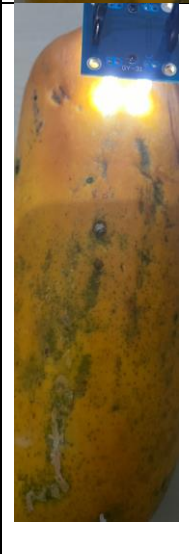

Hasil RGB dengan foto pepaya

Pepaya bagian atas

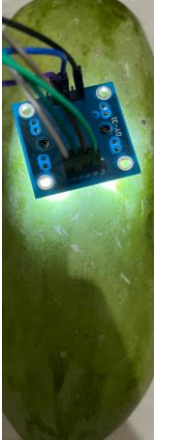

Hari	Nilai RGB	Pepaya
1	Tombol ditekan, memulai deteksi... Red: 75 Green: 215 Blue: 67	
2	Tombol ditekan, memulai deteksi... Red: 140 Green: 215 Blue: 65	
3	Tombol ditekan, memulai deteksi... Red: 170 Green: 213 Blue: 69	




4a	Tombol ditekan, memulai deteksi... Red: 208 Green: 213 Blue: 64	
4b	Tombol ditekan, memulai deteksi... Red: 213 Green: 211 Blue: 62	
4c	Tombol ditekan, memulai deteksi... Red: 210 Green: 212 Blue: 67	


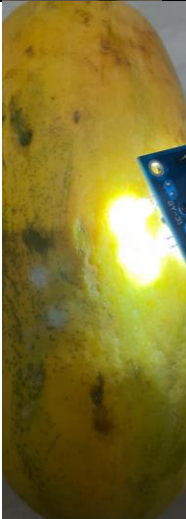

5a	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 220</p> <p>Green: 217</p> <p>Blue: 66</p>	
5b	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 221</p> <p>Green: 219</p> <p>Blue: 62</p>	
5c	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 225</p> <p>Green: 217</p> <p>Blue: 67</p>	


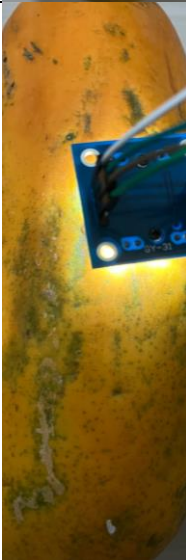
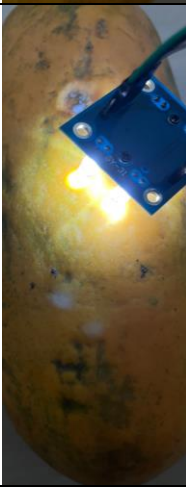
6a	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 228</p> <p>Green: 215</p> <p>Blue: 70</p>	
6b	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 231</p> <p>Green: 212</p> <p>Blue: 61</p>	
6c	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 230</p> <p>Green: 210</p> <p>Blue: 63</p>	

Pepaya bagian tengah




Hari	Nilai RGB	Pepaya
1	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 78</p> <p>Green: 214</p> <p>Blue: 68</p>	
2	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 140</p> <p>Green: 215</p> <p>Blue: 67</p>	
3	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 180</p> <p>Green: 216</p> <p>Blue: 69</p>	




4a	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 205</p> <p>Green: 217</p> <p>Blue: 63</p>	
4b	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 210</p> <p>Green: 215</p> <p>Blue: 64</p>	
4c	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 211</p> <p>Green: 212</p> <p>Blue: 67</p>	




5a	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 223</p> <p>Green: 209</p> <p>Blue: 61</p>	
5b	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 226</p> <p>Green: 210</p> <p>Blue: 63</p>	
5c	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 224</p> <p>Green: 211</p> <p>Blue: 60</p>	

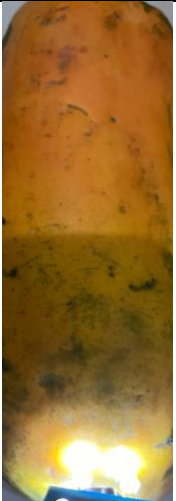

6a	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 235</p> <p>Green: 215</p> <p>Blue: 64</p>	
6b	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 238</p> <p>Green: 209</p> <p>Blue: 67</p>	
6c	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 234</p> <p>Green: 211</p> <p>Blue: 68</p>	

Pepaya bagian bawah

Hari	Nilai RGB	Pepaya
1	Tombol ditekan, memulai deteksi... Red: 81 Green: 214 Blue: 66	
2	Tombol ditekan, memulai deteksi... Red: 142 Green: 213 Blue: 67	
3	Tombol ditekan, memulai deteksi... Red: 175 Green: 211 Blue: 65	

4a	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 206</p> <p>Green: 218</p> <p>Blue: 64</p>	
4b	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 211</p> <p>Green: 213</p> <p>Blue: 61</p>	
4c	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 208</p> <p>Green: 215</p> <p>Blue: 63</p>	

5a	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 223</p> <p>Green: 208</p> <p>Blue: 65</p>	
5b	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 226</p> <p>Green: 211</p> <p>Blue: 70</p>	
5c	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 222</p> <p>Green: 209</p> <p>Blue: 67</p>	

6a	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 232</p> <p>Green: 215</p> <p>Blue: 63</p>	
6b	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 235</p> <p>Green: 212</p> <p>Blue: 66</p>	
6c	<p>Tombol ditekan, memulai deteksi...</p> <p>Red: 233</p> <p>Green: 210</p> <p>Blue: 61</p>	