



INSTITUT TEKNOLOGI PLN

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN SISTEM SORTIR KEPITING BAKAU
(SCYLLA SERRATA) BERBASIS AI**

DISUSUN OLEH :

ALKHAWARIZMI ALIANDA WIDYASALAM

NIM : 202131176

**PROGRAM STUDI STRATA SATU TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TELEMATIKA ENERGI
INSTITUT TEKNOLOGI PLN
JAKARTA 2026**

**PENGEMBANGAN SISTEM SORTIR KEPITING BAKAU
(SCYLLA SERRATA) BERBASIS AI**

SKRIPSI



INSTITUT TEKNOLOGI PLN

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana

DISUSUN OLEH :

ALKHAWARIZMI ALIANDA WIDYASALAM

NIM : 202131176

**PROGRAM STUDI STRATA SATU TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TELEMATIKA ENERGI
INSTITUT TEKNOLOGI PLN
JAKARTA 2026**

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama mahasiswa : Alkhawarizmi Alianda Widyasalam
NIM : 20211176
Program studi : S1 Teknik Informatika
Fakultas/Sekolah *) : Fakultas Telematika Energi
Judul tugas akhir : PENGEMBANGAN SISTEM SORTIR KEPITING BAKAU
(SCYLLA SERRATA) BERBASIS AI

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana baik di lingkungan Institut Teknologi PLN maupun di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab serta bersedia bertanggung jawab segala resiko jika ternyata pernyataan ini tidak benar.

Jakarta, 27 Januari 2026



Alkhawarizmi Alianda Widyasalam

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

SKRIPSI

PENGEMBANGAN SISTEM SORTIR KEPITING BAKAU (*SCYLLA SERRATA*) BERBASIS AI

Disusun Oleh:

ALKHAWARIZMI ALIANDA WIDYASALAM

NIM 202131176

Diajukan untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TELEMATIKA ENERGI
INSTITUT TEKNOLOGI PLN**

Jakarta, 29 Januari 2026

Mengetahui,
Kepala Program Studi
S1 Teknik Informatika



Sely Karmila, S.Kom, M.Si.
NIDN : 03200476021

Disejutui,
Dosen Pembimbing



Dr. Efy Yosrita, S.Si., M.Kom.
NIDN : 0314127401

atc
Efy

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Tugas Akhir : Pengembangan Sistem Sortir Kepiting Bakau
(Scyyla Serrata) Berbasis AI
Nama Mahasiswa : Alkhawarizmi Alianda Widyasalam
NIM : 202131176
Program Studi : S1 Teknik Informatika
Fakultas/Sekolah *) : Telematika Energi

Disetujui Oleh

Pembimbing

Nama Lengkap Dan Gelar : Dr. Efy Yosrita, S.Si, M.Kom
NIDN: 0314127401



Diketahui Oleh

Kepala Program Studi

Nama Lengkap Dan Gelar : Sely Karmila, S.Kom, M.Si
NIDN : 0320047601



Dekan

Nama Lengkap Dan Gelar : Dr. Meilia Nur Indah
Susanti, S.T., M.Kom
NIDN : 0315067601



Tanggal Ujian : 29 Februari 2026

Tanggal Lulus : 27 Februari 2026

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Nama Mahasiswa : Alkhawarizmi Alianda Widyasalam
NIM : 202131176
Program Studi : S1 Teknik Informatika
Fakultas/Sekolah *) : Telematika Energi
Judul tugas akhir : Pengembangan Sistem Sortir Kepiting Bakau
(Scyyla Serrata) berbasis AI

Disetujui Oleh

Ketua Penguji

Nama Lengkap Dan Gelar : Dr. Darma Rusjdi, ST., M.Kom
NIDN: 0320086401



Anggota Penguji I

Nama Lengkap Dan Gelar : M Yoga Distra Sudirman, ST., MTI
NIDN: 0328029002



Anggota Penguji II

Nama Lengkap Dan Gelar : Dr. Efy Yosrita, S.Si, M.Kom
NIDN : 0314127401



Diketahui Oleh

Kepala Program Studi

Nama Lengkap Dan Gelar : Sely Karmila, S.Kom, M.Si
NIDN : 0320047601



UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan ini saya menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada yang terhormat:

Dr. Efy Yosrita, S.Si., M.Kom selaku Dosen Pembimbing

Yang telah memberikan petunjuk, saran-saran, serta bimbingannya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Jakarta, 27 Januari 2026

Tanda Tangan

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized cursive letters, likely representing the name Alkhawarizmi Alianda Widyasalam.

Alkhawarizmi Alianda Widyasalam

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillah dengan segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga Skripsi yang berjudul **“PENGEMBANGAN SISTEM SORTIR KEPITING BAKAU (SCYLLA SERRATA) BERBASIS AI”** dapat diselesaikan.

Adapun Skripsi ini ditujukan untuk memenuhi salah satu persyaratan akademis untuk menyelesaikan Program Studi Starta Satu (S1) Teknik Informatika Fakultas Telematika Energi Institut Teknologi PLN Jakarta. Skripsi ini tidak akan terwujud tanpa bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak atas bimbingan dan arahan serta dukungan selama penyusunan Skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Iwa Garniwa M.K., M.T., IPU., ASEAN Eng., APEC Eng selaku Rektor Institut Teknologi PLN Jakarta.
2. Ibu Dr. Meilia Nur Indah S, ST, M.Kom, selaku Dekan Fakultas Telematika Energi Institut Teknologi PLN Jakarta dan Ibu Sely Karmila, S.Kom, M.Si selaku Kepala Program Studi S1 Teknik Informatika Institut Teknologi PLN Jakarta, sekaligus Dosen Pembimbing Akademik penulis.
3. Ibu Dr. Efy Yosrita, S.Si., M.Kom selaku Dosen pembimbing Skripsi yang telah membimbing penulis dalam penulisan skripsi selama 1 semester.
4. Seluruh dosen Fakultas Telematika Energi Institut Teknologi PLN Jakarta yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat selama penulis menimba ilmu di bangku perkuliahan.
5. Keluarga, terutama kedua orang tua penulis serta saudara-saudari tercinta atas bantuan, dukungan, dan doa yang tak henti dalam perjalanan penulis menyusun Skripsi.
6. Teman-teman penulis yang tidak pernah bosan memberi motivasi serta semangat kepada penulis untuk menyelesaikan penyusunan skripsi.
7. Dan seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan sehingga Skripsi ini selesai tepat pada waktunya.

8. Dan seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan sehingga Skripsi ini selesai tepat pada waktunya.

Penyusunan Skripsi ini jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan, oleh karena itu segala kritik dan saran untuk perbaikan dari semua pihak sangat penulis harapkan. Sekian pengantar dari penulis, besar harapan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Jakarta, 27 Januari 2026

Tanda Tangan



Alkhawarizmi Alianda Widyasalam

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai sivitas akademika Institut Teknologi - PLN, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alkhawarizmi Alianda Widyasalam

NIM : 202131176

Program Studi : S1 Teknik Informatika

Fakultas : Telematika Energi

Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi - PLN **Hak Bebas Royalti Non eksklusif (Non- exclusive Royalty Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PENGEMBANGAN SISTEM SORTIR KEPITING BAKAU (*SCYYLA SERRATA*)
BERBASIS AI

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Institut Teknologi PLN berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 27 Januari 2026

Tanda Tangan



Alkhawarizmi Alianda Widyasalam

ABSTRAK

Kepiting bakau (*Scylla serrata*) merupakan komoditas perikanan bernilai ekonomi tinggi, namun proses sortir seperti identifikasi gender, bobot, dan kualitas fisik masih dilakukan secara manual. Hal ini membutuhkan waktu sortir yang lama, menurunkan produktivitas proses sortir, serta berpotensi menimbulkan stres pada hewan kepiting. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem sortir kepiting bakau berbasis kecerdasan buatan (AI) dengan memanfaatkan kamera Raspberry Pi untuk mengotomatisasi proses identifikasi serta pengelompokan. Metode penelitian menggunakan kerangka *Prototyping* (Purwarupa), dimulai dengan identifikasi kebutuhan, pembuatan *prototype*, Evaluasi pengguna, Perbaikan Prototype, Implementasi dan pengujian, pemeliharaan sistem, hingga penerapan dalam konteks bisnis budidaya kepiting. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada integrasi *computer vision* secara real-time dalam satu sistem berbasis Raspberry Pi 5 yang portabel dan terjangkau. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan identifikasi gender, evaluasi kualitas fisik, serta pengelompokan kepiting bakau secara otomatis pada berbagai skenario pengujian. Sistem mencapai tingkat akurasi rata-rata sebesar 92,3% pada kondisi operasional optimal dengan waktu inferensi berkisar antara 3,5 hingga 4,5 detik per objek. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang hanya menekankan pada deteksi berbasis citra, sistem ini menghadirkan solusi komprehensif dalam sortir kepiting. Penggunaan dua kamera terbukti meningkatkan kelengkapan informasi visual dan membantu meminimalkan kesalahan deteksi. Sistem yang dikembangkan menunjukkan potensi untuk meningkatkan efisiensi operasional, mendukung keberlanjutan budidaya kepiting, serta berkontribusi terhadap peningkatan kesejahteraan hewan. Penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi operasional, mendukung keberlanjutan budidaya, serta berkontribusi pada kesejahteraan hewan.

Kata Kunci: Kepiting bakau, Sistem sortir otomatis, Raspberry Pi 5, Real-time Imaging, Kecerdasan buatan (AI).

ABSTRACT

Mangrove crab (Scylla serrata) is a high-value fisheries commodity; however, sorting processes such as gender identification, weight measurement, and physical quality assessment are still performed manually. This conventional approach is time-consuming, reduces productivity, and may cause stress to the animals. This study aims to develop an artificial intelligence (AI)-based mangrove crab sorting system utilizing Raspberry Pi cameras to automate identification and classification processes. The research employs a Prototyping framework, beginning with requirement identification, prototype development, user evaluation, prototype refinement, system implementation and testing, system maintenance, and eventual application within the business context of crab aquaculture. The novelty of this research lies in the integration of real-time computer vision into a portable and cost-effective system based on Raspberry Pi 5. Experimental results demonstrate that the system is capable of automatically performing gender identification, physical quality evaluation, and classification of mangrove crabs across various testing scenarios. The system achieved an average accuracy rate of 92.3% under optimal operational conditions, with an inference time ranging from 3.5 to 4.5 seconds per object. Unlike previous studies that primarily focus on image-based detection, this system provides a more comprehensive solution for crab sorting. The use of dual cameras has been proven to enhance visual information completeness and help minimize detection errors. The developed system shows strong potential to improve operational efficiency, support sustainable crab aquaculture, and contribute to animal welfare. This research is expected to enhance operational efficiency, promote sustainability in aquaculture practices, and support improvements in animal welfare.

Keywords: Mud crab, Automatic sorting system, Raspberry Pi 5, Real-time imaging, Artificial Intelligence (AI).

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Relevan.....	5
2.2 Landasan Teori	9
2.2.1 Identifikasi Gender Kepiting Bakau	9
2.2.2 Indikator Kepiting Bakau Sehat	11
2.2.3 Indikator Kepiting Bakau Tidak Sehat	12
2.2.4 Bentuk dan Bagian-bagian Kaki Kepiting Bakau	13
2.2.5 Raspberry Pi 5.....	15
2.2.6 Kamera Raspberry Pi	14
2.2.7 Machine Learning.....	17
2.2.8 Deep Learning	18
2.2.9 Edge Computing	21
2.2.10 Image Processing.....	18
2.2.11 Algoritma YOLO.....	19
2.2.12 Metode Prototype	21
2.2.13 Kerangka Pemikiran	22

BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	24
3.2.1 Studi Pustaka.....	24
3.2.2 Pengumpulan Data Primer	24
3.3 Metode Analisis Data	25
3.4 Desain Penelitian.....	25
3.4.1 <i>Requirement Identification</i> (Identifikasi Kebutuhan).....	27
3.4.2 Penetapan Spesifikasi Sistem	28
3.4.3 Alur Data Sistem.....	31
3.4.4 <i>Develop Prototype</i> (Pembuatan Prototype).....	33
3.4.5 <i>User Evaluation</i> (Evaluasi Prototype oleh Pengguna)	34
3.4.6 <i>Refine Prototype</i> (Perbaikan Prototype).....	35
3.4.7 <i>Implementation and Testing</i>	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Hasil	38
4.1.1 Gambaran Umum Sistem Otomatis Kepiting	39
4.1.2 Konfigurasi Akuisisi Data Multi-Kamera.....	39
4.1.3 Hasil Pengujian Berdasarkan Variasi Posisi kepiting	39
4.1.4 Hasil Pengujian Berdasarkan Variasi Pencahayaan.....	42
4.1.5 Hasil Pengujian Deteksi Kesehatan Kepiting.....	43
4.1.6 Hasil Pengujian Waktu Inferensi dan Respon Sistem.....	45
4.1.7 Ringkasan Hasil Pengujian Sistem.....	46
4.2 Pembahasan.....	46
4.2.1 Pengaruh Posisi Kepiting terhadap Kinerja Sistem	46
4.2.2 Pengaruh Pencahayaan terhadap Proses Deteksi Kepiting.....	47
4.2.3 Hasil Inferensi Model Kelengkapan Kaki Kepiting	48
4.2.4 Hasil Inferensi Model Gender Kepiting.....	49
4.2.5 Hasil Evaluasi Performa YOLO dalam deteksi Kesehatan Kepiting.....	50
4.2.6 Kontribusi Sistem Dual Kamera	50

4.2.7	Evaluasi Hasil YOLO	51
4.2.8	Kinerja Sistem Secara Keseluruhan dan Kelayakan Implementasi	52
4.2.9	Keterbatasan Sistem dan Arah Pengembangan	52
BAB V	PENUTUP.....	54
5.1	Kesimpulan.....	54
5.2	Saran	55
DAFTAR PUSTAKA.....		56
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		60
LAMPIRAN		61
Lampiran 1	Berita Acara Hasil Wawancara Pegawai CV. Bintang Samudera.....	61
Lampiran 2	Surat Permohonan Mengikuti Sidang Skripsi	64
Lampiran 3	Surat Keterangan Persyaratan Akademik dan Keuangan	65
Lampiran 4	Sertifikat English Language Test	66
Lampiran 5	Sertifikat Microsoft Office Specialist	67
Lampiran 6	Sertifikat Microsoft Certified Fundamentals.....	68
Lampiran 7	Surat Validasi MOS dari ITCC	69
Lampiran 8	Surat Validasi MCF dari ITCC	70
Lampiran 9	Lembar Bimbingan Skripsi	71
Lampiran 10	Rekapitulasi Nilai	73
Lampiran 11	Bukti Pembayaran Sidang	75
Lampiran 12	Surat Keterangan Bebas Administrasi	76
Lampiran 13	Lembar Prosentasi Turnitin	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Raspberry Pi 5.....	15
Tabel 2. 2 Spesifikasi Camera Raspberry Pi 5	16
Tabel 2. 3 Ukuran Model YOLOv11 (Ultralytics, 2025)	21
Tabel 4. 1 Pembagian kondisi hasil deteksi	39
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Berdasarkan Variasi Posisi Kepiting	40
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Berdasarkan Variasi Pencahayaan.....	42
Tabel 4. 4 Profiling Waktu Inferensi Sistem	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 (a) Kepiting Bakau Jantan (b) Kepiting Bakau Betina.....	10
Gambar 2. 2 Cangkang kepiting bakau yang sehat	11
Gambar 2. 3 Bercak berwarna pada kepiting bakau yang tidak sehat	12
Gambar 2. 4 Teritip pada kepiting bakau	13
Gambar 2. 5 Bentuk dan bagian-bagian kaki kepiting bakau (a) cheliped, (b) Kaki jalan, (c) kaki renang.....	14
Gambar 2. 6 Struktur morfologis tubuh kepiting bakau (<i>Scylla paramamosain</i>) (a) tampak dorsal dan (b) tampak ventral.....	14
Gambar 2. 7 Raspberry Pi	15
Gambar 2. 8 Camera Raspberry Pi.....	16
Gambar 2. 9 Arsitektur Algoritma YOLO.....	19
Gambar 2. 10 Model Arsitektur dalam YOLOv11	20
Gambar 2. 11 Kerangka Pemikiran	22
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian.....	25
Gambar 3. 2 Metodologi Penelitian	26
Gambar 3. 3 Blok Diagram Spesifikasi sistem	30
Gambar 3. 4 Spesifikasi Sistem	31
Gambar 3. 5 Flowchart Alur Data	32
Gambar 3. 6 Desain Prototype Profiling Machine	33

Gambar 3. 7 Rancangan prototype Sistem Sortir Kepiting Bakau.....	34
Gambar 3. 8 Tampilan Antarmuka Web (Dashboard)	36
Gambar 4. 1 Desain Sistem Sortir Kepiting	38
Gambar 4. 2 Hasil deteksi kelengkapan kaki kepiting pada variasi posisi optimal	40
Gambar 4. 3 Hasil deteksi sistem pada variasi posisi optimal kepiting	41
Gambar 4. 4 Hasil deteksi sistem pada variasi posisi kepiting terlihat sebagian.....	41
Gambar 4. 5 Perbandingan hasil deteksi pada kondisi pencahayaan berbeda	43
Gambar 4. 6 Hasil deteksi Kesehatan kepiting bakau.....	44
Gambar 4. 7 Hasil deteksi pada kondisi Objek Kepiting tidak terlihat.....	46
Gambar 4. 8 Hasil inferensi kaki renang kepiting bakau	48
Gambar 4. 9 Hasil inferensi kaki gerak kepiting bakau	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Berita Acara Hasil Wawancara Pegawai CV. Bintang Samudera	44
Lampiran 2 Surat Permohonan Mengikuti Sidang Skripsi	47
Lampiran 3 Surat Keterangan Persyaratan Akademik dan Keuangan	48
Lampiran 4 Sertifikat English Language Test.....	49
Lampiran 5 Sertifikat Microsoft Office Specialist.....	50

Lampiran 6 Sertifikat Microsoft Certified Fundamentals	51
Lampiran 7 Surat Validasi MOS dari ITCC	52
Lampiran 8 Surat Validasi MCF dari ITCC	53
Lampiran 9 Lembar Bimbingan Skripsi.....	54
Lampiran 10 Rekapitulasi Nilai	56
Lampiran 11 Bukti Pembayaran Sidang.....	58
Lampiran 12 Surat Keterangan Bebas Administrasi	59
Lampiran 13 Lembar Prosentasi Turnitin	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kepiting bakau (*Scylla serrata*) adalah salah satu komoditas perikanan bernilai ekonomi tinggi yang semakin menguntungkan pada tahun 2025. Berdasarkan data yang diperoleh dari Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia (KKP), produksi kepiting di Indonesia pada tahun 2022 menghasilkan hingga 14.214 ton dengan nilai yang ditaksir mencapai Rp986 miliar. Selain itu, nilai impor kepiting secara global pada periode 2017–2022 meningkat secara signifikan dari USD 3,83 miliar menjadi USD 6,09 miliar dengan perkembangan rata-rata sebanyak 11,13% per tahun (KKP, 2023). Peningkatan permintaan baik di pasar domestik maupun internasional menjadikan kepiting bakau sebagai salah satu komoditas unggulan yang memiliki prospek besar untuk mendukung ketahanan pangan dan perekonomian nasional.

Salah satu perusahaan yang bergerak dalam pengembangan teknologi untuk budidaya kepiting bakau adalah PT. Berjaya Inovasi Global (BIG). Perusahaan ini meluncurkan produk inovatif bernama KEBAK, yaitu sistem pemantauan berbasis AI yang terintegrasi dengan aplikasi web dan mobile serta didukung teknologi IoT. Produk ini memanfaatkan data real-time untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan dalam industri budidaya kepiting (PT. Berjaya Inovasi Global, 2025).

Dalam rantai pasok kepiting, salah satu tahap krusial adalah proses sortir berdasarkan parameter seperti jenis kelamin, Kesehatan, dan kualitas fisik. Namun, hingga saat ini proses sortir masih banyak dilakukan secara manual melalui pemeriksaan visual dan penimbangan konvensional. Dikutip dari hasil wawancara dengan Pak Irfan selaku pegawai di salah satu distributor kepiting yang telah berdiri sejak tahun 2009, CV. Bintang Samudra, proses penyortiran kepiting bakau dengan kapasitas kurang lebih 30 kg/box atau setara dengan 50 sampai 60 ekor kepiting bakau, umumnya memerlukan waktu sekitar 5 hingga 10 menit untuk setiap pekerja. Cara ini tidak hanya memakan waktu dan bergantung pada keahlian pekerja, tetapi juga dapat menimbulkan stres pada kepiting yang berpotensi menurunkan kualitas produk (Syahputra, 2021). Dalam skala industri, keterbatasan ini mengurangi efisiensi operasional dan daya saing. Oleh karena

itu, dibutuhkan inovasi berupa sistem sortir otomatis berbasis kecerdasan buatan (AI) yang mampu meningkatkan produktivitas, akurasi, serta keberlanjutan.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan *edge computing* membuka peluang otomatisasi dalam industri perikanan melalui perangkat seperti *Raspberry Pi 5* yang mampu memproses data secara real time di lokasi budidaya. Dengan integrasi kamera untuk deteksi kepiting, sistem sortir otomatis dapat dibangun tanpa ketergantungan pada server pusat, mendukung konsep *smart aquaculture* yang efisien dan berkelanjutan.

Penelitian terdahulu juga menunjukkan efektivitas teknologi ini, seperti (Lamhot Fernando Remember Simanjuntak et al., 2023) dengan deteksi spesies ikan akurasi >90%, serta (Mahbubi et al., 2025) yang membuktikan sistem IoT untuk pemantauan kualitas air tambak mampu meningkatkan produktivitas. Temuan-temuan tersebut menegaskan potensi besar integrasi AI dan IoT dalam modernisasi perikanan. Penelitian ini turut berkontribusi terhadap pencapaian SDG Tujuan 2 (*Zero Hunger*) melalui peningkatan produktivitas dan kesejahteraan nelayan, serta penerapan teknologi yang mendukung praktik perikanan berkelanjutan dan upaya pelestarian sumber daya genetik lokal.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis akan melakukan penelitian berjudul **“Pengembangan Sistem Sortir Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) Berbasis AI”** yang difokuskan pada perancangan dan implementasi sistem sortir otomatis menggunakan kamera *Raspberry*. Penulis berharap industri budidaya kepiting di Indonesia dapat meningkatkan efisiensi, akurasi, serta daya saing di pasar global, sekaligus mendukung keberlanjutan perikanan nasional.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang yang sudah dijelaskan, maka penulis dapat merumuskan beberapa poin permasalahan sebagai berikut:

- 1) Bagaimana merancang sistem sortir otomatis kepiting bakau dengan menggunakan kamera *Raspberry Pi* berbasis AI?
- 2) Bagaimana mengintegrasikan dua kamera *Raspi* dengan *Raspberry Pi 5* untuk memperoleh data kesehatan, kelengkapan kaki, dan gender kepiting secara real time dalam proses sortir?

- 3) Bagaimana kinerja sistem sortir otomatis berbasis AI dan IoT ini dalam meningkatkan efisiensi dibandingkan metode sortir manual yang masih digunakan saat ini?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Merancang dan membangun sistem untuk sortir otomatis kepiting bakau dengan menggunakan kamera Raspberry Pi berbasis algoritma AI.
- 2) Mengimplementasikan integrasi dua kamera Raspi dengan Raspberry Pi 5 untuk memperoleh data Kesehatan, kelengkapan kaki, dan gender kepiting secara real time pada proses sortir.
- 3) Mengevaluasi kinerja sistem sortir otomatis berbasis AI dan IoT dalam meningkatkan efisiensi dibandingkan metode sortir manual yang saat ini digunakan.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

- 1) Dapat Memberikan kontribusi ilmiah dalam penerapan kecerdasan buatan (AI) dan Internet of Things (IoT) pada sektor perikanan, khususnya dalam sistem sortir kepiting bakau berbasis *edge computing*.
- 2) Memberikan solusi alternatif proses sortir kepiting bakau pada industri perikanan, sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada metode manual dan mendukung keberlanjutan budidaya.
- 3) Menjadi referensi akademis bagi penelitian selanjutnya terkait integrasi Raspberry Pi 5 dalam pengembangan sistem otomatisasi perikanan.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Ruang lingkup yang dibahas pada skripsi ini antara lain sebagai berikut:

- 1) Penelitian ini berpusat pada pengembangan sistem sortir kepiting bakau berbasis AI dengan memanfaatkan kamera Raspberry Pi untuk deteksi gender, Kesehatan, dan kelengkapan kaki kepiting.
- 2) Karakteristik utama yang dianalisis meliputi bentuk abdomen kepiting sebagai penentu gender, kondisi cangkang kepiting sebagai penentu kesehatan, dan kelengkapan jumlah kaki pada kepiting.

- 3) Implementasi sistem hanya mencakup proses akuisisi citra dan klasifikasi gender, Kesehatan, dan kelengkapan tubuh keping, tanpa membahas aspek mekanis sortir atau kondisi lingkungan budidaya.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada proyek skripsi ini disusun mengacu pada pedoman penulisan tugas skripsi yang berlaku di Institut Teknologi PLN, dengan penjabaran sebagai berikut:

a. BAB I PENDAHULUAN

Bab satu ini berisi penjelasan mengenai latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan penelitian, serta manfaat yang diharapkan dari penelitian. Selain itu, bab ini juga menjelaskan ruang lingkup dan batasan penelitian secara jelas. Di dalamnya mencakup identifikasi permasalahan, penjabaran tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan laporan.

b. BAB II TINJUAN PUSTAKA

Bab kedua ini membahas berbagai teori yang bersumber dari literatur relevan sebagai dasar pendukung penelitian. Tinjauan pustaka disusun untuk memberikan landasan teoritis yang mendukung pelaksanaan penelitian.

c. BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ketiga ini dijelaskan tahapan penelitian secara terstruktur yang dilengkapi dengan diagram alur penelitian. Uraian mencakup proses perencanaan, perancangan sistem, analisis metode yang digunakan, hingga tahap pengujian penelitian.

d. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab keempat ini menyajikan hasil penelitian yang telah dilakukan, disertai dengan analisis dan pembahasan terhadap hasil yang diperoleh. Pembahasan bertujuan untuk memberikan interpretasi dan pemahaman yang lebih mendalam terhadap temuan penelitian.

e. BAB V PENUTUP

Bab kelima ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari keseluruhan penelitian. Selain itu, disertakan pula saran yang dapat digunakan sebagai bahan evaluasi maupun pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Relevan

Berikut terdapat beberapa penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan teori disajikan sebagai referensi pembandingan sekaligus acuan dalam memahami serta menyusun metode penelitian yang akan diterapkan.

Penelitian pertama yang dilakukan oleh (Zhao et al., 2025) bertujuan untuk memberikan metode yang hemat biaya, otomatis, dan akurat untuk memantau kepiting pertapa, yang merupakan indikator penting kesehatan lingkungan di ekosistem pesisir, sehingga mendukung upaya konservasi benthos pesisir. Studi ini mengembangkan metode canggih untuk mendeteksi kepiting pertapa dalam citra yang ditangkap UAV. Ini melibatkan penggabungan rekonstruksi resolusi super (SRR) dengan jaringan deteksi objek YoLoV8 yang ditingkatkan untuk meningkatkan upaya pemantauan di ekosistem pesisir. Dataset yang digunakan berasal dari gambar kepiting pertapa yang ditangkap oleh drone DJI Phantom 4 yang beroperasi pada ketinggian 5 meter. Kamera drone diposisikan di nadir, memberikan bidang pandang (FOV) 94° dan susunan piksel 5472 x 3648. Pengumpulan data diatur waktunya untuk periode air surut, biasanya sekitar jam 3 sore, untuk meminimalkan kilatan matahari dan memastikan visibilitas optimal, menutupi kedalaman dari dasar danau yang terbuka hingga 30 cm air (Zhao et al., 2025). Seluruh proses pengumpulan data memakan waktu sekitar setengah jam. Sebagai kesimpulan, penelitian ini membawa kemajuan signifikan dalam pemantauan kepiting pertapa yang otomatis dan hemat biaya, penelitian ini juga menawarkan wawasan berharga untuk pengelolaan dan konservasi ekosistem laut, juga secara bersamaan menguraikan jalur yang jelas untuk pengembangan teknologi lebih lanjut (Zhao et al., 2025).

Penelitian kedua yang dilakukan oleh (Khumaidi & Nurpadilah, 2024) menunjukkan bahwa arsitektur CNN MobileNETv2 sangat efektif untuk mengklasifikasikan kepiting soka molting dan non-molting, sehingga dapat mencapai

akurasi deteksi 100%. Penelitian ini menggunakan metodologi terstruktur yang mencakup pengumpulan data, pra-pemrosesan, deteksi objek, klasifikasi, dan evaluasi kinerja untuk mendeteksi kepiting molting menggunakan teknik pembelajaran mesin. Kemudian kinerja setiap algoritma klasifikasi dievaluasi menggunakan beberapa metrik: akurasi, presisi, ingatan, dan Skor F1 (Khumaidi & Nurpadilah, 2024). Kinerja ini diamati selama fase pelatihan dan validasi, menunjukkan kemampuan model yang kuat untuk menggeneralisasi ke data baru tanpa terlalu pas. Hasilnya algoritma MobileNETv2 memiliki potensi untuk digunakan dalam aplikasi sistem klasifikasi kepiting soka berbasis seluler karena efisiensi dan akurasinya (Khumaidi & Nurpadilah, 2024).

Penelitian ketiga yang dilakukan oleh (Lamhot Fernando Remember Simanjuntak et al., 2023). Mengusulkan sistem penyortir dan penghitung ikan lele berbasis IoT. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan kinerja dengan tingkat kesalahan 11,14% untuk ikan lele 20E/Kg dan 19,79% untuk ikan lele 15E/Kg, yang secara signifikan lebih rendah daripada tingkat kesalahan yang dilaporkan dalam penelitian sebelumnya (Lamhot Fernando Remember Simanjuntak et al., 2023). Sistem dapat secara akurat menampilkan hasil penyortiran pada LCD dan melalui aplikasi seluler Blynk, memungkinkan pemantauan jarak jauh demi memastikan konsistensi data. Yang terpenting, proses penyortiran dilakukan secara lembut, tidak menyebabkan cedera atau stres pada ikan lele, meskipun telah digunakan berulang-ulang. Hal ini membuat sistem penyortir dan penghitung ikan lele berbasis IoT menjadi alat yang efektif dan tidak terlalu merusak bagi petani ikan lele, terutama untuk menyortir ikan pada usia penolakan (Lamhot Fernando Remember Simanjuntak et al., 2023).

Penelitian keempat yang dilakukan oleh (Obaid & Hamad, 2024). Mengembangkan sistem berbasis IoT untuk mendeteksi tumpahan pipa minyak secara *real-time*, dengan memanfaatkan teknologi drone yang dilengkapi dengan kamera Raspberry Pi dan perangkat komputer raspberry Pi untuk menangkap gambar dan mengambil data GPS. Data ini kemudian ditransmisikan ke stasiun pangkalan melalui protokol MQTT IoT untuk diproses. Selanjutnya di stasiun pangkalan, dilakukan teknik pembelajaran mendalam (*Deep Learning*), khususnya DexinEd, dan juga algoritma warna LAB yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kontur tumpahan, serta menentukan area dan perimeternya. Sistem ini kemudian diuji pada sistem pipa minyak Irak dan

hasilnya sistem ini mampu mendeteksi tumpahan dengan berbagai ukuran, hasil percobaan tersebut terbukti lebih akurat daripada metode tradisional(Obaid & Hamad, 2024). Pendekatan ini secara efektif mengurangi biaya sekaligus menyediakan pemantauan real-time dan peringatan untuk kebocoran yang signifikan berdasarkan ambang batas yang telah ditentukan(Obaid & Hamad, 2024).

Penelitian kelima yang dilakukan oleh(Rezkiawan et al., 2022). Membandingkan kinerja algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN), *Support Vector Machine* (SVM), dan *Random Forest Classifier* (RFC) untuk mengklasifikasikan kepiting molting. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari gambar kepiting, dikategorikan menjadi dua kelas: kepiting molting dan non-molting. Total dataset terdiri dari 1060 gambar, yang kemudian dibagi menjadi 1000 gambar untuk pelatihan dan 60 gambar untuk tujuan pengujian. Hasilnya menunjukkan bahwa KNN mencapai kinerja terbaik di antara ketiganya, dengan akurasi 98,33%, presisi 98,33%, ingatan 98,38%, dan Skor F1 98,33%. Sebaliknya, baik SVM dan RFC menunjukkan akurasi dan skor F1 96,66%(Rezkiawan et al., 2022). Sementara SVM memiliki presisi yang sedikit lebih tinggi pada 96,87% dibandingkan dengan RFC 96,66%, dan penarikan 96,66% dibandingkan dengan RFC 96,87%, KNN secara konsisten mengungguli mereka di semua metrik(Rezkiawan et al., 2022).

Penelitian keenam yang dilakukan oleh(Yudistira et al., 2023). Mengembangkan sistem untuk mengklasifikasikan bentuk item menggunakan algoritma *Oriented Fast and Rotated Brief* (ORB) dan *K-Nearest Neighbor* (KNN), yang diimplementasikan ke dalam perangkat Raspberry Pi. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 38 item yang difoto secara manual di tiga bentuk (Kubus, Segitiga, Tabung), ditangkap dengan pengaturan kamera dan dimensi gambar yang telah ditentukan, dan diproses menjadi skala abu-abu untuk perhitungan yang efisien. Hasil penelitian menunjukkan kemampuan untuk mengenali dan mengklasifikasikan item seperti 'Kubus', 'Segitiga', dan 'Tabung' bahkan ketika diputar. Hasil analisis menunjukkan akurasi klasifikasi 89% untuk metode ORB-KNN(Yudistira et al., 2023). Jika dibandingkan dengan metode SIFT-KNN, ORB-KNN terbukti lebih efektif, mencapai akurasi yang lebih tinggi 89% dibandingkan SIFT-KNN 61%(Yudistira et al., 2023).

Penelitian ketujuh yang dilakukan oleh (Hamzaoui et al., 2025). Bertujuan untuk mendeteksi ikan yang terinfeksi sindrom ulseratif epizootik dan kutu ikan *Argulus* spp. Metode Model YOLO (*You Only Look Once*) versi 5 (YOLOV5) yang ditingkatkan dan dikembangkan sedemikian rupa. Dalam konteks *transfer learning*, model yang ditingkatkan ini menggunakan model yang telah dilatih sebelumnya pada gambar biner. Model yang ditingkatkan diimplementasikan dan diintegrasikan ke dalam Raspberry Pi 5 (Hamzaoui et al., 2025). Hasil dari eksperimen menunjukkan bahwa model ini lebih efektif daripada model YOLOV5 sederhana. Kesimpulan penelitian ini dengan menggunakan metrik evaluasi presisi, recall, mAP50, dan mAP50-95, model baru yang dibuat dapat mencapai tingkat akurasi 0,944, 0,969, 0,989, dan 0,954 (Hamzaoui et al., 2025).

Penelitian kedelapan yang dilakukan oleh (Rachman et al., 2023). Bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi dini *Epizootic Ulcerative Syndrome* (EUS) pada ikan menggunakan teknik pemrosesan *Image Deep Learning*. Tujuan utamanya adalah untuk mengatasi keterbatasan metode identifikasi visual tradisional, yang seringkali ambigu dan bergantung pada pengalaman pembudidaya atau ahli. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari gambar ikan yang terinfeksi EUS dan menunjukkan nekrosis, bersumber dari gambar sampel penelitian sebelumnya. Hasil eksperimen menunjukkan berdasarkan skor F1 dengan akurasi rata-rata 84% untuk identifikasi gambar menggunakan 80 data tambahan (Rachman et al., 2023). Penelitian ini menyimpulkan bahwa pendekatan pemrosesan gambar yang diusulkan, memanfaatkan *deep learning*, dapat secara efektif memberikan solusi deteksi dini untuk penyakit EUS pada ikan. Model komputasi arsitektur terbaik yang diidentifikasi adalah Segnet dengan MobileNet Backbone, yang mencapai *Mean IoU* dan *Frequency Weighted IoU* terbaik pada data validasi masing-masing sebesar 65,35% dan 96,2% (Rachman et al., 2023). Penurunan akurasi yang signifikan dari fase pelatihan ke fase pengujian dan validasi menunjukkan bahwa kualitas kumpulan data perlu ditingkatkan (Rachman et al., 2023).

Berdasarkan tinjauan terhadap delapan penelitian sebelumnya, sebagian besar sistem deteksi objek masih menggunakan satu sudut pengambilan citra dan belum mengintegrasikan multi klasifikasi biologis secara simultan. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem dengan pendekatan dual kamera serta klasifikasi multi parameter untuk meningkatkan akurasi dan kelengkapan informasi visual. Terdapat juga

beberapa aspek yang memiliki keterkaitan erat dengan penelitian ini, baik dari sisi metode, pendekatan, maupun tujuan penerapannya. Kesimpulan dari jurnal tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Penerapan algoritma YOLO11 dalam deteksi objek. Berbagai penelitian sebelumnya telah memanfaatkan algoritma YOLO11 pada beragam bidang, termasuk sektor perikanan dan kelautan, seperti deteksi ikan, objek bawah air, serta tanaman. Keberhasilan YOLO11 dalam melakukan deteksi objek berbasis citra menunjukkan bahwa algoritma ini memiliki kemampuan generalisasi yang baik serta tingkat akurasi yang tinggi. Hal tersebut menjadi dasar pemilihan YOLO11 sebagai algoritma utama dalam penelitian ini untuk mendukung proses deteksi otomatis terhadap kondisi kesehatan, jenis kelamin, dan kelengkapan kaki kepiting bakau.
2. Penggunaan Raspberry Pi 5 dalam sistem pengolahan citra berbasis *Internet of Things* (IoT) dan kecerdasan buatan. Perangkat ini mampu mengintegrasikan kamera sebagai sensor visual untuk mendukung implementasi *computer vision* berbasis *machine learning* maupun *deep learning*. Dalam penelitian ini, Raspberry Pi 5 digunakan untuk mengambil data citra dan mengirimkannya ke lingkungan *Windows Subsystem for Linux* (WSL) yang berfungsi sebagai server pemrosesan model *machine learning*. Integrasi tersebut menerapkan konsep distribusi pemrosesan data, di mana Raspberry Pi bertugas melakukan pengambilan data di lapangan, sedangkan WSL menangani pemrosesan dan penyimpanan data, sehingga sistem dapat bekerja lebih efisien, responsif, dan skalabel.

2.2 Landasan Teori

Landasan teori memuat berbagai konsep yang diperoleh dari kajian literatur yang disusun secara sistematis sesuai dengan ruang lingkup penelitian. Bagian ini mencakup definisi serta penjelasan teori secara terstruktur. Penyusunan landasan teori diharapkan dapat memberikan arah yang jelas serta memperkuat dasar konseptual penelitian.

3.4.6 Identifikasi Gender Kepiting Bakau

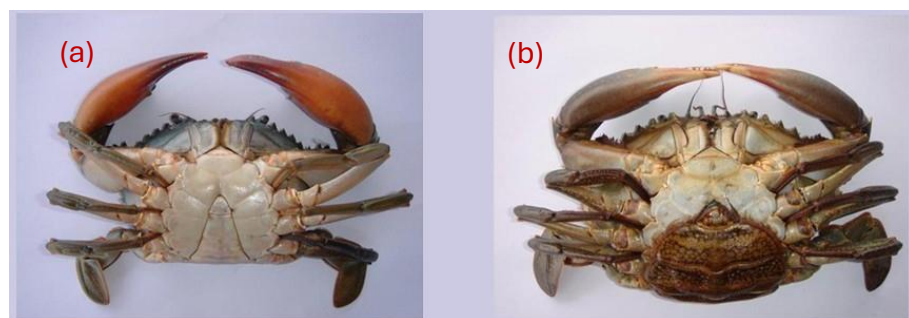
Kepiting bakau (*mud crab*) merupakan jenis kepiting yang hidup dan berkembang di lingkungan ekosistem hutan mangrove (Mahbubi et al., 2025). Kepiting ini umumnya

memiliki ciri fisik berupa karapas berbentuk bulat dan keras yang melindungi seluruh bagian tubuhnya. Warna tubuhnya cenderung menyerupai warna lumpur, yaitu cokelat kehitaman, sementara bagian perutnya berwarna putih kekuningan (Direktorat Jenderal Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, 2023).

Kepiting bakau (*Scylla serrata*) sudah dapat diidentifikasi jenis kelaminnya sejak berada pada fase juvenil, yaitu ketika struktur tubuh dan organ-organ utamanya telah terbentuk secara sempurna, meskipun ukuran tubuhnya masih relatif kecil. Secara umum, kepiting bakau diperkirakan memerlukan waktu sekitar 12-14 bulan, yang mana pada umur ini kepiting sudah cukup dewasa secara reproduksi dan jenis kelaminnya bisa terlihat jauh lebih jelas.

Abdomen kepiting bakau berada pada sisi ventral tubuh, tepatnya di bagian tengah sternum toraks. Bagian penutup abdomen (*abdominal flap*) berbentuk seperti lempengan yang berfungsi melindungi pleopod (*gonopod*). Perbedaan jenis kelamin kepiting bakau dapat diidentifikasi melalui bentuk abdomen. Variasi ukuran, bentuk abdomen, serta struktur ruas pada penutup abdomen menjadi salah satu indikator utama dalam membedakan kepiting jantan dan betina.

Bentuk abdomen pada kepiting bakau jantan dan betina dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. 1 (a) Kepiting Bakau Jantan (b) Kepiting Bakau Betina

Berdasarkan Gambar 2.1, abdomen kepiting jantan memiliki bentuk segitiga dengan ruas abdomen yang relatif sempit dan meruncing pada bagian ujung sehingga menyerupai huruf “V” atau bentuk tugu. Sebaliknya, abdomen kepiting betina berbentuk lebih membulat dengan ruas yang melebar di bagian ujung, menyerupai huruf “U” atau bentuk stupa. Pada bagian bawah abdomen kepiting betina terdapat bulu-bulu atau umbai-umbai yang berfungsi sebagai tempat melekat dan mengerami telur (Yuniarti, 2020).

Secara alami, kepiting bakau hidup di perairan payau dengan substrat dasar berlumpur yang umumnya berada di sepanjang wilayah pesisir yang ditumbuhi vegetasi mangrove(Mahbubi et al., 2025). Ekosistem mangrove memiliki peran ekologis yang penting, antara lain sebagai pelindung garis pantai dari pengaruh angin, arus, dan gelombang, serta sebagai habitat, area mencari makan (*feeding ground*), tempat pembesaran (*nursery ground*), dan lokasi pemijahan (*spawning ground*) bagi berbagai organisme, termasuk kepiting bakau (Yuniarti, 2020).

2.2.2 Indikator Kepiting Bakau Sehat

Kepiting bakau (*Scylla serrata*) merupakan jenis kepiting yang hidup di lingkungan mangrove atau hutan bakau(Rustikasari et al., 2021). Spesies *Scylla serrata* diketahui sebagai jenis kepiting bakau yang paling dominan di Indonesia, dengan perkiraan kontribusi mencapai sekitar 80% dari total pendaratan kepiting bakau(Fauziah et al., 2024).

Karakteristik karapas (Cangkang) normal memiliki bentuk oval hingga cenderung membulat dengan warna yang bervariasi dari hijau hingga coklat(Aqza et al., 2023). Di bawah ini merupakan contoh gambar kepiting bakau yang sehat



Gambar 2. 2 Cangkang kepiting bakau yang sehat

Pada gambar 2.2 ditunjukkan bentuk serta kondisi kepiting bakau yang sehat dilihat dari sisi atas, khususnya pada bagian karapas atau cangkang. Karapas tampak berwarna hijau sesuai dengan karakteristik kepiting bakau (*Scylla* sp.) serta berada dalam kondisi bersih tanpa adanya bercak maupun luka.

2.2.3 Indikator Kepiting Bakau Tidak Sehat

Salah satu permasalahan dalam kegiatan pembudidayaan kepiting bakau adalah ditemukannya individu yang mengalami gangguan kesehatan akibat infeksi penyakit maupun serangan parasite (*Vibrio sp.*)(Handayani & Rozikin, 2019). Faktor lain yang menyebabkan gangguan kesehatan pada kepiting bakau adalah infestasi parasit seperti *Octolasmis* dan teritip yang memanfaatkan kepiting sebagai inang. Adapun karakteristik morfologi kepiting bakau yang berada dalam kondisi tidak sehat atau terinfeksi penyakit maupun parasit antara lain sebagai berikut:

1. Bercak berwarna pada cangkang atau *abdomen* kepiting bakau

Ciri kepiting bakau yang terinfeksi *Vibrio sp.* umumnya menunjukkan ciri morfologi berupa munculnya bercak dengan warna hitam, merah, atau putih pada bagian karapas atau cangkang (sisi atas) maupun pada bagian abdomen (sisi bawah).



Gambar 2. 3 Bercak berwarna pada kepiting bakau yang tidak sehat

Pada Gambar 2.3 ditunjukkan adanya perubahan morfologi yang disebabkan oleh infeksi bakteri yang merusak struktur *kitin* pada *eksoskeleton*. Kondisi tersebut mengakibatkan terjadinya erosi serta perubahan warna cangkang dari cokelat tua menjadi kehitaman pada area yang terinfeksi.

2. Teritip yang menempel pada cangkang/karapas kepiting bakau

Teritip atau *barnacle* merupakan organisme laut yang menjalani seluruh siklus hidupnya di perairan dan memiliki sifat menetap secara permanen pada substrat saat mencapai fase dewasa. Selain itu, teritip juga dapat hidup berasosiasi dengan cara

menempel atau membenamkan diri pada organisme lain, seperti kepiting, paus, ular laut, lobster, ubur-ubur, penyu, karang, dan spons (Hasan et al., 2019). Keberadaan teritip yang menempel dan menutupi bagian penting pada cangkang atau permukaan tubuh kepiting dapat menghambat pertumbuhan serta berdampak negatif terhadap kondisi kesehatan kepiting secara keseluruhan.

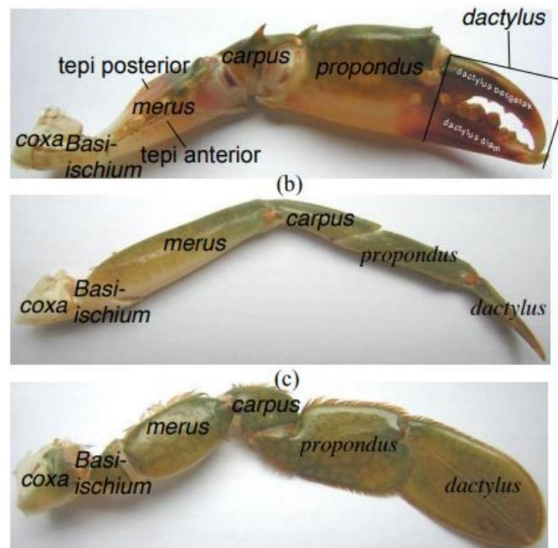


Gambar 2. 4 Teritip pada kepiting bakau

Teritip yang menempel pada *abdomen* kepiting bakau, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4, dapat dibersihkan dengan cara dikerik menggunakan pisau. Informasi ini diperoleh berdasarkan hasil wawancara dengan Rian selaku pegawai perusahaan distributor kepiting bakau.

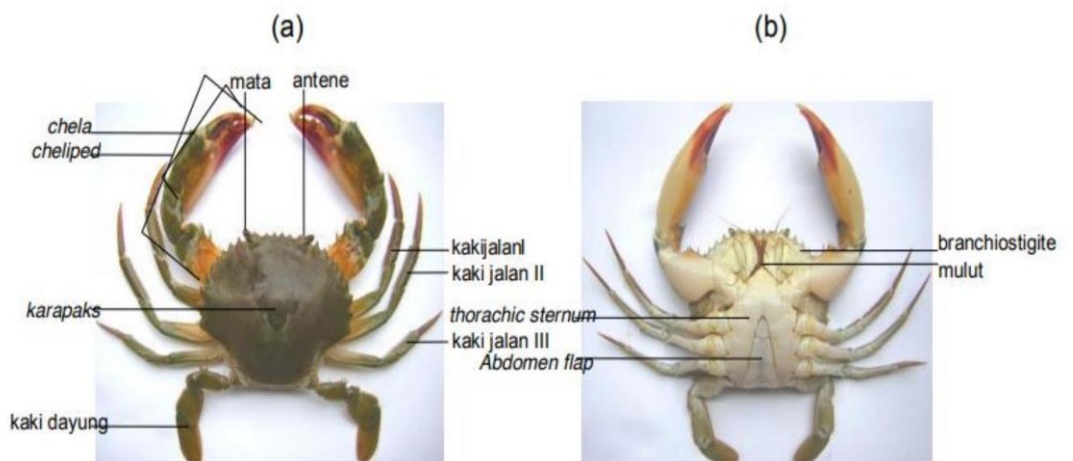
2.2.4 Bentuk dan Bagian-bagian Kaki Kepiting Bakau

Bentuk serta bagian-bagian kaki kepiting bakau (*Scylla* spp.) ditampilkan pada Gambar 2.5. Kepiting bakau memiliki lima pasang kaki yang terdiri atas satu pasang capit, tiga pasang kaki jalan, dan satu pasang kaki renang. Setiap kaki tersusun atas enam ruas, yaitu *coxa*, *basi-ischium*, *merus*, *carpus*, *propodus*, dan *dactylus*. Capit berfungsi untuk menangkap serta memotong makanan, sebagai alat pertahanan diri, dan turut berperan dalam proses reproduksi. Kaki jalan digunakan untuk menunjang pergerakan di darat serta saat proses perkawinan, sedangkan kaki renang berfungsi membantu mobilitas kepiting di dalam air (Siahainenia & Selanno, 2022).



Gambar 2. 5 Bentuk dan bagian-bagian kaki kepiting bakau
(a) cheliped, (b) Kaki jalan, (c) kaki renang.

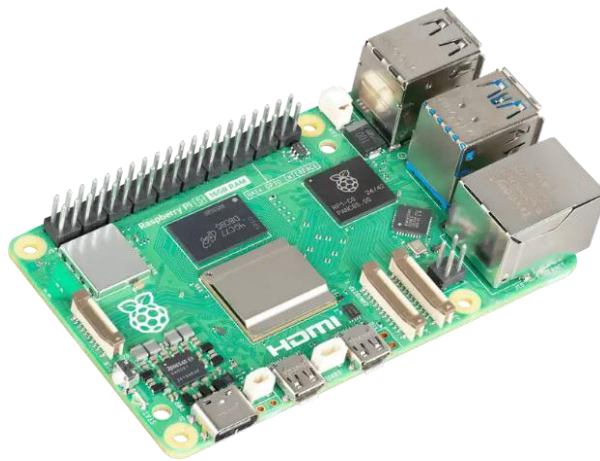
Gambar 2.6 memperlihatkan struktur morfologi tubuh kepiting bakau (*Scylla* spp.) dari sisi dorsal dan ventral. Selama pertumbuhan dari fase megalopa hingga mencapai fase dewasa, kepiting bakau mengalami sejumlah perubahan morfologis, seperti pelipatan bagian abdomen ke arah ventral serta pembentukan kaki renang. Pada fase dewasa, tubuh kepiting tersusun atas dua komponen utama, yaitu bagian tubuh dan lima pasang kaki, yang meliputi satu pasang capit, tiga pasang kaki jalan, dan satu pasang kaki renang (Siahainenia & Selanno, 2022).



Gambar 2. 6 Struktur morfologis tubuh kepiting bakau
(*Scylla paramamosain*) (a) tampak dorsal dan (b) tampak ventral

2.2.5 Raspberry Pi 5

Raspberry Pi 5 adalah mini komputer yang digunakan sebagai pusat kendali sistem sortir(Yudistira et al., 2023). Dibandingkan generasi sebelumnya, Raspberry Pi 5 memiliki prosesor lebih cepat, GPU lebih baik, serta dukungan *interface* kamera ganda, yang sangat berguna dalam penelitian ini untuk menghubungkan dua kamera Raspberry Pi (tampak atas dan bawah). Raspberry Pi berfungsi untuk mengatur pengambilan citra kepingan dari dua kamera, Mengirim data citra ke *server* untuk diproses dengan model *machine learning*.



Gambar 2. 7 Raspberry Pi 5

Adapun spesifikasi lengkap dari Raspberry Pi 5 adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Spesifikasi Raspberry Pi 5

No.	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	CPU	Broadcom BCM2712 2.4GHz quad-core 64-bit Arm Cortex-A76 CPU, with cryptography extensions, 512KB per-core L2 caches and a 2MB shared L3 cache
2	RAM	LPDDR4X-4267 SDRAM (8GB)
3	Wifi	Dual-band 802.11ac Wi-Fi®
4	Camera port	2 × 4-lane MIPI camera/display transceivers
5	Power input	5V/5A DC power via USB-C, with Power Delivery support.

2.2.6 Kamera Raspberry Pi

Kamera Raspberry Pi digunakan untuk mengambil gambar kepiting dari dua sudut (tampak atas dan bawah). Informasi citra dari kedua sudut ini sangat penting untuk deteksi jenis kelamin dengan abdomen yang terlihat jelas dari bawah, kelengkapan tubuh yaitu capit, kaki renang, karapas terlihat dari atas, dan deteksi penyakit secara visual dengan mendeteksi anomali warna atau tekstur karapas(Rezkiawan et al., 2022).



Gambar 2. 8 Camera Raspberry Pi

Adapun spesifikasi lengkap dari Camera Raspberry Pi adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Spesifikasi Camera Raspberry Pi

No.	Spesifikasi	Nilai
1	Ukuran	25 × 24 × 9 mm
2	Berat	3 g
3	Resolusi	8 megapixels
4	Mode video	1080p47, 1640 × 1232p41 dan 640 × 480p206
5	Nama sensor	Sony IMX219
6	Resolusi sensor	3280 × 2464 pixels
7	Optical size	1/4"
8	Focus	Dapat disesuaikan

2.2.7 *Machine Learning*

Machine learning merupakan salah satu komponen utama dalam *Artificial Intelligence* (AI) yang berperan penting dalam memungkinkan sistem cerdas untuk belajar dan beradaptasi berdasarkan data tanpa memerlukan pemrograman secara eksplisit(Siregar et al., 2022).

Dalam konteks AI, machine learning digunakan untuk mengembangkan aplikasi yang mampu menganalisis data secara otomatis serta membangun model cerdas yang dapat digunakan dalam pengambilan keputusan dan penyelesaian permasalahan tertentu

Berbeda dengan *data mining*, prosesnya diawali dengan pengumpulan data dalam jumlah besar yang sebelumnya belum teridentifikasi atau belum dipahami secara menyeluruh, kemudian data tersebut dianalisis untuk menghasilkan informasi yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam organisasi atau perusahaan(Ainul Idham & Efy Yosrita, 2025).

Secara umum, *machine learning* dan *data mining* memiliki tahapan proses yang hampir serupa. Namun, perbedaan mendasar terletak pada tujuan penggunaannya. *Data mining* dirancang untuk mengekstraksi informasi dari kumpulan data berukuran besar, sedangkan *machine learning* berfokus pada pembentukan sistem yang mampu mempelajari pola dari data. Dengan kata lain, hasil dari *data mining* berupa informasi atau pengetahuan, sementara keluaran dari *machine learning* adalah model yang dapat menjalankan fungsi tertentu (Haris, Marimin, et al., 2025).

2.2.8 *Deep Learning*

Deep Learning merupakan salah satu cabang *Machine Learning* yang terdiri dari algoritma pemodelan abstraksi tinggi pada data yang digunakan oleh sekumpulan fungsi transformasi *non-linear* yang ditata berlapis-lapis dan mendalam. *Deep Learning* sangat cocok untuk pembelajaran *supervised*, *unsupervised*, dan *semi-supervised*, serta *reinforcement learning* untuk berbagai aplikasi seperti pengenalan citra, suara, klasifikasi teks, dan sebagainya(Susanti et al., 2024). Model Deep Learning berasal dari jaringan saraf tiruan (*Neural Network*), yang telah dipelajari sejak tahun 80an. Namun, dengan komputer yang semakin cepat, serta teknologi Big Data(Hamzaoui et al., 2025).

Deep Learning juga termasuk pendekatan pembelajaran yang mengandalkan fitur-fitur yang terorganisir dalam bentuk hirarki. Struktur hirarki ini dapat disesuaikan dengan

ukuran yang relevan untuk kasus yang sedang ditangani. Dengan cara ini, algoritma *Deep Learning* mampu mengekstrak fitur dari data mentah secara otomatis dan mendetail. Proses ini menggunakan struktur eksploitasi, di mana fitur-fitur yang dieksplorasi sering kali tidak terlihat secara langsung. Hal ini terjadi karena distribusi kelas data biasanya sangat kompleks, sehingga fitur tingkat tinggi perlu diubah menjadi fitur tingkat rendah yang lebih mudah dipahami oleh mesin. Jika fitur tingkat rendah saja dapat dikenali dengan baik oleh *Deep Learning*, maka fitur tingkat tinggi tentu akan lebih mudah lagi. Kombinasi inilah yang membuat *Deep Learning* mampu menghasilkan representasi fitur yang efektif dan optimal (Obaid & Hamad, 2024).

2.2.9 Edge Computing

Edge computing merupakan paradigma komputasi terdistribusi yang menempatkan proses pengolahan data lebih dekat dengan sumber data atau perangkat penghasil data (Ficili et al., 2025). Berbeda dengan komputasi terpusat, pendekatan ini memungkinkan pemrosesan dilakukan secara lokal pada perangkat edge seperti embedded system atau perangkat IoT, sehingga dapat menurunkan latensi, meningkatkan kecepatan respons sistem, serta mengurangi beban komunikasi jaringan. Karakteristik utama edge computing meliputi pemrosesan lokal, latensi rendah, efisiensi penggunaan bandwidth, serta kemampuan sistem untuk tetap beroperasi meskipun koneksi jaringan tidak stabil (Dinakaran et al., 2026).

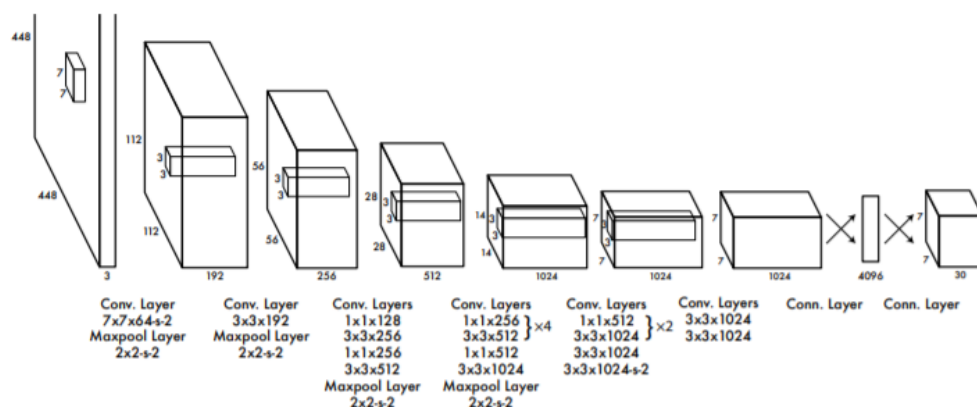
Dalam penelitian ini, konsep edge computing diterapkan dengan memanfaatkan Raspberry Pi 5 sebagai perangkat edge yang berfungsi untuk mengendalikan proses akuisisi citra, pengolahan awal data, serta integrasi dengan sistem inferensi berbasis kecerdasan buatan. Pendekatan ini memungkinkan sistem sortir kepiting bakau berbasis visi komputer untuk bekerja secara lebih responsif dan mandiri pada lingkungan budidaya, serta mendukung implementasi sistem yang portabel, efisien, dan sesuai untuk kondisi operasional di lapangan.

2.2.10 Image Processing

Pengolahan citra (*image processing*) merupakan suatu proses yang memanfaatkan gambar sebagai data masukan (*input*) untuk kemudian diolah sehingga menghasilkan gambar baru sebagai keluaran (*output*) (Ainul Idham & Efy Yosrita, 2025). Pada tahap

awal perkembangannya, pengolahan citra lebih difokuskan pada peningkatan kualitas visual gambar. Namun, seiring pesatnya perkembangan teknologi komputer serta munculnya berbagai cabang ilmu yang memungkinkan pengambilan informasi dari gambar, pengolahan citra kini memiliki keterkaitan yang sangat erat dengan bidang *computer vision*.

2.2.11 Algoritma YOLO (*You Only Look Once*)

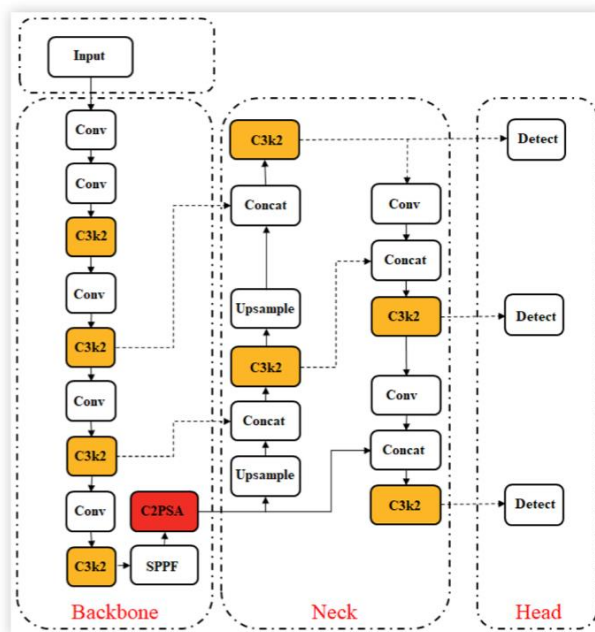


Cara kerja algoritma YOLO diawali dengan preprocessing, gambar akan diubah ukurannya menjadi ukuran yang disesuaikan dengan input yang diterima oleh algoritma. Selain itu, gambar juga akan dinormalisasi untuk memastikan bahwa nilai piksel berada dalam rentang yang diharapkan.

Setelah tahap preprocessing selesai, gambar akan dibagi menjadi grid dengan ukuran tertentu. Setiap grid akan bertanggung jawab untuk mendeteksi objek yang berada di dalamnya. Selain itu, setiap grid juga akan menghasilkan beberapa bounding box yang memperkirakan posisi dan ukuran objek yang ada di dalamnya (Zhao et al., 2025).

Algoritma YOLO akan memprediksi kemungkinan adanya objek dalam setiap *bounding box* yang dihasilkan oleh grid. Untuk mengurangi kemungkinan adanya *bounding box* yang tumpang tindih dan mendapatkan hasil deteksi yang lebih akurat, dilakukan *Non-Maximum Suppression* (NMS) yang menghilangkan *bounding box* dengan *overlap* yang tinggi (KantinIT, 2023).

Seiring perkembangannya, algoritma YOLO mengalami berbagai peningkatan mulai dari versi awal hingga versi terbaru, yaitu YOLOv11, yang menawarkan peningkatan performa dari segi kecepatan maupun akurasi (Areeg, 2024). YOLOv11 dikembangkan dengan mempertimbangkan keseimbangan antara kinerja dan efisiensi implementasi, sehingga mampu menangani berbagai kebutuhan industri dengan tingkat akurasi dan efisiensi yang lebih baik. Model ini terus mengalami pengembangan sebagai bagian dari inovasi dalam teknologi deteksi objek secara *real-time* (Rahima, 2024).



Gambar 2. 10 Model Arsitektur dalam YOLOv11

Struktur utama YOLO terdiri dari tiga bagian penting. *Backbone* berperan sebagai ekstraktor fitur utama, memanfaatkan jaringan saraf konvolusional untuk mengubah data

gambar mentah menjadi peta fitur multi-skala(Haris et al., 2025b). Selanjutnya, *neck* berfungsi sebagai penghubung yang mengolah dan memperkuat representasi fitur dari berbagai skala. Terakhir, *head* bertindak sebagai bagian prediksi, menghasilkan output akhir yang menentukan posisi dan klasifikasi objek berdasarkan peta fitur yang telah diperbaiki (Rahima, 2024). Berdasarkan karakteristik tersebut, metode YOLO dipilih dalam penelitian ini karena mampu melakukan deteksi objek secara *real-time* dengan tingkat akurasi yang tinggi, sehingga sesuai untuk diterapkan pada sistem sortir kepiting bakau berbasis citra.

Tabel 2. 3 Ukuran Model YOLOv11 (Ultralytics, 2025)

Model	Ukuran Input (pixel)	mAP val 50-90	Kecepatan (CPU ONNX)	Kecepatan (GPU T4)	Parameter	FLOPs
YOLO11n	640 x 640	39.5	56.1 ms	1.5 ms	2.6 M	6.5 B
YOLO11s	640 x 640	47.0	90.0 ms	2.5 ms	9.4 M	21.5 B
YOLO11m	640 x 640	51.5	183.2 ms	4.7 ms	20.1M	68.0 B
YOLO11l	640 x 640	53.4	238.6 ms	6.2 ms	25.3 M	86.9 B
YOLO11x	640 x 640	54.7	462.8 ms	11.3 ms	56.9 M	194.9 B

2.2.12 Metode *Prototype*

Metode *Prototype* merupakan salah satu pendekatan dalam pengembangan sistem yang menitikberatkan pada perancangan model awal sebagai representasi dari sistem yang akan dibangun(Haris et al., 2025a). Dalam konteks penelitian ini, metode *Prototype* digunakan untuk mengembangkan sistem sortir kepiting bakau berbasis AI secara iteratif. *Prototype* memungkinkan peneliti dan pengguna (user) untuk melihat gambaran nyata sistem sejak tahap awal, sehingga dapat dilakukan evaluasi, perbaikan, dan penyempurnaan sebelum sistem akhir dikembangkan(Maulida, 2022).

Implementasi metode *Prototype* dalam penelitian ini diawali dengan tahap analisis kebutuhan sistem, yang mencakup penentuan indikator visual kepiting bakau, seperti jenis kelamin, kondisi kesehatan, dan kelengkapan kaki. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dikembangkan prototype awal berupa sistem deteksi berbasis citra yang memanfaatkan algoritma YOLO dan diimplementasikan pada perangkat komputasi

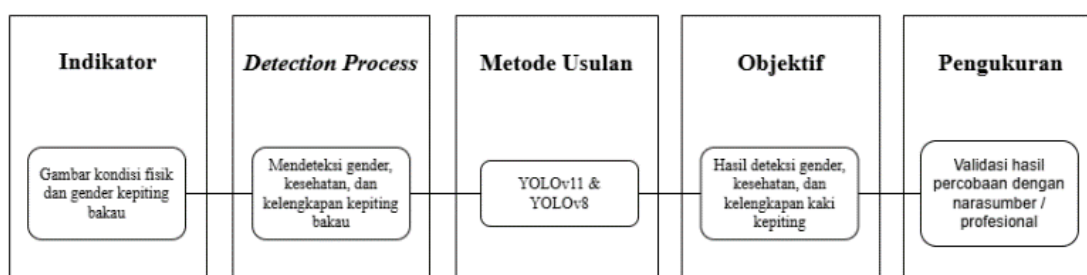
embedded. Prototype ini digunakan sebagai model awal untuk menguji kemampuan sistem dalam melakukan deteksi objek pada citra kepiting bakau.

Selanjutnya, prototype yang telah dikembangkan selanjutnya diuji menggunakan data citra kepiting bakau yang baru untuk menilai kinerja sistem, meliputi tingkat akurasi deteksi, kecepatan pemrosesan, serta kesesuaian hasil dengan kondisi aktual di lapangan (Putri & Mowaviq, 2021). Hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi kelemahan atau ketidaksesuaian sistem, yang selanjutnya dijadikan dasar dalam proses perbaikan dan pengembangan prototype pada tahap iterasi berikutnya.

Proses pengembangan secara iteratif ini dilakukan hingga sistem sortir yang dirancang mampu mencapai tujuan penelitian, yaitu melakukan deteksi dan klasifikasi kepiting bakau secara otomatis berdasarkan data citra visual. Penerapan metode *Prototype* memungkinkan terjadinya umpan balik yang berkelanjutan antara hasil pengujian sistem dan kebutuhan pengguna, sehingga sistem akhir yang dihasilkan menjadi lebih adaptif, efektif, dan sesuai dengan kondisi operasional di lapangan (Situmorang & Zul, 2024).

2.2.13 Kerangka Pemikiran

Bagian ini menjelaskan tahapan proses mulai dari proses deteksi hingga penarikan kesimpulan berdasarkan hasil deteksi dari data yang telah diperoleh. Pada bagian ini, penulis menyajikan kerangka pemikiran penelitian yang menggambarkan alur proses penelitian secara sistematis.



Gambar 2. 11 Kerangka Pemikiran

Pada Gambar 2.6 ditampilkan kerangka pemikiran yang menggambarkan alur pelaksanaan penelitian. Kerangka pemikiran tersebut menunjukkan keterkaitan antar komponen yang terlibat dalam penelitian. Penjelasan masing-masing komponen adalah sebagai berikut:

1) Indikator

Indikator merupakan parameter yang digunakan sebagai dasar dalam melakukan pengujian penelitian. Indikator juga dapat diartikan sebagai data awal yang akan diproses pada tahap selanjutnya. Dalam penelitian ini, indikator yang digunakan berupa citra kepiting bakau yang memuat informasi mengenai jenis kelamin dan kondisi fisik, yang kemudian digunakan sebagai data masukan pada proses analisis berikutnya.

2) *Detection Process*

Detection process merupakan tahap pendeteksian citra kepiting bakau sebelum dilakukan proses pembacaan oleh model. Pada tahap ini dilakukan proses identifikasi jenis kelamin, kondisi kesehatan, serta kelengkapan kaki kepiting bakau menggunakan algoritma YOLOv11.

3) Usulan Metode

Bagian ini menjelaskan metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan berdasarkan indikator yang telah ditentukan. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah algoritma YOLOv11 untuk mendeteksi kondisi kesehatan dan jenis kelamin kepiting bakau, serta algoritma YOLOv8 untuk mendeteksi kelengkapan kaki kepiting bakau sebagai metode analisis citra.

4) Pengukuran

Pengukuran merupakan tahap evaluasi untuk menilai hasil penelitian yang telah dilakukan. Proses ini meliputi validasi hasil percobaan melalui wawancara dengan narasumber dan praktisi yang memiliki keahlian serta pengalaman dalam bidang kepiting bakau.

BAB III

METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai metode pengumpulan data dan metodologi Prototype yang digunakan untuk pengembangan sistem sortir kepiting bakau dari citra kepiting Bakau yang akan diteliti.

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi dan waktu pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Waktu : 01 Oktober 2025 – 30 Desember 2025

Tempat : 1. Laboratorium *Embedded System* ITPLN Fakultas Telematika Energi
2. PT BIG (Berjaya Inovasi Global). Komplek Bukit Gading Indah Blok
TA no.12 RT. 018 RW. 008 Jl. Bukit Gading Raya Kel. Kelapa Gading
Barat Kec. Kelapa Gading Jakarta Utara.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Untuk melengkapi data yang diperlukan, penulis melakukan pengumpulan data. Berikut adalah metode pengumpulan data yang dilakukan oleh penulis:

3.2.1 Studi Pustaka

Metode ini dilakukan dengan membuat catatan, membaca, dan mengutip dari berbagai sumber literatur yang mendukung dan relevan dengan penelitian ini, khususnya dalam pembangunan *prototype system* sortir kepiting otomatis. Selanjutnya, penulis juga mendalami materi dari jurnal, skripsi, dan buku referensi yang berhubungan dengan topik yang akan dibahas dalam skripsi ini. Langkah ini bertujuan agar penulis memiliki landasan teori yang solid.

3.2.2 Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan *data primer* dilakukan secara langsung dengan mengunjungi perusahaan dan distributor kepiting bakau untuk mendapatkan gambar objek kepiting yang diinginkan. Dalam proses ini, gambar diambil secara manual menggunakan kamera ponsel, sehingga dapat memastikan bahwa data yang diperoleh akurat dan sesuai dengan konteks yang diinginkan (Lubis et al., 2024). Kumpulan data ini menjadi komponen

penting dalam proses pelatihan model deteksi objek yang nantinya akan diimplementasikan ke system sortir kepiting berbasis AI.

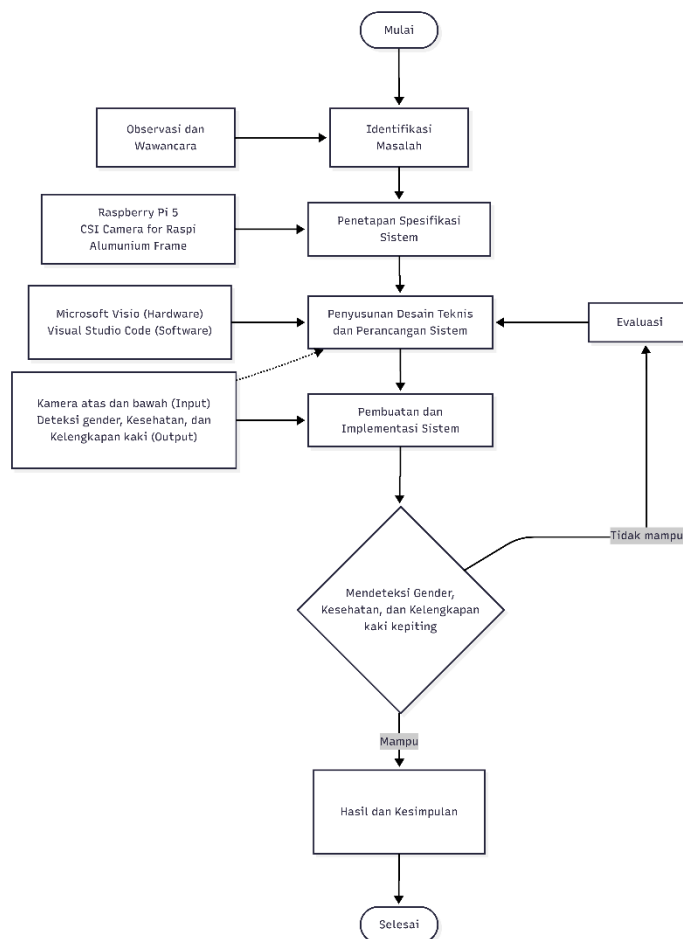
3.3 Metode Analisis Data

Dalam penelitian ini, penulis melakukan analisis dan pemrosesan data, lalu mengembangkan model *deep learning* menggunakan YOLOv11. Setelahnya, dilakukan serangkaian pengujian.

Pada tahap *deployment*, dilakukan penerapan model YOLOv11 yang telah dipilih untuk mendeteksi gender kepiting bakau. Dalam tahap ini, model YOLOv11 yang sudah dilatih kemudian di konversi ke dalam format JSON.

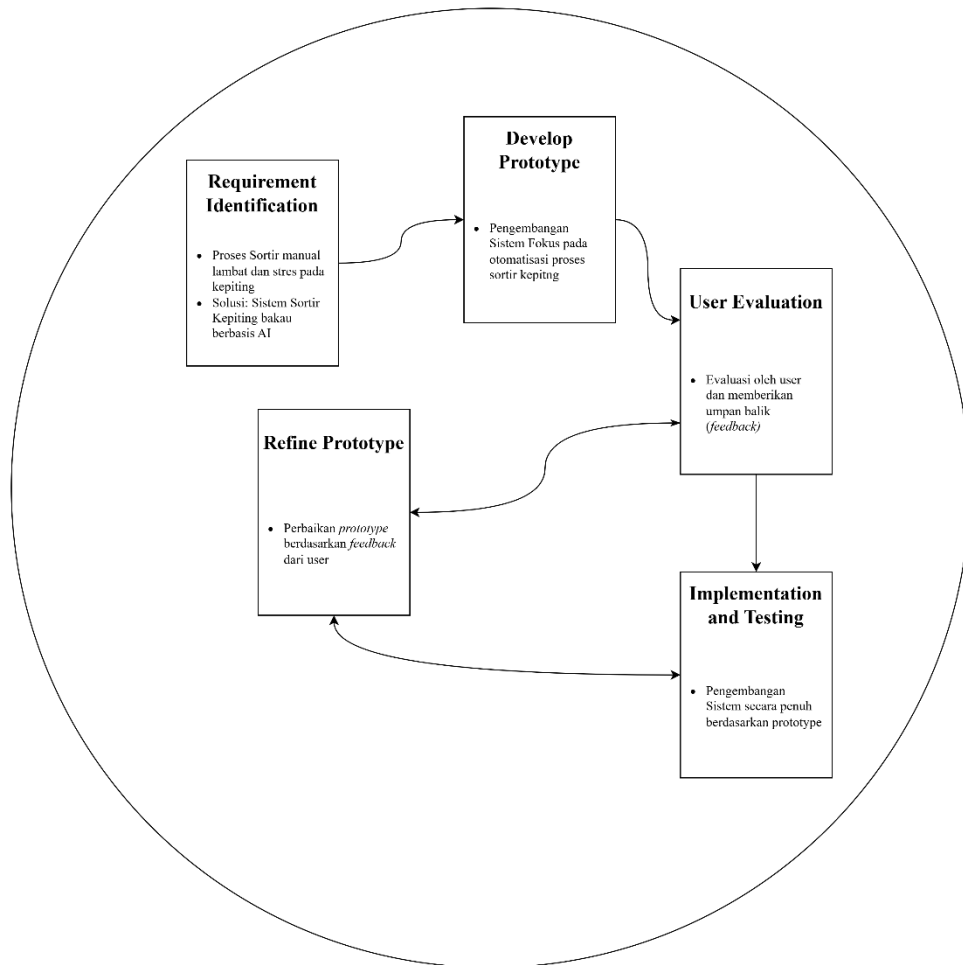
3.4 Desain Penelitian

Desain penelitian pada penelitian ini menggunakan metode *Prototype*, yang memungkinkan pengembangan sistem dilakukan secara iteratif berdasarkan kebutuhan dan umpan balik pengguna. Berikut diperlihatkan pada diagram gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian

Adapun metodologi dari penelitian untuk mendeteksi gender kepiting bakau menggunakan *Prototype* akan mengikuti alur kerja pada Gambar 3.2 sebagai berikut



Gambar 3. 2 Metodologi Penelitian

Metodologi *Prototype* terdiri atas sejumlah tahapan utama, meliputi identifikasi kebutuhan, pengembangan prototype, evaluasi oleh pengguna, penyempurnaan prototype, implementasi dan pengujian sistem, serta tahap pemeliharaan sistem (Situmorang & Zul, 2024). Penjelasan rinci mengenai masing-masing tahapan tersebut diuraikan sebagai berikut:

3.4.1 *Requirement Identification* (Identifikasi Kebutuhan)

Pada tahap Identifikasi Kebutuhan (*Requirement Identification*) dilakukan untuk merumuskan kebutuhan sistem yang akan dikembangkan berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi. Pada tahap ini, kebutuhan utama sistem adalah kemampuan untuk mendeteksi kondisi fisik kepiting bakau secara otomatis dan akurat menggunakan citra digital yang diambil dari kamera.

Pada praktiknya, proses sortir kepiting di perusahaan masih dilakukan secara manual oleh tenaga kerja manusia. Kondisi ini ditemukan pada perusahaan yang membutuhkan sistem sortir, yaitu PT Berjaya Inovasi Global, dengan referensi proses dan pengambilan data lapangan dilakukan di CV Bintang Samudera. Metode manual tersebut sangat bergantung pada pengalaman operator, membutuhkan waktu relatif lama, serta berpotensi menimbulkan ketidakkonsistenan hasil sortir.

Selain itu, proses sortir manual juga dapat meningkatkan tingkat stres pada kepiting akibat penanganan berulang, yang berpotensi menurunkan kualitas dan nilai jual. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem sortir otomatis berbasis teknologi pengolahan citra yang mampu melakukan klasifikasi kesehatan, gender, dan kelengkapan kaki kepiting secara lebih cepat, konsisten, dan objektif.

Sistem diharapkan dapat memproses gambar secara real-time dengan memanfaatkan algoritma YOLOv11 sebagai metode deteksi utama. Selain itu, dibutuhkan komponen pendukung seperti kamera Raspberry Pi, serta antarmuka aplikasi (*dashboard*) yang menampilkan hasil deteksi secara jelas kepada pengguna.

Kebutuhan lain yang penting adalah akurasi tinggi dalam klasifikasi gender, penyakit, dan kelengkapan kaki. Kemudian kemudahan integrasi dengan sistem budidaya atau distribusi, serta keamanan dan efisiensi dalam pengolahan data. Dengan identifikasi kebutuhan yang jelas, pengembangan sistem dapat difokuskan untuk menghasilkan solusi yang relevan, efektif, dan mudah diimplementasikan di lingkungan industri kepiting bakau.

3.4.2 Penetapan Spesifikasi Sistem

Penetapan spesifikasi sistem sortir kepiting bakau pada penelitian ini didasarkan pada hasil wawancara dengan Rian selaku pihak yang terlibat langsung dalam proses sortir kepiting bakau di CV Bintang Samudera untuk mendukung kebutuhan operasional PT BIG. Hasil wawancara tersebut dimanfaatkan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem secara menyeluruh, mencakup aspek perangkat keras (hardware), perangkat lunak (software), dan sumber daya manusia (brainware). Pendekatan ini bertujuan agar sistem yang dirancang tidak hanya memenuhi kebutuhan teknis, tetapi juga selaras dengan kondisi operasional di lapangan serta kemampuan pengguna dalam mengoperasikan sistem. Aspek hardware mencakup perangkat fisik yang digunakan dalam proses akuisisi citra dan pengiriman data, aspek software meliputi proses pengolahan citra, inferensi kecerdasan buatan, serta mekanisme komunikasi data antarperangkat, sedangkan aspek brainware berfokus pada peran operator dalam mengoperasikan sistem agar mudah digunakan, meminimalkan intervensi manual, dan mendukung pengambilan keputusan secara konsisten. Berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi, selanjutnya ditetapkan spesifikasi sistem sortir kepiting bakau sebagai berikut:

1. Spesifikasi Area Profiling

Area profiling pada sistem ditetapkan memiliki dimensi 25×25 cm yang disesuaikan dengan pengembangan prototipe berskala 1:2. Penentuan ukuran ini mempertimbangkan keterbatasan anggaran penelitian tanpa mengurangi kemampuan sistem dalam merepresentasikan kondisi nyata proses sortir kepiting bakau di lapangan. Meskipun masih berada pada tahap prototipe, dimensi area tersebut dinilai memadai untuk menampilkan objek kepiting secara utuh, sehingga memungkinkan proses akuisisi citra dan deteksi fitur visual dilakukan secara optimal oleh sistem.

2. Spesifikasi Sistem Akuisisi Citra

Sistem akuisisi citra menggunakan dua kamera, yaitu kamera atas dan kamera bawah. Kamera atas berfungsi untuk menangkap citra bagian punggung kepiting sebagai indikator kondisi kesehatan, seperti perubahan warna karapas atau keberadaan parasit. Kamera bawah digunakan untuk mengamati bagian abdomen yang merupakan ciri utama pembeda gender kepiting jantan dan betina.

Penggunaan dua kamera ini memungkinkan proses pengambilan citra dilakukan secara real-time tanpa perlu membalik atau manipulasi fisik pada kepiting, sehingga dapat mengurangi tingkat stres pada hewan kepiting.

3. Spesifikasi Penempatan Kamera

Penempatan kamera dirancang secara terkontrol untuk menghasilkan citra kepiting bakau yang tajam, fokus, dan jelas pada setiap proses deteksi. Pengaturan sudut dan jarak kamera dilakukan agar bagian tubuh target pada sisi dorsal dan ventral berada dalam bidang pandang kamera serta mengurangi distorsi perspektif. Konfigurasi penempatan kamera ini berperan penting dalam mendukung kinerja sistem berbasis *computer vision*, karena kualitas citra masukan sangat memengaruhi akurasi inferensi model kecerdasan buatan. Dengan penempatan kamera yang tepat, sistem diharapkan mampu menghasilkan data visual yang konsisten dan merepresentasikan kondisi kepiting bakau di lapangan.

4. Spesifikasi Perangkat Pengolah Data

Raspberry Pi 5 digunakan sebagai perangkat pengolah utama (*edge device*) yang berfungsi menerima data citra dari kamera dan meneruskannya ke server untuk pemrosesan lanjutan. Pemilihan perangkat ini didasarkan pada karakteristiknya sebagai sistem *embedded* yang portabel, efisien dalam konsumsi daya, serta mudah diintegrasikan dengan modul kamera, sehingga sesuai untuk diterapkan pada lingkungan operasional gudang sortir kepiting.

5. Spesifikasi Pemrosesan dan Inferensi

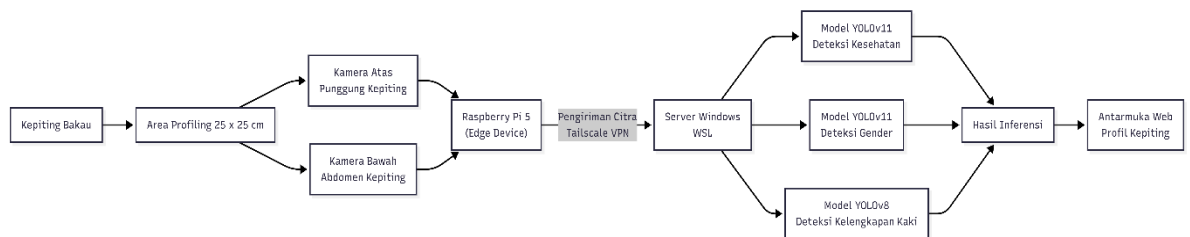
Proses pemrosesan citra dan inferensi model deteksi tidak sepenuhnya dijalankan pada Raspberry Pi, tetapi dialihkan ke lingkungan Windows Subsystem for Linux (WSL). Strategi ini diterapkan untuk mengurangi beban komputasi pada Raspberry Pi sekaligus memanfaatkan sumber daya komputasi yang lebih tinggi dalam menjalankan model *deep learning*. Dengan pendekatan tersebut, kinerja inferensi sistem dapat berjalan lebih efisien dan stabil.

6. Spesifikasi Integrasi Model Deteksi

Sistem menggabungkan tiga model deteksi, yaitu deteksi kondisi kesehatan, deteksi gender, dan deteksi kelengkapan kaki kepiting. Seluruh model dijalankan pada perangkat WSL untuk memanfaatkan kemampuan komputasi yang lebih optimal. Integrasi ketiga model ini bertujuan menghasilkan profil kepiting bakau yang lebih menyeluruh dalam satu sistem sortir, sehingga proses klasifikasi dapat dilakukan berdasarkan beberapa parameter secara simultan sesuai dengan kebutuhan operasional di lapangan..

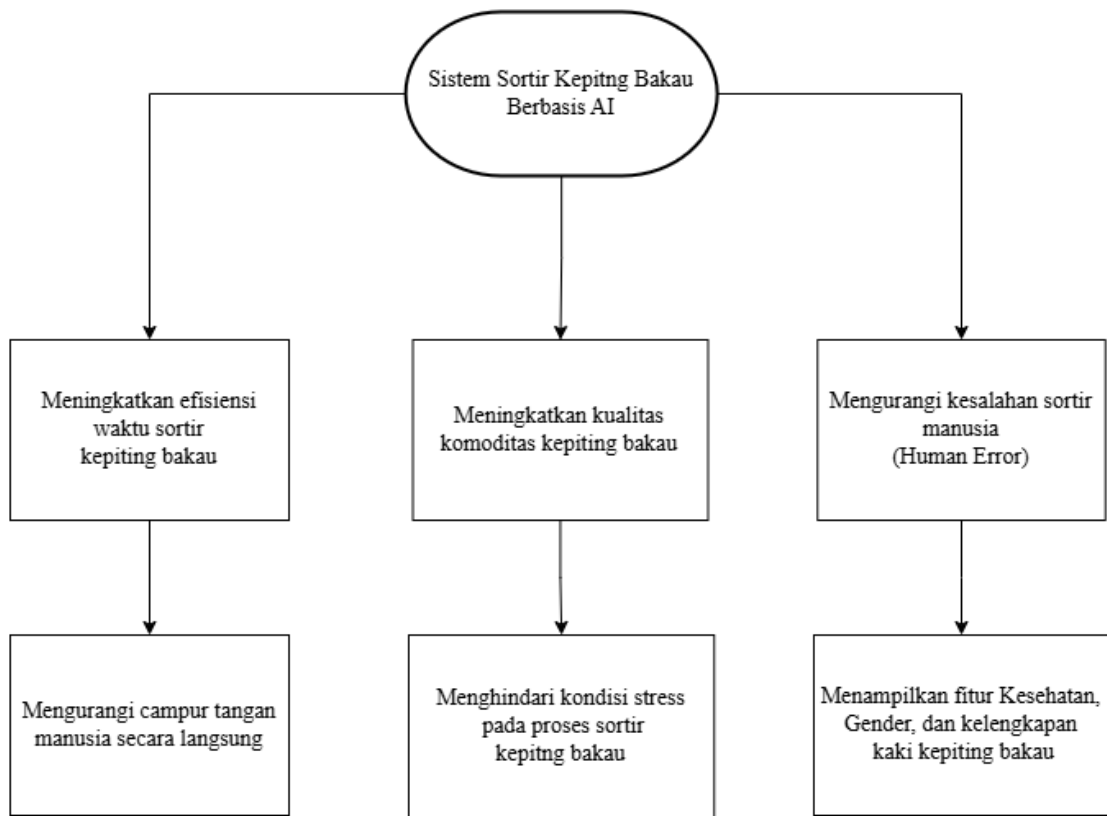
7. Spesifikasi Komunikasi Data

Pengiriman data citra dari Raspberry Pi ke server WSL dilakukan melalui jaringan privat menggunakan Tailscale VPN. Metode ini dipilih untuk menjamin keamanan dan kestabilan komunikasi data, sehingga proses transfer citra dapat berjalan andal dan minim gangguan. Pendekatan tersebut mendukung operasional sistem sortir yang terintegrasi dan bekerja secara real-time.



Gambar 3.3 Blok Diagram Spesifikasi sistem

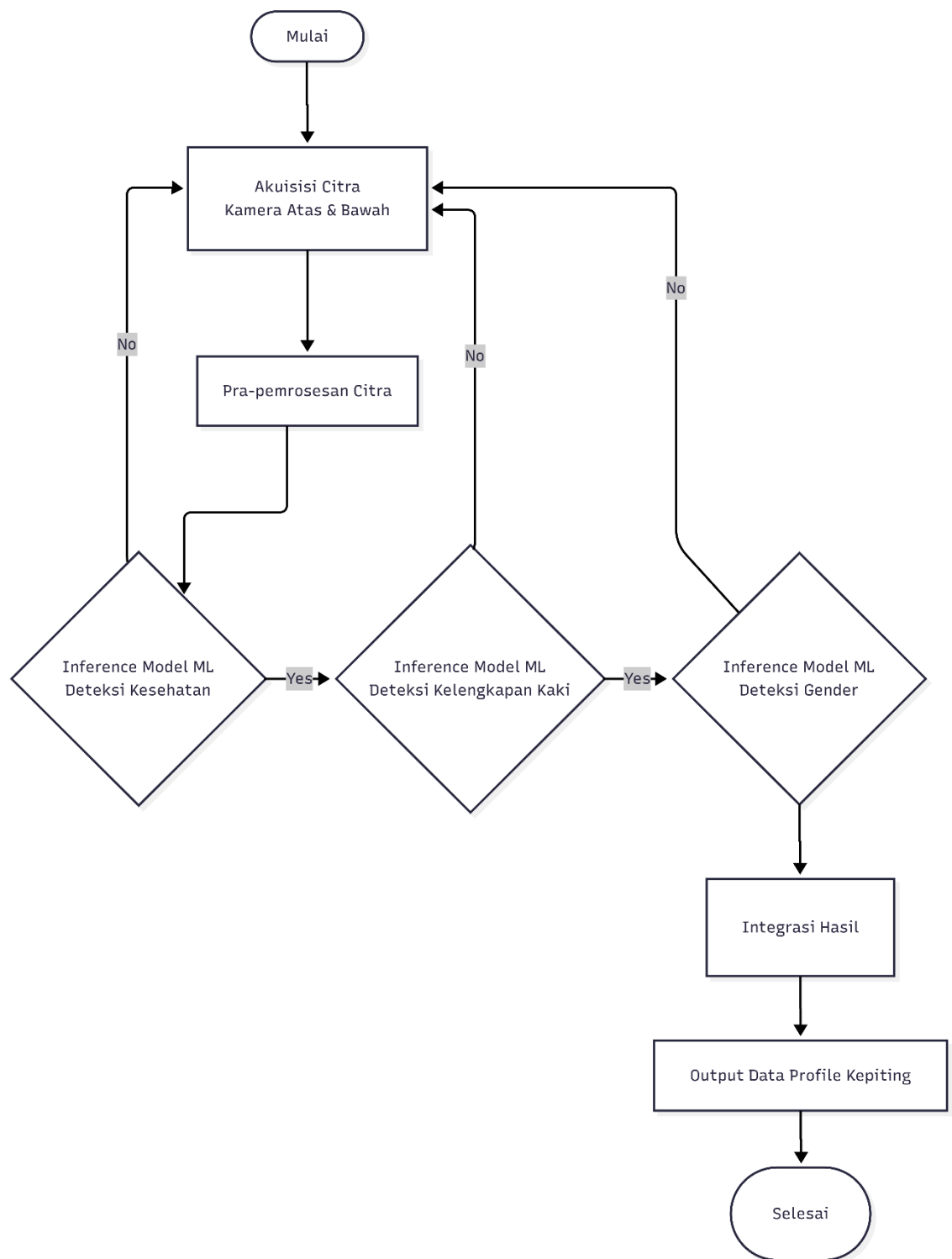
Dalam proses perancangan dan implementasi sistem, digunakan acuan perancangan sebagai dasar pengembangan agar sistem yang dibangun mampu mencapai target perancangan serta memberikan solusi terhadap permasalahan yang telah diidentifikasi. Acuan ini berfungsi sebagai pedoman dalam menentukan kebutuhan fungsional dan nonfungsional sistem, serta memastikan kesesuaian antara tujuan penelitian dan hasil yang diharapkan. Spesifikasi sistem yang dirancang ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 4 Spesifikasi Sistem

3.4.3 Alur Data Sistem

Alur data sistem dimulai dari proses akuisisi citra kepiting menggunakan kamera atas dan kamera bawah, dilanjutkan dengan tahap pra-pemrosesan citra pada Raspberry Pi 5, proses inference menggunakan model machine learning untuk mendeteksi gender, kesehatan, dan kelengkapan kaki kepiting, hingga pengintegrasian hasil sebagai dasar pengambilan keputusan sortir dan penyimpanan data.

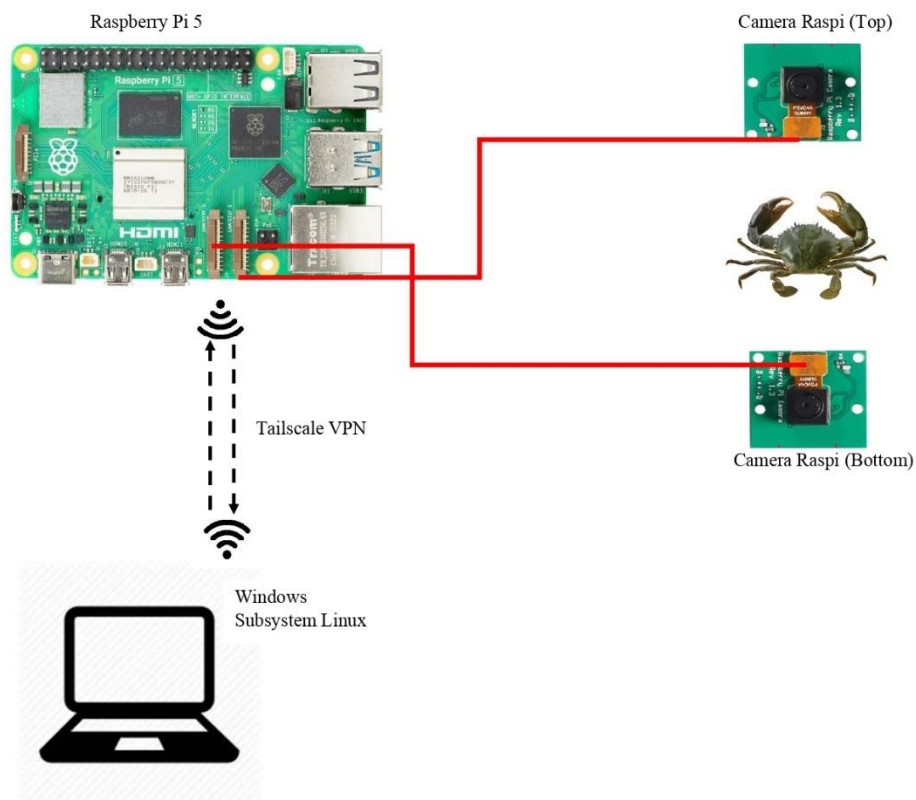


Gambar 3. 5 Flowchart Alur Data

3.4.4 Develop Prototype (Pembuatan Prototype Crab Profiling Machine)

Pada tahap *Develop Prototype* dilakukan pengembangan model awal dari sistem *Crab Profiling Machine* sebagai representasi solusi yang diusulkan dalam penelitian ini. Prototype dirancang untuk menggambarkan alur kerja sistem secara menyeluruh, mulai dari proses akuisisi citra abdomen kepiting bakau dari sisi bawah serta kondisi fisik kepiting dari sisi atas, dilanjutkan dengan pengolahan citra menggunakan algoritma YOLOv11, hingga penyajian hasil deteksi kepiting pada antarmuka pengguna yang berupa *dashboard*.

Dalam proses pengembangan prototype, digunakan perangkat keras berupa Raspberry Pi 5 sebagai unit pemrosesan utama, serta kamera yang berfungsi untuk menangkap citra kepiting secara *real-time* selama proses penyortiran berlangsung.



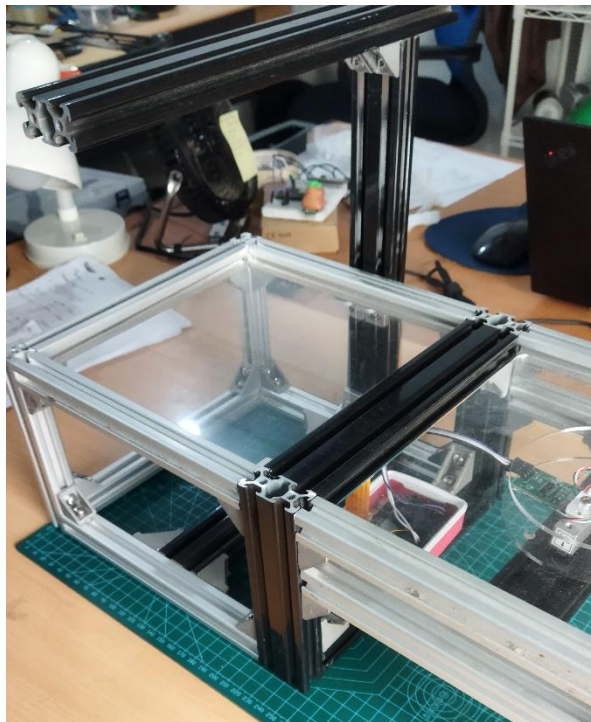
Gambar 3. 6 Desain Prototype Profiling Machine

Selain itu, dilakukan integrasi awal antara model YOLOv11 yang telah dilatih dengan sistem antarmuka berbasis web untuk memudahkan proses pengujian dan demonstrasi.

Prototype ini menjadi dasar untuk mengevaluasi fungsionalitas sistem dan memastikan bahwa rancangan awal sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna di lapangan sebelum dikembangkan ke tahap berikutnya.

3.4.5 User Evaluation (Evaluasi Prototype oleh Pengguna)

Dalam tahap Evaluasi Prototype oleh Pengguna (*User Evaluation*) dilakukan untuk menilai sejauh mana *prototype* yang dikembangkan telah memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna di lapangan, khususnya pihak operasional di PT Berjaya Inovasi Global. Pada tahap ini, pengguna diberikan kesempatan untuk mencoba sistem secara langsung, mulai dari proses pengambilan gambar kepiting, pengenalan gender menggunakan model YOLOv11, hingga penampilan hasil deteksi pada *dashboard*. Berdasarkan kesesuaian hasil pengujian dengan spesifikasi, evaluasi memiliki dua *output* yaitu ketika hasil pengujian telah sesuai dengan spesifikasi maka *prototype* sistem siap untuk diimplementasikan. Namun ketika hasil pengujian *prototype* belum sesuai dengan spesifikasi maka akan dibuat desain teknis baru untuk memenuhi aspek spesifikasi.



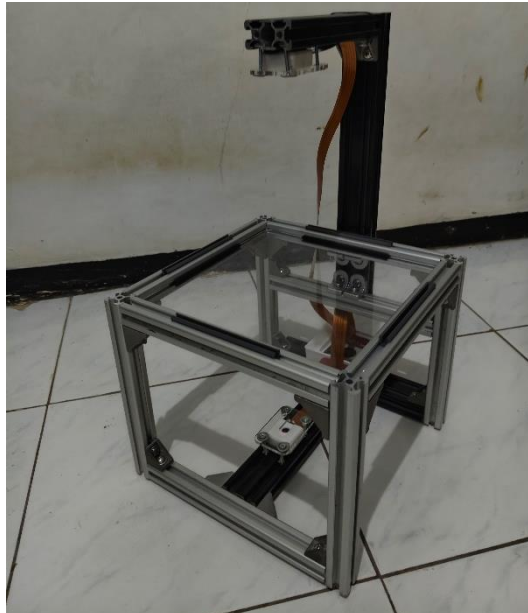
Gambar 3. 7 Rancangan prototype Sistem Sortir Kepiting Bakau

Rangkaian pada Gambar diatas inputan sistem menggunakan keping yang diletakan diantara dua kamera Raspi (atas dan bawah) yang akan mendeteksi keping dengan hasil informasi gender, kesehatan, dan kelengkapan kaki keping.

Kemudian, pengguna juga memberikan masukan terkait aspek praktis, seperti kondisi pencahayaan saat pengambilan gambar, posisi ideal keping, dan kestabilan sistem saat digunakan terus-menerus. Hasil evaluasi ini menjadi dasar penting untuk melakukan perbaikan pada *prototype*, baik dari sisi teknis maupun fungsional, agar sistem dapat bekerja lebih optimal dan sesuai dengan kebutuhan operasional di lingkungan industri keping bakau.

3.2.1 *Refine Prototype* (Perbaikan Prototype)

Pada tahap Perbaikan *Prototype* (*Refine Prototype*) dilakukan berdasarkan hasil evaluasi dan umpan balik yang diperoleh dari pengguna pada tahap sebelumnya. Pada fase ini, dilakukan berbagai penyesuaian untuk meningkatkan akurasi deteksi, stabilitas sistem, serta kenyamanan penggunaan.



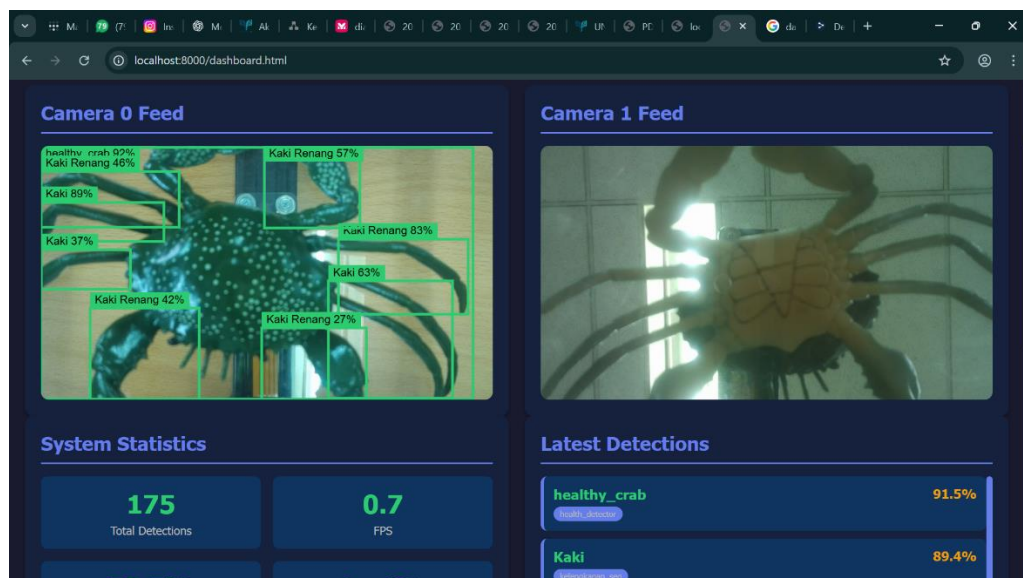
Gambar 3. 6 Perbaikan Prototype

Perbaikan dilakukan pada beberapa aspek, antara lain penyempurnaan posisi kamera dan sensor untuk menghasilkan citra yang lebih konsisten, serta penyesuaian konfigurasi Raspberry Pi agar proses inferensi berjalan lebih cepat dan efisien. Pada sisi antarmuka,

tampilan sistem diperbaiki agar lebih interaktif dan informatif, termasuk penambahan fitur notifikasi hasil deteksi secara real-time. Hasil dari tahap ini adalah *prototype* versi lanjut yang lebih stabil, akurat, dan siap untuk diuji secara menyeluruh sebelum diimplementasikan ke tahap produksi dan pengujian akhir.

3.4.7 *Implementation and Testing (Implementasi dan pengujian sistem)*

Tahap Implementasi dan Pengujian Sistem (*Implementation and Testing*) dilaksanakan setelah *prototype* hasil penyempurnaan dinyatakan siap untuk dioperasikan secara menyeluruh. Pada tahap ini, sistem deteksi kepiting bakau berbasis YOLOv11 diterapkan secara terintegrasi dengan menggabungkan seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak. Model deteksi yang digunakan merupakan hasil pengembangan sebelumnya, yaitu model deteksi kesehatan kepiting bakau berbasis YOLOv11 yang dikembangkan oleh Annisa Azzahir, model deteksi gender kepiting bakau berbasis YOLOv11 oleh Siti Zahra Mulyanti, serta model deteksi kelengkapan kaki kepiting bakau berbasis YOLOv8 oleh Lauren Valentina, yang kemudian disatukan dalam satu sistem sortir terpadu. Raspberry Pi berperan sebagai pusat kendali sistem yang mengintegrasikan kamera, serta antarmuka web untuk menampilkan hasil deteksi secara terpusat.



Gambar 3. 8 Tampilan Antarmuka web (*Dashboard*)

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh fungsi sistem berjalan sesuai rancangan, termasuk kecepatan deteksi citra, akurasi identifikasi gender, penyakit, dan juga kelengkapan kaki, serta stabilitas sistem saat digunakan secara kontinu. Selain itu,

dilakukan uji performa dalam berbagai kondisi pencahayaan dan posisi kepiting untuk mengukur kemampuan adaptasi model terhadap situasi lapangan. Tahap ini memastikan bahwa sistem yang dikembangkan telah memenuhi standar kinerja yang diharapkan sebelum diterapkan secara penuh dalam proses operasional di PT Berjaya Inovasi Global.

Skenario pengujian terdiri dari kondisi optimal dengan kualitas citra memadai dan akurasi di atas 85%, kondisi tidak optimal dengan penurunan kualitas citra dan akurasi di bawah 85%, serta kondisi gagal mendeteksi ketika sistem tidak menghasilkan output deteksi yang valid dengan akurasi 0%.

BAB IV

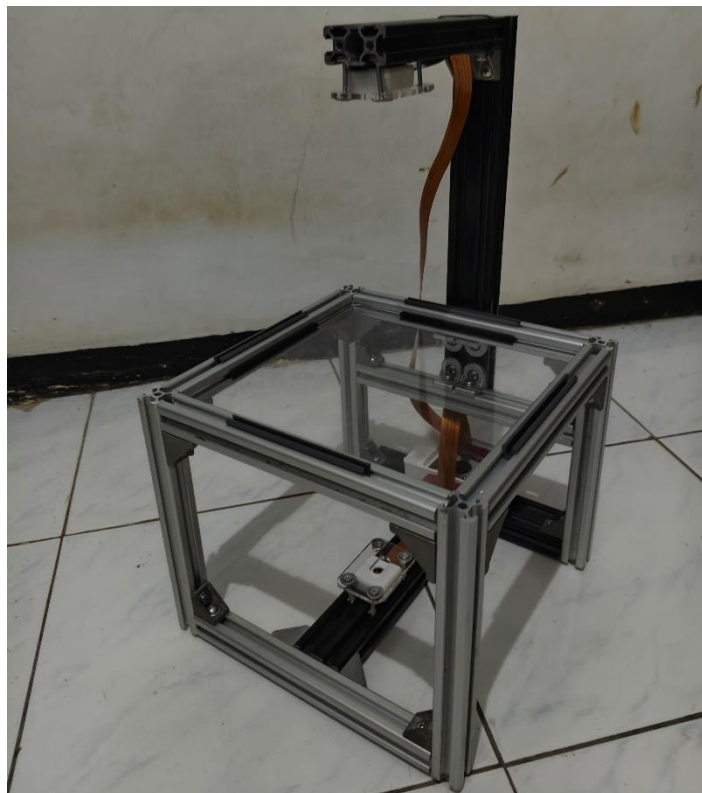
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Pada bagian ini akan dijelaskan secara mendetail mengenai hasil implementasi, pengujian, dan analisis sistem sortir otomatis kepiting bakau berbasis machine learning menggunakan dua kamera Raspberry Pi (kamera atas dan kamera bawah). Sistem dijalankan pada Raspberry Pi 5 yang terhubung ke lingkungan WSL melalui *Tailscale VPN* untuk menjalankan proses inferensi deteksi gambar, meliputi klasifikasi gender, deteksi kesehatan/penyakit, dan pemeriksaan kelengkapan kaki.

4.1.1 Gambaran Umum Sistem Sortir Otomatis Kepiting

Sistem sortir otomatis yang dikembangkan bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan kepiting bakau secara otomatis berdasarkan tiga aspek utama, yaitu gender, kondisi kesehatan, dan kelengkapan kaki. Sistem memanfaatkan dua kamera dengan sudut pengambilan berbeda, yaitu kamera atas untuk menangkap morfologi dorsal dan kamera bawah untuk menangkap bagian ventral serta kondisi kaki.



Gambar 4. 1 Prototipe *Crab Profiling Machine*

Integrasi Raspberry Pi 5 dengan server inferensi melalui WSL menggunakan jaringan privat *Tailscale VPN* memungkinkan proses komputasi *machine learning* dilakukan secara efisien dan terpusat, sementara Raspberry Pi berperan sebagai akuisisi data dan pengirim hasil.

4.1.2 Konfigurasi Akuisisi Data Multi-Kamera

Konfigurasi dua kamera dirancang untuk meminimalkan kehilangan informasi visual akibat keterbatasan sudut pandang tunggal. Kamera atas digunakan untuk mendeteksi ciri visual utama yang berkaitan dengan gender dan kondisi karapas, sedangkan kamera bawah difokuskan pada deteksi kelengkapan kaki dan indikasi penyakit pada bagian bawah tubuh kepiting.

Sinkronisasi pengambilan gambar dilakukan untuk memastikan kedua citra merepresentasikan individu kepiting yang sama pada waktu yang berdekatan, sehingga hasil inferensi dapat dikombinasikan secara konsisten.

Pengujian sistem membagi kondisi pengambilan citra menjadi tiga kategori, yaitu optimal, tidak optimal, dan gagal mendeteksi. Kondisi optimal ditandai dengan tingkat akurasi di atas 85%, kondisi tidak optimal memiliki akurasi di bawah 85%, sedangkan kondisi gagal mendeteksi ditandai dengan akurasi sebesar 0% sehingga sistem tidak menghasilkan output deteksi yang valid.

Tabel 4.1 Pembagian kondisi hasil deteksi

Tingkat Akurasi	Kategori
$\geq 85\%$	Optimal
$< 85\% - 0\%$	Tidak Optimal
0%	Gagal Mendeteksi

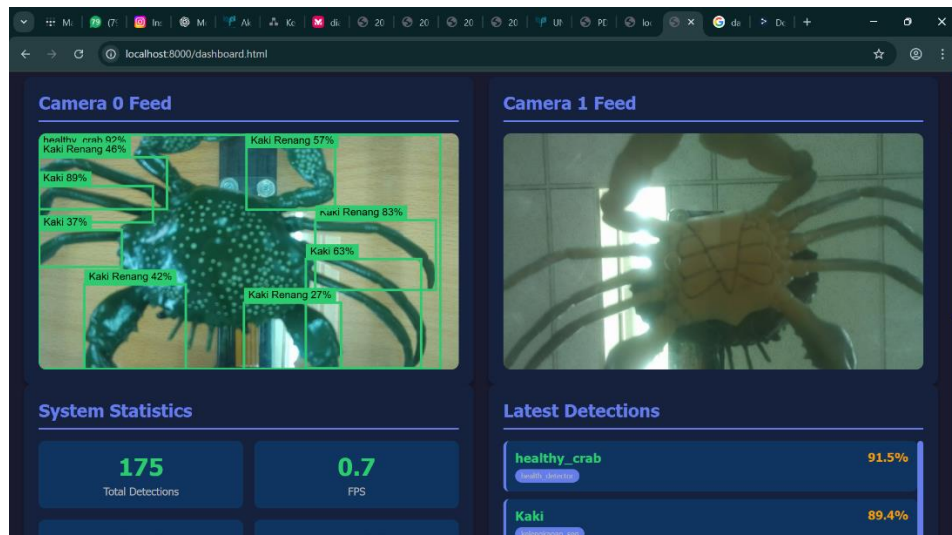
4.1.3 Hasil Pengujian Berdasarkan Variasi Posisi Kepiting

Pengujian berdasarkan variasi posisi kepiting dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh orientasi dan visibilitas objek terhadap kinerja sistem sortir otomatis. Variasi posisi yang diuji meliputi posisi kepiting berada di tengah area pengambilan gambar, di pinggir area, dalam kondisi miring, terbalik, terlihat sebagian, serta kondisi ketika objek tidak terdeteksi oleh kamera.

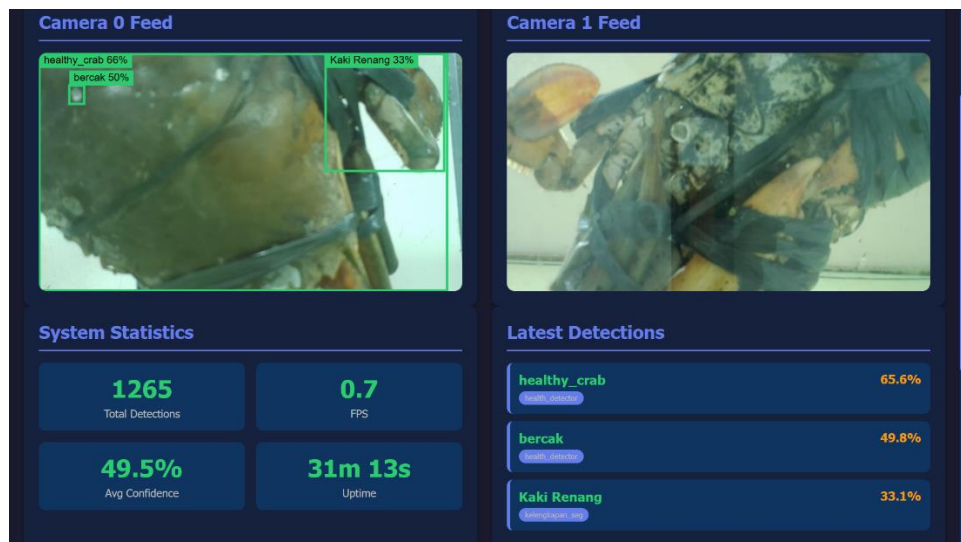
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Berdasarkan Variasi Posisi Kepiting

No	Posisi Kepiting	Waktu Inferensi (detik)	Akurasi rata-rata (%)	Keterangan
1	Kepiting berada di tengah area (Ideal)	3.5	90.4	Optimal
2	Kepiting berada di pinggir area	4.2	40	Tidak Optimal
3	Posisi kepiting miring	3.8	31.9	Tidak Optimal
4	Posisi kepiting terbalik	4.5	30.6	Tidak Optimal
5	Kepiting terlihat hanya Sebagian	3.5	60.7	Tidak Optimal
6	Kepiting tidak terlihat sama sekali	0.0	0.0	Gagal mendeteksi

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 4.2, sistem menunjukkan performa terbaik ketika kepiting berada pada posisi tengah dengan orientasi yang sejajar terhadap kamera.

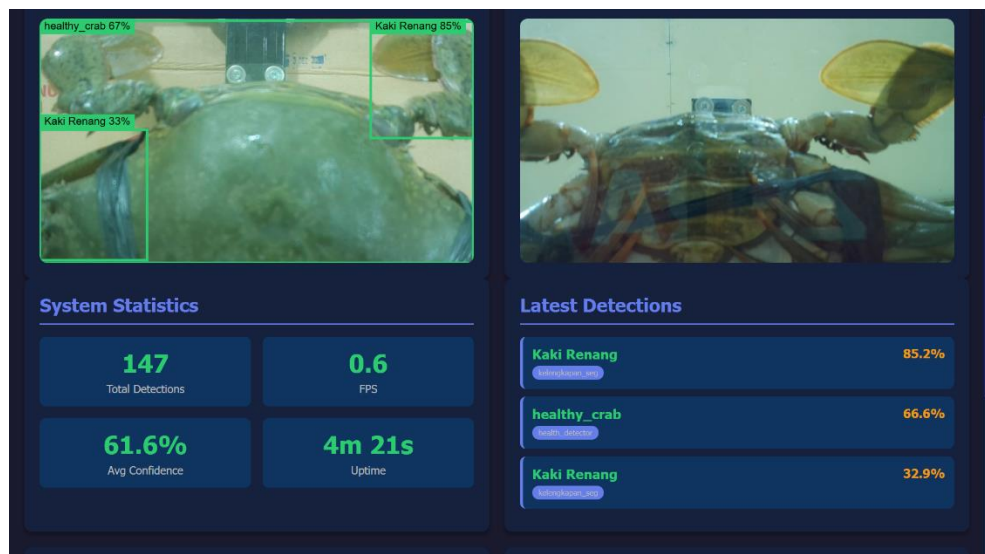


Gambar 4.2 Hasil deteksi kelengkapan kaki kepiting pada variasi posisi optimal
 Pada kondisi ini, sistem mampu mencapai akurasi rata-rata sebesar 90,4% dengan waktu inferensi sekitar 3,5 detik.



Gambar 4.3 Hasil deteksi sistem pada variasi posisi optimal kepiting

Hal ini menunjukkan bahwa posisi objek yang ideal memberikan representasi fitur visual yang optimal bagi model machine learning. Sebaliknya, pada posisi kepiting yang berada di pinggir area pengambilan gambar atau dalam kondisi miring dan terbalik, terjadi penurunan akurasi yang signifikan, dengan nilai akurasi berada pada rentang 30%–40%. Penurunan ini disebabkan oleh sebagian bagian tubuh kepiting tidak tertangkap secara utuh oleh kamera, sehingga informasi visual yang diperlukan untuk proses deteksi menjadi tidak lengkap.



Gambar 4.4 Hasil deteksi sistem pada variasi posisi kepiting terlihat Sebagian

Pada kondisi kepiting hanya terlihat sebagian, sistem masih mampu melakukan deteksi, namun dengan akurasi yang lebih rendah dibandingkan kondisi ideal. Sementara itu, pada kondisi objek tidak terlihat oleh kamera, sistem tidak menghasilkan keluaran deteksi, yang ditunjukkan dengan nilai akurasi 0%, sesuai dengan ekspektasi sistem.

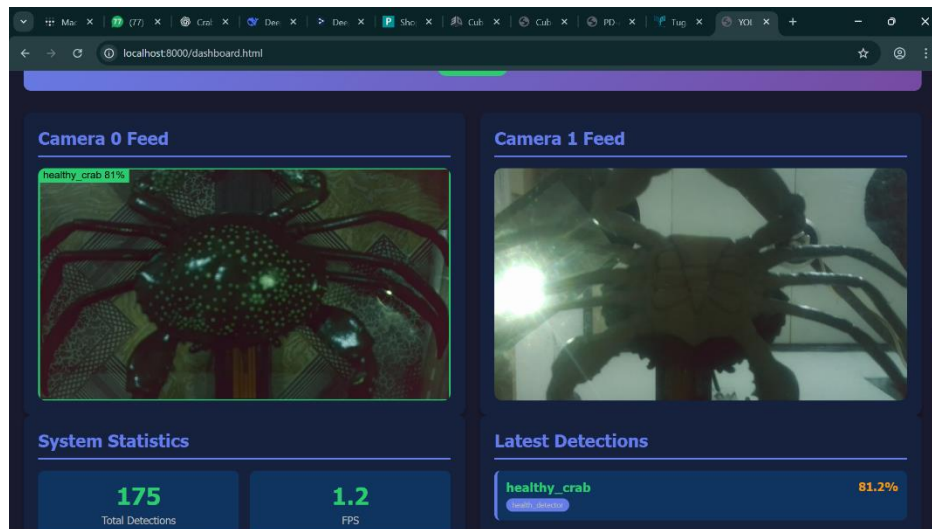
4.1.4 Hasil Pengujian Berdasarkan Variasi Pencahayaan

Pengujian berdasarkan variasi pencahayaan dilakukan untuk mengetahui pengaruh kondisi cahaya terhadap kemampuan sistem dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan kepiting bakau. Skenario pengujian meliputi kondisi pencahayaan optimal dan kondisi pencahayaan tidak optimal.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Berdasarkan Variasi Pencahayaan

No	Kondisi Pencahayaan	Posisi kepiting	Waktu Inferensi (detik)	Akurasi rata-rata (%)	Keterangan
1	Optimal	Tengah	3.5	93.5	Optimal
2	Gelap / Tidak optimal	Tengah	4.2	81.2	Tidak Optimal
3	Overexposure / berbayang	Tengah	3.9	50.9	Tidak Optimal

Hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 4.3 memperlihatkan bahwa sistem mampu bekerja dengan baik pada kondisi pencahayaan optimal. Pada kondisi ini, fitur visual kepiting dapat dilihat secara jelas oleh kamera, sehingga model machine learning mampu melakukan inferensi dengan tingkat akurasi yang tinggi.

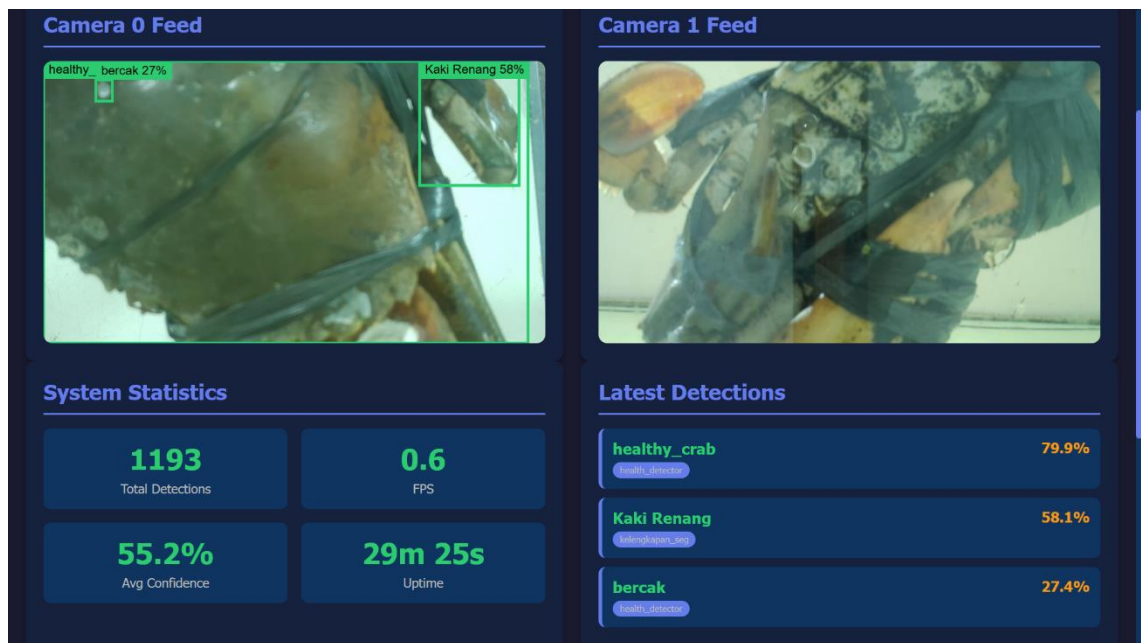


Gambar 4. 5 Perbandingan hasil deteksi pada kondisi pencahayaan berbeda.

Namun, pada kondisi pencahayaan tidak optimal, performa sistem mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya kontras antara objek kepiting dan latar belakang, serta munculnya bayangan atau area gelap yang mengganggu proses ekstraksi fitur visual. Kondisi ini menunjukkan bahwa pencahayaan merupakan faktor penting yang mempengaruhi kinerja sistem sortir otomatis berbasis citra.

4.1.5 Hasil Pengujian Deteksi Kesehatan Kepiting

Pengujian deteksi kesehatan dilakukan untuk menilai kemampuan sistem dalam mengenali kondisi kesehatan kepiting bakau berdasarkan ciri-ciri visual yang terekam oleh kamera, seperti adanya kerusakan fisik, indikasi penyakit pada bagian luar tubuh, serta kelengkapan organ yang dapat diamati secara visual.



Gambar 4. 6 Hasil deteksi Kesehatan kepiting bakau.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi kondisi kesehatan kepiting bakau dengan tingkat performa yang bervariasi, yang dipengaruhi oleh kualitas citra serta kondisi saat pengambilan gambar. Performa sistem paling baik diperoleh pada kondisi pengambilan citra yang optimal, sedangkan penurunan akurasi terjadi pada kondisi tidak optimal akibat adanya gangguan visual, seperti pencahayaan yang kurang memadai dan *occlusion* parsial.

Pada Gambar 4.6 terlihat bahwa sistem mendeteksi kondisi kesehatan kepiting bakau dengan tingkat kepercayaan sebesar 79,9%. Terdapat indikasi bercak pada bagian punggung kepiting dengan nilai akurasi deteksi sebesar 27,4%, sehingga kepiting tersebut diklasifikasikan sebagai kepiting tidak sehat. Hasil klasifikasi ini divalidasi melalui wawancara dengan Rian dari CV Bintang Samudera, yang menyatakan bahwa keberadaan bercak tersebut merupakan salah satu indikator kepiting dengan kondisi kesehatan yang kurang baik.

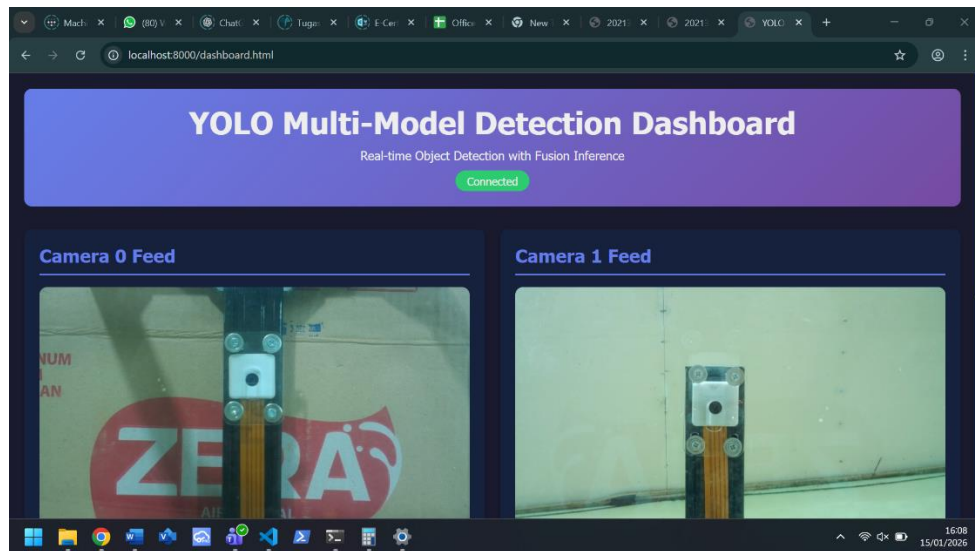
4.1.6 Hasil Pengujian Waktu Inferensi dan Respon Sistem

Pengujian waktu inferensi dilakukan untuk mengukur performa sistem dari sisi responsivitas, yaitu waktu yang dibutuhkan sejak citra diambil oleh kamera hingga hasil inferensi diterima kembali oleh sistem pada Raspberry Pi. Pengujian mencakup waktu transmisi citra melalui jaringan Tailscale VPN serta waktu pemrosesan inferensi pada lingkungan WSL.

Tabel 4.4 Profiling Waktu Inferensi Sistem

	Kondisi Uji	Waktu Inferensi (detik)	Keterangan
1	Posisi keping ideal, cahaya optimal	3.5	Stabil
2	Posisi keping berada di pinggir area	4.2	Waktu lebih lama
3	Posisi keping miring	3.8	Selisih waktu sedikit meningkat
4	Posisi keping terbalik	4.5	Paling lambat
5	Objek keping tidak terlihat	0	Tidak diproses

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 4.4, waktu inferensi sistem berada pada rentang 3,5 hingga 4,5 detik tergantung pada kondisi pengujian dan kompleksitas citra. Pada kondisi ideal, sistem mampu memberikan respon dengan waktu inferensi yang relatif stabil, sedangkan pada kondisi posisi keping yang tidak ideal, waktu inferensi cenderung meningkat.



Gambar 4.7 Hasil deteksi pada kondisi Objek Kepiting tidak terlihat.

Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi Raspberry Pi 5 dengan lingkungan WSL melalui jaringan privat Tailscale VPN masih mampu memberikan waktu respon yang dapat diterima untuk aplikasi sortir otomatis semi-real-time.

4.1.6 Ringkasan Hasil Pengujian Sistem

Hasil pengujian secara keseluruhan menunjukkan bahwa sistem sortir otomatis kepiting bakau mampu bekerja dengan baik pada kondisi operasional yang sesuai, khususnya pada posisi kepiting yang ideal dan pencahayaan yang memadai. Variasi posisi ekstrem dan kondisi pencahayaan yang tidak optimal terbukti memberikan dampak signifikan terhadap penurunan performa sistem.

Meskipun demikian, sistem tetap mampu memberikan *output* yang konsisten sesuai dengan kondisi input yang diterima, sehingga hasil pengujian ini dapat dijadikan dasar untuk analisis lebih lanjut mengenai keandalan dan batasan sistem pada Bab V.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Posisi Kepiting terhadap Kinerja Sistem

Berdasarkan hasil pengujian pada berbagai variasi posisi kepiting, hasil membuktikan bahwa posisi objek kepiting memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja sistem sortir otomatis. Sebagai contoh, pada posisi kepiting berada di tengah area pengambilan gambar, sistem mampu menghasilkan akurasi tertinggi karena seluruh bagian morfologi utama kepiting dapat terlihat secara utuh oleh kamera atas dan bawah.

Sebaliknya, pada posisi objek kepiting yang berada di pinggir area, miring, atau terbalik, sebagian bagian tubuh kepiting tidak terlihat secara menyeluruh oleh kamera. Posisi ini menyebabkan informasi visual yang digunakan oleh model *machine learning* menjadi kurang lengkap, sehingga menurunkan akurasi hasil deteksi. Penurunan performa yang paling signifikan terjadi pada posisi kepiting yang tidak terlihat kamera, di mana sistem secara konsisten tidak menghasilkan keluaran deteksi.

Hasil ini menunjukkan bahwa sistem sortir kepiting berbasis AI sangat bergantung pada penempatan objek kepiting yang konsisten, sehingga diperlukan desain mekanik atau panduan operasional yang memastikan posisi kepiting berada dalam area pengambilan gambar yang ideal.

4.2.2 Pengaruh Pencahayaan terhadap Proses Deteksi Kepiting

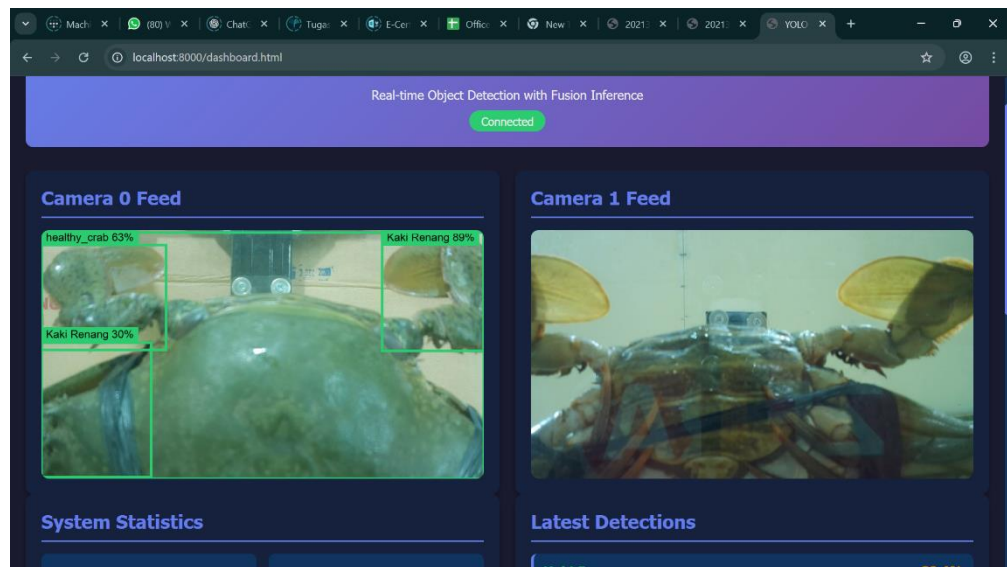
Pencahayaan merupakan faktor penting dalam sistem deteksi berbasis citra. Pada kondisi pencahayaan optimal, fitur visual kepiting seperti tekstur karapas, bentuk kaki, dan perbedaan morfologi dapat ditangkap dengan jelas oleh kamera, sehingga proses inferensi dapat berjalan dengan baik.

Namun, pada kondisi pencahayaan yang kurang optimal, seperti dalam kondisi gelap atau munculnya bayangan, kualitas citra mengalami penurunan yang cukup signifikan. Hal ini berdampak pada berkurangnya kontras antara objek dan latar belakang, serta meningkatnya noise visual yang dapat mengganggu proses ekstraksi fitur oleh model YOLOv11. Akibatnya, akurasi deteksi mengalami penurunan, terutama pada model kelengkapan kaki yang sangat bergantung pada detail visual.

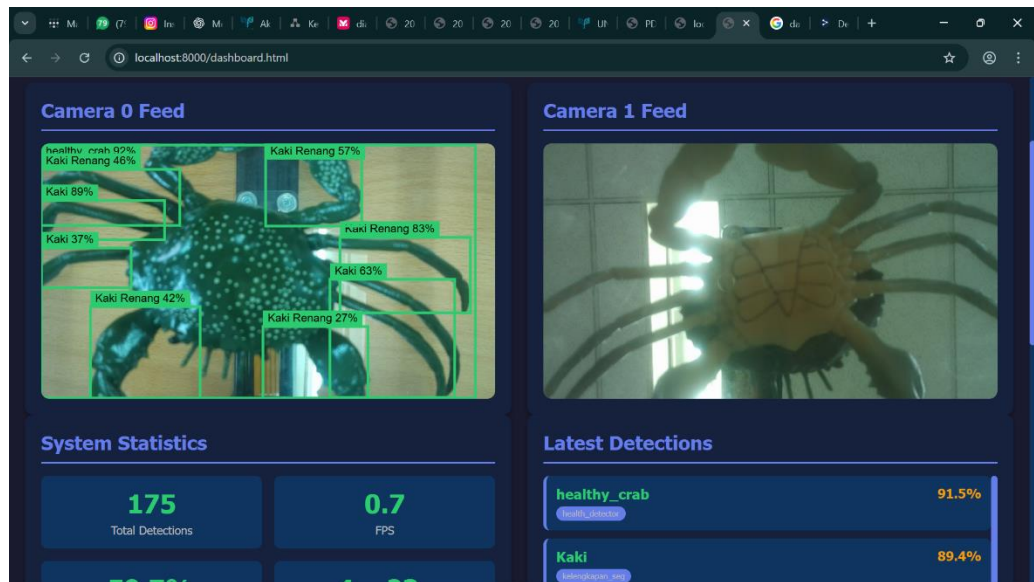
Temuan ini menunjukkan bahwa pengendalian pencahayaan menjadi aspek penting dalam implementasi sistem di lapangan agar performa sistem tetap stabil.

4.2.3 Hasil Inferensi Model Kelengkapan Kaki Kepiting

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 4.8, sistem dapat melakukan deteksi kelengkapan kaki kepiting bakau, khususnya pada kaki jalan dan kaki renang, dengan tingkat performa yang tergolong baik. Akurasi tertinggi yang dicapai sebesar 89% pada deteksi kaki jalan dan kaki renang, yang mengindikasikan bahwa model mampu mengenali struktur morfologi kaki kepiting secara konsisten pada kondisi pengujian yang optimal.



Gambar 4.8 Hasil inferensi kaki renang kepiting bakau



Gambar 4.9 Hasil inferensi kaki gerak kepiting bakau

Hasil inferensi yang ditampilkan pada Gambar 4.9 menunjukkan bahwa sistem mampu mengidentifikasi kelengkapan kaki kepiting bakau, terutama pada kaki jalan dan kaki renang, dengan akurasi maksimum mencapai 89%. Kinerja deteksi dipengaruhi oleh kualitas citra yang didukung dengan penggunaan model kepiting yang berukuran sesuai dengan area deteksi, dan juga posisi kaki kepiting yang terlihat dengan jelas.

4.2.4 Hasil Inferensi Model Gender Kepiting

Hasil inferensi pada model deteksi gender kepiting menunjukkan bahwa pada kondisi tertentu sistem belum mampu menghasilkan klasifikasi gender. Hal ini disebabkan oleh tidak terdeteksinya ciri visual utama pembeda gender pada citra masukan, khususnya bagian abdomen, yang dipengaruhi oleh posisi objek yang kurang sesuai atau adanya occlusion. Dengan demikian, kegagalan deteksi lebih disebabkan oleh keterbatasan pada proses akuisisi citra dibandingkan dengan performa model deteksi itu sendiri.

Temuan ini mengindikasikan bahwa proses deteksi gender kepiting memerlukan pengaturan posisi objek dan sudut pengambilan citra yang lebih spesifik dibandingkan dengan parameter deteksi lainnya. Oleh karena itu, aspek tersebut menjadi perhatian penting untuk pengembangan dan penyempurnaan sistem pada tahap selanjutnya.

4.2.5 Hasil Evaluasi Performa YOLO dalam deteksi Kesehatan Kepiting

Pada Gambar 4.6, yang merupakan salah satu skenario pengujian, model YOLO mendeteksi keberadaan bercak pada bagian punggung kepiting dengan tingkat kepercayaan sebesar 27,4%. Deteksi bercak tersebut kemudian berkontribusi terhadap klasifikasi kepiting sebagai tidak sehat dengan nilai confidence keseluruhan sebesar 79,9%. Rendahnya nilai confidence pada fitur bercak mengindikasikan bahwa karakteristik visual bercak memiliki tingkat variasi tekstur dan warna yang tinggi, sehingga lebih sulit dikenali secara konsisten oleh model dibandingkan dengan fitur morfologis yang bersifat lebih kontras dan terstruktur.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa performa YOLO dalam mendeteksi kondisi kesehatan kepiting sangat dipengaruhi oleh kualitas dataset serta kompleksitas fitur visual yang digunakan sebagai indikator kesehatan. Berbeda dengan deteksi objek berbasis bentuk yang relatif stabil, deteksi kesehatan berbasis tekstur dan pola permukaan, seperti bercak, cenderung lebih sensitif terhadap variasi pencahayaan, sudut pengambilan gambar, dan resolusi citra. Oleh karena itu, kesalahan deteksi yang terjadi pada beberapa skenario pengujian tidak sepenuhnya disebabkan oleh kegagalan model, melainkan lebih dipengaruhi oleh keterbatasan representasi fitur visual dalam data latih.

4.2.6 Kontribusi Sistem Dual Kamera

Penggunaan dua kamera dengan sudut pandang yang berbeda memberikan kontribusi positif terhadap kelengkapan informasi visual yang diterima oleh sistem. Kamera atas berperan dalam menangkap morfologi dorsal kepiting, sementara kamera bawah difokuskan pada bagian ventral dan kondisi kaki kepiting.

Pendekatan dual kamera ini mampu mengurangi keterbatasan sudut pandang tunggal, terutama pada kondisi di mana sebagian bagian tubuh kepiting tertutup atau tidak terlihat dari satu arah. Dengan menggabungkan hasil inferensi dari kedua kamera, sistem dapat menghasilkan keputusan yang lebih konsisten dibandingkan penggunaan satu kamera saja.

4.2.7 Evaluasi Hasil YOLO

Evaluasi kinerja model YOLO dalam penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan berbagai karakteristik kepiting bakau, meliputi jenis kelamin, status kesehatan, dan kelengkapan kaki, melalui citra yang diperoleh dari sistem akuisisi berbasis kamera. Evaluasi dilakukan di berbagai skenario pengujian yang dikategorikan ke dalam kondisi optimal, tidak optimal, dan gagal mendeteksi, memungkinkan analisis menyeluruh kinerja model dalam berbagai keadaan operasional.

Menurut temuan pengujian, model YOLO menunjukkan kinerja yang berfluktuasi berdasarkan jenis fitur visual tertentu yang diidentifikasi. Dalam menilai kelengkapan kaki kepiting, terutama kaki penggerak dan renang, model mencapai tingkat akurasi tertinggi 89%. Kinerja luar biasa ini menunjukkan bahwa YOLO sangat efektif dalam mengenali fitur morfologi yang dicirikan oleh bentuk dan kontur yang berbeda, serta kontras relatif terhadap latar belakang. Hal ini menunjukkan bahwa deteksi berdasarkan struktur fisik relatif stabil dan konsisten di berbagai kondisi pengujian yang memadai.

Dalam hal mendeteksi kondisi kesehatan kepiting, kinerja YOLO menghasilkan hasil yang relatif memuaskan, namun menunjukkan sensitivitas yang tinggi terhadap kualitas gambar. Sistem ini berhasil mengklasifikasikan kondisi kesehatan kepiting dengan tingkat kepercayaan 79,9%, di mana salah satu indikator visual, khususnya bintik-bintik di punggung kepiting, terdeteksi dengan akurasi 27,4%, berfungsi sebagai kriteria untuk mengkategorikan kepiting yang tidak sehat. Hasil deteksi ini dikuatkan melalui wawancara dengan praktisi lapangan, sehingga memperkuat kemampuan sistem untuk mengenali indikator kesehatan eksternal yang relevan. Meskipun demikian, akurasi rendah dalam mendeteksi fitur menunjukkan bahwa deteksi berbasis tekstur dan pola permukaan memiliki tingkat kompleksitas yang lebih besar dibandingkan dengan deteksi berbasis bentuk.

Sementara itu, dalam deteksi jenis kelamin kepiting, beberapa skenario uji diidentifikasi di mana sistem gagal menghasilkan output deteksi. Fenomena ini terjadi ketika fitur morfologi yang membedakan gender, seperti perut, tidak ditangkap secara optimal karena kendala yang terkait dengan sudut pengambilan gambar, posisi objek, atau oklusi. Pengamatan ini menyiratkan bahwa kinerja YOLO dalam deteksi gender secara signifikan dipengaruhi oleh keberadaan fitur visual representatif dalam gambar input,

dengan tidak adanya hasil deteksi terutama dikaitkan dengan keterbatasan dalam kualitas akuisisi gambar daripada kekurangan dalam model deteksi itu sendiri.

Secara keseluruhan, evaluasi hasil menunjukkan bahwa model YOLO menunjukkan kinerja luar biasa dalam mendeteksi fitur morfologi yang menonjol, cukup efektif dalam mengidentifikasi indikator kesehatan visual eksternal, tetapi menunjukkan keterbatasan dalam mendeteksi fitur biologis yang memerlukan sudut pandang tertentu. Variasi kinerja ini menguatkan bahwa kualitas pencahayaan, posisi objek, dan kelengkapan informasi visual adalah faktor utama yang mempengaruhi keberhasilan inferensi model.

Akibatnya, dapat disimpulkan bahwa YOLO mewakili metodologi deteksi objek yang efektif yang berlaku untuk sistem penyortiran kepiting bakau berbasis penglihatan komputer, terutama di bawah kondisi operasional yang terkontrol. Hasil evaluasi ini secara bersamaan memberikan panduan untuk pengembangan sistem di masa depan, termasuk konfigurasi sudut kamera yang lebih tepat, peningkatan kualitas dataset, dan optimalisasi skenario akuisisi gambar untuk meningkatkan konsistensi deteksi di seluruh parameter yang dinilai.

4.2.8 Kinerja Sistem Secara Keseluruhan dan Kelayakan Implementasi

Secara keseluruhan, sistem sortir otomatis kepiting bakau menunjukkan kinerja yang stabil pada kondisi operasional yang sesuai. Waktu inferensi sistem berada pada rentang yang masih dapat diterima untuk aplikasi sortir otomatis *semi-real-time*, meskipun terjadi peningkatan waktu respon pada kondisi objek yang tidak ideal.

Integrasi Raspberry Pi 5 dengan lingkungan WSL melalui jaringan privat *Tailscale VPN* terbukti memberikan fleksibilitas dalam pengelolaan beban komputasi tanpa mengorbankan stabilitas sistem. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki potensi untuk diimplementasikan pada lingkungan operasional dengan beberapa penyesuaian tertentu.

4.2.9 Keterbatasan Sistem dan Arah Pengembangan

Meskipun sistem menunjukkan performa yang baik pada kondisi tertentu, beberapa keterbatasan masih sesekali ditemukan, seperti sensitivitas terhadap pencahayaan yang ekstrem, posisi objek kepiting yang tidak ideal, dan gerakan cepat

kepiting saat pengambilan gambar. Keterbatasan ini menyebabkan penurunan akurasi pada beberapa skenario pengujian.

Pengembangan lanjutan dapat difokuskan pada peningkatan jumlah dan variasi dataset, penerapan teknik augmentasi citra, serta optimasi model agar lebih robust terhadap variasi kondisi lapangan. Selain itu, perbaikan desain mekanik area pengambilan gambar serta penambahan sensor berat dapat membantu meningkatkan konsistensi posisi objek dan efisiensi sistem sortir kepiting.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem sortir otomatis kepiting bakau yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Sistem sortir otomatis kepiting bakau berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan dua buah kamera Raspberry Pi (kamera atas dan kamera bawah) yang terintegrasi dengan Raspberry Pi 5 sebagai unit pemrosesan utama. Sistem ini mampu melakukan pengambilan citra secara simultan untuk memperoleh informasi visual kepiting dari dua sudut pandang yang berbeda.
- 2) Raspberry Pi 5 berhasil diintegrasikan dengan lingkungan *Windows Subsystem for Linux* (WSL) melalui jaringan *Tailscale VPN*, sehingga proses komputasi dan eksekusi tiga model inferensi machine learning berbasis deteksi citra, yaitu deteksi gender kepiting, deteksi kondisi kesehatan kepiting, dan deteksi kelengkapan kaki kepiting, dapat dijalankan secara terpusat, stabil, dan real-time pada server pemrosesan.
- 3) Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan proses inferensi dan klasifikasi dengan baik pada berbagai skenario pengujian dengan tingkat akurasi rata-rata mencapai sekitar 92% pada kondisi operasional optimal, serta waktu inferensi berada pada rentang 3,5 hingga 4,5 detik.
- 4) Penggunaan dua kamera (atas dan bawah) terbukti meningkatkan keandalan sistem dalam mendeteksi fitur visual kepiting, khususnya pada pengujian kelengkapan kaki dan kondisi kesehatan, dibandingkan dengan penggunaan satu kamera saja.
- 5) Berdasarkan hasil pengujian keseluruhan skenario, sistem sortir otomatis kepiting bakau dinilai layak digunakan sebagai sistem bantu sortir berbasis visi komputer pada skala prototipe dengan kondisi operasional yang terkontrol.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian serta keterbatasan yang ditemukan selama proses pengujian dan implementasi sistem, maka beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya adalah sebagai berikut:

- 1) Sistem sortir otomatis kepiting bakau ini disarankan untuk diuji lebih lanjut pada kondisi operasional nyata dengan jumlah sampel kepiting yang lebih banyak dan variasi ukuran serta spesies yang lebih beragam.
- 2) Pada penelitian selanjutnya, kualitas hasil inferensi dapat ditingkatkan dengan melakukan optimasi pencahayaan menggunakan sistem pencahayaan terkontrol (enclosure lighting) agar hasil deteksi lebih konsisten pada berbagai kondisi lingkungan.
- 3) Pengembangan model machine learning dapat diarahkan pada peningkatan akurasi dan kecepatan inferensi, misalnya melalui optimasi model (quantization atau pruning) agar lebih efisien dijalankan pada perangkat edge seperti Raspberry Pi.
- 4) Sistem komunikasi antara Raspberry Pi dan server pemrosesan melalui *Tailscale VPN* dapat dikembangkan dengan mekanisme failover atau logging otomatis untuk meningkatkan keandalan sistem dalam penggunaan jangka panjang.
- 5) Untuk implementasi skala industri, sistem sortir dapat diintegrasikan dengan sensor berat dan aktuator mekanik (*conveyor* dan mekanisme pemilah) sehingga proses sortir kepiting dapat berjalan secara otomatis tanpa intervensi manual.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainul Idham, & Efy Yosrita. (2025). Analysis of Long Short-Term Memory (LSTM) and Extreme Gradient Boosting (XGBoost) Algorithms to Predict the Number of Airplane Passengers at Makassar Sultan Hasanuddin International Airport : Systematic Literature Review. *Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik)*, 9(1). <https://doi.org/10.37339/e-komtek.v9i1.2298>
- Aqza, D., Sektiana, S. P., & Raharjo, S. (2023). TEKNIK PENGGEMUKAN KEPITING BAKAU (*Scylla serrata*) MENGGUNAKAN SISTEM APARTEMEN DI CV. ISTANA KEPITING, KAB. BONE. *Indonesian Journal of Aquaculture Medium*, 3(4). <https://doi.org/10.29303/mediaakuakultur.v3i4.3355>
- Arvio, Y., Kusuma, D. T., & BM Sangadji, I. (2024). Inorganic Waste Detection Application Using Smart Computing Technology with YOLOv8 Method. *Sinkron*, 8(4). <https://doi.org/10.33395/sinkron.v8i4.14117>
- Dinakaran, S. S., Satish, R., Sujatha, S., Riadhawsein, R., Mamatjonovich, M. M., & Tanwani, S. N. (2026). Integration of Edge Computing in Mobile Library Services. *Indian Journal of Information Sources and Services*, 16(1). <https://doi.org/10.51983/ijiss-2026.16.1.29>
- Fauziah, S. E., Romadhoni, W., & Rusyanti, N. (2024). Pendampingan Inovasi Teknologi Budidaya Kepiting Ramah Lingkungan Wisata Hutan Mangrove Desa Ardi Mulyo. *Plakat : Jurnal Pelayanan Kepada Masyarakat*, 6(1). <https://doi.org/10.30872/plakat.v6i1.13845>
- Ficili, I., Giacobbe, M., Tricomi, G., & Puliafito, A. (2025). From Sensors to Data Intelligence: Leveraging IoT, Cloud, and Edge Computing with AI. *Sensors*, 25(6). <https://doi.org/10.3390/s25061763>
- Hamzaoui, M., Ould-Elhassen Aoueleiyine, M., Bouallegue, S., & Bouallegue, R. (2025). Enhanced detection of Argulus and epizootic ulcerative syndrome in fish aquaculture through an improved deep learning model. *Journal of Aquatic Animal Health*, 37(3). <https://doi.org/10.1093/jahafs/vsaf001>
- Handayani, L., & Rozikin, I. (2019). IDENTIFIKASI EKTOPARASIT PADA KEPITING BAKAU (*SCYLLA SERRATA*) DARI HASIL TANGKAPAN NELAYAN DI WILAYAH PERTAMBAKAN DESA SEGINTUNG, KUALA PEMBUANG II. *Sebatik*, 23(1). <https://doi.org/10.46984/sebatik.v23i1.446>

- Haris, A., Marimin, M., Wahjuni, S., & Setiawan, B. I. (2025a). H-ConvLSTM to Estimate Reference Evapotranspiration From Air Temperature and Relative Humidity. *IEEE Access*, 13. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3585771>
- Haris, A., Marimin, Wahjuni, S., & Setiawan, B. I. (2025b). The Use of Artificial Neural Networks to Estimate Reference Evapotranspiration. *Agromet*, 39(1). <https://doi.org/10.29244/j.agromet.39.1.1-7>
- Hasan, M., Hisam Abd Aziz, M. F., Kismiyati, K., Subekti, S., & Zakariah, M. I. (2019). Occurrence of Pedunculate Barnacle, *Octolasmis* spp. in Blue Swimming Crab, *Portunus pelagicus*
<i>[Tingkat Kejadian Pedunculate Barnacle, *Octolasmis* spp. pada Rajungan, *Portunus pelagicus*]<i>. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 11(1). <https://doi.org/10.20473/jipk.v11i1.10635>
- KantinIT. (2023, July 7). *Apa Itu Algoritma YOLO? Arsitektur, Cara Kerja dan Kelebihan*. KantinIT. <https://kantinit.com/kecerdasan-buatan/apa-itu-algoritma-yolo-arsitektur-cara-kerja-dan-kelebihan/>
- Khumaidi, A., & Nurpadilah, A. (2024). *KLASIFIKASI MOLTING KEPITING SOKA MENGGUNAKAN ALGORITMA CONVOLUSIONAL NEURAL NETWORK*. 13(2).
- Lamhot Fernando Remember Simanjuntak, Marno, & Rizal Hanifi. (2023). Rancang bangun sistem penyortir dan penghitung lele sangkal berbasis IoT. *JTTM : Jurnal Terapan Teknik Mesin*, 4(1). <https://doi.org/10.37373/jttm.v4i1.355>
- Lubis, R. K. S., Rasyid, R., & Yusfi, M. (2024). Baby Weight and Length Measurement System with Data Storage Using MySQL Database. *Pertanika Journal of Science and Technology*, 32(2). <https://doi.org/10.47836/pjst.32.2.03>
- Mahbubi, A., Fatoni, A., & Iskandar. (2025). Developing a mud crab ecotourism business model in the mangrove forest ecosystems of Belitong UNESCO Global Geopark, Indonesia. *Asian Journal of Forestry*, 9(1). <https://doi.org/10.13057/asianjfor/r090102>
- Maulida, N. H. (2022). Studi Literatur Penerapan Metoda Prototype dan Waterfall dalam Pembuatan Sebuah Aplikasi atau Website. *Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik*, (April).
- Obaid, M. H., & Hamad, A. H. (2024). Internet of Things Based Oil Pipeline Spill Detection System Using Deep Learning and LAB Colour Algorithm. *Iraqi Journal for Electrical and Electronic Engineering*, 20(1). <https://doi.org/10.37917/ijeee.20.1.14>
- PT. Berjaya Inovasi Global. (2025). *PT. Berjaya Inovasi Global*.
- Puji Catur Siswipraptini, Rosida Nur Aziza, Riki Ruli A Siregar, & Arief Ramadhan. (2024). Smart Home Energy Management Systems: A Systematic Review of

- Architecture, Communication, and Algorithmic Trends. *Journal of System and Management Sciences*. <https://doi.org/10.33168/jsms.2024.1108>
- Putri, T. W. O., & Mowaviq, M. I. (2021). PROTOTIPE SISTEM KONVEYOR OTOMATIS DENGAN KENDALI KECEPATAN BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER. *Barometer*, 6(1). <https://doi.org/10.35261/barometer.v6i01.4505>
- Rachman, F., Akbar, M., & Putera, E. (2023). *FISH DISEASE DETECTION OF EPIZOOTIC ULCERATIVE SYNDROME USING DEEP LEARNING IMAGE PROCESSING TECHNIQUE*. <https://doi.org/10.17501/23861282.2023.8102>
- Rahima, H. (2024). *YOLOv11: An Overview of the Key Architectural Enhancements*. <https://arxiv.org/abs/2410.17725>
- Rezkiawan, R., Niswar, M., & Ahmad Ilham, A. (2022). DETEKSI KEPITING MOLTING MENGGUNAKAN TEKNIK KLASIFIKASI MACHINE LEARNING. *J-ENSITEC*, 8(01). <https://doi.org/10.31949/jensitec.v8i01.1909>
- Rustikasari, I., Paransa, D. S. J., Kaligis, E. Y., Ompi, M., Pelle, W. E., & Pratasik, S. B. (2021). Morphological identification of crabs in the rocky coast of Manado Bay. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 9(2). <https://doi.org/10.35800/jip.9.2.2021.35200>
- Siahainenia, L., & Selanno, D. A. J. (2022). PERFORMA DAN KARAKTER MORFOLOGIS KEPITING BAKAU YANG TERPAPAR LOGAM BERAT DI EKOSISTEM MANGROVE PASSO. *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 18(2). <https://doi.org/10.30598/tritonvol18issue2page149-157>
- Siregar, R. R. A., Seminar, K. B., Wahjuni, S., & Santosa, E. (2022). Vertical Farming Perspectives in Support of Precision Agriculture Using Artificial Intelligence: A Review. In *Computers* (Vol. 11, Number 9). <https://doi.org/10.3390/computers11090135>
- Situmorang, H., & Zul, M. I. (2024). Implementasi Metodologi Prototype dalam Pengembangan Sistem Manajemen Kehadiran Pegawai Perusahaan Berbasis Web. *JTIM : Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia*, 6(3). <https://doi.org/10.35746/jtim.v6i3.559>
- Susanti, M. N. I., Indrianto, I., & Abdurasyid, A. (2024). Heart Condition Monitoring System Using IoT. *AIP Conference Proceedings*, 2867(1). <https://doi.org/10.1063/5.0225799>
- Ultralytics. (2025). *Ultralytics YOLO11*. Ultralytics. <https://docs.ultralytics.com/models/yolo11/#overview>
- Yudistira, R. R. D., Anggoro, S., & Kasyidi, F. (2023). Klasifikasi Barang Pada Proses Sortir Pengiriman Barang Dengan Raspberry Pi Menggunakan Algoritma Oriented

Fast And Rotated Brief (ORB) Dan K-Nearest Neighbor (KNN). *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 10(1).

Zhao, F., Chen, Y., Xi, D., Liu, Y., Wang, J., Tabeta, S., & Mizuno, K. (2025). Enhanced hermit crabs detection using super-resolution reconstruction and improved YOLOv8 on UAV-captured imagery. *Marine Environmental Research*, 210. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2025.107313>

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Data Pribadi

Nama : Alkhawarizmi Alianda Widyasalam
Program Studi : S1 Teknik Informatika
NIM : 202131176
Tempat, tanggal lahir : Tangerang, 22 Maret 2003
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
No HP : 088225041359
Email : al.khawarizmi2003@gmail.com
Alamat Rumah : Jl. Prajurit Sudarmo Blok B No. 6, RT.2/RW.1,
Karangklesem, Purwokerto Selatan, Kab Banyumas
Jawa Tengah

Pendidikan

SD : SD Negeri 4 Kranji, tahun lulus 2015
SMP : SMP Negeri 3 Purwokerto, tahun lulus 2018
SMA : SMA Negeri 2 Purwokerto, tahun lulus 2021

Demikianlah daftar riwayat hidup ini dibuat dengan sebenarnya.

Jakarta, 26 Januari 2026

Alkhawarizmi A. W

LAMPIRAN

Lampiran 1 Berita Acara Hasil Wawancara Pegawai CV. Bintang Samudera

BERITA ACARA

Hari, Tanggal	: Kamis, 15 Januari 2026
Tempat	: CV. Bintang Samudera, Jl. Karya Bakti Timur No.69 12, RT.12/RW.16, Kapuk, Kecamatan Cengkareng, Kota Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta
Narasumber	: Rian
Jabatan	: Pegawai senior perusahaan
Jenis Kegiatan	: Wawancara
Tema Wawancara	: Memvalidasi hasil deteksi dari alat profiling kepiting dan praktek dilapangan tentang cara penggunaan alat profiling kepiting serta perbedaan kepiting bakau jantan dan betina; kepiting bakau sehat dan kepiting bakau tidak sehat,
Deskripsi Kegiatan	: Pewawancara melakukan wawancara dengan mengajukan beberapa pertanyaan dengan narasumber terkait. Narasumber memberikan jawaban dari pertanyaan yang diajukan oleh pewawancara. Adapun pertanyaan yang diajukan tercantum pada tabel wawancara.

WAWANCARA

Tanggal : Kamis, 15 Januari 2026

Waktu : 16.00 WIB

Narasumber : Rian

Jabatan : Pegawai senior di CV. Bintang Samudera

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Sejak kapan berdirinya perusahaan CV Bintang Samudera?	Sejak Tahun 2009
2	Sejak kapan Pak Rian bekerja di perusahaan CV Bintang Samudera?	Sejak Tahun 2015
3	Berapa isi kepiting bakau dalam satu box?	Satu box itu beratnya 30kg, isinya antara 50 sampai 60 ekor kepiting bakau per box.
4	Berapa lama 1 karyawan memilah kepiting?	Kurang lebih 5 sampai 10 menit
5	Pernahkah ada kesalahan pada saat proses pemilahan kepiting?	Tentu pernah, misalnya ada karyawan baru yang belum terlalu paham membedakan kepiting sesuai kelompoknya.
6	Ketika kepiting datang ke gudang hal apa yang paling pertama dilakukan? Memisahkan bergantung kategori apa?	Pastinya langsung dibongkar dari box karena kepitingnya datang dari papua, perjalanannya jauh, kepiting yang lemas nanti langsung di kasi minum.
7	Bagaimana menjamin pemilahan yang dilakukan itu benar atau tidak?	Untuk jaminan pemilahannya, biasanya dilakukan dua kali pengecekan untuk memastikan sudah benar atau tidak.
8	Apa perbedaan utama yang dilihat pada karapas (cangkang) kepiting bakau yang sehat dibandingkan dengan yang tidak sehat?	Warnanya berubah agak kuning, kemudian kalau cangkang ditekan itu lembek.

9	Jenis parasit apa yang paling sering menjangkit kepiting bakau?	Parasit yang bentuknya seperti kecambah atau teritip.
10	Bagaimana cara membedakan kepiting Jantan dan Kepiting betina	Kepiting jantan bentuk abdomennya runcing seperti huruf V, kepiting betina bentuk abdomennya membulat seperti huruf U.



Pewawancara

Alkhawarizmi A. W

Narasumber

Rian

Lampiran 2 Surat Permohonan Mengikuti Sidang Skripsi



INSTITUT TEKNOLOGI-PLN

PERMOHONAN MENGIKUTI SIDANG TUGAS AKHIR AHLI-MADYA¹⁾/ SARJANA²⁾

Nama mahasiswa : Alkhawarizmi Alianda Widyasalam
 NIM : 202131176
 Program studi : S1 Teknik Informatika
 Fakultas/Sekolah : Fakultas Telematika dan Energi
 No HP dan email : 088225041359 alkhawarizmi2131176@itpln.ac.id

Mengajukan permohonan mengikuti sidang tugas akhir pada Semester 9 Tahun Akademik 2025/2026, dimana judul tugas akhir dan dosen pembimbingnya sebagai berikut:

Judul tugas akhir : Pengembangan Sistem Sortir Kepiting Bakau (Scylla Serrata) Berbasis AI

Nama Pembimbing 1 : Dr. Efy Yosrita, S.Si., M.Kom

Sebagai bahan pertimbangan disampaikan data-data pendukung sebagai berikut:

No	Persyaratan	Memenuhi syarat ²⁾	
1	Telah menyelesaikan naskah tugas akhir (foto copy lembar bimbingan, dan surat persetujuan Dosen pembimbing)	Ya	Tidak
2	Persetujuan Dosen pembimbing pertama	Ya	Tidak
3	Memiliki surat bebas plagiasi	Ya	Tidak
4	Memiliki Sertifikat Toefl	Ya	Tidak
5	Memiliki Sertifikat soft skill/hard skill (minimal 5)	Ya	Tidak
6	Memiliki Sertifikat seminar (minimal 5)	Ya	Tidak
7	Memiliki Sertifikat MOS	Ya	Tidak
8	Memiliki Sertifikat Uji Kompetensi	Ya	Tidak
9	Lulus mata kuliah dengan nilai minimum C	Ya	Tidak
10	Tidak mempunyai tunggakan keuangan	Ya	Tidak
11	Tidak mempunyai pinjaman buku perpustakaan	Ya	Tidak
12	Tidak mempunyai pinjaman alat-alat laboratorium	Ya	Tidak

¹⁾ Pilih salah satu

²⁾ Diisi oleh Kepala Program Studi,

Disetujui/ Tidak disetujui mengikuti Sidang

Jakarta, 26 Januari 2026

Kepala Program Studi

Diperiksa oleh:

Dosen Pembimbing Akademik

Mahasiswa



Sely Karmila, S.Kom, M.Si.



Sely Karmila, S.Kom, M.Si.



Alkhawarizmi Alianda W.

Lampiran 3 Surat Keterangan Persyaratan Akademik dan Keuangan

	INSTITUT TEKNOLOGI PLN	Kode	FO-PD-A03-2-003-03-005
		Tanggal	10 Februari 2025
	SURAT KETERANGAN SYARAT AKADEMIK DAN KEUANGAN	Level	2
		Revisi ke-	3

**SURAT KETERANGAN
TELAH MEMENUHI PERSYARATAN AKADEMIK DAN KEUANGAN
PROGRAM VOKASI/SARJANA**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

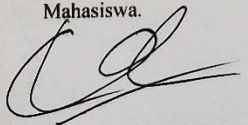
Nama mahasiswa : Alkhawarizmi Alianda Widyasalam
 NIM : 202131176
 Program Studi : Teknik Informatika
 Fakultas/Sekolah : Telematika Energi
 No HP dan email : 088225041359 alkhawarizmi2131176@itpln.ac.id

Menyatakan bahwa saya telah memenuhi persyaratan administrasi akademik dan keuangan untuk mengikuti sidang tugas akhir, dan yang menyatakan:

No	Persyaratan	Nama Pejabat	Jabatan	Tanggal	Paraf	Ket
1	Sertifikat Toefl minimal 450	Sely Karmila, S.Kom, M.Si.	Dosen PA	2/2/26		Copy Sertifikat Terlampir
2	Sertifikat soft skill (minimal 5)	Sely Karmila, S.Kom, M.Si.	Dosen PA			Copy Sertifikat Terlampir
3	Sertifikat seminar (minimal 5)	Sely Karmila, S.Kom, M.Si.	Dosen PA			Copy Sertifikat Terlampir
4	Sertifikat MOS	Hendra Jatnika, S.Kom, M.Kom	Ka Lab ITCC	26/1/26		Copy Sertifikat Terlampir
5	Sertifikat kompetensi sesuai bidang	Sely Karmila, S.Kom, M.Si.	Kaprodi	2/2/26		Copy Sertifikat Terlampir
6	Lulus mata kuliah nilai minimum C	Rosmawati Nurhasanah, S.T., MT	MBAA	02/02/2026		Rekap Nilai terlampir
7	Tidak mempunyai tunggakan keuangan	Lisdiana, SE., MM.	MBKU	29/1/26		Surat pernyataan terlampir
8	Tidak mempunyai pinjaman buku	Nurul Hidayati, S.I.Pust	MBPUS	2/2/2026		Surat pernyataan terlampir
9	Surat Bebas Plagiasi < 30% Kemiripan	Dr. Efy Yosrita, S.Si., M.Kom	Dosen Pembimbing	11/2/26		Surat keterangan terlampir
10	Referensi menggunakan karya ilmiah dosen ITPLN (minimal 5)	Dr. Efy Yosrita, S.Si., M.Kom	Dosen Pembimbing	5/2/2026		Daftar Pustaka terlampir

Jakarta, 31 Januari 2026

Mahasiswa.


 (Alkhawarizmi Alianda W.)

SKS SAAT INI	=	143
SKRIPSI + MAGANG	=	6
SKS JIKA LULUS	=	149

DIIJINKAN SIDANG SKRIPSI JIKA LULUS
SIDANG MAGANG

Lampiran 5 Sertifikat Microsoft Office Specialist



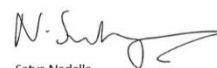
ALKHAWARIZMI ALIANDA WIDYASALAM

has successfully completed the requirements to be recognized as a Microsoft Office Specialist

Word 2019 Associate

Word 2019

Date of achievement: October 6, 2022
verify.certipoint.com wBNm3-2FNF


Satya Nadella
Chief Executive Officer



Lampiran 6 Sertifikat Microsoft Certified Fundamentals

Microsoft Certified

Azure AI Fundamentals

ALKHAWARIZMI ALIANDA WIDYASALAM

has successfully completed the requirements of
Azure AI Fundamentals

Date Issued: January 24, 2026




Satya Nadella
Chief Executive Officer



verify.certiport.com: waX3r-FahH

Lampiran 7 Surat Validasi MOS dari ITCC



SURAT KETERANGAN HASIL VALIDASI SERTIFIKAT

No. 3416/S.VAL/MOS/I/2026

ITCC IT-PLN dengan ini menerangkan bahwa:

Nama Lengkap : ALKHAWARIZMI ALIANDA WIDYASALAM
NIM : 202131176
Program Studi : S1 Teknik Informatika
E-mail : alkhawarizmi2131176@itpln.ac.id
Nomor/kode sertifikat : wBNm3-2FNF
*Kode Validasi : FVPS-MOS-07-OL-1320

Adalah benar telah lulus sertifikasi Microsoft dengan program *Microsoft Office Specialist (MOS)* yang diselenggarakan oleh ITCC IT-PLN, sesuai dengan data internal kami dan verifikasi kode sertifikat resmi secara *online* di link:

<https://www.certipoint.com/Portal/Pages/CredentialVerification.aspx>

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenar-benarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Keterangan:

1. Masukkan Kode Validasi pada form checklist persyaratan pengajuan sidang skripsi/tugas akhir, pada poin sertifikasi **MOS**.
2. Lampirkan surat keterangan ini pada persyaratan pengajuan sidang skripsi/tugas akhir.

Jakarta,
Information Technology Certification Center
Institut Teknologi – PLN Jakarta

Hendra Jatnika, S.Kom., M.Kom
Kepala ITCC IT-PLN

Menara PLN - Kampus IT - PLN Gedung A Lantai 5
Jl. Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng, Jakarta Barat 11750
CP: 0822-1305-3377 - Official Website: itcc.itpln.ac.id, Email: itcc@itpln.ac.id

**GOT COMPETENCE?
PROVE IT!**

Lampiran 8 Surat Validasi MCF dari ITCC



INFORMATION TECHNOLOGY
CERTIFICATION CENTER

SURAT KETERANGAN HASIL VALIDASI SERTIFIKAT

No. 653/S.VAL/MCF/1/2026

ITCC IT-PLN dengan ini menerangkan bahwa:

Nama Lengkap : ALKHAWARIZMI ALIANDA WIDYASALAM
NIM : 202131176
Program Studi : S1 Teknik Informatika
E-mail : alkhawarizmi2131176@itpln.ac.id
Nomor/kode sertifikat : waX3r-FahH
*Kode Validasi : FVPS-MCF-02-OL-0653

Adalah benar telah lulus sertifikasi Microsoft dengan program *Microsoft Certified Fundamentals* (MCF) yang diselenggarakan oleh ITCC IT-PLN, sesuai dengan data internal kami dan verifikasi kode sertifikat resmi secara *online* di link:

<https://www.certipoint.com/Portal/Pages/CredentialVerification.aspx>

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenar-benarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Keterangan:

1. Masukkan Kode Validasi pada form checklist persyaratan pengajuan sidang skripsi/tugas akhir, pada poin sertifikasi **MCF**.
2. Lampirkan surat keterangan ini pada persyaratan pengajuan sidang skripsi/tugas akhir.

Jakarta, 25 Januari 2026

Information Technology Certification Center
Institut Teknologi – PLN Jakarta

Hendra Jatnika, S.Kom., M.Kom
Kepala ITCC IT-PLN

Menara PLN - Kampus IT - PLN Gedung A Lantai 5
Jl. Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng, Jakarta Barat 11750
CP: 0822-1305-3377 - Official Website: itcc.itpln.ac.id, Email: itcc@itpln.ac.id

**GOT COMPETENCE?
PROVE IT!**

Lampiran 9 Lembar Bimbingan Skripsi



INSTITUT TEKNOLOGI-PLN

LEMBAR BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama mahasiswa : Alkhawarizmi Alianda Widyasalam.
 NIM : 202131176.
 Program studi : S1 Teknik Informatika
 Nama dosen pembimbing 1 : Dr. Efy Yosrita, S.Si., M.Kom.
 Judul tugas akhir : Pengembangan Sistem Sortir Kepiting Bakau (Scylla Serrata) Berbasis AI

No	Tanggal	Materi bimbingan	Tanda tangan
1	4 Agustus 2025	Mendiskusikan tentang proyek kebak terkait pembuatan alat untuk sistem sortir kepiting berbasis AI	El
2	13 Agustus 2025	Mendiskusikan Judul skripsi	El
3	8 September 2025	Menyerahkan Draft Proposal Skripsi	El
4	15 September 2025	Mendiskusikan tujuan penelitian dalam pembuatan alat sortir kepiting berbasis AI	El
5	30 September 2025	Mendiskusikan metode penelitian yang tepat, yaitu metode prototype	El
6	1 Oktober 2025	Mendiskusikan narasi pada bab 2 dan bab 3 proposal skripsi	El
7	15 Oktober 2025	Sidang Proposal Skripsi	El
8	28 November 2025	Mendiskusikan revisi flowchart untuk cara kerja alat sortir kepiting berbasis AI	El
9	10 Desember 2025	Mendiskusikan tentang kemungkinan penambahan timbangan pada alat sistem sortir kepiting	El
10	22 Desember 2025	Mendiskusikan terkait penambahan timbangan yang saat ini belum bisa dilakukan, mungkin bisa ditambahkan untuk penelitian selanjutnya	El
11	8 Januari 2026	Melakukan demo alat dengan bu Efy dan pak Evan	El
12	15 Januari 2026	Melakukan Wawancara dan Validasi hasil pengujian dengan narasumber di CV Bintang Samudera	El

13	22 Januari 2026	Mendiskusikan lebih lanjut terkait hasil pengujian dan melakukan konfirmasi terhadap hasil validasi dengan dosen pembimbing	
14	26 Januari 2026	Melakukan konfirmasi terkait penulisan tugas akhir dan persiapan syarat administrasi siding skripsi	

Keterangan :

1. Konsultasi minimal 12 (dua belas) kali pertemuan termasuk konsultasi Proposal
2. Meliputi : Konsultasi Judul/Tema, Materi, Metode Penyelesaian, Pengujian, Analisis Hasil, Kesimpulan.
3. Setiap Konsultasi lembar ini harus dibawa dan di Paraf oleh Pembimbing.

Lampiran 10 Rekapitulasi Nilai

1/31/26, 10:36 PM

Transkrip



Institut Teknologi Perusahaan Listrik Negara

Menara PLN Jalan Lingkar Luar Barat Duri Kosambi Cengkareng
Website : www.itpln.ac.id/ e-Mail : [rektorat@itpln.ac.id/](mailto:rektorat@itpln.ac.id) Telepon : 0215440342

TRANSKRIP SEMENTARA

Program Studi : TEKNIK INFORMATIKA
NIM : 202131176
Tempat Lahir : TANGERANG
Tanggal Lahir : 22 Maret 2003
Jenjang Pendidikan : Strata 1
Nama : ALKHAWARIZMI ALIANDA WIDYASALAM
Tahun Masuk : 2021

NO	KODE	MATA KULIAH	NILAI	A.M	SKS	BOBOT
1	C31050101	PENDIDIKAN AGAMA	A-	3.75	2	7.5
2	C31050103	PANCASILA	A	4.00	2	8
3	C31050105	BAHASA INGGRIS TEKNIK	B+	3.50	2	7
4	C31050107	DASAR-DASAR PEMROGRAMAN*	A	4.00	3	12
5	C31050109	TEKNOLOGI INFORMASI	A	4.00	2	8
6	C31050111	ALJABAR LINIER	A	4.00	3	12
7	C31050113	ORGANISASI & ARSITEKTUR KOMPUTER	A-	3.75	3	11.25
8	C31050115	KALKULUS	A	4.00	3	12
9	C31050102	KEWARGANEGARAAN	A	4.00	2	8
10	C31050104	BAHASA INDONESIA	A	4.00	2	8
11	C31050106	PEMROGRAMAN DEKLARATIF*	A	4.00	3	12
12	C31050108	KALKULUS 2	C	2.00	3	6
13	C31050110	INTERAKSI MANUSIA & KOMPUTER	A-	3.75	2	7.5
14	C31050112	STATISTIK	A	4.00	3	12
15	C31050114	MATEMATIKA DISKRET	A	4.00	3	12
16	C31050116	SUMBER DAYA ENERGI	B	3.00	2	6
17	C31050201	STRUKTUR DATA	A	4.00	2	8
18	C31050203	SISTEM OPERASI	B	3.00	2	6
19	C31050205	PEMROGRAMAN WEB*	A	4.00	3	12
20	C31050207	KOMUNIKASI DATA	A-	3.75	2	7.5
21	C31050209	BASIS DATA*	A	4.00	3	12
22	C31050211	TEKNIK DIGITAL	A	4.00	2	8
23	C31050213	SISTEM MULTIMEDIA	A	4.00	2	8
24	C31050215	PEMROSESAN DATA TERDISTRIBUSI	A	4.00	2	8
25	C31050217	PEMROGRAMAN OBJEK	A	4.00	2	8
26	C31010403	PEMROGRAMAN SQL	A	4.00	2	8
27	C31010404	KEAMANAN SISTEM KOMPUTER	A	4.00	2	8
28	C31050202	PEMROGRAMAN SYSTEM*	A	4.00	2	8
29	C31050204	KECERDASAN BUATAN	A-	3.75	2	7.5
30	C31050206	METODE NUMERIK	B	3.00	2	6
31	C31050208	ANALISA ALGORITMA	A	4.00	2	8
32	C31050210	EKONOMI TEKNIK	A	4.00	2	8
33	C31050212	TEORI BAHASA & OTOMATA	A-	3.75	2	7.5
34	C31050214	PENGOLAHAN CITRA	A	4.00	3	12
35	C31050216	ETIKA PROFESI	A-	3.75	2	7.5
36	C31050218	TECHNOPRENEURSHIP	B+	3.50	2	7
37	C31010501	PEMROGRAMAN MOBILE	A	4.00	2	8
38	C31010502	MANAJEMEN PROYEK PERANGKAT LUNAK	A	4.00	2	8
39	C31010503	PEMBELAJARAN MESIN	A	4.00	3	12
40	C31010504	METODOLOGI PENELITIAN ILMU KOMPUTER	A	4.00	2	8
41	C31010505	GRAFIKA KOMPUTER DAN ANIMASI	A-	3.75	3	11.25
42	C31051301	PENGANTAR TEKNOLOGI SCADA	A	4.00	2	8

NO	KODE	MATA KULIAH	NILAI	A.M	SKS	BOBOT
43	C31051303	MIKROKONTROLLER	A	4.00	2	8
44	TEN010501	REKAYASA PERANGKAT LUNAK	A	4.00	2	8
45	TEN010503	PENGANTAR BIG DATA	A	4.00	2	8
46	C31010601	PERANGKAT LUNAK JARINGAN	A	4.00	2	8
47	C31010602	INTERNET OF THINGS	A	4.00	2	8
48	C31010605	SISTEM PAKAR	A	4.00	2	8
49	C31010606	KOMPUTER DAN MASYARAKAT	A	4.00	2	8
50	C31010607	SIMULASI DAN PEMODELAN	B+	3.50	2	7
51	C31010608	MIKROPROSESOR	A	4.00	3	12
52	C31050304	JARINGAN KOMPUTER*	A	4.00	3	12
53	C31010701	MAGANG	A	4.00	6	24
54	C31010702	PROYEK TEKNOLOGI INFORMASI	B+	3.50	2	7
55	C31010703	KOMPUTASI AWAN	A	4.00	2	8
56	C31010704	RANGKAIAN LISTRIK	A-	3.75	2	7.5
57	C31010705	RISET OPERASI	B+	3.50	2	7
58	C31011703	TEKNOLOGI VIRTUAL/AUGMENTED REALITY	A	4.00	2	8
59	C31012703	SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS ENERGI DAN KETENAGALIST	A-	3.75	2	7.5
60	C31013702	JARINGAN CERDAS	A	4.00	2	8
61	C31010802	BAHASA INGGRIS UNTUK KARIR	A	4.00	2	8
62	C31011806	SOFT COMPUTING	A	4.00	2	8

Judul Skripsi : PENGEMBANGAN SISTEM SORTIR KEPITING BAKAU (SCYLLA SERRATA) BERBASIS AI
KETERANGAN

SKS : Satuan Kredit Semester
HM : Huruf Mutu
AM : Angka Mutu
M : Mutu

Jumlah SKS Yang Diambil : 143
Jumlah SKS Yang lulus : 143
Jumlah Mutu : 549.5
Index Prestasi Kumulatif (IPK) : 3.84

Jakarta, 31 Januari 2026
Wakil Rektor I Bagian Akademik

Prof. Dr. Susy Fatena Rostiyanti, ST., M.Sc.
NIP. 1969202417A

Lampiran 11 Bukti Pembayaran Sidang



INSTITUT TEKNOLOGI PLN

Menara PLN, Jalan Lingkar Luar
Barat Duri Kosambi
Cengkareng 11750

0215440342

Bukti Pembayaran

No. Transaksi	: PAY/20251/0013536	NIM	: 202131176
Periode Tagihan	: Ganjil 2025/2026	Nama	: ALKHAWARIZMI ALIANDA WIDYASALAM
Tanggal Bayar	: 25 Januari 2026	Program Studi	: S1 – TEKNIK INFORMATIKA
Metode Bayar	: Tokopedia	Periode Masuk	: Ganjil 2021/2022

Nama Tagihan	Nominal	Denda	Potongan	Sub Total
DAFTAR SIDANG INV/20251/0025235	Rp500.000	-	-	Rp500.000
Biaya Admin	Rp4.000	-	-	Rp4.000
Total Pembayaran				Rp500.000

Jakarta, 25 Januari 2026
Penerima

Tertanda

ALKHAWARIZMI ALIANDA WIDYASALAM

Bagian keuangan

Lampiran 12 Surat Keterangan Bebas Administrasi

SURAT KETERANGAN BEBAS ADMINISTRASI

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan :

Nama : Alkhawarizmi Alianda Widyasalam
NIM : 202131176
Jenjang / Program Studi : S1 / Teknik Informatika

Telah menyelesaikan Administrasi Keuangan dan Administrasi Perpustakaan IT-PLN.

Surat keterangan ini dikeluarkan sebagai syarat untuk mengikuti Sidang Skripsi.

Jakarta, 29 Januari 2026...

Yang Menerangkan,

M - BKU


Lisdiana, SE., MM



M - B Perpustakaan

Nurul Hidayati, S.I.Pust.

Lampiran 13 Lembar Prosentasi Turnitin

202131176_Alkhawarizmi_Skripsi_Rev-1.2.1-15-52.pdf

ORIGINALITY REPORT

22%	12%	6%	18%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Perpustakaan Student Paper	11%
2	Submitted to STT PLN Student Paper	3%
3	kantinit.com Internet Source	1%
4	jurnalilmiah.org Internet Source	1%
5	123dok.com Internet Source	<1%
6	jurnal.sttmcileungsi.ac.id Internet Source	<1%
7	Submitted to Universitas Dinamika Student Paper	<1%
8	repository.pnj.ac.id Internet Source	<1%
9	Submitted to Universitas Pancasila Student Paper	<1%
10	id.123dok.com Internet Source	<1%
11	kc.umh.ac.id Internet Source	<1%
12	repository.unhas.ac.id Internet Source	<1%
13	Submitted to PASCASARJANA	

	Student Paper	<1 %
14	eprints.walisongo.ac.id Internet Source	<1 %
15	karyatulisilmiah.com Internet Source	<1 %
16	repository.umsu.ac.id Internet Source	<1 %
17	Submitted to Universitas Muslim Indonesia Student Paper	<1 %
18	Submitted to Universitas Muhammadiyah Palembang Student Paper	<1 %
19	repository.unair.ac.id Internet Source	<1 %
20	eprints.udb.ac.id Internet Source	<1 %
21	Submitted to Universitas Pendidikan Indonesia Student Paper	<1 %
22	thousands-passed.xyz Internet Source	<1 %
23	Submitted to Universitas Brawijaya Student Paper	<1 %
24	repository.unpas.ac.id Internet Source	<1 %
25	Yorgen Kaharap, Andrie Elia, Joni Rusmanto, Dhanu Pitoyo et al. "Penguatan Kapasitas Sosial dan Pendampingan Kewirausahaan Anggota Koperasi Merah Putih Kota Palangka Raya melalui Pelatihan Pengolahan Abon Ikan	<1 %

Gabus", Journal of Community Development,
2025

Publication

26	e-journal.uajy.ac.id Internet Source	<1 %
27	es.scribd.com Internet Source	<1 %
28	ijins.umsida.ac.id Internet Source	<1 %
29	jurnal.stis.ac.id Internet Source	<1 %
30	jurnalhafasy.com Internet Source	<1 %
31	library.binus.ac.id Internet Source	<1 %
32	repo.stikesicme-jbg.ac.id Internet Source	<1 %
33	repository.umy.ac.id Internet Source	<1 %
34	repository.upi.edu Internet Source	<1 %
35	Muhammad Suwanda Ramadhani, Surya Hendra Putra. "Perancangan Aplikasi E- Learning Berbasis Web pada SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan dengan Metode Prototype", remik, 2026 Publication	<1 %
36	amikhass.ac.id Internet Source	<1 %
37	repo.unand.ac.id Internet Source	<1 %
	repositori.buddhidharma.ac.id	

38	Internet Source	<1 %
39	smart.stmikplk.ac.id Internet Source	<1 %
40	www.kominfo.go.id Internet Source	<1 %
41	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
42	Nurhayati Nurhayati, Aditya Kusuma. "PERANCANGAN SISTEM DETEKSI KEMATANGAN BUAH NAGA MERAH BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA YOLO (YOU ONLY LOOK ONCE)", JUTECH : Journal Education and Technology, 2025 Publication	<1 %

Exclude quotes Off
Exclude bibliography Off

Exclude matches Off

Lampiran 14 Lembar Revisi Pembimbing dan Penguji

 INSTITUT TEKNOLOGI PLN	Kode	FO-PD-A03-2-003-03-011
	Tanggal	10 Februari 2025
	Level	2
	Revisi ke-	3

RINGKASAN PERBAIKAN NASKAH TUGAS AKHIR

Tanggal ujian sidang : 46077
 Nama mahasiswa : Alkhawarizmi Alianda Widyasalam
 NIM : 202131176
 Program studi : S1 Teknik Informatika
 Fakultas/Sekolah : Telematika Energi
 Judul tugas akhir : Pengembangan Sistem Sortir Kepiting Bakau (Scyyla Serrata) Berbasis AI

Saran perbaikan naskah tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. perbaiki perbaikan pada lembar perbaikan naskah penguji.

Jangka waktu untuk perbaikan naskah tugas akhir diatas harus diselesaikan paling lambat satu minggu setelah tanggal ujian yakni pada tanggal 03-03-2026

Apabila dalam jangka waktu tersebut mahasiswa tersebut diatas tidak dapat menyelesaikan REVISI tugas akhirnya, maka mahasiswa harus kembali mengulang sidang.

Mahasiswa



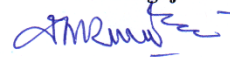
(Alkhawarizmi Alianda Widyasalam)

Dosen pembimbing



(Dr. Efy Yosrita, S.Si, M.Kom)

Ketua Penguji



(Dr. Darma Rusjdi, ST., M.Kom)

Tugas akhir telah selesai diperbaiki pada tanggal 03-03-2026

Mahasiswa



(Alkhawarizmi Alianda Widyasalam)

Dosen pembimbing



(Dr. Efy Yosrita, S.Si, M.Kom)

Ketua Penguji



(Dr. Darma Rusjdi, ST., M.Kom)

 INSTITUT TEKNOLOGI PLN	INSTITUT TEKNOLOGI PLN		Kode	FO-PD-A03-2-003-03-012
	PERBAIKAN NASKAH TUGAS AKHIR		Tanggal	10 Februari 2025
			Level	2
			Revisi ke-	3

PERBAIKAN NASKAH TUGAS AKHIR

Tanggal ujian sidang : 24 February 2026
 Nama mahasiswa : Alkhawarizmi Alianda Widyasalam
 NIM : 202131176
 Program studi : S1 Teknik Informatika
 Fakultas/Sekolah : Telematika Energi
 Judul tugas akhir : Pengembangan Sistem Sortir Kepiting Bakau (Scylla Serrata) Berbasis AI

Saran perbaikan naskah tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Sistematisa penulisan
2. Justifikasi spesifikasi sistem
3. Block diagram
4. Justifikasi indikator keberhasilan pengujian
5. Evaluasi hasil dalam deteksi keberhasilan ✓
6. Pembahasan hasil intervensi maupun temuan
7. Evaluasi hasil hasil ✓

Jangka waktu untuk perbaikan naskah tugas akhir diatas harus diselesaikan paling lambat satu minggu setelah tanggal ujian yakni pada tanggal 3 MARET 2026.

Apabila dalam jangka waktu tersebut mahasiswa tersebut diatas tidak dapat menyelesaikan **REVISI** tugas akhirnya, maka mahasiswa harus kembali mengulang sidang.

Mahasiswa



(Alkhawarizmi Alianda Widyasalam)

Anggota Penguji 1



(M Yoga Distra Sudirman, ST., MTI)

Tugas akhir telah selesai diperbaiki pada tanggal 3 MARET 2026

Mahasiswa



(Alkhawarizmi Alianda Widyasalam)

Anggota Penguji 1



(M Yoga Distra Sudirman, ST., MTI)

