

**ANALISIS KOMPARATIF VISION MAMBA DAN
MAMBA-YOLO UNTUK ESTIMASI KEPADATAN RUANGAN
BERBASIS KEPALA MANUSIA**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai syarat menyelesaikan jenjang strata Satu (S-1) di
Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Institut
Teknologi Sumatera

Oleh:

M. Arief Rahman Hakim

122140083



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA
LAMPUNG SELATAN
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

Saya menyatakan bahwa Tugas Akhir berjudul “ANALISIS KOMPARATIF VISION MAMBA DAN MAMBA-YOLO UNTUK ESTIMASI KEPADATAN RUANGAN BERBASIS KEPALA MANUSIA ” merupakan hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan, baik sebagian maupun seluruhnya, di Institut Teknologi Sumatera atau institusi pendidikan lain oleh saya maupun pihak lain.

Lampung Selatan, 14 November 2025
Penulis,

M. Arief Rahman Hakim
NIM. 122140083

Foto 2x3

Diperiksa dan disetujui oleh,
Pembimbing

1. Rahman Indra Kesuma, S.Kom., M.Cs.
NIP. 19910530 201903 1 018
2. Rahman Indra Kesuma, S.Kom., M.Cs.
NIP. 19910530 201903 1 018

Penguji

1. Dosen Penguji I
NIP. 19900000 2000 00 0 000
2. Dosen Penguji II
NIP. 19900000 2000 00 0 000

Disahkan oleh,
Koordinator Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sumatera

Andika Setiawan, S.Kom., M.Cs.
NIP. 19911127 2022 03 1 007

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS KOMPARATIF VISION MAMBA DAN MAMBA-YOLO UNTUK ESTIMASI KEPADATAN RUANGAN BERBASIS KEPALA MANUSIA ” adalah karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan benar.

Nama : M. Arief Rahman Hakim

NIM : 122140083

Tanda Tangan :

Tanggal :

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Institut Teknologi Sumatera, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Arief Rahman Hakim

NIM : 122140083

Program Studi : Teknik Informatika

Fakultas : Teknologi Industri

Jenis Karya : Tugas Akhir

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

ANALISIS KOMPARATIF VISION MAMBA DAN MAMBA-YOLO UNTUK ESTIMASI KEPADATAN RUANGAN BERBASIS KEPALA MANUSIA

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi Sumatera berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Lampung Selatan

Pada tanggal : 14 November 2025

Yang menyatakan

M. Arief Rahman Hakim

KATA PENGANTAR

Pada halaman ini mahasiswa berkesempatan untuk menyatakan terima kasih secara tertulis kepada pembimbing dan pihak lain yang telah memberi bimbingan, nasihat, saran dan kritik, kepada mereka yang telah membantu melakukan penelitian, kepada perorangan atau lembaga yang telah memberi bantuan keuangan, materi dan/atau sarana. Cara menulis kata pengantar beraneka ragam, tetapi hendaknya menggunakan kalimat yang baku. Ucapan terima kasih agar dibuat tidak berlebihan dan dibatasi pada pihak yang terkait secara ilmiah (berhubungan dengan subjek/materi penelitian).

Puji syukur kehadiran Allah SWT/Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, karunia, serta petunjuk-Nya sehingga penyusunan tugas akhir ini telah terselesaikan dengan baik. Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan arahan, bantuan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. [Rektor ITERA] selaku Rektor Institut Teknologi Sumatera.
2. [Dekan FTI] selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
3. [Koor Prodi IF] selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika.
4. [Dosen Pembimbing] selaku Dosen Pembimbing atas ide, waktu, tenaga, perhatian, dan masukan yang telah disumbangsihkan kepada penulis.
5. [Isi nama lainnya]

Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

RINGKASAN

ANALISIS KOMPARATIF VISION MAMBA DAN MAMBA-YOLO UNTUK ESTIMASI KEPADATAN RUANGAN BERBASIS KEPALA MANUSIA

M. Arief Rahman Hakim

Halaman Ringkasan berisi uraian singkat tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, metodologi penelitian, hasil dan analisis data, serta kesimpulan dan saran. Isi ringkasan tidak lebih dari 1000 kata (sekitar maksimal 2 halaman).

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

ABSTRAK

ANALISIS KOMPARATIF VISION MAMBA DAN MAMBA-YOLO UNTUK ESTIMASI KEPADATAN RUANGAN BERBASIS KEPALA MANUSIA

M. Arief Rahman Hakim

Halaman ABSTRAK berisi uraian tentang latar belakang, tujuan, metodologi penelitian, hasil / kesimpulan. Ditulis dalam BAHASA INDONESIA tidak lebih dari 250 kata, dengan jarak antar baris satu spasi. Pada akhir abstrak ditulis kata “Kata Kunci” yang dicetak tebal, diikuti tanda titik dua dan kata kunci yang tidak lebih dari 5 kata. Kata kunci terdiri dari kata-kata yang khusus menunjukkan dan berkaitan dengan bahan yang diteliti, metode/instrumen yang digunakan, topik penelitian. Kata kunci diketik pada jarak dua spasi dari baris akhir isi abstrak.

Kata Kunci: kunci1, kunci2

ABSTRACT

COMPARATIVE ANALYSIS OF VISION MAMBA AND MAMBA-YOLO FOR ROOM DENSITY ESTIMATION BASED ON HUMAN HEADS

M. Arief Rahman Hakim

Halaman ABSTRACT berisi uraian tentang latar belakang, tujuan, metodologi penelitian, hasil / kesimpulan. Ditulis dalam BAHASA INGGRIS tidak lebih dari 250 kata, dengan jarak antar baris satu spasi. Secara khusus, kata dan kalimat pada halaman ini tidak perlu ditulis dengan huruf miring meskipun menggunakan Bahasa Inggris, kecuali terdapat huruf asing lain yang ditulis dengan huruf miring (misalnya huruf Latin atau Greek, dll). Pada akhir abstract ditulis kata “Keywords” yang dicetak tebal, diikuti tanda titik dua dan kata kunci yang tidak lebih dari 5 kata. Keywords terdiri dari kata-kata yang khusus menunjukkan dan berkaitan dengan bahan yang diteliti, metode/instrumen yang digunakan, topik penelitian. Keywords diketik pada jarak dua spasi dari baris akhir isi abstrak.

Keywords: keywords1, keywords2

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
KATA PENGANTAR	v
RINGKASAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR RUMUS	xii
DAFTAR KODE	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	9

2.2.1 Teori 1	9
2.2.1.1 Subsubbab	10
2.2.2 Teori 2	10
BAB III METODE PENELITIAN	12
3.1 Alur Penelitian	12
3.2 Penjabaran Langkah Penelitian	12
3.2.1 Langkah 1	13
3.2.2 Langkah 2	13
3.3 Alat dan Bahan Tugas Akhir	13
3.3.1 Alat	13
3.3.2 Bahan	13
3.4 Metode Pengembangan	14
3.5 Ilustrasi Perhitungan Metode	14
3.6 Rancangan Pengujian	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Hasil Penelitian	15
4.2 Hasil Pengujian	15
4.3 Analisis Hasil Penelitian	16
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	18
5.1 Kesimpulan	18
5.2 Saran	18
DAFTAR PUSTAKA	19
LAMPIRAN	20
A Dataset	20
B Hasil Wawancara	20
C Rincian Kasus Uji	20

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Literasi Penelitian Terdahulu.....	8
Tabel 2.2	Contoh Tabel.....	9
Tabel 4.1	Data <i>dummy</i> Pengujian.....	16

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Contoh gambar dan caption	10
Gambar 3.1	Alur Penelitian	12
Gambar 4.1	Contoh Graf Pengujian	16

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	Rumus sederhana	10
Rumus 2.2	Mean Absolute Error (MAE)	10
Rumus 2.3	Distribusi Normal	11
Rumus 2.4	Sistem persamaan linier	11

DAFTAR KODE

Kode 4.1 Akuisisi Gambar	15
--------------------------------	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/ AI) telah membawa perubahan besar dalam berbagai bidang, termasuk dalam sistem pemantauan dan otomatisasi [1]. Pada awalnya, penerapan AI hanya terbatas pada perangkat dengan kemampuan komputasi tinggi seperti server dan pusat data. Namun, seiring dengan kemajuan teknologi komputasi, AI kini mulai diintegrasikan ke dalam perangkat tepi (edge devices) seperti kamera pengawas, sensor IoT, dan perangkat mobile [2]. Integrasi ini memungkinkan pengolahan data dilakukan secara real-time di lokasi sumber tanpa harus selalu bergantung pada server pusat [3]. Tren penerapan Edge AI menunjukkan peningkatan yang pesat di berbagai sektor, mulai dari sistem pengawasan cerdas (smart surveillance) yang mampu mendeteksi aktivitas mencurigakan secara lokal, aplikasi manufaktur untuk predictive maintenance, hingga perangkat kesehatan wearable yang digunakan dalam pemantauan kondisi pasien secara berkelanjutan [4]. Perkembangan ini menunjukkan bahwa Edge AI menjadi solusi strategis untuk mencapai efisiensi, keamanan data, serta respon cepat di lingkungan dengan keterbatasan konektivitas jaringan.

Salah satu penerapan strategis Edge AI tersebut adalah dalam manajemen smart building dan smart room, di mana kebutuhan akan pemantauan kepadatan ruangan (crowd counting) secara akurat menjadi aspek yang sangat krusial. Pemantauan kepadatan ruangan diperlukan untuk menjamin kenyamanan pengguna, efisiensi penggunaan energi, serta keselamatan dalam kondisi darurat seperti evakuasi [5]. Selain itu, informasi mengenai jumlah dan distribusi orang di dalam ruangan berperan penting dalam pengendalian sistem Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC) modern, yang menyesuaikan sirkulasi

udara, pendinginan, dan ventilasi berdasarkan tingkat kepadatan manusia untuk menjaga kualitas udara dan menghemat energi [4][6]. Namun, metode konvensional seperti sensor pintu atau people counter berbasis IoT hanya menghitung jumlah orang yang masuk atau keluar tanpa mampu menunjukkan distribusi aktual di dalam ruangan [7]. Keterbatasan ini menyebabkan penurunan akurasi, terutama pada situasi mobilitas tinggi, oklusi (occlusion), maupun kerumunan yang padat, sehingga tidak optimal jika diintegrasikan dengan sistem HVAC yang adaptif[8].

Kemajuan computer vision berbasis deep learning menawarkan solusi baru untuk mengatasi keterbatasan tersebut. Melalui algoritma object detection, sistem mampu mendeteksi manusia secara langsung melalui citra kepala atau tubuh, sehingga hasil perhitungan lebih presisi. Pendekatan berbasis deteksi kepala (head detection) dinilai lebih andal dibandingkan deteksi tubuh penuh atau peta kepadatan (density map), karena kepala lebih mudah terdeteksi meskipun terjadi occlusion pada area padat [9]. Salah satu algoritma populer dalam bidang ini adalah YOLO (You Only Look Once), yang dikenal karena kecepatan dan kemampuannya dalam melakukan deteksi secara real-time [10]. Namun, YOLO masih menghadapi tantangan terkait efisiensi komputasi, karena membutuhkan sumber daya GPU yang besar untuk mencapai performa optimal [11][12]. Kondisi ini menjadi kendala serius ketika algoritma tersebut diterapkan pada perangkat edge dengan daya dan memori terbatas [13].

Tantangan efisiensi tersebut pada dasarnya disebabkan oleh kompleksitas aritmatika yang tinggi, yang menjadi karakteristik utama pada banyak arsitektur deep learning [14]. Upaya untuk menurunkan kompleksitas waktu dan kebutuhan memori dapat dilakukan dengan meninjau proses aritmatika yang mendasari setiap model. Pada arsitektur berbasis Convolutional Neural Network (CNN), sebagian besar beban komputasi berasal dari operasi konvolusi dua dimensi yang bersifat kuadratik terhadap ukuran input, sehingga memerlukan banyak operasi perkalian dan penjumlahan [15]. Sementara itu, pada arsitektur berbasis

Transformer, kompleksitasnya meningkat secara kuadratik terhadap panjang urutan (sequence length) akibat mekanisme self-attention yang membandingkan setiap elemen dalam urutan [16][17]. Adapun pada arsitektur State Space Model (SSM) seperti Mamba, pendekatan yang digunakan lebih efisien karena menghitung dependensi antarurutan secara linier, sehingga mengurangi kebutuhan komputasi dan memori secara signifikan [18].

Sebagai respons terhadap permasalahan tersebut, penelitian terbaru berhasil mengembangkan arsitektur baru berbasis State Space Model (SSM) yang lebih efisien dalam pemrosesan data. Vision Mamba (ViM) hadir sebagai backbone pure-SSM yang mampu bekerja dengan kompleksitas linear, lebih hemat memori GPU, dan unggul pada pemrosesan citra resolusi tinggi [18]. Di sisi lain, Mamba-YOLO merupakan pengembangan dari YOLO yang mengintegrasikan ODMamba dan RG Block untuk meningkatkan efisiensi komputasi tanpa banyak mengorbankan akurasi [19]. Kedua arsitektur ini menawarkan potensi besar dalam pengembangan sistem deteksi modern yang lebih ringan, cepat, dan tetap kompetitif dari segi akurasi.

Berdasarkan hal tersebut, Penelitian ini berfokus pada analisis komparatif antara arsitektur Vision Mamba dan Mamba-YOLO dalam estimasi kepadatan ruangan berbasis deteksi kepala. Penelitian sebelumnya mengenai Vision Mamba masih terbatas pada benchmark umum seperti ImageNet, COCO, dan ADE20K, sedangkan Mamba-YOLO dievaluasi pada dataset objek generik. Hingga kini belum ada penelitian yang secara khusus membandingkan keduanya dalam konteks estimasi kepadatan ruangan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keseimbangan antara efisiensi komputasi, yang diukur menggunakan metrik GFLOPs, latency, dan parameter count, serta efektivitas deteksi, yang dievaluasi melalui nilai mean Average Precision (mAP). Hasilnya diharapkan memberikan rekomendasi model yang optimal untuk sistem pemantauan keramaian secara real-time serta menjadi kajian awal terhadap potensi arsitektur berbasis Mamba dalam menggantikan dominasi YOLO.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah Bagaimana perbandingan dan analisis dari model deep learning pada faktor efisiensi dan efektivitas dalam kepadatan ruangan berbasis kepala manusia dengan menggunakan arsitektur Vision Mamba dan Mamba-YOLO?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan, maka Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan efisiensi (GFLOPs, latency) serta efektivitas (mAP) dari model Vision Mamba dan Mamba-YOLO dalam estimasi kepadatan ruangan berbasis kepala manusia.

1.4 Batasan Masalah

Batasan yang dimaksud disini ialah batasan dari penelitian tugas akhir yang dilakukan. Batasan masalah ditujukan agar tugas akhir yang dilakukan tidak terlalu luas, dan menjadi lebih realistis untuk diselesaikan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengeksplorasi dan evaluasi arsitektur baru berbasis State Space Model (Vision Mamba dan Mamba-YOLO) yang lebih ringan dan hemat sumber daya, sehingga membuka peluang penerapan AI pada perangkat edge dengan keterbatasan daya dan memori.
2. Menjadi referensi bagi pengelola ruang publik (kelas, auditorium, stasiun, pusat perbelanjaan, dan sebagainya) dalam memilih model deteksi yang lebih efisien dan akurat untuk sistem pemantauan crowd secara real-time, sehingga dapat meningkatkan kenyamanan, efisiensi energi (misalnya pada sistem HVAC), serta keselamatan saat keadaan darurat.

3. Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang computer vision dan object detection berbasis model Deep Learning dengan fokus pada estimasi kepadatan ruangan berbasis kepala manusia.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan berisi pembahasan apa yang akan ditulis disetiap Bab. Sistematika pada umumnya berupa paragraf yang setiap paragraf mencerminkan bahasan setiap Bab.

Bab I

Bab ini berisikan penjelasan latar belakang dari topik penelitian yang berlangsung, rumusan masalah dari masalah yang dihadapi pada penjelasan di latar belakang, tujuan dari penelitian, batasan dari penelitian, manfaat dari hasil penelitian, dan sistematika penulisan tugas akhir.

Bab II

Bab ini membahas mengenai tinjauan pustaka dari penelitian terdahulu dan dasar teori yang berkaitan dengan penelitian ini.

Bab III

Bab ini berisikan penjelasan alur kerja sistem, alat dan data yang digunakan, metode yang digunakan, dan rancangan pengujian.

Bab IV

Bab ini membahas hasil implementasi dan pengujian dari penelitian yang dilakukan, serta analisis dan evaluasi yang dapat dipetik dari hasil.

Bab V

Bab ini membahas kesimpulan dari hasil penelitian dan juga saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Berisi penelitian terdahulu yang menjadi konsep / pendukung penelitian yang dilakukan. Lakukan pembahasan secara sistematis dengan menjelaskan masalah apa yang diangkat di penelitian terdahulu, metode yang digunakan, kontribusi yang diberikan, serta analisis penulis terkait dengan keunggulan atau keterbatasannya. Tuangkan perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dikerjakan, minimal 5 jurnal pembanding (4-5 tahun terakhir). Kemudian penulis sebaiknya melakukan rangkuman terutama terkait dengan peluang pengembangan atau tugas akhir yang akan dilakukan

Perujukan literatur dapat dilakukan dengan menambahkan entri baru dalam file `references.bib`. Cara merujuk sitasi menggunakan `\cite{nama label sitasi}`. Hasil sitasi seperti ini: [1], [2], atau [3][4]. Daftar Pustaka hanya akan memunculkan sitasi yang direferensikan menggunakan command `\cite{}`.

Tuliskan **judul jurnal, penulis jurnal, tahun jurnal terbit, penjelasan isi jurnal, metode penelitian, hasil penelitian & pengujian**.

1. Sistem Informasi Pendaftaran Haji dan Umroh Di PT Multazam Sriwijaya Barakah Palembang Menggunakan Metode Rapid Application Development. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut

metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

2. Sistem Informasi Umroh Di PT XYZ Lampung Menggunakan Metode Rapid Application Development. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Tabel ringkasan tinjauan pustaka ditulis setelah penjelasan masing-masing jurnal.

Tabel 2.1 Literasi Penelitian Terdahulu

No.	Judul	Masalah	Metode	Hasil
1.	Sistem Informasi Pendaftaran Haji dan Umroh Di PT Multazam Sriwijaya Barakah Palembang Menggunakan Metode Rapid Application Development	Belum adanya sistem untuk pendaftaran haji & umrah	Rapid Application Development	Sistem Informasi Pendaftaran Haji dan Umroh di PT Multazam Sriwijaya Barakah Palembang
2.	Sistem Informasi Umroh Di PT XYZ Lampung Menggunakan Metode Rapid Application Development	Belum adanya sistem untuk pendaftaran haji & umrah	Rapid Application Development	Sistem Informasi Pendaftaran Umroh di PT XYZ Lampung

No.	Judul	Masalah	Metode	Hasil
3.	Sistem Informasi Umroh Di PT XYZ Lampung Menggunakan Metode Rapid Application Development	Belum adanya sistem untuk pendaftaran haji & umrah	Rapid Application Development	Sistem Informasi Pendaftaran Umroh di PT XYZ Lampung

2.2 Dasar Teori

Berisi teori/konsep yang berkaitan/digunakan dalam tugas akhir yang dikerjakan. Gunakanlah data melalui buku/jurnal referensi, publikasi tugas akhir, penelitian, buku, dan informasi web yang dapat dipertanggungjawabkan, hindari penggunaan dasar teori melalui tautan Wikipedia, surat kabar, atau portal berita, yang dapat memiliki isi yang tidak bersifat fakta.

2.2.1 Teori 1

Berikut adalah contoh penyisipan tabel menggunakan `\begin{longtable}{}:`

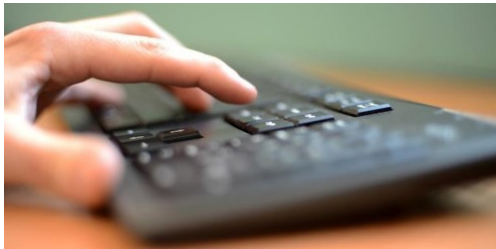
Tabel 2.2 Contoh Tabel

Col1	Col2	Col2	Col3
1	6	87837	787
2	7	78	5415
3	545	778	7507
4	545	18744	7560
5	88	788	6344

2.2.1.1 Subsubbab

Berikut adalah contoh subsubbab. Ini adalah level subbab maksimal dalam laporan Tugas Akhir, dan tidak boleh lebih dalam.

Gambar 2.1 adalah contoh Gambar yang diambil dari internet yang harus dicantumkan sumbernya dan memiliki lisensi Creative Common. Jika gambar adalah milik peneliti lain atau tidak dibuat atau diambil sendiri maka peneliti wajib meminta izin kepada peneliti lain tersebut untuk mencantumkan gambar. Gunakan `\begin{figure}` untuk memasukkan gambar. Gunakan `\caption{[nama caption]}` untuk memberikan caption gambar. Nomor caption akan diurutkan secara otomatis. Jangan lupa untuk melabeli setiap gambar dengan `\label{[nama label]}`, agar bisa direferensi menggunakan `\ref{[nama label]}`



Gambar 2.1 Contoh gambar dan caption
Sumber: Contoh

2.2.2 Teori 2

Untuk membuat sebuah rumus persamaan, gunakan kode `\begin{equationcaptioned}` seperti dibawah:

$$x + 1 = 2$$

(Rumus 2.1)

Teks caption rumus tidak akan muncul di teks, tetapi akan muncul di Daftar Rumus.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|$$

(Rumus 2.2)

Berikut adalah contoh penulisan persamaan yang lebih kompleks, yaitu persamaan distribusi normal.

$$P(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2}$$

(Rumus 2.3)

Jika menuliskan banyak persamaan secara berurutan, gunakan `\begin{split}`:

$$\begin{aligned} 2x - 5y &= 8 \\ 3x + 9y &= -12 \end{aligned}$$

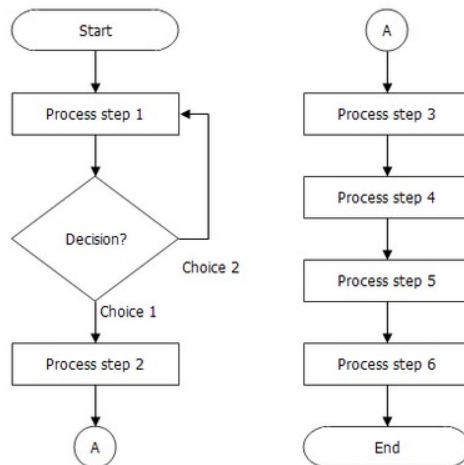
(Rumus 2.4)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Pada penelitian ini, alur dirancang untuk memastikan setiap tahapan pemrosesan dilakukan secara sistematis dan efisien. Alur penelitian ini mencerminkan langkah-langkah utama terkait bagaimana proses yang dilakukan dalam penelitian, dari awal sampai dengan akhir. Gambarkan dalam bentuk diagram alir (*flowchart*) seperti yang terlihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.2 Penjabaran Langkah Penelitian

Jelaskan secara general langkah-langkah alur penelitian, yang sudah tergambar dalam flowchart di subbab 3.1. Subsubbab berikut harus sesuai dengan jumlah entitas langkah pada alur penelitian.

3.2.1 Langkah 1

Penjelasan Langkah 1.

3.2.2 Langkah 2

Penjelasan Langkah 2.

3.3 Alat dan Bahan Tugas Akhir

Berisi alat-alat dan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian.

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan untuk melakukan penelitian, dapat berupa computer, PC, Arduino, raspberry, etc. Contoh:

1. *Notebook* dengan spesifikasi mininum sistem operasi Windows 11, processor AMD Ryzen 5 7430 CPU @ 6 core/2,3 GHz, RAM 16GB DDR4, grafis AMD Radeon RX Vega 7 2GB, SSD 512 GB.
2. *Smartphone* dengan spesifikasi OS Android OS 12, CPU Snapdragon 778G Octa-core, GPU Adreno 642L, memori 128 GB, RAM 6 GB.
3. Platform game engine Godot v4.3
4. Code editor Microsoft Visual Studio Code
5. Github

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan/diperlukan untuk melakukan penelitian, dapat berupa:

1. Dataset pihak lain yang diperoleh dengan izin atau dalam lisensi yang diizinkan untuk digunakan secara langsung,
2. Dataset pihak pertama yang disusun sendiri melalui quisioner, observasi, atau interview,
3. Dokumen panduan yang mengacu pada standar, hasil tugas akhir, atau artikel yang disitasi dan digunakan.

3.4 Metode Pengembangan

Membahas mengenai metode yang digunakan dalam penelitian, berdasarkan dasar teori yang sebelumnya sudah dijelaskan pada subbab 2.2. Setiap Tugas Akhir wajib memiliki metode dalam pelaksanaannya yang sesuai dengan penelitian yang dikerjakan:

1. Alur pengembangan tugas akhir, menggunakan flowchart
2. Cara pengumpulan data yang digunakan (Kuesioner, Wawancara, pengujian, dan lainnya)
3. Metode pengembangan tugas akhir (Metode Waterfall, Agile, RAD, dan lainnya).
4. Metode pengujian penelitian

Subbab ini akan berhubungan erat dengan Bab IV.

3.5 Ilustrasi Perhitungan Metode

Penjelasan contoh perhitungan bagi penelitian tugas akhir yang menggunakan algoritma perhitungan tertentu. Rumus perhitungan berdasarkan rumus yang sudah dijelaskan sebelumnya di Bab 2.2.

3.6 Rancangan Pengujian

Penjabaran terkait rancangan pengujian, pengujian perangkat keras, lunak, fungsional, dan non-fungsional. Berikan juga hipotesis hasil yang diharapkan dari penelitian.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Berisi hasil penelitian berdasarkan rancangan yang sudah dijelaskan pada Bab III, terutama dari Subbab 3.4. Bagi yang membuat alat, jelaskan alat yang jadi dalam bentuk apa. Bagi yang membuat aplikasi, jelaskan aplikasi yang jadi dalam bentuk seperti apa. Jabarkan dalam bentuk pseudocode dan dijelaskan per bagian kodenya. Gunakan gambar dan tabel sebagai alat bantu menjelaskan hasil.

Contoh implementasi kode dapat ditulis menggunakan `\begin{lstlisting}`. Contoh kode dapat dilihat pada Kode 4.1.

Kode 4.1 Akuisisi Gambar

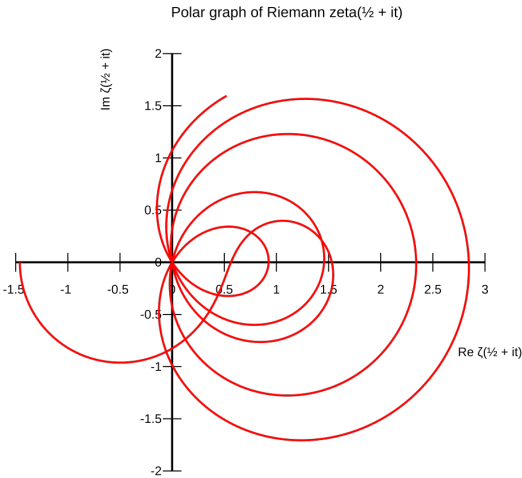
```
1 def process_dataset(dataset_path):
2     image_files = glob(os.path.join(dataset_path, '*.png'))
3     image_files.sort()
4     for image_file in image_files:
5         frame = cv2.imread(image_file)
6         if frame is None:
7             continue
8         frame_rgb = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2RGB)
9         cv2.imshow('Frame', frame)
10        if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
11            break
12    cv2.destroyAllWindows()
13 def main():
14     datasets = get_all_dataset_folders(DATASET_ROOT)
15     for dataset in datasets:
16         process_dataset(dataset)
17         print("print string")
```

4.2 Hasil Pengujian

Berikan hasil pengujian berdasarkan rancangan & skenario yang sudah direncanakan sebelumnya pada Subbab 3.6.

Tabel 4.1 Data *dummy* Pengujian

Subjek	Hasil Prediksi (BPM)							GT
	F	NA	NO	RC	LC	M	C	
1	68	69	68	70	68	71	69	68
2	69	69	68	70	68	71	69	69
3	70	70	69	71	68	73	69	70
4	71	70	70	72	69	73	70	71
5	72	72	70	72	70	74	70	72



Gambar 4.1 Contoh Graf Pengujian

4.3 Analisis Hasil Penelitian

Berikan analisis hasil penelitian & pengujian, berupa data yang didapatkan dari penelitian & pengujian Tugas Akhir yang sudah anda kerjakan. Gunakan gambar dan tabel sebagai alat bantu menjelaskan analisis hasil. Data luaran penelitian yang dapat dianalisis berupa:

- 1. Hasil pengujian

2. Hasil kuesioner

3. Aplikasi yang dikembangkan

Analisis dapat membandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya yang memiliki kemiripan topik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berisi kesimpulan dari hasil dan pembahasan terkait penelitian yang dilakukan, dapat juga berupa temuan yang Anda dapatkan setelah melakukan penelitian atau analisis terhadap tugas akhir Anda. Memberikan jawaban dari poin pada subbab Rumusan Masalah dan Tujuan Penelitian.

5.2 Saran

Berisi saran mengenai aspek tugas akhir atau temuan yang dapat dikembangkan dan diperkaya di tugas akhir selanjutnya. Saran dapat berkaitan erat pada subbab Analisis Hasil Penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D.E. Knuth. *The Art of Computer Programming: Fundamental Algorithms*. The Art of Computer Programming: Fundamental Algorithms v. 1. Addison-Wesley, 2001. ISBN: 9780201896831.
- [2] W. Vogels. “Web Services at Amazon.com”. *2006 IEEE International Conference on Services Computing (SCC’06)*. 2006, pp. xxii–xxii.
- [3] Andik Adi Suryanto and Asfan Muqtadir. “PENERAPAN METODE MEAN ABSOLUTE ERROR (MEA) DALAM ALGORITMA REGRESI LINEAR UNTUK PREDIKSI PRODUKSI PADI”. *SAINTEKBU* 11.1 (2019), 78–83.
- [4] Ivanny Kasenda, Sylvia Marunduh, and Herlina Wungouw. “PERBANDINGAN DENYUT NADI ANTARA PENDUDUK YANG TINGGAL DI DATARAN TINGGI DAN DATARAN RENDAH”. *Jurnal e-Biomedik (eBM)* 2.2 (2014).

LAMPIRAN

A Dataset

B Hasil Wawancara

C Rincian Kasus Uji