

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Integrasi teknologi informasi dan sistem navigasi mandiri perlu diatasi dalam kehidupan era modern, terutama bagi individu dengan gangguan penglihatan atau tunanetra. Sejumlah organisasi dan pemerintah telah mengusulkan pengembangan infrastruktur baru untuk mendukung kebutuhan tunanetra (Ben Atitallah dkk., 2023). Menurut laporan dari World Health Organisation, sekitar 2,2 miliar orang mengalami gangguan penglihatan atau kebutaan, dengan 40 juta di antaranya mengalami kebutaan total (WHO, 2023) dan kecenderungannya semakin meningkat (Rizzo dkk., 2023).

Perkembangan sosio-ekonomi negara-negara dan peningkatan harapan hidup mengubah beban penyakit dari yang bersifat menular ke penyakit tidak menular yang berhubungan dengan usia. Dalam transisi epidemiologi ini, muncul kondisi mata yang dapat menyebabkan kebutaan (Omran, 1971), seperti katarak terkait usia (X. Chen dkk., 2020), degenerasi makula terkait usia (Jin dkk., 2022), glaukoma (Shi dkk., 2023), dan retinopati diabetik (J. Chen dkk., 2023). Gangguan penglihatan dan kebutaan terkait dengan penurunan peluang ekonomi, pendidikan, dan peluang pekerjaan, serta peningkatan risiko kematian. Pada usia lanjut, gangguan penglihatan tidak hanya berpengaruh signifikan pada kualitas hidup (hubungan antara gangguan penglihatan dan depresi). Gangguan penglihatan juga memperkuat penyakit penyerta seperti gangguan kognitif dan risiko jatuh (Bourne dkk., 2021).

Individu tunanetra seringkali menghadapi kesulitan dalam mengidentifikasi lingkungan sekitarnya sebagai salah satu tantangan yang umum dalam menjalani kehidupan sehari-hari (Giudice, 2018; Mulfari, 2018). Beberapa opsi alat bantu, seperti tongkat pemandu (Elsonbaty, 2021), pendamping anjing (Kuriakose dkk., 2022), dan aplikasi telepon pintar (Elgendy, Guzsvinecz, dkk., 2019), telah diusulkan untuk memenuhi kebutuhan ini, tetapi masing-masing mempunyai kekurangan. Salah satu contoh penggunaan tongkat tidak efektif untuk jarak jauh

dan di tempat yang ramai. Anjing terlatih memerlukan biaya yang tinggi dan perhatian intensif (Singh dkk., 2023). Tunanetra juga mengalami keterbatasan dalam melakukan aktivitas sehari-hari seperti navigasi di dalam atau di luar ruangan, mengenali objek, dan menghindari rintangan (Giudice, 2018; Hoogsteen & Szpiro, 2023) dan berbelanja (Elgendy, Sik-Lanyi, dkk., 2019).

Dalam konteks Indonesia, tantangan aksesibilitas bagi penyandang tunanetra semakin rumit karena keterbatasan infrastruktur serta kesadaran masyarakat terhadap kebutuhan aksesibilitas. Banyak penyandang tunanetra di Indonesia menghadapi kesulitan dalam mengakses alat bantu navigasi yang efektif, mempengaruhi mobilitas dan kemandirian mereka. Ketersediaan infrastruktur yang ramah disabilitas sangat terbatas, terutama di daerah pedesaan, di mana banyak lokasi masih tidak memiliki fasilitas yang memadai seperti jalur yang dapat diakses dan alat bantu navigasi yang diperlukan (Hanafi dkk., 2023),(Hanafi dkk., 2023). Penelitian menunjukkan bahwa hanya sekitar 30% penyandang disabilitas di Indonesia dapat melakukan aktivitas di publik secara mandiri, mencerminkan kebutuhan mendesak akan perubahan dalam kebijakan aksesibilitas publik (Tubalawony & Mustaram, 2024).

Rendahnya kesadaran masyarakat juga menjadi faktor yang memperburuk kondisi ini. Banyak orang masih melihat aksesibilitas sebagai fasilitas tambahan, bukan sebagai kebutuhan dasar bagi penyandang disabilitas (Pramashela & Rachim, 2022). Hal ini penting dicatat karena tanpa pemahaman yang lebih baik mengenai hak-hak dan kebutuhan penyandang tunanetra, usaha untuk meningkatkan aksesibilitas akan terus terhambat. Penelitian di Jakarta mengidentifikasi tantangan dalam pelaksanaan kebijakan perlindungan hak asasi manusia bagi penyandang disabilitas, termasuk hambatan sosial dan sikap yang kurang mendukung (Hanafi dkk., 2023).

Dalam konteks inovasi dan solusi, teknologi informasi menawarkan potensi besar untuk menangani tantangan ini. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah penggunaan marker ArUco untuk navigasi dalam ruangan. Sistem ini menggunakan teknologi pengenalan visual untuk membantu penyandang tunanetra menavigasi lingkungan mereka dengan lebih efektif (Yuwono dkk., 2021). Implementasi teknologi ini di Indonesia harus mempertimbangkan keterbatasan

perangkat keras yang tersedia bagi penyandang tunanetra serta kebutuhan akan biaya yang terjangkau (Dinata & Prianto, 2023).

Pengembangan sistem berbasis ArUco atau alat bantu navigasi lainnya perlu disesuaikan dengan konteks lokal, baik di daerah perkotaan yang lebih maju maupun di daerah pedesaan yang sering kali menghadapi kekurangan infrastruktur (Yuwono dkk., 2021). Kajian yang dilakukan oleh Pramashela dan Rachim menunjukkan bahwa aksesibilitas lingkungan yang ramah disabilitas dapat meningkatkan partisipasi sosial penyandang disabilitas, sementara penelitian terbaru juga menunjukkan pentingnya aksesibilitas dalam konteks pendidikan dan kewirausahaan (Dinata & Prianto, 2023; Tubalawony & Mustaram, 2024). Oleh karena itu, penting untuk melakukan pendekatan yang holistik saat mengembangkan solusi teknologis ini, memastikan bahwa mereka dapat diimplementasikan secara luas dan merata di seluruh Indonesia.

Secara keseluruhan, tantangan terhadap aksesibilitas bagi penyandang tunanetra di Indonesia mencakup elemen-elemen yang kompleks, dari infrastruktur hingga kesadaran publik. Oleh karena itu, solusi yang diusulkan harus mampu menjawab tantangan ini dengan mempertimbangkan konteks sosial, ekonomi, dan teknologi. Dengan demikian, kolaborasi antara pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta sangat penting untuk menciptakan lingkungan yang lebih inklusif bagi penyandang tunanetra (Amaliah dkk., 2023).

Mengembangkan solusi baru yang dapat membantu tunanetra dalam kegiatan sehari-hari menjadi penting berdasarkan masalah yang telah diuraikan sebelumnya. Solusi tersebut digunakan untuk berinteraksi dengan lingkungan sosial dengan mudah dan efisien (Bhowmick & Hazarika, 2017; Kostyra dkk., 2017). Penelitian terbaru untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah *Global Positioning System* (GPS) dan *Computer Vision* (CV). GPS digunakan untuk memecahkan masalah navigasi di luar ruangan. GPS menggunakan sinyal satelit *geo-location* dengan akurasi hingga beberapa meter, cukup untuk navigasi luar ruangan (Mohamed dkk., 2019; Plikynas dkk., 2022; Sana, 2013). Namun, navigasi dalam ruangan masih menjadi masalah besar yang membutuhkan solusi akurat dan andal. Misalnya di gedung tinggi, GPS tidak bisa digunakan untuk bernavigasi di bawah bangunan dengan atap dan dinding tebal dan tempat tertentu lainnya (Tapu dkk., 2017;

Velázquez dkk., 2018). Beberapa waktu sebelumnya muncul arsitektur berbasis *Deep Learning* sebagai solusi inovatif untuk menangani berbagai masalah dalam bidang CV dan kecerdasan buatan. Penerapan integrasi antara CV dan kecerdasan buatan telah melibatkan berbagai bidang penelitian, termasuk pengembangan dalam deteksi pejalan kaki (Ayachi, Said, dkk., 2020), deteksi kelelahan (Hw dkk., 2021), pengenalan emosi (Kanho dkk., 2019), identifikasi objek dalam ruangan (Afif dkk., 2021; Nagarajan & M P, 2023), pengenalan pandangan dalam ruangan (Afif dkk., 2020), deteksi rambu jalan (Ayachi, Afif, dkk., 2020; Saxena dkk., 2024), dan aplikasi medis (Messaoudi dkk., 2023; Thangavel & Palanichamy, 2024; G. Wang dkk., 2023).

Melalui penelitian, teknologi CV telah memberikan bantuan signifikan bagi tunanetra dalam melakukan navigasi di dalam ruangan dan mengenali objek (Elgendy, Herperger, dkk., 2019; Mukhiddinov & Cho, 2021). Memanfaatkan *marker* untuk navigasi dalam ruangan mempunyai potensi besar karena stabilitasnya (Z. Li & Huang, 2018), mudah digunakan, dan biaya yang murah (Zhao & Cheah, 2023). Sistem navigasi dengan menggunakan CV dengan menggunakan tag unik yang dipasang seperti *marker* Augmented Reality (AR) untuk membantu navigasi di dalam ruangan dan mengenali objek (Garrido-Jurado dkk., 2014, 2016; Manjari dkk., 2020a; Marchand dkk., 2016; Yu dkk., 2018). Perangkat yang diperlukan terdiri dari *marker* yang terpasang, database untuk menyimpan informasi *marker*, kamera untuk mengambil gambar secara langsung, unit pemrosesan untuk mengeksekusi teknik yang digunakan, dan komunikasi dua arah antara sistem dan tunanetra untuk mengambil input dan berikan umpan balik untuk membantu mereka mencapai tujuan mereka (Al-Khalifa & Al-Razgan, 2016; Morar dkk., 2020). Namun, *marker* yang digunakan tidak dapat diidentifikasi dalam banyak kondisi karena gerakan, buram atau distorsi, kondisi pencahayaan yang buruk, atau jarak yang terlalu jauh dari (Elgendy, Guzsvinecz, dkk., 2019). Dengan menggunakan *computer vision* dan *marker* yang digunakan tidak dapat diidentifikasi dalam banyak kondisi karena gerakan buram atau distorsi, kondisi pencahayaan yang buruk, atau jarak yang terlalu jauh. Dalam sudut 45 – 60 derajat akurasi pendeteksian belum maksimal dalam mendeteksi marker QR code (Fajrianti dkk., 2023). Optimasi pendeteksian dengan menggunakan CNN masih

menggunakan jarak kurang dari 50 cm dan rotasi kurang dari 60 derajat untuk menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi (Zhang dkk., 2023).

Penelitian lain yang memanfaatkan ArUco juga menyebutkan kehandalan *marker* tersebut dalam pengujian (Spūlis dkk., 2024). Penelitian tersebut menghadirkan metode untuk menggunakan eksperimen makroskopis untuk menyelidiki sistem mikroskopis, dengan fokus khusus pada dinamika sebuah kubus hematit tunggal yang tenggelam dalam air dan terkena medan magnetik yang berputar. Peneliti mengatasi tantangan dalam menyeimbangkan kuantitas dimensi yang relevan saat membandingkan sistem makroskopis dan mikroskopis, dengan menyoroti peningkatan Reynolds number dan penurunan efek thermal noise dalam eksperimen makroskopis sebagai kekurangan potensial. Untuk mengatasi hal ini, para peneliti menggunakan magnet kubus yang diposisikan dengan kuat dalam cangkang superball 3D-printed, dengan pose superball dilacak menggunakan stiker ArUco sebagai penanda fidusial. Penggunaan stiker ArUco sebagai penanda fidusial penting karena memungkinkan pelacakan presisi *pose superball*, memungkinkan emulasi dinamika sistem mikroskopis pada tingkat makroskopis. Metode ini memfasilitasi kesepakatan kualitatif antara eksperimen makroskopis dan prediksi teoritis, memberikan wawasan berharga tentang perilaku sistem. Para penelitian juga membahas batasan penggunaan algoritma atau metode lain untuk pelacakan pose, menekankan fleksibilitas dan akurasi sistem penanda ArUco dalam konteks ini. Penggunaan penanda ArUco sebagai penanda fidusial krusial dalam memungkinkan pelacakan akurat pose superball, yang pada akhirnya berkontribusi pada kesepakatan kualitatif antara eksperimen makroskopis dan prediksi teoritis.

Navigasi mandiri memiliki peran yang sangat krusial bagi individu dengan gangguan penglihatan. Penting untuk mengembangkan inovasi teknologi yang memungkinkan mereka menjalankan tugas sehari-hari dengan lebih aman. Dalam konteks ini, pembangunan sistem navigasi baru dengan menggunakan arsitektur *Deep Learning* yang efektif untuk membantu tunanetra ketempat tujuan dengan aman menjadi suatu keharusan.

Multi-Query Attention merupakan varian dari *multi-head attention* yang mengurangi kebutuhan bandwidth memori untuk dekoding inkremental, memungkinkan model Transformer untuk memproses informasi dari beberapa

posisi dalam urutan secara bersamaan, meningkatkan efisiensi komputasi, mencegah aliran informasi mundur, dan secara signifikan meningkatkan kecepatan dekoding dengan minimal degradasi kualitas (J. Li & Shanghai, 2021; Vaswani dkk., 2017). Metode ini diyakini bisa memberikan kontribusi yang baik dalam hal ekstraksi fitur data pada *marker* ArUco.

Kebaruan dan kontribusi utama dari penelitian ini adalah mengembangkan MobileNetV2 dalam ekstraksi fitur gambar diintegrasikan dengan metode MobileViTV2 memungkinkan pemrosesan *computer vision* pada ekstraksi fitur *marker* ArUco sebagai alat bantu penentu lokasi. MobileViTV2 memungkinkan menganalisa *marker* ArUco dengan mempertahankan konteks global dari setiap fitur gambar yang dimiliki, sehingga akan mempermudah deteksi *marker* saat digunakan. Kebaruan berikutnya adalah mengembangkan metodologi *Multi Query Attention* untuk menggabungkan fitur-fitur gambar yang dihasilkan pada setiap hasil kolaborasi MobileNetV2 dan MobileViTV2 dari setiap tahap ekstraksi fitur. Metodologi *Multi Query Attention* pada kolaborasi metode ekstraksi fitur gambar merupakan pembahasan baru dari metode MobileNetV2 yang digabungkan dengan MobileViTV2 yang selanjutnya disebut MoNetViT. Metodologi MoNetViT yang disajikan memungkinkan pemrosesan ekstraksi fitur gambar yang menghasilkan model yang kompleks dan ringan untuk dikolaborasikan dengan perangkat *smartphone*.

1.2. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dalam penelitian ini terletak pada keterbatasan akurasi, kecepatan deteksi, dan keandalan sistem navigasi mandiri berbasis ArUco *marker* bagi tunanetra, terutama dalam kondisi pencahayaan rendah, tempat tertutup, dan sudut yang kurang ideal. Metode tradisional seperti *computer vision* dengan mengadopsi kemampuan CNN terbatas dalam mempertahankan detail citra, sementara pendekatan *deep learning* yang ada masih perlu dioptimalkan untuk meningkatkan performa pada jarak dan kondisi lingkungan tidak ideal. Sementara metode *deep learning* masih memerlukan peningkatan untuk menangani masalah spesifik ini.

1.3. Perumusan Masalah

Keterbatasan metode deteksi dan klasifikasi marker ArUco yang digunakan sebelumnya belum mampu menangani gambar marker dalam kondisi lingkungan yang menantang dengan akurasi tinggi. Hal ini menyebabkan kesalahan deteksi dan klasifikasi pada sistem navigasi tunanetra, terutama di lingkungan dalam ruangan yang dinamis. Oleh karena itu, penelitian ini merumuskan masalah bagaimana mengintegrasikan model MobileNetV2 berbasis CNN dan MobileViTV2 berbasis Transformer untuk mengekstraksi fitur gambar marker ArUco, guna meningkatkan akurasi deteksi dan klasifikasi dalam sistem navigasi tunanetra berbasis *deep learning*.

1.4. Maksud dan Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode MobileNetV2 terintegrasi dengan MobileViTV2 untuk mengekstraksi fitur gambar marker ArUco. Mengklasifikasikan marker untuk mendeteksi posisi terkini tunanetra untuk membantu navigasi dalam ruangan. Menilai dan mengidentifikasi fitur gambar yang dimiliki marker ArUco. Validasi tingkat keberhasilan deteksi dan kinerja ekstraksi fitur gambar pada marker ArUco berdasarkan hasil dari metode yang dikembangkan. Melakukan kombinasi dari metode MobileNetV2 dengan metode lainnya untuk membantu mengidentifikasi dari gambar marker ArUco berdasarkan temuan dari penelitian.

1.5. Kebaruan (*Novelty*)

Penelitian ini menghadirkan MoNetViT, model yang dikembangkan dari integrasi MobileNetV2 dan MobileViTV2, dengan beberapa inovasi signifikan untuk meningkatkan kinerja deteksi dan klasifikasi marker ArUco dalam sistem navigasi tunanetra. Salah satu inovasi utamanya adalah penggunaan *Multi Query Attention* (MQA) dan *Feature Fusion Modul* (FFM) pada pengolahan citra, yang berfungsi meningkatkan kualitas identifikasi gambar dari dataset, terutama pada kondisi pencahayaan yang buruk. Selain itu, MoNetViT menggabungkan beberapa modul penting. Pada bagian *Backbone*, MobileNetV2 digunakan untuk mengekstraksi fitur lokal dari gambar marker ArUco, dengan kemampuan menangkap detail halus menggunakan *Depthwise Separable Convolution*. Pada bagian Neck, MobileViTV2 diterapkan untuk mempertahankan konteks global gambar melalui pendekatan Vision

Transformer, yang memungkinkan analisis lebih mendalam pada hubungan antar fitur gambar.

Beberapa rincian penggunaan modul *Feature Fusion* digunakan untuk menggabungkan fitur lokal dari MobileNetV2 dengan konteks global dari MobileViTV2, sehingga model dapat memahami keseluruhan struktur gambar tanpa kehilangan detail penting. MoNetViT juga dilengkapi dengan *Multi Query Attention* yang memungkinkan pengambilan informasi dari beberapa fitur secara efisien, sehingga meningkatkan akurasi dalam mendeteksi marker ArUco di lingkungan yang dinamis, seperti perubahan sudut, jarak, atau pencahayaan rendah. Integrasi modul-modul ini menjadikan MoNetViT lebih unggul dalam deteksi dan klasifikasi real-time, terutama di lingkungan yang menantang.

Keaslian penelitian dibuktikan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.1, mengenai kerangka penelitian sebelumnya dengan menyertakan penelitian – penelitian yang dilaksanakan pada tahun 2019 - 2024.

Tabel 1. 1 Kerangka Penelitian Sebelumnya

No	Judul	Tujuan	Metodologi Penelitian	Hasil Penelitian	Catatan
1	<i>Fiducial Marker-Based Monocular Localization for Autonomous Docking</i> (Tomáš Pivoňka dkk., 2023)	Mengembangkan sistem visual localization berbasis marker fiducial untuk autonomous <i>docking</i> dalam aplikasi industri.	Menggunakan marker fiducial AprilTag dan algoritma <i>solver</i> Perspective-n-Point Problem untuk visual localization.	Model berhasil memberikan akurasi dan konsistensi tinggi dalam berbagai kondisi kerja	Sistem ini dirancang untuk konsistensi, akurasi tinggi, dan pemeliharaan yang mudah dengan biaya rendah
2	<i>Decentralized control and state estimation of a flying parallel robot interacting with the environment</i> (S. Liu dkk., 2024)	Mengusulkan metode estimasi keadaan terdistribusi dan pendekatan kontrol terdesentralisasi untuk robot	Menggunakan teknik berbasis visi dengan sistem penanda ArUco dan pendekatan kontrol terdesentralisasi.	Validasi pendekatan dengan eksperimen dunia nyata.	Tidak memerlukan sistem lokalisasi eksternal, fokus pada penggunaan teknik estimasi pose berbasis visi dan metode

No	Judul	Tujuan	Metodologi Penelitian	Hasil Penelitian	Catatan
		paralel terbang.			terdesentralisasi.
3	<i>Macroscopic Emulation of Microscopic Magnetic Particle Systems</i> (Spulis dkk., 2024)	Menunjukkan bahwa eksperimen makroskopis dapat digunakan untuk menyelidiki sistem partikel magnetik mikroskopis.	Menggunakan kubus magnetik dalam cangkang superball yang dicetak 3D untuk mengeksplorasi dinamika sebuah kubus hematit tunggal. Parameter tak berdimensi diekualisasikan untuk melacak pose superball menggunakan stiker ArUco sebagai penanda fidusial.	Eksperimen makroskopis berhasil mengeksplorasi dinamika sebuah kubus hematit tunggal dengan menggunakan kubus magnetik dalam cangkang superball. Dengan menyamakan parameter tak berdimensi, peneliti dapat melacak pose superball dengan menggunakan stiker ArUco sebagai penanda fidusial.	Studi ini menyoroti pentingnya eksperimen makroskopis dalam memberikan wawasan berharga terhadap sistem-sistem mikroskopis. Dengan pendekatan ini, peneliti dapat memahami lebih dalam dinamika partikel-partikel magnetik pada skala mikroskopis melalui eksperimen pada skala makroskopis.
4	<i>Mobile Augmented Reality (AR) Marker-based for Indoor Library Navigation</i> (Romli dkk., 2020)	Pengembangan Aplikasi <i>Augmented reality</i> (AR) Berbasis Marker untuk Navigasi di Perpustakaan Dalam Ruangan.	Mengembangkan aplikasi AR untuk meningkatkan pengalaman pengguna di dalam perpustakaan. Penggunaan perangkat lunak Vuforia untuk AR berbasis marker gambar.	Prototipe AR berhasil didemonstrasikan di perpustakaan. Demonstrasi sukses menggunakan prototipe AR di perpustakaan.	Penelitian berfokus pada penggunaan teknologi AR berbasis marker gambar untuk navigasi dalam ruangan. Tujuannya adalah meningkatkan pengalaman pengguna di dalam perpustakaan

No	Judul	Tujuan	Metodologi Penelitian	Hasil Penelitian	Catatan
					menggunakan teknologi AR.
5	<i>Optimizing Fiducial Marker Placement for Improved Visual Localization</i> (Huang dkk., 2023)	Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi masalah penempatan otomatis marker dalam sebuah scene dengan tujuan menghitung posisi marker yang dioptimalkan dalam scene tersebut untuk meningkatkan akurasi dalam lokalitas visual.	Penelitian ini menggunakan kerangka kerja baru untuk memodelkan lokalitas kamera yang menggabungkan fitur-fitur alami scene dan marker fiducial buatan yang ditambahkan ke scene. Algoritma OMP yang didasarkan pada kerangka kerja lokalitas kamera digunakan untuk menghitung posisi marker yang dioptimalkan.	Algoritma OMP telah berhasil meningkatkan tingkat lokalitas hingga 20 persen pada empat scene yang berbeda. Penempatan marker yang dioptimalkan secara konsisten mengungguli penempatan tanpa marker, penempatan acak, dan penempatan seragam dalam hal recall.	Penelitian ini memberikan dasar yang menjanjikan untuk mengoptimalkan dan mengevaluasi penempatan marker untuk meningkatkan lokalitas visual.
6	<i>Indoor Navigation for People with Visual Impairment using Augmented Reality Markers</i> (Elgendy, Herperger, dkk., 2019)	Implementasi Sistem Navigasi menggunakan Tanda Komputerisasi untuk Navigasi di Dalam Ruangan. Membandingkan ArUco Markers dengan Kode QR untuk navigasi.	Implementasi prototipe sistem navigasi menggunakan tanda komputerisasi. Membandingkan ArUco Markers dengan Kode QR untuk menentukan yang lebih baik.	Fokus pada penggunaan tanda komputerisasi untuk navigasi dalam ruangan. membandingkan ArUco Markers dengan Kode QR untuk navigasi.	Memperkenalkan penelitian yang bertujuan untuk menggunakan teknologi bantu untuk navigasi dalam ruangan.

No	Judul	Tujuan	Metodologi Penelitian	Hasil Penelitian	Catatan
7	<i>Application of Aruco Recognition for Navigation of Medical Assistive Devices</i> (Tian dkk., 2020)	Penerapan Teknologi Pengenalan Aruco untuk Navigasi Perangkat Bantu Medis. Kemandirian dan Efektivitas Panduan Visual untuk Kursi Roda Listrik Berbasis Pengenalan Aruco	Penerapan teknologi pengenalan Aruco untuk navigasi dan penempatan perangkat bantu medis. Teknologi pengenalan Aruco digunakan untuk panduan visual kursi roda listrik.	Teknologi pengenalan Aruco digunakan untuk navigasi dan penempatan perangkat bantu medis. Panduan visual berbasis pengenalan Aruco pada kursi roda listrik terbukti akurat dan stabil.	Tujuan penelitian adalah untuk meningkatkan kenyamanan pengoperasian perangkat bantu medis dan mengurangi biaya penggunaan serta perawatan. Kamera pada kursi roda menangkap data penanda Aruco untuk referensi.
8	<i>ArUco Maker based localization and Node graph approach to mapping</i> (Sampathkrishna, 2022)	Pemanfaatan Penanda ArUco untuk Lokalisasi dan Navigasi Robot Bergerak di Dalam Ruangan. Kombinasi navigasi berbasis beacon dan navigasi berbasis SLAM.	Pengembangan metode lokalisasi dan navigasi menggunakan grafik simpul berdasarkan penanda fidusial. Kombinasi navigasi berbasis beacon dan navigasi berbasis SLAM.	Metode penggunaan grafik simpul berdasarkan penanda fidusial untuk lokalisasi dan navigasi. Metode menggabungkan navigasi berbasis beacon dan navigasi berbasis SLAM berhasil diuji pada robot humanoid beroda.	Penelitian difokuskan pada lokalisasi dan navigasi robot bergerak di dalam ruangan.

No	Judul	Tujuan	Metodologi Penelitian	Hasil Penelitian	Catatan
9	<i>Marker-based Augmented Reality (AR) Indoor Navigation System with Integrated SLAM and IMU</i> (Cankiri dkk., 2020)	Pengembangan Sistem Navigasi Dalam Ruangan Berbasis <i>Augmented reality</i> (AR) dengan Penanda yang Terintegrasi SLAM dan IMU. Menggunakan Kerangka Kerja AR Foundation dari Unity untuk hasil yang sangat akurat dengan persyaratan perangkat keras minimum.	Pengembangan sistem navigasi dalam ruangan berbasis AR dengan penanda yang terintegrasi SLAM dan IMU. Integrasi SLAM dan IMU untuk hasil yang akurat dengan persyaratan perangkat keras minimum.	Pengembangan sistem navigasi dalam ruangan berbasis AR dengan penanda yang terintegrasi SLAM dan IMU. Penggunaan Kerangka Kerja AR Foundation dari Unity untuk hasil yang akurat dengan persyaratan perangkat keras minimum.	Penelitian fokus pada pengembangan sistem navigasi dalam ruangan berbasis AR dengan penanda yang terintegrasi SLAM dan IMU.
10	<i>INSUS: Indoor Navigation System Using Unity and Smartphone for User Ambulation Assistance</i> (Fajrianti dkk., 2023)	Mengembangkan sistem navigasi dalam ruangan untuk membantu pengguna bergerak di dalam gedung	Menggunakan Unity dan <i>smartphone</i> untuk melacak gerakan pengguna	INSUS mendapat tanggapan positif dari pengguna di dua bangunan yang diteliti	Sistem INSUS terdiri dari empat bagian utama: Input, Unity Game Engine, SEMAR Server, dan Output

1.6. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan kontribusi baru tentang integrasi metode MobileViTV2 dan MobileNetV2 untuk mengekstraksi fitur pada gambar marker ArUco. Manfaat lainnya untuk memberikan rekomendasi perbaikan performa kemampuan deteksi pada lingkungan ekstrim dengan parameter sudut pembacaan, intensitas cahaya, jarak dan gerakan. Meningkatkan kemampuan pendekteksian marker ArUco sebagai alat bantu penentu lokasi dari tuna netra akan sangat penting

untuk memberikan kemudahan dan akurasi dalam aktifitas navigasi didalam ruangan untuk tuna netra dan orang dengan gangguan penglihatan.

1.7. Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini, beberapa pembatasan masalah ditetapkan untuk memastikan fokus penelitian yang lebih jelas dan terarah. Pembatasan masalah yang diterapkan adalah pertama, penelitian ini difokuskan pada pengembangan dan peningkatan metode integrasi MobileNetV2 dan MobileViTV2 untuk deteksi dan klasifikasi marker ArUco pada sistem navigasi mandiri bagi penyandang tunanetra di lingkungan dalam ruangan. Metode lain untuk deteksi dan klasifikasi objek tidak dibahas secara mendalam. Kedua, penelitian ini hanya memfokuskan pada deteksi dan klasifikasi marker ArUco dalam berbagai kondisi, seperti pencahayaan rendah, sudut tertentu, dan gerakan, tanpa melibatkan aspek navigasi luar ruangan atau pengolahan data non-visual lainnya. Lingkungan dalam ruangan yang dinamis menjadi fokus utama, dan tantangan navigasi lain yang memerlukan teknologi berbeda tidak termasuk dalam cakupan penelitian ini.

1.8. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan disertasi ini terdiri dari lima bab. Bab I Pendahuluan mencakup latar belakang masalah, identifikasi masalah, perumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, kebaruan (novelty), manfaat penelitian, dan pembatasan masalah. Bagian ini bertujuan memberikan gambaran menyeluruh tentang pentingnya penelitian serta ruang lingkup yang ingin dijelajahi. Bab II Kajian Pustaka berisi tinjauan pustaka, keaslian penelitian, dan landasan teori yang relevan. Bagian ini menyajikan berbagai teori, temuan, dan literatur sebelumnya yang mendasari pengembangan model serta metode yang digunakan dalam penelitian ini, sehingga memperkuat justifikasi ilmiah dari penelitian yang dilakukan. Bab III Metodologi Penelitian menjelaskan waktu dan tempat penelitian, bahan dan peralatan yang digunakan, serta prosedur dan tahapan pelaksanaan penelitian, termasuk metode pengumpulan dan pengolahan data yang terstruktur. Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan memaparkan hasil penelitian, termasuk deskripsi dataset, proses peningkatan kualitas citra, pengembangan model MobileNetV2 dan MobileViTV2, serta analisis dan diskusi mengenai performa

model dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan *marker* ArUco di berbagai kondisi lingkungan. Bab V Penutup merangkum kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan memberikan saran untuk pengembangan lebih lanjut, baik untuk penelitian lanjutan maupun implementasi praktis yang bermanfaat bagi masyarakat, khususnya dalam membantu navigasi mandiri bagi penyandang tunanetra.



SEKOLAH PASCASARJANA