

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan yang memiliki 17.001 pulau berdasarkan laporan Badan Pusat Statistik (BPS) dengan data yang diprediksi mencapai lebih dari 13.000 pulau yang belum berpenghuni dan lebih dari 3.000 pulau yang sudah berpenghuni. Indonesia juga berbatasan dengan beberapa negara yaitu Singapura, Malaysia, Papua Nugini, dan Timor Leste. Selain itu Indonesia juga terletak diantara dua benua dan dua samudra yang membuat Indonesia menjadi jalur perdagangan internasional melalui darat, laut, dan udara. Indonesia juga berhadapan dengan isu internal seperti konflik di Papua dan tantangan terkait keberagaman dan integrasi nasional. Berdasarkan aspek internal dan eksternal tersebut sehingga menjadi tantangan besar untuk menjaga kedaulatan dan integritas wilayah di Indonesia. Banyaknya pulau membuat Indonesia kaya akan sumber daya alam, namun hal tersebut membuat Indonesia memiliki banyak ancaman dari segi militer maupun non-militer.

Namun, menjaga integritas suatu negara dibutuhkan karakter dan konsistensi dalam bertindak yang sesuai dengan tujuan dan cita-cita negara. Oleh karena itu, fondasi moral dengan nilai-nilai kebenaran dan keadilan sangat penting bagi setiap warga negara. Untuk membangun fondasi moral tersebut dibutuhkan jiwa bela negara yang melekat pada setiap warga negara. Jiwa bela negara yang dimaksud yaitu semangat dan sikap warga negara dalam mendukung dan mempertahankan integritas negaranya. Undang-Undang Dasar 1945 pasal 27 ayat 3 telah mengatur tentang bela negara yang isinya bahwa setiap warga negara berhak dan wajib ikut serta dalam upaya bela negara. Maksud dari

pasal ini bahwa bela negara tidak hanya terbatas pada tugas militer atau pertahanan, tetapi juga mencakup partisipasi aktif warga negara dalam kehidupan bermasyarakat, berbangsa, dan bernegara.

Tentara Nasional Indonesia (TNI) memiliki peran penting dalam menjaga kedaulatan Indonesia. Kedaulatan Indonesia dihadapkan dengan berbagai ancaman dan tantangan yang muncul secara terus menerus. Ancaman dan tantangan yang muncul berbeda-beda tergantung dari beberapa faktor seperti zaman dan lingkungan strategis. Dalam konteks konflik bersenjata, prajurit berisiko mengalami luka atau bahkan kehilangan nyawa mereka. Ancaman dari senjata-senjata mematikan, peledakan, dan taktik militer yang kompleks membuat partisipasi manusia di medan perang sangat berisiko. Oleh karena itu, Teknologi otomatis dapat membantu meminimalkan dampak fisik dan psikologis pada manusia yang terlibat dalam konflik, sambil meningkatkan efisiensi dan presisi dalam pelaksanaan tugas militer.



Gambar 1.1. Alutsista Indonesia

Sumber: www.cnbcindonesia.com

Ancaman dalam konteks militer merupakan masalah kompleks yang melibatkan berbagai dimensi, termasuk ancaman di darat, laut, dan udara. Ancaman udara khususnya menjadi fokus utama di era teknologi yang berkembang ini. Ancaman ini meliputi serangan langsung menggunakan pesawat baik yang berawak maupun tidak berawak, serta penggunaan kendaraan udara untuk kegiatan intelijen dan pengawasan. Kemampuan kendaraan ini dalam mengganggu sistem komunikasi dan navigasi melalui perang elektronik juga tidak bisa diabaikan. Selain itu, kendaraan udara seperti pesawat tanpa awak tidak hanya digunakan untuk operasi militer tetapi juga berpotensi sebagai alat terorisme dan serangan siber. Mengatasi ancaman semacam ini memerlukan pendekatan pertahanan termasuk peningkatan kemampuan pertahanan udara, pengembangan teknologi sensor canggih, serta strategi yang efektif untuk menghadapi tantangan perang elektronik dan keamanan siber.

Dalam lima tahun terakhir Indonesia telah mengalami perkembangan signifikan dalam hal peningkatan dan modernisasi Alat Utama Sistem Senjata (alutsista). Hal ini dilakukan karena melihat berbagai aspek, salah satunya kebutuhan untuk meningkatkan kemampuan pertahanan nasional di tengah dinamika geopolitik regional yang semakin kompleks serta tanggapan terhadap berbagai ancaman keamanan yang berkembang. Salah satu aspek penting dari modernisasi ini adalah diversifikasi sumber pengadaan alutsista. Ketersediaan alutsista tidak hanya berfokus kepada satu atau dua negara pemasok, tetapi juga mencakup banyak negara untuk mengurangi ketergantungan pada pemasok tertentu. Pengembangan industri pertahanan dalam negeri juga difokuskan dengan tujuan kemandirian negara dalam memproduksi alutsista dan mendukung pertumbuhan ekonomi.

Sistem pertahanan udara merupakan unit pertahanan yang mampu untuk mendeteksi ancaman dan mengurangi sumber daya manusia untuk melindungi suatu wilayah udara. Senjata dan kendaraan militer membutuhkan keahlian khusus untuk mengoperasikannya. Sehingga akan dibutuhkan banyak sumber daya serta pelatihan untuk mengoperasikan alutsista militer. Hal tersebut tidak efisien dan tidak ekonomis. Serta, personil yang mengoperasikan mesin tersebut memiliki risiko tinggi saat berada dalam medan pertempuran. Begitu pula dengan kesalahan manusia meningkat saat hendak menembak target di medan pertempuran (Khan et al., 2021a). Dalam sistem pertahanan udara terdapat beberapa komponen penting salah satunya Radar (*Radio Detection and Ranging*) sebagai alat pendeteksi utama, namun penggunaan radar saja tidak cukup. Radar memberikan keunggulan dalam mendeteksi dan melacak target dari jarak jauh bahkan dalam kondisi cuaca buruk, tetapi memiliki keterbatasan dalam resolusi dan identifikasi *visual* target. Sebaliknya, kamera dapat menyediakan detail visual yang diperlukan untuk identifikasi dan verifikasi target. Kombinasi radar dan kamera dalam sistem pertahanan udara memungkinkan pengawasan yang lebih akurat dan respons yang lebih cepat serta efektif terhadap ancaman udara, meningkatkan keselamatan dan keamanan secara keseluruhan (Immoriev & Fedotov, n.d.).

Seperti contoh pada penyerangan yang dilakukan oleh Russia terhadap beberapa kota di Ukraina seperti pada gambar 1.2. (b). Russia dalam penyerangan meluncurkan 122 rudal dan 36 pesawat tanpa awak. Penyerangan ini dilakukan pada pukul 6.50 waktu setempat pada tanggal 29 Desember 2023. Dari penyerangan tersebut pihak militer Ukraina berhasil menembak jatuh 27 pesawat tanpa awak dan 87 rudal. Akibat dari serangan ini Ukraina mengalami kerusakan yang signifikan pada infrastruktur

dan gangguan listrik di beberapa daerah. Dari kasus tersebut dibutuhkan adanya pendeteksian objek udara asing secara otomatis, serta dapat dikendalikan dan dipantau dimana saja.



(a)



(b)

Gambar 1.2. (a) Serangan Udara oleh Russia ke Ukraina (b) Kota di Ukraina yang Terkena Serangan Udara

Sumber: news.sky.com

Pengembangan alutsista di Indonesia haruslah mengikuti perkembangan teknologi yang akan membuat alutsista bekerja cepat dan efisien. Perkembangan teknologi yang terjadi saat ini sangat cepat terutama dibidang otomatisasi dan kecerdasan buatan. *Artificial Intelligence (AI)* adalah metode untuk mengajarkan komputer berperilaku seperti manusia. Bidang keilmuan ini memiliki

bagian yaitu *Machine Learning* dan *Machine learning* memiliki bagian *Deep Learning*. *Machine Learning* menggunakan algoritma dan data yang terlatih untuk mendeteksi pola yang ada pada data tersebut. Sedangkan *Deep Learning* terinspirasi dari struktur dan fungsi dari otak manusia, kemudian di representasikan kedalam *Artificial Neural Network* (Dhillon & Verma, 2020). Sehingga hasilnya mesin dapat memahami gambar yang ada (Wiley & Lucas, 2018). Dengan kemajuan teknologi pengolahan citra, komputasi, dan jaringan, penginderaan optik jarak jauh kini bisa menghasilkan gambar dengan resolusi tinggi yang membuat identifikasi objek udara makin meningkat pada berbagai medan (Q. Liu et al., 2020). YOLOv8 sebagai algoritma deteksi objek *real-time* ideal karena serangkaian inovasi dan peningkatan yang ditujukan untuk mengatasi kelemahan algoritma pendahulunya dan memenuhi kebutuhan spesifik deteksi objek dalam berbagai kondisi. YOLOv8 menawarkan kombinasi yang kuat dari akurasi deteksi objek yang ditingkatkan, efisiensi ekstraksi fitur, dan kemampuan operasional *real-time*, menjadikannya pilihan yang cocok untuk aplikasi deteksi objek *real time* yang memerlukan respons cepat dan tingkat akurasi yang tinggi (Talib et al., 2024).

Dalam menjaga pertahanan di berbagai medan, kewaspadaan yang optimal menjadi kunci utama untuk memastikan keamanan dan keefektifan sistem pertahanan. Dalam militer kewaspadaan pada saat perang maupun pada saat damai adalah keadaan *situational awareness* (SA) (Johnsen et al., 2018). Penggunaan *Internet of Things* (IoT) dalam sistem pertahanan memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol sistem secara *real-time*. Teknologi ini memberikan akses cepat terhadap data terbaru, memfasilitasi respons yang lebih cepat, dan efektif terhadap perubahan situasi. Sistem IoT juga dapat dikombinasikan dengan berbagai sistem lain sehingga semakin banyak data yang

didapatkan, komunikasi real-time yang dapat dicapai, dan perluasan fungsi (Sunardi Sunardi et al., 2022). Dalam konteks pertahanan Internet of Military Things (IoMT) lebih tepat diimplementasikan. Sistem ini dapat digunakan di medan perang, bukan hanya tentang kapabilitas untuk akses yang banyak dari beberapa blok namun juga kesipaan dan kewaspadaan dalam situasi perang (Bing et al., 2023). Dalam IoMT sangat penting komunikasi yang cepat dan terpercaya agar informasi tersampaikan dengan cepat serta utuh. Selain itu kemampuan sistem tidak hanya ditentukan oleh akurasi tapi juga konektivitas sistem dari berbagai lokasi (Vu et al., 2023).

Dalam penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Fazle Rabby Khan dan lainnya yang meneliti tentang efisiensi sistem pertahanan udara otomatis untuk keamanan nasional. Penelitian ini membahas tentang sistem pertahanan udara otomatis yang dapat mendeteksi ancaman udara dan target udara secara otomatis. Pada penelitian ini menggunakan radar, kamera, dan tembakan laser. Pada sistem ini radar memancarkan gelombang *microwave* dan mendeteksi objek yang bergerak didalam radius radar. Sistem kamera akan terpicu ketika radar menerima sinyal dari objek udara yang melintas. Kemudian kamera akan mendeteksi objek udara dan mengklasifikasi objek udara tersebut pesawat tanpa awak atau tidak menggunakan Neural Network. Pada penelitian ini menggunakan YOLOv3 dan Faster-RCNN, serta didapatkan *average loss* pada YOLOv3 dengan nilai 0.184961 dan Faster-RCNN dengan nilai 0.155 (Khan et al., 2021b).

Selain itu terdapat penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Fahriannur dan Meilana Siswanto tentang Sistem *Tracking* Obyek Berbasis Algoritma *Optical Flow* Menggunakan Kamera *Pan-Tilt*. Pada penelitian tersebut dilakukan percobaan sistem pengintaian objek menggunakan kamera *pan-tilt* yang mana objek udara dapat

dipilih pada computer menggunakan mouse. Pada sistem ini pula menggunakan *optical flow* untuk tracking dan *edge detection* untuk menghitung lebar dari objek yang dideteksi. Ketika object bergerak maka kamera akan mengikuti pergerakan objek dan menyesuaikan posisi objek berada ditengah *frame* kamera. Didapatkan hasil kamera mengikuti objek dalam waktu 2 detik dan memiliki nilai *steady state error* sebesar 0.625% (Fahriannur & Siswanto, 2017).

Berdasarkan latar belakang, dibutuhkan pengembangan sistem klasifikasi dan pengintaian pada sistem pertahanan udara. Pada penelitian ini penulis mengembangkan sistem pengklasifikasian dan pengintaian objek dengan cara membuat *platform* IoT. Algoritma yang digunakan adalah YOLOv8 dengan 10.000 gambar pesawat tempur sebagai *dataset*. Sinkronisasi motor servo *yaw-pitch* serta algoritma yang dibuat penulis pada OpenCV menjadi sistem pengintaian objek. Serta, sistem IoT untuk memonitoring alat secara *real-time* digunakan MIT App Inventor sebagai antarmuka pengguna dan sistem. Penulis juga membagi tempat penyimpanan data sistem, yaitu penyimpanan lokal hal ini diharapkan penulis data yang didapat tidak rusak ataupun hilang dengan mudah.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, ada beberapa identifikasi masalah yang ditemukan oleh penulis yaitu:

- a. Kemampuan manusia yang terbatas untuk mengoperasikan sistem pertahanan udara dalam waktu dan kondisi kritis.
- b. Ketidakefisienan sistem pertahanan udara konvensional dalam aspek biaya dan waktu.
- c. Besarnya potensi kesalahan manusia sehingga dapat memengaruhi keandalan sistem pertahanan udara.

- d. Adanya keterbatasan kemampuan fisik manusia saat dimedan perang.
- e. *Situational Awareness* (SA) untuk pemantauan dan pengendalian secara real-time.
- f. Keberadaan lebih dari satu senjata pertahanan udara, sambil menghadapi kendala konektivitas dan kontrol.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah, ada beberapa rumusan masalah yang ditemukan dan akan diteliti pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

- a. Apakah sistem dapat mendeteksi dan mengklasifikasi terbang?
- b. Bagaimana peforma sistem kontrol yang dibangun pada sistem?
- c. Bagaimana cara dan performa sistem ketika memantau dan memberikan notifikasi secara real-time melalui telegram?
- d. Bagaimana peforma antarmuka pengguna pada sistem?

1.4 Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang, ada beberapa batasan masalah yang diperlukan untuk penyusunan skripsi yaitu sebagai berikut:

- a. Perangkat yang digunakan untuk memproses sistem adalah laptop.
- b. Penelitian dilakukan di laboratium berupa prototipe
- c. Pengujian prototipe menggunakan simulasi.
- d. Objek yang dideteksi dalam sistem berupa pesawat tanpa awak dengan jenis rotary wing.
- e. Jarak objek terhadap alat dalam jangkauan 30 – 70 cm agar target dikenali dengan jelas dari kamera.
- f. Mengontrol pergerakan motor servo yang akan mengintai objek secara otomatis.

- g. Algoritma yang digunakan untuk mendeteksi, mengklasifikasi, dan mengintai objek adalah YOLOv8.
- h. Penelitian dilakukan menggunakan kamera 8MP.
- i. Sistem tidak menggunakan *Identification Friend or Foe* (IFF), sehingga, menganggap semua objek yang dideteksi adalah musuh.

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, ada beberapa tujuan penelitian yaitu sebagai berikut:

- a. Untuk mengembangkan metode yang efektif dalam mendeteksi, mengklasifikasi, dan melacak objek terbang dengan akurasi tinggi.
- b. Untuk menganalisis pengaruh penerapan sistem kontrol terhadap kinerja keseluruhan sistem, serta menentukan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap peningkatan atau penurunan kinerja.
- c. Untuk merancang dan mengimplementasikan mekanisme pemantauan dan notifikasi real-time yang andal, sehingga sistem dapat memberikan informasi terkini dan responsif terhadap situasi yang terjadi.
- d. Untuk mengevaluasi performa antarmuka pengguna dalam hal kemudahan penggunaan, kecepatan respons, dan efektivitas penyampaian informasi, guna memastikan pengalaman pengguna yang optimal.

1.6 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar rumusan masalah, ada manfaat penelitian yang diperoleh dari penelitian ini. Manfaat yang diperoleh dibagi menjadi dua yaitu manfaat teoritis dan manfaat praktis, diantaranya:

1. Manfaat Teoritis

Memperdalam pengetahuan dalam domain mendeteksi, mengklasifikasi, dan mengintai objek terbang. Pemahaman yang diperluas ini diharapkan dapat memberikan sumbangan berarti pada pengembangan teori di bidang ini dan memandu penelitian masa depan terkait keamanan dan pemantauan.

2. Manfaat Praktis

Memberikan panduan implementasi yang efektif dalam mendeteksi dan mengintai objek terbang, mendukung aplikasi keamanan modern dan sistem pemantauan. Selain itu, penelitian ini diarahkan untuk menyediakan dasar praktis bagi perancangan sistem kontrol yang efisien dan dapat diandalkan dalam situasi real-time. Pemahaman lebih lanjut mengenai dampak penggunaan sistem kontrol yang dibangundiharapkan dapat memberikan wawasan praktis dan mendukung pengambilan keputusan terkait pengoptimalan kinerja sistem. Pengembangan sistem penyimpanan data yang diusulkan diharapkan dapat meningkatkan kehandalan pengarsipan dan analisis informasi untuk kebutuhan praktis dan terapan.