

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

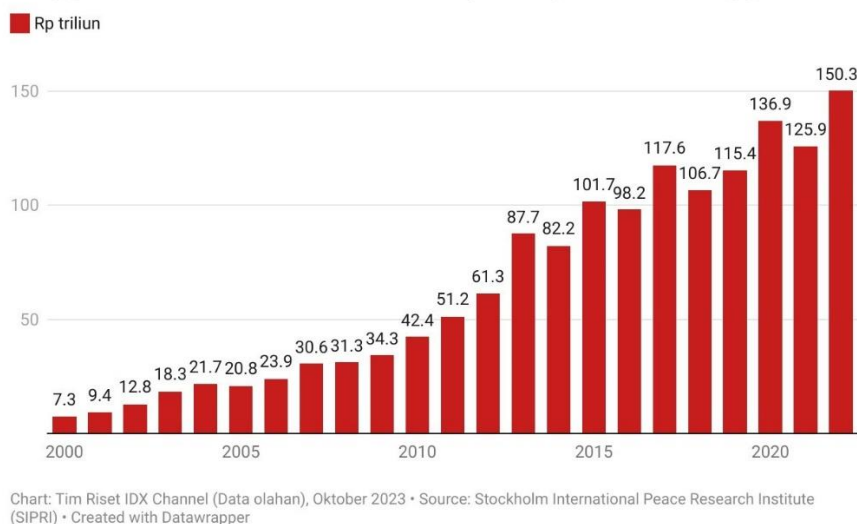
Perkembangan teknologi 4.0 di Indonesia mengalami peningkatan pesat dalam beberapa dekade terakhir. Teknologi kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI) menjadi salah satu komponen utama dalam transformasi ini. *Artificial Intelligence* telah menjadi salah satu inovasi terpenting yang memiliki potensi besar dalam mempengaruhi berbagai aspek kehidupan manusia. Teknologi ini merujuk pada kemampuan suatu mesin untuk meniru kecerdasan manusia seperti kemampuan untuk belajar, memecahkan masalah, mengambil keputusan dan berinteraksi dengan lingkungan sekitar.

Berdasarkan laporan Kementerian Perindustrian pada tahun 2024 program *Making Indonesia 4.0* mencanangkan AI sebagai salah satu teknologi kunci untuk mempercepat transformasi digital di Indonesia. Selain itu, perusahaan teknologi global seperti Microsoft telah berinvestasi sebesar \$1,7 miliar untuk pengembangan infrastruktur cloud dan AI di Indonesia (*Microsoft News*, 2024). Hal ini mencerminkan bahwa Indonesia tidak hanya sebagai pengguna teknologi, tetapi juga sedang berupaya menjadi pelaku aktif dalam pengembangan inovasi berbasis AI. Perkembangan ini membuka peluang besar untuk penerapan AI di sektor-sektor strategis, termasuk pertahanan dan militer, yang menuntut efisiensi operasional tinggi dan kemampuan adaptasi terhadap tantangan global.

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi, kecerdasan buatan (AI) telah menjadi salah satu komponen utama dalam modernisasi sistem pertahanan di berbagai negara. Menurut laporan dari *Center for Strategic and International Studies* (CSIS) pada tahun 2021, AI telah menjadi kunci dalam membangun kapabilitas pertahanan yang adaptif dan efisien, terutama di medan perang modern yang semakin kompleks.

Beberapa ahli berpendapat bahwa AI memiliki potensi untuk menjadi teknologi keamanan nasional yang adaptif dan inovatif (Allen dan Chan, 2017). Perkembangan AI secara eksponensial ke ranah militer akan memberikan dampak terhadap pembentukan kembali fungsi militer secara signifikan yang dapat mempengaruhi medan perang di masa depan, termasuk potensi penerapannya dalam operasi militer (*Brookings Institution*, 2018).

Anggaran Militer RI Terus Menanjak Sejak 2000 hingga 2022



Gambar 1.1 Anggaran Militer Republik Indonesia

Sumber: Defense Logistics Agency

Sehubungan dengan hal tersebut, dapat membuka peluang besar bagi militer Indonesia untuk mengintegrasikan teknologi canggih dalam mendukung operasi di bidang logistik yang selama ini salah satu elemen penting dalam mendukung keberhasilan misi masih menghadapi berbagai kendala operasional. Operasi logistik militer merupakan pertahanan (Paul, 2021). Tanpa sistem logistik yang baik, pasukan tidak akan dapat beroperasi secara maksimal, yang dapat mempengaruhi keberhasilan misi secara keseluruhan. Dapat dilihat pada Gambar 1.1 Berdasarkan RAPBN 2022, Kementerian Pertahanan RI menerima alokasi anggaran sebesar Rp150.3 triliun, Selain itu, sekitar Rp4,34 triliun difokuskan untuk

operasional pelaksanaan tugas TNI, yang mencakup divisi logistic militer. Dimana 27,2% anggaran tersebut dialokasikan untuk modernisasi alutsista dan riset teknologi. Alokasi ini mencerminkan pentingnya sistem logistik sebagai tulang punggung kesiapan tempur dan efisiensi operasi militer di Indonesia (IDX Channel, 2023). Keberhasilan distribusi logistik sering kali bergantung pada kemampuan sistem logistik untuk mengatasi tantangan dalam operasi militer modern.

Indonesia saat ini masih menghadapi berbagai kendala dalam pendistribusian sistem logistik. Proses pengangkutan perbekalan, seperti amunisi, alat komunikasi, dan perlengkapan medis, sering kali terhambat oleh keterbatasan infrastruktur, medan peperangan yang sulit, serta ancaman keamanan di daerah-daerah rawan konflik. Selain itu, sistem logistik yang sepenuhnya mengandalkan tenaga manusia menghadirkan risiko tinggi terhadap keselamatan personel, terutama ketika harus beroperasi di medan yang sulit dan berbahaya (Kress, 2016). Menurut laporan dari *Global Firepower Index* pada tahun 2024, Indonesia memiliki kapasitas militer yang kuat secara keseluruhan, namun aspek logistik menjadi salah satu bidang yang memerlukan inovasi dan modernisasi.

Distribusi logistik yang efisien dan tepat waktu menjadi elemen kunci dalam menjaga daya tempur pasukan. Keberhasilan distribusi logistik sering kali bergantung pada kemampuan sistem logistik untuk mengatasi tantangan medan yang berat dan dinamis, yang sering menjadi kendala dalam operasi militer modern. Di tengah tantangan ini, diperlukan inovasi yang tidak hanya mampu meningkatkan efisiensi pengangkutan, tetapi juga mengurangi risiko bagi personel militer. Salah satu solusi yang semakin mendapat perhatian adalah teknologi robotika berbasis AI, yang dirancang untuk mendukung kebutuhan logistik militer secara lebih efektif.

Dalam mendukung efektivitas operasi militer, teknologi otonom telah menjadi solusi inovatif yang dapat mengatasi berbagai tantangan logistik. Khususnya perancangan suatu robot yang ditujukan untuk mengikuti

manusia, memungkinkan pengangkutan kebutuhan taktis yang lebih aman dan efisien, terutama di medan yang berbahaya dan sulit untuk dilalui oleh logistik dalam skala besar. Teknologi ini membantu mengurangi risiko cedera atau kehilangan nyawa pada personel militer yang biasanya bertugas membawa perlengkapan berat atau material penting di medan operasi. Penggunaan robot otonom dalam logistik militer dapat meningkatkan efisiensi pengangkutan hingga 40% dan mengurangi paparan risiko pada personel hingga 30% (*International Defense Robotics Review*, 2021). Dengan perkembangan ini, robot berbasis teknologi otonom tidak hanya mendukung keberhasilan misi, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan dalam menjaga keselamatan personel militer.

Dalam perkembangan teknologi kecerdasan buatan (AI), perangkat keras yang ringan namun bertenaga menjadi kunci untuk implementasi pada skala kecil dan efisien. Salah satu inovasi yang mendukung penerapan ini adalah penggunaan komputer mini seperti Raspberry Pi 4. Teknologi ini memungkinkan integrasi algoritma AI, seperti TensorFlow Lite, untuk berbagai kebutuhan, termasuk pada robotika. Algoritma TensorFlow Lite ini memungkinkan robot untuk mengenali dan melacak pola visual manusia, seperti gerakan tubuh, secara real-time dengan akurasi tinggi. Sebagai pendukung, chasis Tank Mini dipilih karena desainnya yang kokoh dan kemampuannya untuk bergerak stabil di berbagai medan ekstrem, seperti jalan berbatu, tanah bergelombang, dan permukaan tidak rata lainnya. Kombinasi teknologi AI dengan Raspberry Pi 4 dan chasis Tank Mini memberikan solusi teknis yang optimal untuk pengembangan robot *human following* yang dapat diandalkan untuk operasi logistik militer di lapangan.

Modernisasi sistem logistik militer di Indonesia menjadi kebutuhan yang semakin mendesak seiring dengan meningkatnya tantangan dalam menghadapi kondisi medan yang sulit dan ancaman keamanan. Oleh karena itu, pengembangan teknologi prototipe *Human Following Robot* ini, dapat menjadi solusi inovatif untuk mengatasi kendala tersebut. Robot ini

tidak hanya mampu membawa beban logistik secara mandiri, tetapi juga dapat mengikuti personel dengan presisi, sehingga memudahkan pengangkutan kebutuhan taktis seperti amunisi, makanan, obat-obatan, serta alat komunikasi. Dengan demikian, proyek ini memiliki potensi untuk memberikan kontribusi signifikan terhadap modernisasi pertahanan Indonesia sekaligus meningkatkan kesiapan operasional militer dalam berbagai skenario.

Penerapan teknologi robot otonom yang mampu mengikuti manusia dengan presisi tidak hanya mengurangi risiko bagi personel militer di medan berbahaya, tetapi juga meningkatkan kecepatan dan efektivitas dalam pengangkutan logistik. Selain itu, pengembangan robot semacam ini memiliki potensi besar untuk diaplikasikan di sektor lain, seperti penyelamatan bencana, distribusi bantuan kemanusiaan, atau eksplorasi lingkungan berbahaya. Hal ini dapat menunjukkan bahwa robotika otonom dapat mengurangi waktu operasional pada misi berisiko tinggi, menjadikannya aset penting dalam strategi pertahanan modern.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun prototipe *Human Following Robot* berbasis Raspberry Pi 4 disertai algoritma TensorFlow Lite, dengan menggunakan Chasis Tank Mini untuk mendukung mobilitas logistik militer. Melalui pendekatan yang inovatif ini, penelitian ini diharapkan mampu mendukung visi Indonesia dalam mengintegrasikan teknologi kecerdasan buatan untuk memperkuat pertahanan nasional dan menjawab tantangan era modern.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan penelitian dapat dirumuskan dalam pertanyaan penelitian sebagai berikut:

- a. Bagaimana menentukan jarak optimal deteksi pada sistem pelacakan visual robot untuk memastikan akurasi dalam mengikuti pergerakan manusia?

- b. Bagaimana mengukur keandalan robot dalam berbagai kondisi medan dan pencahayaan berdasarkan skenario pengujian yang dilakukan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

- a. Merancang dan menentukan jarak optimal deteksi pada sistem pelacakan visual robot untuk memastikan akurasi dalam mengikuti pergerakan manusia.
- b. Menentukan keandalan robot dalam berbagai kondisi medan dan pencahayaan berdasarkan skenario pengujian yang dilakukan.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Manfaat teoritis dari penelitian ini adalah memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang robotika dan kecerdasan buatan, khususnya terkait implementasi teknologi pelacakan visual berbasis TensorFlow Lite. Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi pengembangan lebih lanjut dalam perancangan robot otonom untuk aplikasi militer, yang mengintegrasikan algoritma machine learning dengan perangkat keras efisien seperti Raspberry Pi 4. Selain itu, penelitian ini dapat memperluas wawasan mengenai pengoptimalan jarak deteksi dan keandalan sistem robot dalam berbagai kondisi medan.

1.4.2 Manfaat Praktis

Manfaat praktis dari penelitian ini dapat bermanfaat dalam meningkatkan efisiensi dan keselamatan operasional logistik militer. Robot yang dirancang dapat mendukung pengangkutan kebutuhan taktis seperti amunisi, alat komunikasi, dan perlengkapan medis secara mandiri, terutama di medan sulit atau berbahaya. Dengan demikian, robot ini dapat mengurangi risiko bagi personel militer dan memastikan distribusi logistik yang lebih tepat waktu. Selain itu, hasil penelitian ini berpotensi

diaplikasikan di sektor lain, seperti penyelamatan bencana atau pengiriman bantuan di daerah yang sulit dijangkau.

1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

- a. Penelitian berfokus pada penerapan *person tracking* menggunakan algoritma TensorFlow Lite tanpa melibatkan machine learning lainnya.
- b. Sistem pelacakan dibatasi hanya untuk mendeteksi dan mengikuti satu individu manusia dalam satu waktu.
- c. Sistem kamera yang digunakan dalam sistem bersifat tetap dan tidak melakukan perhitungan sudut untuk menyesuaikan posisi objek yang terdeteksi.
- d. Pengujian robot dilakukan di medan seperti permukaan datar, berbatu, dan bergelombang, tanpa mencakup medan ekstrem lainnya seperti medan berair atau berpasir.
- e. Penelitian ini hanya melakukan pendeteksian manusia full body pada jarak antara 100 cm hingga 500 cm tanpa mempertimbangkan obstruksi atau halangan lain yang dapat mengganggu deteksi.
- f. Penelitian dibatasi pada evaluasi jarak deteksi optimal, untuk memastikan robot dapat mengenali dan mengikuti target manusia secara akurat dalam jarak tertentu sesuai dengan kemampuan perangkat keras dan algoritma yang digunakan.
- g. Robot yang dirancang dalam penelitian ini merupakan hasil rancangan dan perakitan sendiri yang disesuaikan dengan kebutuhan penelitian.
- h. Logistik dalam penelitian ini adalah logistik taktis, yakni logistik dengan skala kecil, bersifat mendesak, dan dirancang untuk mendukung kebutuhan operasional langsung di medan perang atau area operasional militer dengan aksesibilitas yang terbatas.