

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

TNI memiliki tugas operasi militer selain perang, salah satunya adalah membantu dalam penanggulangan bencana alam, termasuk evakuasi, pengungsian, dan pemberian bantuan kemanusiaan. Pengetahuan dan kesiapsiagaan TNI dalam tindakan ini sangat penting, karena TNI sering menjadi bagian dari tim penyelamat (*rescue*) saat terjadi bencana (Ul-Misbah, 2021). Dalam setiap operasi satuan tugas, pengumpulan data yang aktual mengenai kondisi daerah atau medan operasi merupakan hal yang harus diutamakan. Banyak informasi penting yang dibutuhkan sebelum menerjunkan personel ke medan operasi (Trilaksono, 2019).

Salah satu tantangan terbesar dalam misi penyelamatan adalah medan yang sulit dijangkau serta kondisi lingkungan yang membahayakan keselamatan. Contoh nyata adalah erupsi Gunung Semeru pada Januari 2021. Erupsi gunung api merupakan proses keluarnya magma dan gas dari dalam bumi ke permukaan, yang menghasilkan material lepas seperti debu vulkanik, serta lelehan lava (Ruslanjari *et al.*, 2017). Selain menyebabkan kerusakan fisik, letusan gunung juga menghasilkan berbagai gas berbahaya seperti amonia (NH₃), karbon monoksida (CO), dan karbon dioksida (CO₂), yang berisiko tinggi terhadap kesehatan pernapasan manusia.

Tak hanya gas, letusan juga memproduksi partikel debu halus seperti PM_{2.5} dan PM₁₀ yang berpotensi menyebabkan iritasi paru-paru, penurunan fungsi pernapasan, bahkan kematian jika terpapar dalam jumlah tinggi dan waktu lama. Medan bencana yang tidak bisa diakses dengan mudah kerap memperlambat operasi pencarian dan penyelamatan korban, terutama di daerah pegunungan atau lokasi dengan infrastruktur yang rusak. Dalam situasi seperti ini, kecepatan dan akurasi pengambilan

keputusan menjadi sangat penting untuk keselamatan korban dan tim penyelamat.

Drone atau Unmanned Aerial Vehicle (UAV) merupakan salah satu solusi teknologi yang dapat menjawab tantangan tersebut. UAV mampu menjelajahi area yang sulit dijangkau dan memberikan data secara real-time. Dalam penelitian ini, drone dirancang untuk membawa berbagai sensor yang relevan dengan misi evakuasi, termasuk sensor debu PM2.5 dan PM10, serta sensor gas seperti CO, CO₂, NH₃, CH₄, dan LPG, untuk memantau kualitas udara secara langsung di lokasi terdampak (Zulfiryansyah *et al.*, 2022).

Untuk mendukung proses identifikasi korban, ditambahkan juga fitur image processing guna mendeteksi keberadaan manusia melalui kamera yang terpasang pada drone. Sementara itu, sistem komunikasi data menggunakan modul LoRa digunakan agar transmisi data tetap bisa dilakukan meski di daerah yang tidak memiliki jaringan internet (Setya Fajar *et al.*, 2021). LoRa dikenal memiliki daya jangkauan yang jauh, konsumsi daya rendah, serta tahan terhadap interferensi.

Dengan integrasi teknologi ini, drone tidak hanya menjadi alat pemantauan lingkungan yang efektif, tetapi juga mendukung keselamatan operasional TNI dalam menjalankan misi penyelamatan di medan yang sulit diakses. Sistem ini diharapkan dapat membantu pengambilan keputusan secara cepat dan tepat berdasarkan informasi aktual di lapangan.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana merancang dan mengembangkan sistem *drone* yang mampu mendeteksi kualitas udara serta keberadaan manusia untuk mendukung operasi *Search and Rescue* (SAR)?
- b. Bagaimana cara mengintegrasikan sensor gas dan debu dengan teknologi komunikasi LoRa agar dapat mengirimkan data secara *real-time* tanpa bergantung pada jaringan internet?
- c. Sejauh mana sistem yang dikembangkan mampu berfungsi secara optimal?

1.3 Batasan Masalah

- a. Lokasi uji penerbangan dilaksanakan di UNHAN.
- b. Uji coba dilakukan di pada lokasi simulasi yang merepresentasikan kondisi lingkungan yang memiliki kadar gas dengan membakar *flare* atau sampah.
- c. Penerapan pada saat pengambilan data hanya diterapkan pada *drone*.
- d. Berat total sensor tidak lebih dari 1kg.
- e. Kamera *drone* hanya untuk deteksi manusia.
- f. *Drone* hanya mampu menempuh jarak <700 meter.
- g. *Drone* yang dipakai memiliki waktu terbang 10 menit tanpa box sensor.
- h. Pengujian kondisi hanya dilakukan dengan menggunakan *flare*.

1.4 Tujuan Penelitian

- a. Merancang dan mengembangkan *drone* yang dapat mendeteksi kualitas udara dan keberadaan manusia dalam operasi SAR.
- b. Mengintegrasikan sensor gas dan debu dengan teknologi LoRa untuk komunikasi data jarak jauh tanpa internet.
- c. Menguji sistem ini dalam berbagai kondisi lingkungan.

1.5 Manfaat Penelitian

a. Manfaat Teoritis

Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teori dan konsep teknologi *drone* khususnya dalam penerapannya untuk misi pencarian dan penyelamatan (*search and rescue*) serta mitigasi bencana. Dengan fokus pada integrasi *drone* dalam pemantauan kondisi lingkungan di daerah-daerah yang sulit dijangkau, penelitian ini memperkaya literatur yang membahas efektivitas *drone* dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi pengumpulan data *real-time* selama operasi SAR.

Selain itu, penelitian ini memberikan wawasan baru mengenai peran *drone* sebagai alat bantu dalam mendukung keputusan operasional pada saat bencana, dengan menyediakan informasi penting terkait kondisi di lapangan yang dapat langsung digunakan oleh tim penyelamat. Penelitian ini dapat dijadikan landasan teoritis untuk penelitian selanjutnya, terutama dalam mengembangkan sistem pemantauan berbasis *drone* untuk berbagai aplikasi seperti mitigasi bencana, pengelolaan lingkungan, dan keamanan nasional.

b. Manfaat Praktis

Penelitian ini memberikan manfaat langsung bagi Universitas Pertahanan Republik Indonesia (UNHAN) dengan menyediakan model *drone* yang dapat digunakan untuk mendukung misi operasi militer selain perang, khususnya dalam aksi pencarian dan penyelamatan (SAR). Hasil penelitian ini dapat membantu Unhan dalam meningkatkan penerapan teknologi *drone* dalam operasi penyelamatan di medan yang sulit dijangkau, seperti di daerah bencana alam atau lokasi yang berisiko tinggi terhadap polusi udara.

Dengan adanya *drone* yang dilengkapi sensor kualitas udara dan modul komunikasi LoRa, instansi terkait dapat mempercepat

pengumpulan data di lapangan tanpa harus berada di lokasi yang berbahaya, sehingga meminimalkan risiko bagi tim penyelamat. Teknologi ini juga membuka peluang bagi Unhan untuk memanfaatkan *drone* dalam penelitian lanjutan di bidang pertahanan dan keamanan, serta dalam pengembangan teknologi untuk mitigasi bencana.

Selain itu, penelitian ini berpotensi memperkuat kemampuan TNI dalam menghadapi bencana alam dan ancaman lingkungan, serta meningkatkan kesiapsiagaan dalam menghadapi situasi darurat. Pemanfaatan *drone* untuk misi SAR dan pemantauan lingkungan juga mendukung UNHAN dalam mewujudkan tujuan strategisnya sebagai lembaga pendidikan yang berfokus pada teknologi pertahanan dan keamanan.

