

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi UAV yang pesat dalam beberapa tahun terakhir telah mendorong pemanfaatannya dalam kegiatan yang tidak dapat dilakukan oleh jenis robot lainnya. Beberapa kegiatannya adalah pertanian, pencarian dan penyelamatan, pemadam kebakaran, inspeksi saluran listrik, (Fevgas et al., 2022). Dalam berbagai kegiatan tersebut, navigasi yang handal dan kemampuan penghindaran halangan menjadi krusial untuk memastikan operasi yang aman dan efisien (Suparta, 2024).

Operasi Search and Rescue (SAR) sering menghadapi kendala serius dalam menjangkau area berbahaya atau sulit diakses oleh manusia secara langsung, seperti daerah bencana dengan reruntuhan, wilayah pegunungan, atau area terdampak kebakaran. Kondisi ini menyebabkan keterlambatan proses evakuasi dan meningkatkan risiko bagi tim penyelamat yang harus bekerja di lingkungan ekstrem (Pirinen et al., 2023).

Tabel 1 Kegiatan Tim SAR.

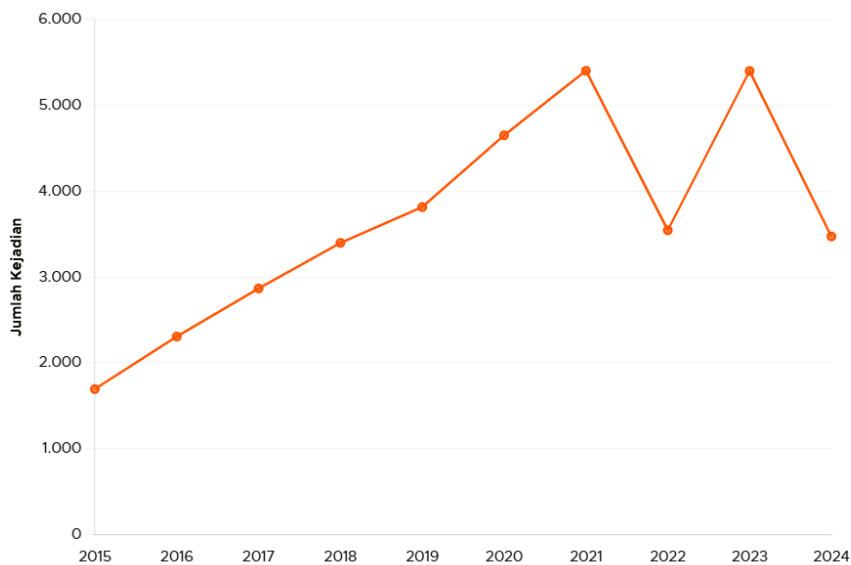
| No. | Metode / Cara Kegiatan Tim SAR | Deskripsi singkat | Kelebihan | Kekurangan |
|-----|---------------------------------------|---|---|---|
| 1. | Pencarian Manual | Tim SAR melakukan pencarian langsung dengan berjalan kaki di area terdampak bencana | Akurasi tinggi karena pengamatan langsung, dapat berinteraksi dengan korban | Membutuhkan waktu lama, jangkauan terbatas, risiko tinggi bagi personil |
| 2. | Penggunaan Anjing Pelacak | Anjing dilatih untuk mendeteksi keberadaan korban berdasarkan bau | Cepat menemukan korban tertimbun, efektif di area reruntuhan | Memerlukan pelatihan khusus, terbatas pada kondisi tertentu |
| 3. | Pencarian Menggunakan Kendaraan darat | Menggunakan mobil SAR atau alat berat untuk menjangkau area luas | Menjangkau area lebih luas dan cepat | Terbatas oleh kondisi medan dan akses jalan |

| No. | Metode / Cara Kegiatan Tim SAR | Deskripsi singkat | Kelebihan | Kekurangan |
|-----|--------------------------------|---|---|--|
| 4. | Penggunaan Helikopter | Pemantauan dari udara untuk menemukan tanda-tanda keberadaan korban | Cakupan area luas lebih luas dan cepat | Biaya operasional tinggi, tergantung cuaca |
| 5. | Penggunaan Drone UAV | Menggunakan drone untuk pemantauan udara dan pengambilan citra | Biaya lebih rendah, aman bagi personel, dapat menjangkau area berbahaya | Daya beteraai terbatas kemampuan navigasi dan deteksi masih bergantung pada sistem |

Dari **Tabel 1**, aspek-aspek dasar kegiatan Tim SAR yang berkaitan dengan proses pencarian dan penyelamatan korban telah dijelaskan. Seperti yang dapat dilihat, ada beberapa metode yang digunakan oleh Tim SAR dalam pencarian dan penyelamatan korban (Georgiadis et al., 2025). Pencarian manual oleh personel SAR darat masih menjadi metode umum karena memungkinkan pengamatan langsung dari situasi dan tanggapan cepat terhadap informasi kondisional di lokasi. Tetapi, metode ini memiliki batasan dalam hal jangkauan pencarian, basis waktu, dan ancaman keamanan saat sistem digunakan. Metode lain, seperti penggunaan anjing pelacak, kendaraan darat, dan helikopter, membantu Tim SAR meningkatkan efisiensi pencarian dalam beberapa kondisi ideal. Namun, sistem ini masih menandakan biaya operasional, akses medan, dan kondisi lingkungan yang relevan.

Dalam perkembangan teknologi, kegiatan SAR pun telah memanfaatkan drone atau Unmanned Aerial Vehicle dan sistem berbasis sensor. Hal tersebut dilakukan untuk mengatasi keterbatasan metode SAR konvensional (Quero & Martinez-Carranza, 2025). Penggunaan UAV memberikan banyak keunggulan, di antaranya areanya yang dapat dicapai lebih luas, implementasi yang lebih mudah dengan tingkat fleksibilitas tinggi, dan tidak kalah penting, peningkatan keselamatan personel karena dapat menjangkau area yang terbilang terlalu berbahaya.

Jumlah Kejadian Bencana Alam di Indonesia (2015-2024)



Gambar 1 Bencana Alam Tahun 2015 – 2024

(Tren Kejadian Bencana Alam Di Indonesia Dalam Satu Dekade - GoodStats Data, 2025)

Berdasarkan **Gambar 1** jumlah kejadian bencana alam di Indonesia periode 2015-2024, dapat dilihat bahwa bencana alam terjadi dalam jumlah yang sangat besar setiap tahunnya. Sepanjang periode tersebut, di Indonesia secara konsisten bahwa bencana alam bukan merupakan peristiwa yang jarang terjadi, melainkan fenomena yang sering dan berulang. Tingginya jumlah kejadian ini mencerminkan tingkat kerawanan wilayah Indonesia terhadap hidrometeorologi. Kondisi tersebut berdampak langsung pada keselamatan Masyarakat, kerusakan infrastruktur, serta aktivitas sosial dan ekonomi, sehingga bencana alam menjadi permasalahan serius yang memerlukan perhatian dan penanganan berkelanjutan.

Operasi Search and Rescue (SAR) diberbagai bencana besar dunia menunjukkan tantangan dalam hal keterbatasan akses dan waktu. Pada peristiwa gempa dan Tsunami Palu tahun 2018, tim penyelamat menghadapi kesulitan menjangkau wilayah yang tertimbung lumpur akibat likuifaksi, sehingga proses evakuasi berjalan lambat dan berisiko tinggi (Lestari et al., 2023). Sementara itu, banjir bandang di lembata, Nusa Tenggara Timur tahun 2021 menyebabkan akses jalan terputus akibat kondisi geografis berbukit dan tanah longsor, sehingga tim SAR harus menempuh waktu lama untuk mencapai lokasi terdampak (Budiana et al., 2025). Pada Gempa Mamuju-Majene, Sulawesi Barat tahun 2021, kerusakan

infrastruktur dan jalan terputus membuat proses pencarian korban menjadi sulit dilakukan (Basri et al., 2023). Selain itu, Erupsi Gunung Marapi pada Desember 2023 menyebabkan puluhan korban jiwa dan menyulitkan proses pencarian karena abu pekat, suhu tinggi, serta medan curam di area puncak (Mahdi et al., 2025).

Kejadian-kejadian tersebut menegaskan bahwa kendala utama operasi SAR adalah keterbatasan manusia dalam menjangkau area berisiko tinggi secara cepat dan aman. Oleh karena itu, diperlukan sistem berbasis teknologi seperti UAV (Unmanned Aerial Vehicle) yang mampu menjelajahi area berbahaya secara otonom.

Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini mengusulkan alur kerja perencanaan jalur lokal otonom berbasis Reinforcement Learning (RL), yang memungkinkan penghindaran halangan dinamis dengan mendeteksi koordinat dan posisi antara titik target dan sistem koordinat lokal UAV (Zhong et al., 2020).

1.2. Perumusan Masalah

1. Bagaimana penerapan algoritma Reinforcement Learning dapat meningkatkan kemampuan UAV dalam mendeteksi dan menghindari hambatan dinamis secara real-time di lingkungan yang berubah-ubah?
2. Sejauh mana simulasi lingkungan dapat merepresentasikan kondisi nyata dalam melatih UAV untuk navigasi dan penghindaran hambatan secara efektif?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan:

1. Untuk menganalisis dan mengimplementasikan algoritma reinforcement learning dalam meningkatkan kemampuan UAV dalam mendeteksi dan menghindari hambatan dinamis secara real time di lingkungan yang berubah-ubah.
2. Untuk mengukur performa model Reinforcement Learning dalam lingkungan simulasi sebagai dasar pengembangan navigasi UAV yang dinamis dan aman.

Manfaat dari penelitian ini:

1. Memberikan solusi inovatif dalam navigasi UAV yang dapat diaplikasikan pada berbagai sektor, seperti pencarian dan penyelamatan, pemantauan infrastruktur.
2. Meningkatkan efisiensi operasional UAV dalam menghadapi perubahan lingkungan.

1.4. Kontribusi dan Orisinalitas Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa kontribusi yaitu :

- a. Mengusulkan pendekatan berbasis Reinforcement Learning untuk navigasi UAV dalam lingkungan tanpa informasi.
- b. Membantu Tim SAR melalui pengembangan sitem UAV otonom yang mampu melakukan penghindaran halangan secara dinamis.

1.5. Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian ini hanya berfokus pada aspek navigasi UAV, khususnya kemampuan penghindaran halangan.
- b. Sensor yang digunakan dibatasi pada kamera dan Lidar sebagai sumber data visual.
- c. Lingkungan yang digunakan dalam penelitian merupakan lingkungan simulasi, belum diterapkan pada di dunia nyata.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dokumen proposal disertasi dibagi menjadi tiga bab. Bab I berisi tentang latar belakang, rumusan permasalahan, tujuan, manfaat, kontribusi, dan batasan penelitian dan sistematika penulisan. Bab II menjelaskan kajian pustaka dari penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini. Selain kajian pustaka, Bab II juga menjelaskan tentang konsep dasar teori sebagai pedoman dalam penelitian ini. Bab III menjelaskan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini.