

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Penanda atau patok batas merupakan elemen penting dalam menetapkan kedaulatan suatu negara berdasarkan hukum internasional [1]. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2008 secara tegas mengatur definisi wilayah negara [2]. Indonesia memiliki perbatasan langsung dengan beberapa negara, menciptakan potensi untuk sengketa wilayah, perubahan patok, atau bahkan kehilangan batas patok [3]. Dalam menjaga kedaulatan dan keamanan nasional, pengawasan dan pemeliharaan patok batas negara menjadi prioritas. Namun, tantangan seperti aksesibilitas wilayah yang sulit dijangkau dan keterbatasan sumber daya manusia seringkali muncul. Untuk mengatasi tantangan ini, teknologi *quadcopter* telah muncul sebagai salah satu solusi yang menjanjikan. *Quadcopter* merupakan salah satu jenis *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* atau pesawat tanpa awak [4], telah menjadi topik hangat dalam penelitian selama beberapa tahun terakhir [5]. Hal tersebut, sering dimanfaatkan dalam aktivitas pemetaan, pencarian dan penyelamatan, deteksi objek, khususnya aktivitas pengawasan [6].

Penggunaan GPS untuk perencanaan misi otomatis, stabilisasi *quadcopter* untuk pengawasan yang tepat. Namun, GPS tidak memberikan nilai yang akurat pada beberapa kondisi dan lingkungan, sehingga pergerakan dan pendaratan menjadi tidak tepat. Selanjutnya terdapat penelitian untuk pelacakan posisi menggunakan teknologi *computer vision* [7]. Perkembangan dari *quadcopter* yang terhubung dengan kamera juga membantu menangkap dan melaporkan setiap detail menit karena kamera yang terintegrasi dengan itu bergerak sesuai dengan arah yang diberikan [8]. UAV dirancang sedemikian rupa sehingga memanfaatkan kontrol *loop* tertutup untuk menjaga jalur yang ditentukan, memiliki kemampuan melayang otomatis, dan berputar sesuai arahan [9]. Penelitian tersebut mengembangkan *quadcopter* untuk pelacakan objek menggunakan pemrosesan gambar, penelitian ini dimulai dengan merancang mekanik dan elektrik *quadcopter*. Sementara perancangan perangkat lunak dilakukan dengan membuat program pemrosesan gambar menggunakan C++. Pengumpulan data dilakukan dengan menguji

perangkat pada setiap bagian. *Marker ArUco*, dapat menjadi potensi dalam mendeteksi dan melacak penanda atau batas patok negara. Dalam penelitian tersebut, bertujuan untuk mengintegrasikan teknologi *computer vision* dengan UAV yang dilengkapi kamera untuk meningkatkan akurasi estimasi perpindahan jembatan. Penelitian tersebut menunjukkan pentingnya resolusi piksel, stabilitas *platform*, dan resolusi kamera dalam mencapai estimasi akurasi tinggi. Hasilnya menunjukkan bahwa jalur pipa *ArUco* mengungguli metode yang ada dengan kamera stasioner dalam meningkatkan efisiensi dan ketepatan estimasi perpindahan jembatan, dengan akurasi mencapai 95,7 [10]. Namun, dalam proses pengujian yang sebenarnya menggunakan *quadcopter* sungguhan dianggap membutuhkan biaya yang sangat besar sehingga sistem *quadcopter* harus diuji dan diperiksa sebelum digunakan. Untuk menghindari kerusakan pada perangkat dan sensor yang mahal dan untuk mengembangkan sistem yang dapat diandalkan, banyak peneliti menggunakan beberapa lingkungan simulasi [11]. *Software In The Loop* (SITL) adalah salah satu pengujian yang memberikan kemampuan untuk menjalankan berbagai kendaraan tanpa memerlukan mikrokontroler atau perangkat keras [12]. Dalam SITL, ROS (*Robotic Operating System*) dirancang untuk komponen perangkat keras/lunak terintegrasi dengan perencanaan gerak/jalan robot, kontrol perangkat tingkat rendah, sensor dan aktuator [13]. Sedangkan Gazebo merupakan simulator yang dioperasikan secara *real-time* [14]. Hubungan antara ROS dan Gazebo sama dengan ROS dan *hardware* pada robot sesungguhnya [15]. Hal ini dapat meminimalisir terjadinya kerusakan pada *quadcopter* karena dengan ROS mengontrol robot pada simulasi dengan yang nyata tidak berbeda [16]. Merujuk kinerja sistem pada penelitian tersebut, maka dibuat suatu sistem yang dapat mendeteksi pergeseran patok dengan menggunakan *quadcopter* dan teknologi *computer vision* guna mempermudah penjaga perbatasan dalam mengakses langsung ke wilayah perbatasan yang sulit di jangkau.

Berdasarkan penelitian terdahulu dan perkembangan teknologi dalam sistem *quadcopter* serta penggunaan *computer vision* dengan *ArUco Marker*, dikembangkan suatu sistem pemantauan yang dapat mendeteksi pergeseran patok batas negara menggunakan *quadcopter*. Dengan mengintegrasikan teknologi *Quadcopter* berbasis ROS dan *Computer vision* dalam lingkungan SITL dan

lingkungan nyata, penelitian ini diharapkan dapat mempermudah aktivitas pengawasan dalam mengakses langsung ke wilayah perbatasan yang sulit di jangkau. [17]. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi inovatif dan efektif dalam memastikan pengamanan patok batas negara.

I.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang, maka didapatkan permasalahan yang menjadi dasar penelitian untuk diselesaikan dan dicari solusinya. Permasalahan dalam penelitian ini dapat didefinisikan dan diuraikan sebagai berikut:

1. Bagaimana implementasi *waypoint navigation* pada *quadcopter* dengan ROS?
2. Bagaimana melakukan *monitoring* patok?
3. Bagaimana implementasi OpenCV dan deteksi *ArUco Marker* sebagai patok dengan ROS?
4. Bagaimana menghitung pergeseran/perubahan posisi batas patok negara?
5. Bagaimana integrasi *waypoint navigation* dan deteksi *ArUco Marker* sebagai patok negara?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini merupakan prototipe pertama dalam membuat sistem *monitoring* patok batas negara dan merupakan penelitian lanjutan.
2. *Companion computer* yang digunakan merupakan Raspberry pi
3. Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat sistem pada Ubuntu Linux 20.04 dan berbasis ROS Noetic.
4. Tidak ada obstacle ketika *quadcopter* bergerak sesuai dengan perintah program yang diberikan.
5. Koordinat awal *quadcopter* di masukan pada program untuk sistem mulai berjalan.
6. Pengujian ini hanya berfokus pada pengujian sistem komunikasi dan SITL.
7. Protokol komunikasi yang digunakan pada jaringan lokal yaitu TCP/IP.
8. Jaringan lokal yang digunakan hanya menggunakan 1 Router.
9. Kontrol navigasi dan posisi menggunakan *firmware* Autopilot PX4.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian dan pembuatan yaitu:

1. Membuat *quadcopter* untuk pendeteksian dan perhitungan pergeseran batas patok negara menggunakan *ArUco Markers*.
2. Membuat sistem pergerakan *waypoint navigation* yang telah ditentukan tujuannya pada *quadcopter* dan *autocapture*.
3. Diharapkan mampu menjadi protipe pertama yang kedepannya mampu dikembangkan kembali untuk menjaga kedaulatan dan keamanan nasional, pengawasan dan pemeliharaan patok batas negara.

Manfaat Penelitian

1. Bagi Pendidikan

Menambah pengetahuan dan menambah sumber kepustakaan bagi mahasiswa Politeknik Manufaktur Bandung khususnya jurusan Otomasi Manufaktur dan Mekatronika mengenai implementasi *waypoint navigation quadcopter*, ROS, dan *computer vision*, SITL.

2. Bagi Peneliti

Menambah wawasan, ilmu pengetahuan dan meningkatkan kompetensi dalam bidang *quadcopter*, mempelajari bagaimana metode pengendali untuk mengendalikan *quadcopter*, serta mempelajari algoritma *computer vision* untuk pendeteksian serta perhitungan pergeseran batas patok negara menggunakan *ArUco*.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika Karya Tulis Ilmiah Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

Sistematika Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori dan alat untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi data hasil penelitian serta pembahasan dan analisis.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan dari penelitian ini dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.