

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tank adalah kendaraan militer yang memiliki pertahanan kuat, dan kemampuan penyerangan yang besar. Sejak awal penciptaannya hingga sekarang, tank selalu dioperasikan oleh manusia, namun usaha untuk membuat tank bersifat otomatis bukanlah hal yang asing. Sudah ada usaha untuk mengubah model tank lama yang harus dioperasi secara manual, menjadi tank yang dapat beroperasi secara otomatis. Hal ini dilakukan dengan memasang robot “Pappy” untuk menggantikan peran manusia dalam mengoperasikan tank. Pappy merupakan robot dengan banyak lengan, dimana masing-masing lengan dapat mengoperasikan *lever*, selain itu Pappy juga dilengkapi dengan *switchbox* untuk mereplikasikan tombol, agar Pappy dapat menggerakkan tank tanpa bantuan manusia, tank dilengkapi dengan sensor seperti LIDAR, kamera, dan GPS untuk mengirimkan data ke sistem komputer yang kemudian dapat diproses [1]. Namun, meskipun Pappy bisa menggerakkan tank secara otomatis, tank belum bisa mengoperasikan meriamnya dengan otomatis.

Peran manusia dalam pengoperasian meriam tank mencakup menggerakkan, membidik, dan menembakan meriam. Jika tank ingin dibuat dapat mengoperasikan meriamnya tanpa bantuan manusia, meriam harus dapat melakukan ketiga hal tersebut secara otomatis. Dua usaha yang sudah dilakukan untuk mengotomasikan peran manusia adalah pengotomasian gerakan servo meriam, dan usaha untuk membidik target secara otomatis. Gerakan meriam dengan tiga buah servo pada sumbu X, Y dan Z sudah diotomasikan dengan bantuan sistem kendali PID untuk kestabilan posisi meriam dengan menggunakan metode Ziegler Nichols tipe 2 [2]. Untuk pembidikan, diterapkan metode ORB dengan kamera yang terhubung ke Raspberry Pi 3 model B, dan Arduino Mega sebagai sistem kendalinya [3].

Prototipe tersebut masih bisa dikembangkan dengan membuat sistem tidak hanya bisa menggerakkan meriam dan mendeteksi ke target, namun juga bisa menembak target dengan akurat. Sebelum membuat meriam bisa menembak, sistem

pendeteksian ke target perlu dikembangkan lagi sehingga sistem juga dapat mengukur jarak target dari tank. Satu metode sederhana yang dapat digunakan adalah penggunaan sensor *ultrasonic*, sensor mengirimkan suara ultrasonik dan ketika gelombang bertemu dengan objek ketika bergerak, gelombang akan dipantulkan kembali ke sensor, dari waktu gerak gelombang dan kecepatan suara, bisa dihitung jarak objek [4]. Meskipun metode ini sederhana dan terbukti bekerja, gelombang ultrasonik memiliki beberapa kekurangan jika ingin diterapkan ke prototipe tank. Utamanya, modul harus menghadap target dengan akurat jika ingin mengukur jaraknya.

Metode lain yang dapat diterapkan adalah penggunaan *binocular vision*. Dengan *binocular vision*, bisa diperoleh jarak dengan dua kamera dan segitiga trigonometri sebagai metode perhitungan. Namun, masalah dari metode ini adalah cahaya dapat mengganggu hasil pengukuran kamera, karena cahaya yang terlalu kuat dapat menyebabkan *glare* di kamera [5]. Alternatifnya, *binocular vision* bisa digunakan untuk mengkonstruksi area 3D target, dan digabungkan dengan LIDAR yang dapat memperoleh 3 koordinat spasial target dari gambar yang diambil kamera untuk membentuk *three-dimensional fine imaging* [6]. Selain itu, karena *binocular vision* membutuhkan beberapa kamera, integrasi menjadi lebih rumit, dan membutuhkan lebih banyak daya dari perangkat keras.

Untuk mengurangi jumlah kamera yang harus digunakan, bisa digunakan sistem *monocular vision*. Dimana *binocular vision* menggunakan dua kamera atau lebih, *monocular vision* hanya membutuhkan satu kamera. Sama seperti *binocular vision*, ada berbagai penerapan yang bisa digunakan untuk mengukur jarak dengan metode ini. Contohnya, pengukuran dengan kalibrasi target referensi untuk memperoleh koordinat sudut yang kemudian digunakan untuk mendapatkan jarak melalui deteksi dan lokalisasi titik sudut [7]. Pengukuran dengan mengambil fitur gambar RGB dan dengan ROI pooling dibentuk vektor fitur gambar yang dapat digunakan untuk mengukur jarak objek melalui *distance regressor* atau pengukuran perspektif dengan mengambil hubungan antar jarak target, FOV, jarak fokus, dan resolusi gambar [8]. *Monocular vision* juga memiliki masalah yang sama seperti *binocular vision* dimana cahaya yang terlalu kuat dapat mengganggu pengukuran. Untuk

membantu kekurangan tersebut, LIDAR dapat dimanfaatkan juga, atau bisa menggunakan *image processing* dimana cahaya kuat dikurangi, dan kontras ditingkatkan dengan algoritma *highlight suppression* [9].

Untuk membantu *monocular vision* dalam mengukur jaraknya, bisa ditambahkan metode pengukuran tambahan. Satu cara yang dapat digunakan adalah dengan *laser rangefinder*. *Laser rangefinder* terdiri dari *transmitter* dan *receiver* dimana *transmitter* berupa *laserdiode*, dan *receiver* berupa *photodiode*. Untuk memperoleh jarak dengan sistem ini, digunakan metode *pulsed time-of-flight* dimana waktu interval antara pulsa laser yang dikirim *laserdiode*, dan pulsa yang diterima *receiver* dihitung [10]. Metode ini mirip dengan menggunakan gelombang *ultrasonic*, dimana modul harus ditujukan tepat ke target agar bisa mendapat jaraknya, namun karena lebar laser jauh lebih kecil, laser dapat mengukur target jauh lebih akurat dibandingkan dengan gelombang *ultrasonic*.

Dengan algoritma *monocular vision*, usaha penguncian dan pengukuran jarak target secara otomatis pada meriam dapat dikembangkan lebih lanjut agar dapat menembak target. Kamera yang digunakan untuk penguncian target [3] dapat ditambahkan algoritma *monocular vision* agar jarak ke target dapat diperoleh, dan meriam dengan tiga servo [2]. Selain itu, dengan tambahan *laser rangefinder* akurasi pengukuran jarak dapat di analisa lebih lanjut.

1.2 Identifikasi Masalah

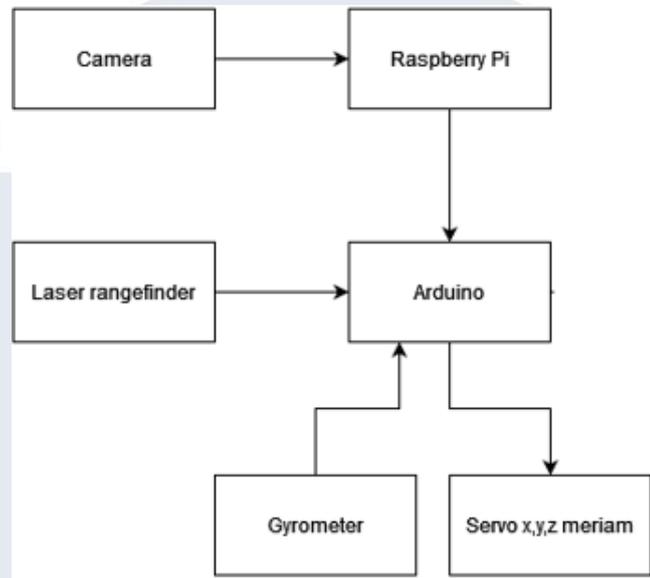
1. Bagaimana cara mengukur jarak target dari meriam tank?
2. Bagaimana cara menggabungkan metode ORB dan *Monocular Vision*?

1.3 Konsep Sistem

1.3.1 Konfigurasi Umum

Arduino dan Raspberry Pi saling berkomunikasi menggunakan komunikasi serial USB, lalu dari kamera akan memberikan gambar ke Raspberry Pi yang kemudian diproses dengan algoritme *monocular vision* dan ORB dengan OpenCV. Hasil perhitungan jarak kemudian diteruskan ke Arduino sebagai panduan untuk sudut dan arah meriam. Lalu *Laser Rangefinder* juga akan memproses jarak yang data nya akan dikirim ke

Arduino untuk nantinya dikirim juga ke Raspberry Pi. Untuk diagram sistem, dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Diagram Sistem Meriam

1.3.2 Kemampuan dan Kapasitas Produk

Pada produk tank dengan kemampuan mengukur jarak meriam ke target dengan metode *monocular vision* ini memiliki kemampuan dan kapasitas produk sebagai berikut:

- Mampu mendapatkan jarak antara meriam ke target menggunakan *monocular vision* dari kamera dan bantuan *laser rangefinder*
- Beroperasi pada kondisi ideal, dimana tidak ada faktor yang dapat mengganggu, seperti intensitas cahaya berlebih yang dapat mempengaruhi akurasi kamera.
- Mampu mengikuti objek.

1.3.3 Teknologi yang Digunakan

Produk tank ini memiliki beberapa teknologi yang ditanamkan agar dapat bekerja sesuai spesifikasinya, teknologi yang digunakan adalah sebagai berikut:

- *Monocular vision*
- *Laser Rangefinder*

- Kamera Logitech C920
- Servo MG966
- Mikrokontroler Arduino
- Mikrokontroler Raspberry Pi
- OpenCV
- ORB

1.4 Batasan Sistem

Karena metode *Monocular Vision* dan ORB menggunakan kamera Logitech C920 yang memiliki resolusi 720p sampai 1080p pada 30fps, dan hanya memiliki bidang pandang dFoV sebesar 78° maka target yang melebihi dFoV tersebut tidak akan terdeteksi. Kemudian intensitas cahaya dapat mempengaruhi perhitungan jarak pada kamera, intensitas cahaya juga dapat mempengaruhi deteksi photodiode pada laser rangefinder sehingga dapat mempengaruhi tingkatan akurasi. Selain itu, jika target tersembunyi, ada kemungkinan sistem tidak dapat mendeteksi posisi target.

Untuk prototipe ini, sistem dibuat untuk beroperasi kondisi ideal. Kondisi ideal yang dimaksudkan adalah produk disimulasikan pada ruangan dengan intensitas cahaya yang cukup, sehingga tidak akan mempengaruhi kamera, serta tidak ada *obstacles* atau gangguan objek selain target itu sendiri. Dalam skenario penggunaan yang realistis, akurasi kamera akan terpengaruh dengan faktor seperti spesifikasi kamera itu sendiri, cahaya matahari dan gedung-gedung, tetapi karena prototipe akan lebih fokus ke membuktikan viabilitas produk, faktor-faktor eksternal yang dapat mengganggu tingkat akurasi kamera akan dihiraukan, dan percobaan dilakukan di tempat yang memenuhi kondisi ideal.

1.5 Fungsi dan Manfaat Sistem

Pihak yang dapat memanfaatkan sistem “Pengukuran Jarak Meriam ke Target Menggunakan *Monocular Vision*” adalah instansi yang bekerja dalam pengembangan bidang pertahanan negara, dimana pada negara Indonesia yaitu Tentara Nasional Indonesia. Dengan sistem ini, harapannya tank milik TNI dapat memiliki sistem meriam yang dapat mendeteksi target serta mendapatkan jaraknya

secara otomatis, sehingga dapat mengoperasikan tank dari jarak jauh dan mengurangi adanya korban jiwa.

Dengan produk ini, teknologi yang digunakan dalam bidang militer dapat berkembang untuk menjadi lebih otomatis. Sekarang ini, senjata artileri sering menggunakan rudal yang dikendalikan sistem laser untuk mengenai targetnya. Umumnya, meriam tank menggunakan sistem yang tidak memiliki kemampuan untuk mendeteksi ke target, sehingga meriam harus dioperasikan secara manual dalam pembidikan target. Dengan produk ini, nantinya meriam dapat mendeteksi dan mengukur jarak target secara otomatis dari meriam.

Karena produk ini bertujuan untuk membuat meriam tank yang dapat mengukur jarak dan mendeteksi targetnya secara otomatis, secara ekonomi bidang militer dapat mengurangi pengeluarannya. Karena sifat peluru yang hanya bisa digunakan sekali, persediaan rudal dengan kemampuan untuk mendeteksi ke target harus selalu diperbarui jika bidang pertahanan ingin memiliki kemampuan untuk menembak target tanpa bidikan manual. Rudal seperti ini tentunya akan membutuhkan biaya yang lebih banyak dibandingkan dengan peluru biasa. Jika peluru biasa dapat digunakan pada tank, dan dapat mencapai hasil yang sama dimana target dapat kena secara akurat menggunakan peluru biasa, total pengeluaran dapat berkurang seiring dengan kurun waktu.

Topik SDG yang bisa dicapai adalah “*Industry, Innovation, and Infrastructure*”, dimana dengan sistem ini, pro bidang pertahanan negara dapat lebih maju dan berkembang ke arah yang bersifat otomatis, dan lebih spesifiknya pada artileri tank. Pada saat ini, artileri bergantung dengan sistem *laser guidance* jika ingin menembak target tanpa bidikan seorang manusia, dan untuk melakukannya peluru yang digunakan juga harus berupa sebuah rudal yang bersifat *laser guided*. Sejauh ini, belum ada meriam yang dapat menembak target secara otomatis, tanpa bidikan seorang manusia, dan menggunakan peluru biasa. Produk ini diharapkan dapat menjadi langkah awal untuk sebuah sistem meriam yang dapat bekerja secara otomatis tanpa bantuan manusia.