

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi persenjataan di Negara Indonesia saat ini sangat pesat, seiring dengan teknologi yang diterapkan padanya. Persenjataan tersebut dioperasikan secara manual dan otomatis. Tahun 2016 Pindad dan pemerintah Indonesia bekerjasama mengembangkan perlengkapan militer sebagai bisnis industri persenjataan, dan meningkatkan kekuatan tempur tentara Indonesia dalam menjaga pertahanan Negara. Senjata yang dikembangkan dan diproduksi adalah amunisi, bahan peledak dan kendaraan khusus. Pada kendaraan *tank* yang dikembangkan dan diproduksi oleh Pindad salah satunya adalah *turret gun*. *Turret gun* adalah teknologi yang mempermudah kerja militer dalam melawan target. Hal ini membuktikan bahwa *turret gun* merupakan teknologi yang sedang berkembang dan berperan penting dalam kendaraan khusus militer Indonesia [1].

Turret gun adalah sistem senjata laras panjang, dapat dioperasikan secara manual maupun otomatis. Namun, saat ini *turret gun* otomatis lebih diperlukan karena aman untuk dioperasikan dari jarak jauh. Pada *turret gun* terdapat *remote control* sehingga mampu melindungi operator dari serangan musuh [2]. Faktor yang harus dikendalikan pada sistem *turret gun* adalah posisi sehingga ketepatan dan kecepatan dalam upaya proses membidik target dapat tercapai maksimal [3].

Prinsip kerja *turret gun* bergerak adalah secara otomatis berdasarkan 2 sumbu gerak, yaitu sumbu gerak *azimuth* dan elevasi. Sumbu *azimuth* adalah sumbu gerak rotasi *turret* secara sebesar 360° , berfungsi untuk mengatur posisi dari titik koordinat yang di arahkan. Sumbu elevasi adalah sumbu gerak rotasi secara sebesar 70° , berfungsi untuk mengatur jarak. *Turret gun* mampu bergerak mengikuti pergerakan arah dan sudut sesuai dengan posisi target sehingga memudahkan operator dalam melakukan penyerangan terhadap musuh [2]. Penggunaan *turret gun* dapat ditemukan pada kendaraan tempur [3]. Namun, *turret gun* memiliki kelemahan mengenai ukuran senapan karena harus berbanding lurus dengan peluru. Hal ini karena perbedaan ukuran target yang menyebabkan perbedaan ukuran senapan dan pelurunya. Semakin besar target tentu ukuran senapan dan peluru semakin besar, begitu pula sebaliknya. Hal tersebut menyebabkan pergerakannya menjadi lambat dan rentan terhadap perubahan posisi secara tiba-tiba [2]. Untuk mengatasi

kelemahan tersebut maka diperlukan pengendali untuk mengendalikan posisi sistem *turret gun*.

Beberapa penelitian terdahulu telah melakukan beberapa metode pengendalian untuk mengendalikan *turret gun*. Penelitian terkait sistem *turret gun* dengan metode *robust digital control*. Kekokohan sistem kontrol diperoleh dari persamaan penggabungan persamaan *Riccatti* umum dengan pemeriksaan stabilitas untuk menghasilkan *loop* tertutup pada setiap langkah komputasi, desain pengendali berbasis pengamatan digital yang kokoh dapat menghilangkan sifat nonlinear dan menolak gangguan dengan menggabungkan umpanbalik yang linear [21]. Penelitian terkait metode *hybrid* optimal kontrol waktu diskrit pada sistem *turret gun*. Untuk merancang waktu kontiniuumpalik sebagai kontrol optimal [22].

Berdasarkan penelitian rujukan utama, sistem *turret gun* sebelum menggunakan pengendali atau secara *open loop* menghasilkan *settling time* diatas 20 detik dengan waktu simulasi selama 30 detik [5]. Hal ini menunjukkan bahwa sistem *turret gun* memiliki masalah *settling time* yang lambat sebelum dikendalikan. Kelemahan *turret gun* juga terdapat pada masalah kestabilan yaitu *overshoot*. Hal ini ditunjukkan oleh beberapa penelitian terkait diantaranya adalah penelitian tentang pengendalian sistem *turret gun* dengan pengendali PID. Hasil penelitian menunjukkan waktu untuk mencapai *set point* yang cepat. Namun, masih terdapat *overshoot* yang besar yaitu 3.75% [4]. Penelitian tentang *turret gun* juga dilakukan dengan merancang pengendali PID untuk sumbu elevasi *gun* pada *turret gun* kaliber 20 milimeter. Hasil menunjukkan *settling time* yang baik. Namun, masih terdapat masalah *overshoot* sebesar 19.9% [2].

Penelitian tentang *turret gun* terus dilakukan, kali ini tentang pengendalian sumbu *azimuth* menggunakan PID. Hasil menunjukan kelemahan pada *overshoot* sebesar 19.9% walaupun *settling time* sudah baik [5]. Berdasarkan beberapa penelitian rujukan *turret gun* ditemukan bahwa permasalahan dari sistem *turret gun* respon waktu yang lambat. Saat dirancang dengan pengendali, respon waktu menjadi baik. Namun, muncul masalah baru yaitu persoalan kestabilan sistem yang ditandai dengan adanya *overshoot*. Sementara kestabilan sistem *turret gun* adalah faktor yang penting. Oleh karena itu, diperlukan pengendali yang mampu mempercepat respon waktu dan juga menyelesaikan permasalahan kestabilan sistem. Pengendali yang dipilih adalah pengendali *Linear Qudratic Regulator* (LQR).

Pemilihan pengendali LQR didasari karena adanya keunggulan sifat regulator yang terdapat pada LQR. Regulator bermakna sebagai tujuan pengendali agar sistem tetap konstan sehingga tetap bertahan pada *set point*. Regulator pada LQR akan menyebabkan keadaan konstan sehingga dapat bertahan pada *set point* yang diharapkan [6]. Keadaan bertahan inilah yang diharapkan dapat menjaga kestabilan sistem *turret gun* dari awal sampai akhir. Sehingga, masalah *overshoot* dapat diatasi. *Overshoot* adalah lonjakan yang terjadi pada sistem pada saat sistem diberikan sinyal masukan. *Overshoot* merupakan salah satu ciri-ciri ketidakstabilan sistem. Berdasarkan uraian tersebut pengendali LQR cocok untuk mengatasi masalah yang terjadi pada sistem *turret gun* [7].

Terdapat beberapa penelitian terkait yang mendukung pernyataan tersebut yaitu penelitian terkait pengendali untuk *turret gun* dengan mengkombinasikan LQR dengan metode *Frequency Shaped* (FSLQR) masalah kestabilan sistem dapat diatasi dengan baik [23]. Penelitian menggunakan LQR untuk mengendalikan kecepatan motor induksi 3 fasa. Hasil penelitian menunjukkan *overshoot* sebesar 0.0028% setiap perubahan torsi beban [8]. Penelitian dengan pengendali LQR juga diterapkan pada sistem *magnetic levitation ball* untuk mengendalikan posisi. Hasil menunjukkan *overshoot* sebesar 2.1025% [9]. Berdasarkan beberapa penelitian rujukan LQR memiliki kemampuan dalam mengatasi masalah ketidakstabilan sistem dengan meminimumkan *overshoot*.

Hasil pra penelitian yang dilakukan adalah pengujian simulasi pada *turret gun* menggunakan pengendali LQR. Hasil simulasi menunjukkan respon sistem belum optimal karena masih terdapat *rise time* yang lama. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan karakteristik sistem, ketidaklinearan sistem atau nilai matriks Q dan R yang belum tepat. Solusi untuk permasalahan ini, telah ditunjukkan di beberapa penelitian. Untuk membuat performansi sistem *turret gun* dengan pengendali LQR menjadi lebih optimal, maka ditambahkan pengendali PID. Penelitian tersebut antara lain, penelitian tentang kecepatan motor induksi 3 fasa dengan pengendali LQR-PID, hasil penelitian menunjukkan *overshoot* 0%, *error* 0% mampu mencapai *set point* dan *rise time* yang cepat [10]. Penelitian menggunakan pengendali LQR-PID untuk mengendalikan posisi *inverted pendulum*. Hasil penelitian mencapai *set point* dengan *overshoot* 0% dan *rise time* yang cepat [11]. Kesimpulan pada penelitian rujukan tersebut menunjukkan penambahan pengendali PID mampu memperbaiki respon sistem menjadi lebih baik, khususnya meminimumkan *overshoot* dan *error*.

Pengendali PID memiliki keunggulan yang berbeda antara parameter proportional, integral, dan derivatif. Keunggulan parameter proportional adalah *rise time* yang cepat, keunggulan parameter integral adalah untuk menghilangkan *error steady state*, keunggulan parameter derivatif adalah untuk meredam *overshoot/undershoot* [12]. Berdasarkan penjelasan maka akan dirancang pengendali LQR-PID untuk mengendalikan posisi sumbu *azimuth* pada sistem *turret gun*. Karena sumbu *azimuth* terdiri dari 3 bagian yang dapat diidentifikasi secara fisik. Sehingga judul yang diajukan untuk penelitian ini adalah **PERANCANGAN KENDALI LQR-PID UNTUK PENGENDALIAN SUMBU AZIMUTH PADA TURRET GUN KALIBER 20 MILIMETER.**

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana menghasilkan respon waktu yang cepat, dalam mencapai kestabilan dengan minimum *overshoot* pada pengendalian sumbu *azimuth turret gun*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang pengendali optimal LQR yang dikombinasikan dengan pengendali PID, untuk menghasilkan respon waktu yang cepat dalam mencapai kestabilan dengan minimum *overshoot*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian bertujuan agar pembahasan tidak terlalu luas, adapun batasan masalah tersebut adalah:

1. Sistem yang dikendalikan hanya sumbu *azimuth* pada *turret gun*.
2. Pengendali yang digunakan LQR-PID
3. *Set point* adalah 20°
4. Tidak membahas perangkat keras *turret gun*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan sebuah rancangan pengendali LQR-PID untuk mengendalikan sumbu *azimuth turret gun*.

2. Menambah wawasan penulis dan pembaca tentang pengendalian sumbu *azimuth turret gun*.
3. Dapat dijadikan sebagai referensi dalam pengaplikasiannya dalam bidang industri.