

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemikiran manusia dalam bidang teknologi terus berkembang, terutama dalam sektor konstruksi, industri, dan penelitian. Teknologi adalah seluruh sarana yang kemudian menyediakan alat-alat yang dibutuhkan bagi kelangsungan serta kenyamanan hidup manusia dengan pemanfaatan pada setiap bidang yang berbeda-beda. Pemanfaatan teknologi harus digunakan semaksimal mungkin untuk dapat mempermudah pekerjaan manusia. Salah satu alat yang sampai saat ini masih dikembangkan adalah roket, yang mana untuk skalanya ada yang kecil dan ada yang besar, bahkan sangat besar sehingga dapat mengantarkan satelit mengorbit di angkasa[1].

Roket tidak dapat diluncurkan secara langsung tanpa perhitungan awal untuk menentukan titik jatuh dan estimasi jangkauannya. Penentuan arah dan titik jatuh roket dipengaruhi oleh sudut elevasi peluncur roket. Peluncur roket yang ada di BRIN Garut masih menggunakan peluncur roket pada era pemerintahan Presiden Soeharto dimana pada pengendalian dan pembacaan sudutnya masih menggunakan cara manual sehingga kurang efektif dalam proses pelaksanaannya karena memiliki beberapa kelemahan, seperti potensi kesalahan dalam pengukuran sudut dan rendahnya tingkat presisi akibat degradasi struktural pada peluncur roket yang telah mengalami penuaan material, serta keterbatasan dalam melihat nilai sudut karena membutuhkan ketelitian operator dalam pembacaan nilai sudutnya[1]. Oleh karena itu, diperlukan sistem kendali dan pembacaan nilai sudut otomatis menggunakan sensor sudut MPU-6050 guna meningkatkan ketepatan arah serta jangkauan roket saat diluncurkan. Perbedaan peluncur roket yang sudah ada dengan peluncur roket pada penelitian ini terletak pada pembacaan nilai sudut, dimana pada peluncur roket yang sudah ada menggunakan busur derajat sedangkan pada penelitian ini menggunakan sensor sudut MPU-6050[1].

Peluncur roket memiliki peran krusial dalam menentukan arah dan titik jatuh roket, karena tanpa peluncur, trajektori roket tidak dapat diprediksi secara akurat. Gerak arah roket bisa ditentukan dengan sudut yang diatur pada peluncur roket sehingga nantinya landasan akhir roket dapat diperkirakan. Nilai sudut elevasi

pada peluncuran roket umumnya berada dalam rentang $60^{\circ} - 80^{\circ}$. Hal ini bertujuan untuk menghindari tabrakan dengan struktur di sekitar, meminimalkan tekanan *aerodinamis* yang merusak struktur roket, menjaga stabilitas dan menghindari risiko peluncur roket terbalik, serta memastikan efisiensi bahan bakar untuk mencapai orbit[1].

Dengan adanya permasalahan tersebut, terdapat inovasi baru yang dapat mengendalikan sudut peluncur roket dari jarak jauh menggunakan perangkat IoT (*Internet of Things*) yang terhubung kepada sistem blynk untuk mengatur sudut peluncur roket. Sistem ini juga menggunakan sensor MPU-6050 yang berfungsi untuk mengukur akselerasi dan rotasi pada sumbu X, Y, dan Z, sehingga dapat memberikan data terkait posisi dan orientasi peluncur roket[2].

Sensor MPU-6050 ini akan mengirimkan informasi penting tentang gerakan roket ke mikrokontroler melalui blynk dan menampilkannya di LCD 16x2 I2C, yang memungkinkan pemantauan secara jarak jauh. Untuk lebih meningkatkan akurasi pengaturan sudut, motor servo akan digunakan untuk memanipulasi sudut peluncur roket secara presisi berdasarkan data dari sensor MPU-6050. Servo ini akan dikendalikan oleh mikrokontroler yang menerima perintah dari blynk, memberikan kontrol yang halus dan responsif dalam mengubah posisi peluncur sesuai dengan kebutuhan[2]. Tujuan dari penelitian ini yaitu membangun dan merancang prototipe sistem pengendalian peluncur roket jarak jauh agar sistem kendali dari sudut peluncur roket ini bisa dikendalikan dari jarak jauh oleh blynk dan nilai sudut pada peluncur roket diukur oleh sensor sudut MPU-6050.

1.2 Kajian Riset Terdahulu

Kajian riset terdahulu merupakan suatu penegasan keaslian penelitian yang akan dilakukan dan menjelaskan perbandingan terhadap riset sebelumnya yang menjadi acuan dalam pembuatan tugas akhir ini. penelitian ini dapat diuraikan secara singkat sebagai bentuk penguatan alasan mengapa penelitian ini dilakukan. Tabel 1.1 yang merupakan referensi penelitian sejenis yang telah dilakukan sebelumnya.

Tabel 1.1 Referensi Terdahulu

No	Judul	Peneliti	Tahun
1	Analisis Penentuan Arah Penembakan Roket Balistik 122 Terhadap Titik Jatuh Roket Untuk Operasi Penembakan	Maulana, Iqbal Sofyan, Edi	2023
2	Pengendali Kecepatan Sudut Motor DC Menggunakan Kontrol PID dan Tuning Ziegler Nichols	Mila Diah Ika Putri, Alfian Ma'arif, Riky Dwi Puriyanto	2022
3	<i>Analysis of Water Rocket Launch Test With Carbon Fiber</i>	Q. Hidayah, U. Salamah, and M. Sasono	2022
4	<i>Passivity-based control for rocket launcher position servo system based on improved active disturbance rejection technology</i>	Wang, Ronglin Lu, Baochun Hou, Yuanlong Gao, Qiang	2021

Berdasarkan Tabel 1.1 akan dibahas posisi penelitian peneliti untuk mengetahui posisi penelitian dari penelitian sebelumnya yaitu penelitian dari Iqbal Maulana dan Edi Sofyan pada tahun 2023 yang melakukan penelitian tentang Analisis Penentuan Arah Penembakan Roket Balistik 122 Terhadap Titik Jatuh Roket Untuk Operasi Penembakan. Objek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah roket pertahanan udara jarak sedang berbasis roket balistik 122. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pemodelan simulasi yang dilakukan pada dua jenis *software* yaitu *working model 2D* dan MATLAB Simulink. Hasil penelitian dari kedua *software* tersebut didapatkan sudut elevasi dan azimuth yang optimal pada *working model* yaitu sudut elevasi 40 Derajat dengan jarak jangkauan 35 km dan MATLAB Simulink didapatkan jarak jangkauan 22.156 km[3].

Penelitian selanjutnya yang menjadi rujukan kedua adalah penelitian dari Mila Diah Ika Putri, Alfian Ma'arif, Ricky Dwi Puriyanto yang dilakukan di Yogyakarta, Indonesia pada tahun 2022, yang mengembangkan Pengendali Kecepatan Sudut Motor DC. Penelitian ini menerapkan pengendali *Proporsional Integral Derivatif* (PID) untuk mengendalikan kecepatan sudut motor DC dan *tuning* Ziegler Nichols. Penelitian tidak hanya terbatas simulasi menggunakan MATLAB namun juga implementasi ke perangkat keras Arduino. Pengendali PID banyak digunakan karena pengendali ini sederhana dan mudah dalam pengaplikasiannya. Namun terdapat kekurangan dalam menentukan nilai parameter kontroler PID atau disebut dengan *Tuning*[4]. Metode *Tuning* merupakan cara untuk mencari konstanta parameter PID, yaitu *Proporsional Gain* (K_p), *Integral Gain* (K_i), dan *Derivatif Gain* (K_d). Umumnya parameter-parameter konstanta tersebut masih ditentukan dengan cara manual yaitu *trial and error* (coba-coba). Berdasarkan hasil pengujian, metode Ziegler Nichols dapat memberikan respon yang lebih baik dibandingkan dengan metode *trial and error*[4].

Penelitian selanjutnya yang menjadi rujukan ketiga adalah penelitian dari Qonitatu Hidayah, Umi Salamah dan Margi Sasono Puriyanto yang dilakukan di Yogyakarta, Indonesia pada tahun 2021, yang mengembangkan *Analysis of Water Rocket Launch Test With Carbon Fiber Material Using Telemetry System*. Roket yang digunakan untuk uji luncur berbahan dasar serat karbon yang belum teruji[5]. Pengaturan uji terbang dengan mengisi air 1/3 volume tabung dan tekanan 1,379,000 Pa. Hasil peluncuran roket air menunjukkan ketinggian maksimum 80.77 m. Perubahan percepatan di sumbu x, sumbu y, dan sumbu z menunjukkan gerak normal roket terbang. Analisis stabilitas dan kendali roket terlihat pada pengukuran sudut kemiringan *roll*, *pitch*, dan *yaw*. Ketika roket bergerak atau miring, sudut yang diukur sesuai dengan kemiringan. Pada kondisi *roll*, roket bergerak dari waktu peluncuran sampai pendaratan menunjukkan gerakan perputaran roket pada sudut kurang lebih $\pm 20^\circ$. Potensi roket air yang masih dapat dikembangkan, perlu ditingkatkan kehandalan roket air baik dari segi pemanfaatan maupun penelitian[5].

Penelitian selanjutnya yang menjadi rujukan keempat adalah penelitian dari Ronglin Wang, Baochun Lu, Yuanlong Hou and Qiang Gao yang dilakukan di Cina

pada tahun 2021 yang mengembangkan *Passivity-based control for rocket launcher position servo system based on improved active disturbance rejection technology* . Untuk mencapai akurasi gerakan yang tinggi dan ketahanan yang lebih baik dari sistem servo posisi peluncur roket yang digerakkan oleh motor sinkron magnet permanen, pengontrol berbasis pasif berdasarkan peningkatan penolakan gangguan aktif kontrol diusulkan dalam artikel ini[6]. Metode interkoneksi dan penetapan redaman yang mudah digunakan serta kontrol berbasis pasif diadopsi untuk membangun sistem *Hamiltonian* yang dikendalikan pelabuhan dengan model disipasi motor sinkron magnet permanen. Untuk lebih meningkatkan ketahanan dan kemampuan beradaptasi dari penolakan gangguan aktif tradisional pengontrol, jaringan saraf fungsi dasar radikal berbasis strategi pengendalian penolakan gangguan aktif yang ditingkatkan diperkenalkan untuk memperbarui secara online keuntungan proporsional dan turunan dari pengontrol penolakan gangguan aktif yang ditingkatkan[6].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu, perbedaan utama antara penelitian rancang bangun prototipe sistem pengendali sudut peluncur roket dengan penelitian sebelumnya terletak pada fokus, metode kontrol, implementasi teknologi, serta tujuan dan aplikasinya. Penelitian sebelumnya lebih banyak membahas simulasi dan analisis trajektori roket, sistem kendali motor DC, atau pergerakan peluncuran roket, sedangkan penelitian ini fokus pada pengendalian sudut elevasi peluncur sebelum peluncuran menggunakan sensor dan aktuator untuk mencapai sudut yang diinginkan. Dari segi metode kontrol, penelitian lain menggunakan pendekatan yang lebih kompleks seperti PID (Proportional-Integral-Derivative) atau penolakan gangguan aktif (ADRC) untuk optimasi kinerja motor, sementara penelitian ini menerapkan metode yang lebih sederhana dengan sensor MPU-6050, motor servo, dan filter eksponensial guna menjaga stabilitas sudut dengan tingkat kesalahan yang kecil. Dari segi implementasi teknologi, beberapa penelitian berbasis simulasi menggunakan MATLAB atau *Working Model 2D*, atau menganalisis data telemetri roket saat penerbangan, sedangkan penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem kendali berbasis perangkat keras dengan sensor, LCD I2C, dan sistem IoT (Blynk) untuk

mengendalikan sudut peluncur roket. Secara keseluruhan, penelitian ini bertujuan untuk mengatur sudut peluncur roket dengan akurat, stabil, dan mudah dioperasikan, sementara penelitian lain lebih fokus pada analisis pergerakan roket atau optimasi kendali motor.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah pada penelitian ini, masalah dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun prototipe sistem pengendalian peluncur roket jarak jauh berbasis IOT?
2. Bagaimana kinerja dari sistem pengendalian peluncur roket jarak jauh?

1.4 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang akan diteliti, tujuan yang diharapkan antara lain sebagai berikut:

1. Membangun dan merancang prototipe sistem pengendalian peluncur roket jarak jauh berbasis IOT.
2. Menganalisa kinerja pengendalian peluncur roket jarak jauh.

1.5 Manfaat

Manfaat akademis dari penelitian ini adalah :

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik mengenai perkembangan dibidang keilmuan tentang roket.

Manfaat praktis dari penelitian ini adalah :

1. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi beberapa teknisi di bidang *aerospace engineering* dan bisa diimplementasikan baik itu dalam ruang lingkup astronautika maupun kemiliteran.
2. Mengatur sudut peluncur roket yang dikendalikan oleh sistem IoT untuk menyesuaikan dengan sudut yang ditentukan secara akurat sesuai kondisi dan mengukur nilai sudut pada peluncur roket menggunakan sensor.

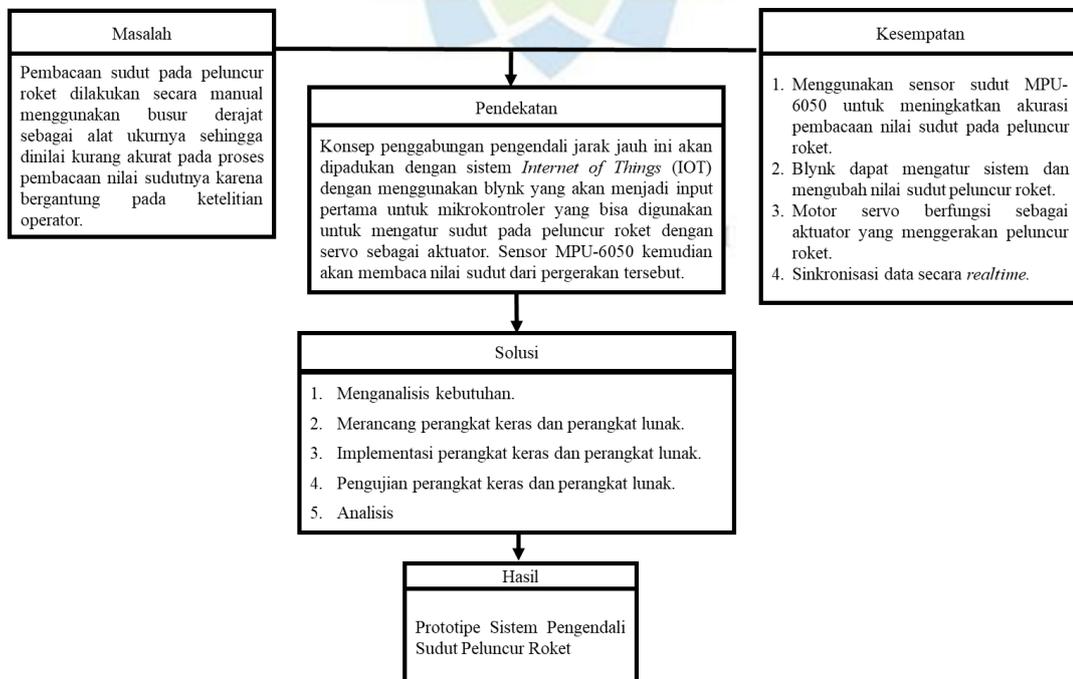
1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah diperlukan dalam proses penelitian agar penelitian tetap sesuai dengan tujuan awal. Maka dari itu didapati batasan masalah sebagai berikut:

1. Nilai sudut pada peluncur roket dibaca oleh sensor sudut MPU-6050 dan ditampilkan pada LCD I2C.
2. Menggunakan metode *filter* eksponensial sebagai *filter angle* pada sensor MPU-6050.
3. Pengujian dilakukan pada prototipe pengendali sudut peluncur roket.

1.7 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir yaitu berisikan uraian pemikiran sistematis tentang hasil dari perumusan masalah yang ada. Perumusan masalah ini diperkirakan dapat terselesaikan melalui pendekatan yang dibutuhkan untuk menentukan sudut peluncur roket agar titik jatuh roket sesuai dengan yang telah direncanakan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, kerangka berpikir ini akan dijelaskan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kerangka berpikir penelitian

1.8 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pemahaman dalam penulisan tugas akhir ini maka akan dibagi menjadi 6 (enam) bab dan setiap bab dibagi ke dalam beberapa sub bab dengan penjelasan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat akademis, manfaat praktis, kajian riset terdahulu, kerangka berpikir dan sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Pada bab ini dituliskan teori dasar sebagai ilmu penunjang yang digunakan dalam penelitian serta memberikan gambaran peralatan yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB III METODOLOGI DAN JADWAL PENELITIAN

Pada bab ini membahas tentang bagaimana metode dan juga tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini. Bab ini menguraikan metode penelitian yang dilakukan dalam pengolahan data pengendali sudut peluncur roket.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Bab ini menjelaskan tahapan yang dilakukan ketika melakukan perancangan pada alat dan melakukan implementasi pada prototipe sistem pengendali sudut peluncur roket.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini menjelaskan tentang pengujian pada alat dan menganalisis hasil dari pengujian sistem pengendali sudut peluncur roket.

BAB VI PENUTUP

Bab ini menjelaskan bagian penutup dari penelitian yang didalamnya termasuk kesimpulan serta saran pengembangan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.