

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini berisi landasan dasar pemikiran dan kerangka konseptual dari penelitian. Bab ini terdiri dari subbab latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, ruang lingkup penulisan dan sistematika penulisan. Berikut ini adalah pendahuluan dari penelitian.

1.1 Latar Belakang

Mobil otonom adalah sebuah teknologi yang dapat membuat mobil dapat bergerak tanpa dikemudikan oleh manusia. Teknologi mobil otonom terdiri dari berbagai sensor dan juga kecerdasan buatan sebagai cara untuk mempelajari lingkungan sekitar dan mengambil keputusan berkendara [1]. Kecerdasan buatan digunakan pada mobil otonom agar mobil dapat melihat, mendengar dan membuat keputusan dari lingkungan sekitar dan membuat prediksinya [2]. Salah satu bagian dari mobil otonom adalah parkir otonom.

Parkir otonom adalah salah satu bagian dari mobil otonom yang mempermudah kegiatan berkendara dikarenakan kemudahan dan kenyamanan yang ditawarkan kepada pengemudi. Salah satu metode kontrol untuk parkir otonom adalah *deep reinforcement learning*. Metode kontrol *deep reinforcement learning* adalah salah satu jenis *machine learning* yang bisa menentukan tindakan menggunakan *deep neural network* melalui proses pembelajaran *trial-and-error* [3]. *Deep reinforcement learning* sebagai bagian dari *reinforcement learning* melakukan pembelajaran *trial-and-error* dengan cara berinteraksi dengan lingkungan agar mengoptimalkan fungsi *reward* [4].

Implementasi dari *deep reinforcement learning* untuk parkir otonom sudah dipelajari sebelumnya, salah satunya oleh Shidqi [5]. Algoritma yang diimplementasikan oleh Shidqi adalah *Twin Delayed Deep Deterministic Policy Gradient* (TD3), yang mana algoritma ini adalah penyempurnaan dari algoritma sebelumnya yang bernama *Deep Deterministic Policy Gradient* (DDPG). Algoritma TD3 dipilih untuk dipelajari dan diimplementasikan kepada sistem

parkir otonom dikarenakan algoritma TD3 mengungguli DDPG dan beberapa algoritma *deep reinforcement learning* lainnya dari nilai *Max Average Return* [6].

Walaupun belum berhasil untuk memarkirkan mobil pada posisi paralel secara sempurna, namun hasilnya menjanjikan. Penulisan ini bertujuan untuk mengembangkan model TD3 dengan menambahkan sistem persepsi yang digunakan pada sistem parkir otonom dengan tujuan memperbaiki perencanaan lintasan dikarenakan model sebelumnya perlu melakukan *training* berulang kali hingga lintasan jalur parkir paralel yang efektif tercipta.

Twin Delayed Deep Deterministic (TD3) adalah algoritma *deep reinforcement learning* yang menyempurnakan algoritma bernama *deep deterministic policy gradient* (DDPG) dikarenakan memperbaiki performa dan stabilitas algoritma dengan cara mengatasi masalah bias overestimasi. Bias overestimasi adalah keadaan ketika *Q-function* melebihi *Q-value*. Hal ini menyebabkan aksi yang dilakukan *agent* bukan yang terbaik. Dalam mengatasi bias overestimasi ini, ada tiga hal yang dilakukan oleh algoritma TD3 yaitu *double Q-learning*, penundaan *policy update* dan penghalusan *target policy*.

Double Q-learning dilakukan dengan cara menggunakan dua jaringan *critic* untuk memperkirakan *Q-value*. Lalu, penundaan *policy update* dilakukan dengan cara pembaruan jaringan *actor* yang lebih lambat dibandingkan *critic* yang memungkinkan *Q-value* estimasi dari *critic* untuk terkovergen terlebih dahulu. Lalu yang terakhir adalah penghalusan *Q-value* dimana aksi jaringan *actor* diberikan sedikit *noise* agar mencegah penyimpangan yang signifikan dari aksi aslinya.

Sistem persepsi adalah sistem untuk memperkirakan keadaan mobil dan membuat representasi lingkungan dengan menggunakan data yang berasal dari sensor-sensor seperti *Light Detection and Ranging* (LiDAR), *Radio Detection and Ranging* (RADAR), kamera, *Global Positioning System* (GPS), *Inertial Measurement Unit* (IMU), odometer dll [7]. Pada penelitian ini, sistem persepsi menggunakan data dari dua kamera (*stereo camera*) yang akan diolah oleh *computer vision*. Kamera dipilih dikarenakan biaya yang kompetitif [8] dan juga dapat digunakan untuk berbagai macam tugas persepsi seperti deteksi objek, *depth*

estimation dan *semantic segmentation* [9]. Algoritma yang digunakan pada sistem *computer vision* yaitu Mask R-CNN dengan arsitektur ResNet-50 dan fungsi *Feature Pyramid Network* (FPN) yang memungkinkan untuk menentukan posisi objek dan segmentasi. Selain menggunakan Mask-RCNN, peneliti juga menggunakan YOLOv8 dengan arsitektur CSPDarknet dan fungsi *Path Aggregation Network-Feature Pyramid Network* (PAN-FPN).

Hasil dari sistem persepsi yang dibuat adalah *object detection*, *image segmentation* dan juga jarak antara mobil dengan objek di belakang mobil. Penggunaan algoritma Mask R-CNN memungkinkan untuk mendapatkan informasi tentang perpindahan dan posisi objek pada ruang virtual yang sangat penting untuk triangulasi dan pelacakan objek. Penggunaan algoritma YOLOv8 memungkinkan untuk mendapatkan informasi mengenai lokasi objek untuk perhitungan jarak. Setelah nilai jarak didapatkan, sistem persepsi ini akan diintegrasikan dengan algoritma TD3 sebagai algoritma metode kontrol untuk mobil otonom.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengembangkan sistem persepsi berbasis *computer vision* yang akurat untuk mendeteksi objek dan mengukur jarak antara mobil dengan objek di sekitar mobil?
2. Bagaimana pengembangan dan implementasi algoritma *deep reinforcement learning* dapat dioptimalkan untuk jalur lintasan pada skenario parkir otonom?
3. Bagaimana mengintegrasikan data persepsi yang didapatkan dari kamera dengan model *deep reinforcement learning* untuk memperbaiki jalur lintasan pada skenario parkir otonom?
4. Bagaimana hasil evaluasi dari integrasi data sistem persepsi dengan model *deep reinforcement learning*?

1.3 Tujuan Penulisan

1. Mengembangkan sistem persepsi berbasis *computer vision* yang akurat untuk mendeteksi objek dan mengukur jarak antara mobil dengan objek di mobil.
2. Mengembangkan dan mengimplementasikan model *deep reinforcement learning* sebagai metode jalur lintasan pada skenario parkir otonom.

3. Mengintegrasikan data persepsi yang didapatkan dari kamera dengan model *deep reinforcement learning* untuk memperbaiki jalur lintasan pada skenario parkir otonom.
4. Mengevaluasi performa integrasi sistem persepsi dengan model *deep reinforcement learning*.

1.4 Manfaat Penulisan

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu penerahuan di bidang *computer vision* dan *deep reinforcement learning* pada aplikasi mobil otonom, meningkatkan keselamatan berkendara dan efisiensi transportasi dengan implementasi sistem pendeteksian dan penghindaran objek yang andal dan mengurangi polusi dari kendaraan bermotor.

1.5 Ruang Lingkup Penulisan

1. Menggunakan komputer dengan spesifikasi prosesor Intel i9-10900K dan GPU NVIDIA RTX 3090.
2. Menggunakan bahasa pemrograman Python versi 3.8.
3. Menggunakan algoritma *computer vision* MaskRCNN dan YOLOv8.
4. Menggunakan algoritma TD3 pada model *deep reinforcement learning*.
5. Sistem dibuat pada simulator CARLA dengan versi 0.9.15.
6. Skenario parkir otonom yang dijalankan adalah paralel dan parkir tegak lurus.
7. Lingkungan pada simulator CARLA ditempatkan di tempat parkir dan juga parkir sisi jalan pada waktu siang hari.
8. Mengintegrasikan data persepsi dari kamera dengan model *deep reinforcement learning*.
9. Evaluasi dilakukan pada simulator CARLA.
10. *Input state* untuk sistem parkir otonom adalah nilai x , y , ψ dan d yang didapatkan dari sensor-sensor pada mobil.

1.6 Struktur Penulisan Skripsi

Penelitian ini disusun dengan mengacu pada Pedoman Penulisan Karya Ilmiah Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) edisi 2024. Dengan mengacu pada pedoman tersebut, struktur skripsi terdiri dari:

1. Bab I: Pendahuluan

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta ruang lingkup penelitian. Latar belakang menjelaskan isu atau topik yang dikaji secara sistematis dan relevan dengan permasalahan yang diteliti.

2. **Bab II: Tinjauan Pustaka**

Bab ini menjelaskan mengenai teori-teori dan hasil penelitian terdahulu yang relevan sebagai dasar untuk mendukung penelitian. Tinjauan pustaka mencakup kerangka teori dan konsep yang menjadi landasan penelitian serta posisi teoritis peneliti dalam konteks masalah yang dikaji.

3. **Bab III: Metode Penelitian**

Bab ini menjelaskan mengenai metode yang digunakan dalam penelitian yang mencakup jenis penelitian, deskripsi umum penelitian, prosedur penelitian, arsitektur sistem dan perancangan sistem. Metode penelitian disusun secara sistematis untuk menjawab rumusan masalah dan mencapai tujuan penelitian.

4. **Bab IV: Hasil dan Pembahasan**

Bab ini menjelaskan temuan penelitian dalam bentuk teks, tabel atau grafik yang disertai dengan interpretasi dan pembahasan secara mendalam. Pembahasan menjelaskan hubungan antara hasil penelitian dengan teori atau temuan sebelumnya untuk menghasilkan analisis yang komprehensif.

5. **Bab V: Kesimpulan dan Saran**

Bab ini meringkas hasil penelitian serta menjawab rumusan masalah. Selain itu, bab ini juga mengandung rekomendasi untuk penelitian selanjutnya dan implikasi praktis dari hasil penelitian.