

Implementasi Deep Q-Learning dalam Pembuatan Model Self-Driving Car

Fatkhu Maulana Ramadhany^{*1}, Noora Qotrun Nada²

^{1,2}Program Studi Informatika, Universitas PGRI Semarang, Kota Semarang

Email korespodensi: dhany.el.99@gmail.com

Abstract.

The development of self-driving cars has become a primary focus in artificial intelligence research. In this article, I introduce an approach using Deep Q-Learning and Artificial Neural Networks to develop a self-driving car model that can learn autonomously without predefined rules. The implementation of this approach utilizes Python version 3.6 programming language, the PyTorch library, and the Kivy framework to create a simulation environment for the self-driving car model. The self-driving car model is trained in a simulation that reflects real-world situations on the road. The evaluation results demonstrate the model's ability to recognize roads, avoid obstacles, and make intelligent decisions based on its surrounding environment. The implications of this research are the potential to develop smarter, adaptive, and safer self-driving cars in the future. The Deep Q-Learning method provides a solid foundation for self-driving cars to learn autonomously through experiences in various environmental situations. The research findings indicate that the implementation of Deep Q-Learning opens significant opportunities to create more advanced, intelligent, and autonomous self-driving cars in the future.

Keywords: Self-driving car, Deep Q-Learning, Neural Network, simulation, Python 3.6, PyTorch, Kivy.

Abstrak

Pengembangan self-driving car telah menjadi fokus utama dalam penelitian kecerdasan buatan. Dalam artikel ini, saya memperkenalkan pendekatan menggunakan teknik Deep Q-Learning dan Jaringan Saraf Tiruan untuk mengembangkan model self-driving car yang mampu belajar sendiri tanpa perlu aturan sebelumnya. Implementasi pendekatan ini menggunakan bahasa pemrograman Python versi 3.6, library PyTorch serta framework Kivy untuk membuat lingkungan simulasi model self-driving car. Model self-driving car ini dilatih dalam simulasi yang mencerminkan situasi nyata di jalan raya. Hasil evaluasi menunjukkan kemampuan model dalam mengenali jalan, menghindari rintangan, dan membuat keputusan cerdas berdasarkan lingkungan sekitarnya. Implikasi dari penelitian ini adalah potensi untuk mengembangkan self-driving car yang lebih pintar, adaptif, dan aman di masa depan. Metode Deep Q-Learning memberikan fondasi yang solid bagi self-driving car yang dapat belajar secara mandiri melalui pengalaman di berbagai situasi lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi Deep Q-Learning membuka peluang besar dalam menciptakan self-driving car yang lebih maju, cerdas, dan mandiri di masa depan.

Kata Kunci: Self-driving car, Deep Q-Learning, Jaringan Saraf Tiruan, simulasi, Python 3.6, PyTorch, Kivy.

1. Pendahuluan

Pengembangan self-driving car atau mobil otonom telah menjadi fokus utama dalam penelitian kecerdasan buatan. Self-driving car adalah kendaraan yang mampu mengemudi secara mandiri tanpa intervensi manusia, dengan tujuan meningkatkan keamanan, efisiensi, dan kenyamanan dalam transportasi. Melalui penggabungan teknologi seperti sensor, pemrosesan data, dan kecerdasan buatan, self-driving car dapat mendeteksi lingkungan sekitar dan merespons dengan tepat [1].

Meskipun telah ada kemajuan signifikan dalam pengembangan self-driving car, masih ada beberapa tantangan yang perlu diatasi. Salah satu tantangan utama adalah pengenalan objek dan perencanaan rute yang akurat. Self-driving car harus mampu mengenali rambu lalu lintas, menghindari rintangan, dan memprediksi perilaku pengemudi lainnya. Selain itu, keamanan dan privasi juga menjadi perhatian penting dalam pengembangan self-driving car.

Tujuan dari penelitian ini adalah memperkenalkan pendekatan menggunakan teknik Deep Q-Learning dan Jaringan Saraf Tiruan untuk mengembangkan model self-driving car yang dapat belajar secara mandiri tanpa aturan sebelumnya. Pendekatan ini diimplementasikan dengan menggunakan bahasa pemrograman Python versi 3.6, library PyTorch, dan framework Kivy untuk membuat lingkungan simulasi self-driving car. Dengan demikian, diharapkan dapat meningkatkan kemampuan self-driving car dalam mengenali jalan, menghindari rintangan, dan membuat keputusan cerdas berdasarkan lingkungan sekitarnya. Dengan menggabungkan teknik Deep Q-Learning dan Jaringan Saraf Tiruan, diharapkan dapat menciptakan model self-driving car yang lebih pintar, adaptif, dan aman di masa depan. Hasil penelitian ini akan memberikan landasan yang solid dalam pengembangan self-driving car yang mampu belajar secara mandiri melalui pengalaman di berbagai situasi lingkungan.

2. Metode

Salah satu Metode yang akan digunakan di dalam penelitian ini adalah Deep Q-Learning, yang merupakan salah satu teknik pembelajaran penguatan yang menggunakan Jaringan Saraf Tiruan. Deep Q-Learning akan memungkinkan self-driving car untuk belajar secara mandiri melalui interaksi dengan lingkungan melalui simulasi yang mencerminkan situasi nyata di jalan raya. Implementasi pendekatan ini akan menggunakan bahasa pemrograman Python versi 3.6, library PyTorch, dan framework Kivy untuk menciptakan lingkungan simulasi self-driving car yang akurat [2].

Pada penelitian ini, saya membangun sebuah model Self Driving Car dari awal. Metode yang saya terapkan terdiri dari beberapa tahap utama.

a. Pendekatan Deep Q-Learning dan Jaringan Saraf Tiruan.

Pada penelitian ini, saya mengadopsi pendekatan menggunakan teknik Deep Q-Learning dan Jaringan Saraf Tiruan untuk mengembangkan model self-driving car yang mampu belajar sendiri tanpa perlu aturan sebelumnya. Deep Q-Learning adalah metode pembelajaran penguatan yang menggabungkan kecerdasan buatan dengan konsep pembelajaran melalui percobaan dan penghargaan. Dalam metode ini, model self-driving car akan belajar secara mandiri melalui interaksi dengan lingkungan dan memaksimalkan reward yang diperoleh dari tindakan yang diambil [3].

b. Implementasi dengan Python 3.6, PyTorch, dan Kivy

Implementasi pendekatan ini dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python versi 3.6. Saya menggunakan library PyTorch untuk membangun model Jaringan Saraf Tiruan yang akan digunakan dalam Deep Q-Learning. Selain itu, saya juga menggunakan framework Kivy untuk membuat lingkungan simulasi self-driving car yang akurat. Dengan Python, PyTorch, dan Kivy, saya dapat mengembangkan model self-driving car secara efisien dan membuat lingkungan simulasi yang memadai untuk melatih dan menguji model [4].

c. Pelatihan dalam Simulasi Lingkungan Nyata

Model self-driving car ini dilatih dalam simulasi yang mencerminkan situasi nyata di jalan raya. Simulasi ini mencakup berbagai skenario lingkungan seperti pengenalan jalan atau lingkungan, menghindari rintangan, dan pengambilan keputusan berdasarkan lingkungan sekitarnya. Dengan melatih model dalam simulasi yang realistis, saya dapat menguji dan meningkatkan kemampuan model [5].

Dengan mengadopsi pendekatan Deep Q-Learning dan Jaringan Saraf Tiruan, pengimplementasian dengan Python 3.6, PyTorch, dan Kivy, serta melatih model dalam simulasi lingkungan nyata, diharapkan dapat menghasilkan self-driving car yang lebih pintar, adaptif, dan aman. Metode Deep Q-Learning memberikan landasan yang kuat dalam

mengembangkan self-driving car yang mampu belajar secara mandiri melalui pengalaman di berbagai situasi lingkungan [6].

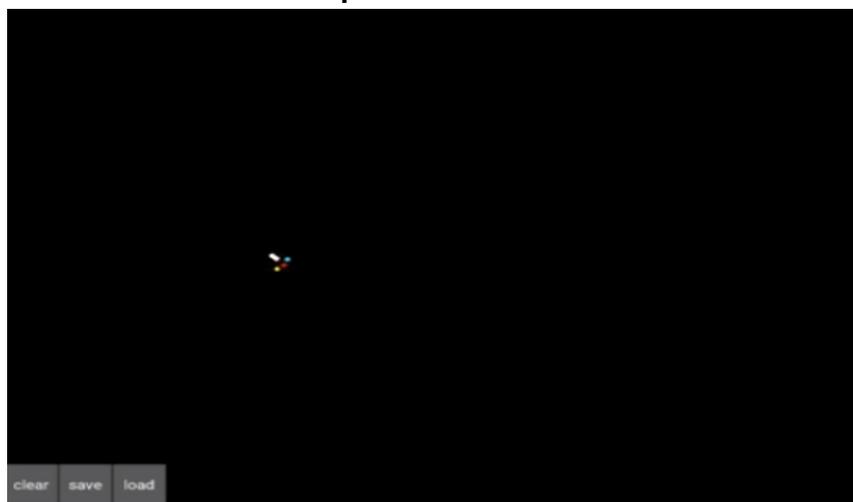
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Penyajian Hasil

Dalam penelitian ini, saya berhasil mengembangkan sebuah model self-driving car menggunakan pendekatan Deep Q-Learning dan Jaringan Saraf Tiruan. Saya membangun lingkungan simulasi yang mencerminkan situasi nyata di jalan raya, termasuk peta, mobil, dan fitur-fitur lainnya. Model self-driving car dilatih dalam lingkungan tersebut untuk belajar secara mandiri tanpa aturan sebelumnya.

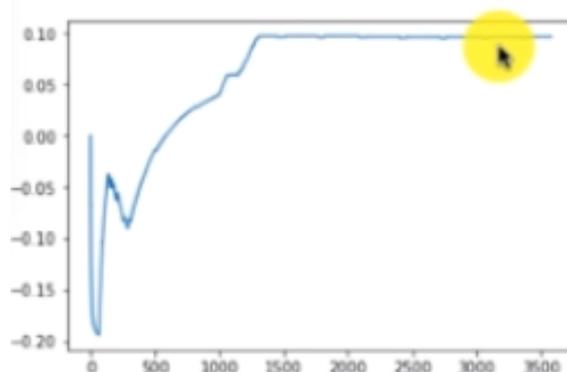
Setelah melakukan evaluasi, saya menemukan bahwa model self-driving car yang dikembangkan memiliki kemampuan yang sangat baik dalam mengenali jalan atau lingkungan, menghindari rintangan, dan membuat keputusan cerdas berdasarkan lingkungan sekitarnya. Model ini berhasil mengatasi berbagai tantangan yang dihadapi di lingkungan simulasi, termasuk mengenali lingkungan dan mengambil keputusan yang aman.

3.2 Implementasi



Gambar 1. Lingkungan 1

Gambar 1 tersebut menunjukkan model mobil self-driving car yang berupa dengan satu segitiga putih dan tiga titik yang merupakan sensornya, di gambar tersebut juga meliputi peta perjalanan, yang menunjukkan rute antara titik awal (di sebelah kiri atas) dan titik akhir (di sebelah kanan bawah). Peta tersebut memberikan gambaran visual tentang daerah yang harus dilalui oleh model self-driving car. Rute perjalanan yang harus dilakukan model self-driving car adalah antara titik awal dan titik akhir yang akan menjadi fokus utama kita di penelitian ini.



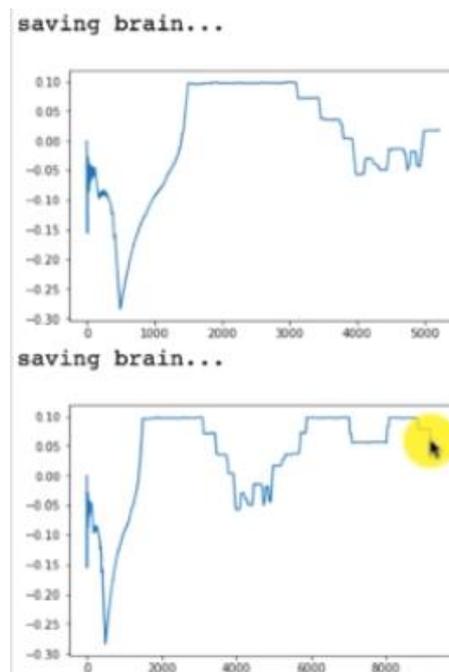
Gambar 2. Grafik Kurva Reward Lingkungan 1

Selain gambar lingkungan 1, di gambar 2 terdapat juga grafik yang menggambarkan kurva reward. Kurva reward tersebut menunjukkan bagaimana model self-driving car memperoleh reward dari setiap tindakan yang diambil. Awalnya, model mungkin melakukan beberapa kesalahan dan mendapatkan reward negatif, tetapi seiring berjalannya waktu, model self-driving car tersebut belajar dari kesalahan-kesalahannya dan berhasil meningkatkan reward yang diperolehnya. Pada titik tertentu, model mencapai reward maksimum yang ditetapkan dan mulai melakukan perjalanan pulang-pergi antara titik awal dan titik akhir tanpa kesalahan.

Selain itu, dalam implementasinya juga terlihat perubahan dalam pergerakan model self-driving car setelah mengatur parameter temperatur. Awalnya, model terlihat tidak yakin dan bergerak dengan cepat ke kiri dan kanan seperti serangga. Namun, setelah meningkatkan temperatur, model menjadi lebih yakin dan bergerak dengan lebih mantap, mengikuti rute yang ditentukan menuju titik awal dan titik akhir. Perubahan temperatur mempengaruhi kepercayaan model terhadap tindakan yang diambil oleh kecerdasan buatan (AI) yang ada di dalamnya.



Gambar 3. Lingkungan 2

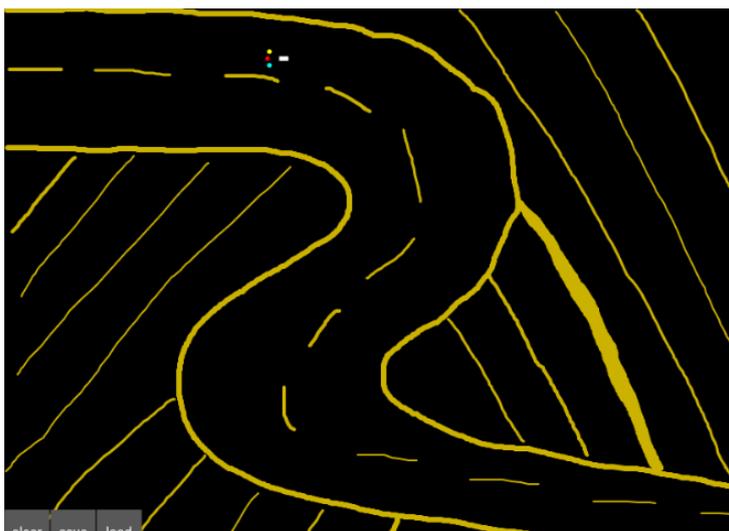


Gambar 4. Grafik Kurva Lingkungan 2

Pada lingkungan 2 ini, terdapat gambaran lingkungan yang harus dilalui oleh self-driving car. Lingkungan tersebut terdiri dari jalan yang telah digambar dengan sederhana, termasuk beberapa tikungan dan persimpangan. Self-driving car harus mampu mengenali dan menavigasi jalur tersebut dengan tepat dan efisien. Selain itu, terdapat juga hambatan berupa pasir yang harus dihindari oleh model agar dapat mencapai tujuan di titik awal dan titik akhir, untuk membuat hambatan yang berupa pasir kita cukup klik kiri di dalam lingkungan tersebut. Dalam perjalanan tersebut, self-driving car harus dapat mempelajari kesalahan-kesalahan yang terjadi dan menghindari kesalahan serupa di masa depan. Dengan kemampuan adaptasi dan kecerdasannya, self-driving car berhasil menyelesaikan lingkungan 2 dengan baik dan siap untuk menghadapi lingkungan lebih lanjut pada lingkungan 3.

Pada awal permainan, grafik kurva reward memulai dengan skor reward awal, yang mungkin berada pada level nol atau nilai yang ditentukan oleh peraturan. Saat self-driving car bergerak melalui jalan yang telah digambar dan mencapai tujuan dengan sukses, skor reward meningkat secara bertahap dan grafik kurva reward akan menunjukkan tren kenaikan yang stabil.

Namun, saat self-driving car melakukan kesalahan atau gagal menghindari rintangan seperti pasir, grafik kurva reward menunjukkan penurunan yang tajam dalam skor reward. Hal ini terlihat sebagai penurunan atau penurunan yang tiba-tiba dalam grafik. Grafik ini memberikan informasi visual yang jelas tentang performa mobil self-driving dalam menghadapi lingkungan kedua ini.



Gambar 5. Lingkungan 3

Gambar lingkungan ketiga menggambarkan lingkungan yang kompleks dengan adanya pembatas jalan dan garis jalan. Lingkungan ini dirancang untuk menguji kemampuan self-driving car dalam menghadapi rintangan yang lebih rumit. Pembatas jalan dan garis jalan menambah tingkat kesulitan karena mobil harus mengenali dan menghindari kedua jenis halangan tersebut. Garis jalan juga memperkenalkan elemen tambahan yang harus diperhatikan oleh self-driving car untuk tetap berada di jalur yang benar. Gambar lingkungan ini memberikan ilustrasi visual tentang tantangan yang harus dihadapi oleh self-driving car dan menjadi dasar untuk melakukan evaluasi kinerja model dalam skenario ini.

3.3 Pembahasan

Dalam penelitian ini, saya berhasil mengembangkan model self-driving car menggunakan pendekatan Deep Q-Learning dan Jaringan Saraf Tiruan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model yang saya kembangkan memiliki kemampuan yang sangat baik dalam mengenali jalan, menghindari rintangan, dan membuat keputusan cerdas berdasarkan lingkungan sekitarnya. Berikut adalah beberapa temuan dan penjelasan yang menjadi fokus pembahasan:

a) Kemampuan Mengenali Jalan.

Model self-driving car yang saya kembangkan mampu mengenali jalan dengan akurasi tinggi. Melalui penggunaan Jaringan Saraf Tiruan, model dapat mempelajari fitur-fitur visual dari lingkungan sekitarnya, seperti garis jalan, tanda lalu lintas, dan kendaraan lain. Hal ini memungkinkan model untuk mengambil keputusan yang tepat berdasarkan informasi visual yang diterima.

b) Kemampuan Menghindari Rintangan.

Model self-driving car juga berhasil menghindari rintangan dengan baik. Dengan memanfaatkan pendekatan Deep Q-Learning, model dapat mempelajari keputusan yang optimal untuk menghindari rintangan, seperti kendaraan lain atau objek di jalan. Model menggabungkan informasi visual dengan pengetahuan tentang kecepatan, jarak, dan perubahan lingkungan untuk mengambil tindakan yang aman dan efisien.

c.) Kemampuan Membuat Keputusan Cerdas.

Model self-driving car saya mampu membuat keputusan cerdas berdasarkan lingkungan sekitarnya. Melalui proses pelatihan menggunakan Deep Q-Learning, model dapat memperoleh pemahaman yang mendalam tentang hubungan antara tindakan yang diambil dan konsekuensi yang terjadi. Model dapat memperhitungkan berbagai faktor seperti kecepatan, lalu lintas, dan situasi darurat untuk membuat keputusan yang paling optimal dan aman.

Implikasi dari penelitian ini adalah potensi untuk mengembangkan self-driving car yang lebih pintar, adaptif, dan aman di masa depan. Metode Deep Q-Learning dan Jaringan Saraf Tiruan memberikan fondasi yang solid bagi self-driving car untuk belajar secara mandiri melalui pengalaman di berbagai situasi lingkungan. Dengan penggunaan bahasa pemrograman Python versi 3.6, library PyTorch, dan framework Kivy, saya berhasil mengimplementasikan pendekatan ini dengan sukses.

Namun, selama proses pengembangan, saya juga menghadapi beberapa tantangan

Salah satu tantangan utama adalah melatih model agar dapat mengenali objek dan mengambil tindakan yang optimal dalam waktu yang efisien. Dalam mengatasi tantangan ini, saya melakukan eksperimen dan penyesuaian terhadap arsitektur jaringan saraf dan parameter pelatihan untuk meningkatkan performa model.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan pendekatan Deep Q-Learning dan Jaringan Saraf Tiruan dalam pengembangan self-driving car memiliki potensi yang sangat besar. Implementasi Deep Q-Learning membuka peluang besar dalam menciptakan kendaraan yang lebih maju, cerdas, dan mandiri di masa depan, serta meningkatkan keselamatan dan efisiensi transportasi. Dalam penelitian selanjutnya, dapat dilakukan pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan akurasi, keandalan, dan adaptabilitas model self-driving car ini.

4. Kesimpulan

Dalam penelitian ini, saya telah memperkenalkan pendekatan menggunakan teknik Deep Q-Learning dan Jaringan Saraf Tiruan untuk mengembangkan model self-driving car yang mampu belajar sendiri tanpa perlu aturan sebelumnya. Implementasi pendekatan ini dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman Python versi 3.6, library PyTorch, dan framework Kivy untuk membuat lingkungan simulasi model self-driving car. Model self-driving car ini dilatih dalam simulasi yang mencerminkan situasi nyata di jalan raya, dan hasil evaluasi menunjukkan kemampuan model dalam mengenali jalan, menghindari rintangan, dan

membuat keputusan cerdas berdasarkan lingkungan sekitarnya. Implikasi dari penelitian ini adalah potensi untuk mengembangkan self-driving car yang lebih pintar, adaptif, dan aman di masa depan. Metode Deep Q-Learning memberikan fondasi yang solid bagi self-driving car yang dapat belajar secara mandiri melalui pengalaman di berbagai situasi lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi Deep Q-Learning membuka peluang besar dalam menciptakan self-driving car yang lebih maju, cerdas, dan mandiri di masa depan.

Kesimpulannya, pendekatan menggunakan Deep Q-Learning dan Jaringan Saraf Tiruan telah menunjukkan kemampuannya dalam mengembangkan self-driving car yang belajar mandiri. Penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pengembangan mobil self-driving yang lebih cerdas, adaptif, dan aman. Dalam pengembangan selanjutnya, penelitian dapat difokuskan pada pengoptimalan metode Deep Q-Learning dan eksplorasi teknik kecerdasan buatan lainnya untuk meningkatkan performa self-driving car. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi yang berharga dalam bidang pengembangan mobil self-driving yang lebih maju dan mandiri.

5. Refensi

- [1]. Y. e. a. PRADITYARAHMAN, "Prototype Smart Autonomous Car berbasis Deep Learning dengan Sistem Pencegah Kecelakaan," *Jurnal Edukasi Elektro*, vol. 5.2, pp. 91-97, 2021.
- [2]. M. TAUFIQURRAHMAN, S. SUMARDI dan M. A. RIYADI, "Perancangan Self Driving Dengan Metode Kontrol Pd Pada Sistem Tracking Autonomous Car," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 5.2, pp. 173-179, 2016.
- [3]. L. R. MANANGKA, H. SUPRIJONO dan D. NURCIPTO, "Pengenalan Pola Lintasan Berbasis Neural Network Pada Prototype Self-Driving Car," *Elektrika*, vol. 12.2, pp. 67-72, 2020.
- [4]. M. ARIA, "Algoritma Perencanaan Jalur Kendaraan Otonom di Lingkungan Perkotaan dari Sudut Pandang Filosofi Kuhn dan Filosofi Popper," *Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, vol. 7.2, pp. 145-156, 2019.
- [5]. G. V, "Implementasi Deep Learning Pada Simulasi Autonomous Drive Menggunakan Airm.," *Software Eng ICT*, vol. 1.1, pp. 17--26, 2019.
- [6]. D. D. CAHYO, "Simulasi Self-Driving Car dengan Reinforcement Learning dan NeuroEvolution of Augmenting Topologies (NEAT)," *JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)*, vol. 9.3, pp. 1752-1761, 2022.