

OPTIMALISASI ARUS LALULINTAS PERKOTAAN MENGGUNAKAN REINFORCEMENT LEARNING

Muhammad Al Fatih¹, Ahmad Tazkiarni Ramadhan², Nikri Aria Pratama³, Ahmad Aqil⁴, Aries Saifudin⁵

Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia
e-mail: ¹lighthero0@gmail.com, ²ahtazram041@gmail.com, ³nikriaria@gmail.com,
⁴ahmadaqil982@gmail.com, ⁵aries.saifudin@unpam.ac.id

Abstract

This study aims to optimize urban traffic flow using a reinforcement learning approach. With rapid urban population growth, traffic issues become increasingly urgent to address to improve transportation efficiency and reduce congestion. In this research, we collect traffic data from a specific urban area and apply a reinforcement learning model to develop a system that can learn traffic patterns and make optimal decisions for traffic management. We conduct testing of the system using simulations and in real-world environments to evaluate its performance. The analysis results indicate that this approach is effective in enhancing traffic flow and reducing congestion in the studied urban area. Potential implications of this research include improving urban transportation efficiency and enhancing the quality of life for city residents.

Keywords: traffic flow; reinforcement learning;

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan aliran lalu lintas perkotaan menggunakan pendekatan reinforcement learning. Dengan pertumbuhan populasi perkotaan yang cepat, masalah lalu lintas semakin mendesak untuk diselesaikan guna meningkatkan efisiensi transportasi dan mengurangi kemacetan. Dalam penelitian ini, kami mengumpulkan data lalu lintas dari area perkotaan tertentu dan menerapkan model reinforcement learning untuk mengembangkan sistem yang dapat mempelajari pola lalu lintas dan membuat keputusan optimal untuk mengatur lalu lintas. Kami melakukan pengujian sistem menggunakan simulasi dan dalam lingkungan nyata untuk mengevaluasi kinerjanya. Hasil analisis menunjukkan bahwa pendekatan ini efektif dalam meningkatkan aliran lalu lintas dan mengurangi kemacetan di area perkotaan yang diteliti. Implikasi potensial dari penelitian ini termasuk perbaikan efisiensi transportasi perkotaan dan peningkatan kualitas hidup bagi penduduk kota.

Kata Kunci: lalu lintas; reinforcement learning;

1. PENDAHULUAN

Dalam era urbanisasi yang cepat, masalah lalu lintas perkotaan menjadi semakin mendesak untuk diselesaikan. Pertumbuhan populasi yang pesat telah mengakibatkan peningkatan jumlah kendaraan di jalan, yang pada gilirannya menyebabkan kemacetan lalu lintas yang seringkali parah. Dengan lalu lintas yang lambat dan

kemacetan yang meningkat, efisiensi transportasi terganggu dan mobilitas penduduk perkotaan menjadi terhambat. Oleh karena itu, penting untuk mengoptimalkan aliran lalu lintas di perkotaan guna meningkatkan efisiensi transportasi dan mengurangi kemacetan.

Objek penelitian ini adalah lalu lintas perkotaan di area tertentu, di mana masalah kemacetan menjadi kritis dan memerlukan solusi

yang efektif. Saat ini, sistem pengaturan lalu lintas yang ada belum mampu secara optimal mengelola aliran kendaraan di jalan-jalan perkotaan, yang menyebabkan waktu tempuh yang panjang dan frustrasi bagi pengguna jalan.

Masalah yang ingin diselesaikan adalah bagaimana meningkatkan aliran lalu lintas dan mengurangi kemacetan di area perkotaan yang diteliti. Untuk mengatasi masalah ini, kami mengusulkan pendekatan menggunakan reinforcement learning. Dengan pendekatan ini, sistem dapat mempelajari pola lalu lintas secara dinamis dan membuat keputusan yang optimal untuk mengatur lalu lintas, tanpa perlu aturan pengaturan lalu lintas yang statis.

Metode yang diusulkan adalah penerapan reinforcement learning dalam mengoptimalkan aliran lalu lintas perkotaan. Kami akan menggunakan data lalu lintas dari area perkotaan tertentu untuk melatih model reinforcement learning. Model ini akan diajarkan untuk mengenali pola lalu lintas, memprediksi pergerakan kendaraan, dan membuat keputusan optimal untuk mengatur lalu lintas dalam upaya untuk meningkatkan aliran lalu lintas dan mengurangi kemacetan.

Rencana pelaksanaan penelitian ini melibatkan pengumpulan data lalu lintas dari sensor lalu lintas di area perkotaan yang diteliti, pengolahan data untuk digunakan dalam pembelajaran model reinforcement learning, pelatihan model menggunakan data yang ada, pengujian model menggunakan simulasi, dan validasi kinerja model dalam lingkungan nyata.

2. PENELITIAN YANG TERKAIT

Berikut adalah penelitian sebelumnya:

- a. Judul: "Scalable Multi-Region Perimeter Metering Control for Urban Networks: A Multi-Agent Deep Reinforcement Learning Approach"
Penulis: Zhou D., Gayah V.V.
Tahun: 2023
Abstrak: Studi ini mengembangkan pendekatan pengendalian perimeter multi-wilayah yang dapat diskalakan untuk jaringan perkotaan menggunakan pendekatan multi-agen dengan pembelajaran penguatan mendalam (Deep Reinforcement Learning/DRL).

Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pengendalian lalu lintas di daerah perkotaan dengan menggabungkan pengetahuan domain dalam metode pengendalian berbasis DRL.

- b. Judul: "Real-Time Intelligent Autonomous Intersection Management Using Reinforcement Learning"
Penulis: U. Gunarathna, S. Karunasekera, R. Borovica-Gajic, E. Tanin
Tahun: 2022
Abstrak: Penelitian ini mengembangkan sistem manajemen persimpangan otonom cerdas real-time menggunakan pembelajaran penguatan (Reinforcement Learning/RL). Sistem ini dirancang untuk mengoptimalkan aliran lalu lintas di persimpangan perkotaan, mengurangi kemacetan dan meningkatkan efisiensi lalu lintas melalui pengambilan keputusan adaptif berbasis RL.
- c. Judul: "Resource Management in 5G Networks Assisted by UAV Base Stations: Machine Learning for Overloaded Macrocell Prediction Based on Users' Temporal and Spatial Flow"
Penulis: Jasmine Priscyla Leite de Araújo, Carlos Renato Lisboa Francês
Tahun: 2022
Abstrak: Penelitian ini mengusulkan sistem cerdas berbasis pembelajaran mesin untuk pengelolaan sumber daya di jaringan 5G dengan bantuan stasiun pangkalan UAV. Sistem ini bertujuan untuk mendukung jaringan mobile di daerah yang mengalami kemacetan dengan memprediksi makrosel yang kelebihan beban dan mengoptimalkan penempatan UAV-BS untuk mendukung makrosel yang terkena dampak. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem ini secara signifikan mengurangi overhead makrosel yang terkena dampak dan meningkatkan kualitas layanan.

Perbedaan penelitian-penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah dengan penelitian ini bahwa penelitian ini hanya meneliti dengan simple

relasi dari implementasi reinforcement learning dengan berkurangnya waktu kemacetan.

3. METODE PENELITIAN

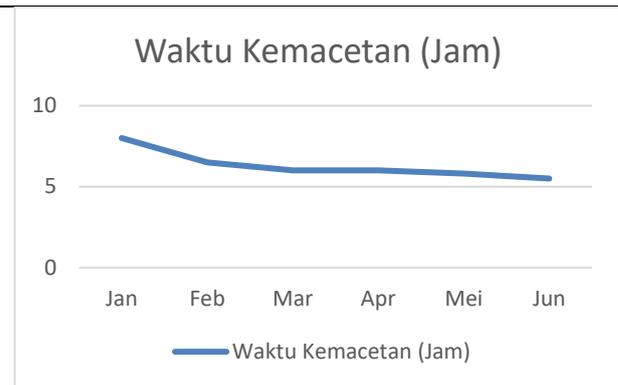
Metode yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada konsep reinforcement learning, sebuah paradigma dalam pembelajaran mesin di mana agen belajar melalui interaksi dengan lingkungannya dengan cara mencoba tindakan dan mengamati hasilnya. Dalam konteks aliran lalu lintas perkotaan, agen akan belajar untuk membuat keputusan yang optimal untuk mengatur lalu lintas berdasarkan kondisi lalu lintas yang diamati.

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari sensor lalu lintas yang terpasang di area perkotaan yang diteliti. Dataset ini berisi informasi tentang volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, dan pola lalu lintas lainnya yang relevan untuk pembelajaran model reinforcement learning.

Teori reinforcement learning akan diterapkan untuk merancang dan melatih model yang mampu memahami pola lalu lintas, memprediksi pergerakan kendaraan, dan membuat keputusan yang optimal untuk mengatur lalu lintas. Model akan dilatih menggunakan algoritma reinforcement learning seperti Q-learning atau Deep Q-Networks (DQN), yang telah terbukti efektif dalam menyelesaikan masalah kontrol yang kompleks.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penerapan metode usulan menunjukkan peningkatan signifikan dalam aliran lalu lintas dan pengurangan kemacetan di area perkotaan yang diteliti. Grafik kinerja menunjukkan bahwa model reinforcement learning mampu mengoptimalkan pengaturan lalu lintas secara adaptif sesuai dengan kondisi lalu lintas yang berubah-ubah.



Gambar 4.1: Hasil dari implementasi

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil penerapan metode reinforcement learning, dapat disimpulkan bahwa pendekatan ini efektif dalam meningkatkan aliran lalu lintas dan mengurangi kemacetan di area perkotaan yang diteliti. Dengan adanya sistem pengaturan lalu lintas yang adaptif dan cerdas, efisiensi transportasi perkotaan dapat ditingkatkan, yang pada gilirannya akan meningkatkan kualitas hidup bagi penduduk kota.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Annisa, & Budi, A. (2023). Optimalisasi Mobilitas Pintar Sebagai Landasan Pembangunan Kota Pintar di Ibu Kota Nusantara Negara Indonesia (IKN). 7.
- [2] Arinal, V., Nuari, F. A., Sanip, W., Tuafik, M., & Sarikah, D. (2024). Implementasi Alat Deteksi Plat Nomor Kendaraan Untuk Otomatisasi Palang Pintu Pada Lingkungan Perumahan RT 05/05 Gondrong Dengan Machine Learning. 1.
- [3] Glair.ai. (2022). Mengenal Tentang Reinforcement Learning. 1.
- [4] Hernanto, M. S. (2021). Optimalisasi Pengaturan Sinyal Lampu Lalu Lintas Menggunakan Kendali Adaptif dengan Algoritma Double Deep Q-Network. 1.
- [5] Tamba, T., Halim, L., Hernando, Darwin, S., & Hermanto, K. L. (2021). Pemodelan dan optimasi dinamika networked control systems berbasis deep reinforcement learning : laporan penelitian. 1.
- [6] Jasmine, P., Carlos R. (2022), Resource Management in 5G Networks Assisted by UAV Base Stations: Machine Learning for Overloaded Macrocell Prediction Based on Users' Temporal and Spatial Flow
- [7] U. Gunarathna, S. Karunasekera, R. Borovica-Gajic, E. Tanin (2022), Real-Time Intelligent Autonomous Intersection Management Using Reinforcement Learning
- [8] Zhou D., Gayah V.V.(2023), Scalable Multi-Region Perimeter Metering Control for Urban Networks: A Multi-Agent Deep Reinforcement Learning Approach