

## INTISARI

### **Pareto Hyper Networks Multi-sample dengan Mekanisme Attention untuk Penyelesaian Time-dependent Pickup and Delivery Problem with Late Penalties**

Oleh

Kadek Gemilang Santiyuda

20/468171/SPA/00737

Penelitian ini membahas penyelesaian permasalahan *bi-objective time-dependent pickup and delivery problem with late penalties* (TDPDPLP). Permodelan tingkat kemacetan lalu lintas ke dalam formulasi permasalahan dalam bentuk waktu tempuh yang bergantung pada waktu sangatlah penting untuk mengurangi perbedaan kualitas solusi ketika mengaplikasikan metode optimisasi di dunia nyata. Penelitian ini mengusulkan sebuah metode berbasis *multi-objective reinforcement learning* (MORL) dengan *hypernetwork* dan mekanisme *attention* untuk menyelesaikan *bi-objective* TDPDPLP. Metode yang diusulkan dapat menghasilkan sebuah aproksimasi dari Pareto *optimal front* (POF) secara instan setelah pelatihan. Studi yang dilakukan juga menunjukkan bahwa menghapus koordinat dari fitur menghasilkan model yang lebih sederhana yang menghemat waktu pelatihan dan meningkatkan kualitas dari solusi yang dihasilkan. Model yang telah dilatih digunakan untuk menyelesaikan kasus-kasus permasalahan nyata dari Kota Barcelona, Berlin dan Porto-Alegre. Performa metode yang diusulkan dievaluasi dengan mengukur hypervolume (HV) dan  $\epsilon^+$  dari POF yang dihasilkan. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa metode yang diusulkan memiliki performa yang lebih baik dibandingkan dengan metode pembandingan berbasis *multi-objective evolutionary algorithms* (MOEA) dan MORL lainnya (P-MOCO). Metode yang diusulkan menghasilkan POF dalam beberapa menit, sedangkan metode-metode MOEA memerlukan waktu beberapa jam. Selain itu, metode yang diusulkan juga mampu menghasilkan POF dengan kualitas yang baik pada kasus-kasus permasalahan dengan karakteristik dan kota yang berbeda dari kasus-kasus permasalahan yang digunakan pada pelatihan.

**Kata kunci:** *Pickup and delivery problem, Multi-objective, Deep reinforcement learning, Mekanisme Attention, Hypernetwork.*

## ABSTRACT

### **Multi-sample Pareto Hyper Networks with Attention Mechanism for Solving Bi-objective Time-dependent Pickup and Delivery Problem with Late Penalties**

By

Kadek Gemilang Santiyuda  
20/468171/SPA/00737

This study addresses the bi-objective time-dependent pickup and delivery problem with late penalties (TDPDPLP). Incorporating time-dependent travel time into the problem formulation to model traffic congestion is critical, especially for problems with time-related costs, to decrease the difference in the projected quality of solutions when applying optimization methods in the real-world. This study proposes a multi-objective reinforcement learning (MORL)-based method with hyper-network and attention mechanism to solve the bi-objective TDPDPLP. The proposed method can generate an approximation of Pareto optimal front (POF) instantly after offline training. The conducted ablation study also showed that discarding coordinates from the features results in a simpler model that saves several hours of training while improving the quality of the solutions. The performance of the trained model is evaluated on real-world-based instances from Barcelona, Berlin, and Porto-Alegre. The performance of the proposed method is evaluated based on the hypervolume (HV) and  $\epsilon^+$  of the generated POF approximation compared to several well-known multi-objective evolutionary algorithms (MOEA) and another MORL method named preference-conditioned multi-objective combinatorial optimization (P-MOCO). The experiments showed that the proposed method outperforms both the MORL and MOEA baselines on all test instances. The trained method only needs minutes to generate a POF approximation, while the MOEAs require hours. Furthermore, the trained method also generalizes well on different characteristics of problem instances and even performs well on instances from cities other than the city in the training instances.

**Keywords:** Pickup and delivery problem, Multi-objective, Deep reinforcement learning, Attention mechanism, Hypernetwork.