UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Hyperparameter Tuning Berbasis Particle Swarm Optimization Untuk Meningkatkan Efisiensi Latih Tabtransformer Pada Dataset Berukuran Kecil
Jarwoko Agung Saputro, Aina Musdholifah, S. Kom., M.Kom., Ph.D. ; Muhammad Alfian Amrizal, B.Eng., M.I.S., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

HYPERPARAMETER TUNING BERBASIS *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION* UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI LATIH TABTRANSFORMER PADA DATASET BERUKURAN KECIL

Oleh
JARWOKO AGUNG SAPUTRO
24/537262/PPA/06788

Di era transformasi digital, data tabular berukuran kecil masih banyak digunakan pada berbagai bidang seperti kesehatan, lingkungan, keuangan, dan asuransi untuk mendukung proses klasifikasi serta pengambilan keputusan. Namun, jumlah sampel yang terbatas sering menimbulkan tantangan berupa ketidakstabilan pelatihan, risiko overfitting, sensitivitas terhadap hyperparameter, serta waktu komputasi yang kurang efisien pada model deep learning. Penelitian ini mengimplementasikan model *TabTransformer* dengan strategi *hyperparameter tuning* berbasis *Particle Swarm Optimization* (PSO) untuk meningkatkan efisiensi pelatihan dan performa klasifikasi pada dataset kecil. Pendekatan mencakup penerapan *baseline model*, konfigurasi PSO berbasis *termination condition*, PSO standar, serta perbandingan dengan *Bayesian Optimization*, *Genetic Algorithm*, *Artificial Bee Colony*, *Grey Wolf Optimizer*, dan *Ant Colony Optimization*. Evaluasi dilakukan menggunakan *Stratified K-Fold Cross Validation* dan *hold-out testing* dengan metrik *accuracy*, AUC, F1-score, *precision*, *recall*, serta waktu komputasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PSO-Config mampu meningkatkan *testing accuracy* pada beberapa dataset, yaitu Dataset 1 dari 94,92% menjadi 97,46%, Dataset 3 dari 88,04% menjadi 89,67%, Dataset 5 dari 50,71% menjadi 69,29%, Dataset 8 dari 70,27% menjadi 81,57%, Dataset 9 dari 85,00% menjadi 87,50%, dan Dataset 10 dari 40,48% menjadi 50,00%, sekaligus menurunkan waktu optimasi menjadi sekitar 0,96–8,76 menit pada beberapa skenario. Di sisi lain, PSO-*Default* masih berpotensi menghasilkan akurasi terbaik absolut, seperti pada Dataset 1 sebesar 98,31%, namun dengan biaya komputasi lebih tinggi. Penelitian ini membuktikan bahwa optimasi *hyperparameter* menggunakan PSO, khususnya dengan *termination condition*, efektif meningkatkan efisiensi pelatihan *TabTransformer* tanpa mengurangi performa model secara keseluruhan. Pendekatan ini memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan *deep learning* berbasis data tabular untuk kondisi dataset berukuran kecil.

Kata Kunci: *TabTransformer*, Dataset Berukuran Kecil, *Particle Swarm Optimization, Machine Learning, Optimization*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Hyperparameter Tuning Berbasis Particle Swarm Optimization Untuk Meningkatkan Efisiensi Latih Tabtransformer Pada Dataset Berukuran Kecil
Jarwoko Agung Saputro, Aina Musdholifah, S. Kom., M.Kom., Ph.D. ; Muhammad Alfian Amrizal, B.Eng., M.I.S., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

PARTICLE SWARM OPTIMIZATION-BASED HYPERPARAMETER TUNING STRATEGY TO IMPROVE TRAINING EFFICIENCY OF TABTRANSFORMER ON SMALL DATASETS

by
JARWOKO AGUNG SAPUTRO
24/537262/PPA/06788

In the era of digital transformation, small tabular datasets remain widely used across various domains, including healthcare, environmental science, finance, and insurance, to support classification tasks and decision-making processes. However, limited sample sizes often introduce challenges such as training instability, overfitting risks, hyperparameter sensitivity, and computational inefficiency in deep learning models. This study implements the TabTransformer model with a Particle Swarm Optimization (PSO)-based hyperparameter tuning strategy to improve training efficiency and classification performance on small datasets. The proposed approach includes the implementation of a baseline model, PSO configurations based on termination conditions, standard PSO, and comparisons with Bayesian Optimization, Genetic Algorithm, Artificial Bee Colony, Grey Wolf Optimizer, and Ant Colony Optimization. Evaluation was conducted using Stratified K-Fold Cross Validation and hold-out testing with performance metrics including accuracy, AUC, F1-score, precision, recall, and computational time. The results demonstrate that PSO-Config improved testing accuracy on several datasets, namely Dataset 1 from 94.92% to 97.46%, Dataset 3 from 88.04% to 89.67%, Dataset 5 from 50.71% to 69.29%, Dataset 8 from 70.27% to 81.57%, Dataset 9 from 85.00% to 87.50%, and Dataset 10 from 40.48% to 50.00%, while reducing optimization time to approximately 0.96–8.76 minutes in several scenarios. On the other hand, PSO-Default still achieved the highest absolute accuracy, reaching 98.31% on Dataset 1, albeit with higher computational cost. These findings demonstrate that PSO-based hyperparameter optimization, particularly when combined with termination conditions, effectively improves the training efficiency of TabTransformer without compromising overall model performance. This approach provides a significant contribution to the development of deep learning methods for tabular data under small-dataset conditions.

Keywords: TabTransformer, Small-Sized Dataset, Particle Swarm Optimization, Machine Learning, Optimization