

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan mengembangkan model *K-Prototypes* untuk mengelompokkan data pemohon bantuan rehabilitasi *Rutilahu* dalam dua skenario, yaitu *Non-Weighted Clustering* dan *Weighted Clustering*. Pada kedua skenario tersebut, prosedur klasterisasi dilakukan dengan cara yang sama, dimulai dengan mengimplementasikan algoritma *K-Prototypes* konvensional untuk dievaluasi performa aslinya. Algoritma *K-Prototypes* konvensional ini menggunakan inisialisasi pusat klaster secara acak yang terkadang menyebabkan hasil klasterisasi kurang optimal. Selanjutnya, masing-masing skenario akan melalui tahap optimasi yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas pengelompokan. Optimasi dilakukan menggunakan algoritma PSO, GA, dan FPA yang difokuskan pada proses inisialisasi pusat klaster. Pusat klaster hasil optimasi kemudian digunakan sebagai titik awal dalam proses klasterisasi menggunakan algoritma *K-Prototypes*.

Proses evaluasi model dilakukan dengan mempertimbangkan metrik DBI, *Silhouette Score*, dan Waktu Komputasi. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa pada skenario *Non-Weighted*, model *K-Prototypes* yang dioptimasi dengan *Particle Swarm Optimization* (PSO) menunjukkan performa terbaik, baik dari segi evaluasi menggunakan DBI sebesar 0,6467, *Silhouette Score* sebesar 0,5498, serta rata-rata waktu komputasi sebesar 18,0264 detik. Sedangkan pada skenario *Weighted Clustering*, meskipun *K-Prototypes* konvensional memperoleh nilai DBI, *Silhouette Score*, dan rata-rata waktu komputasi yang sedikit lebih baik dibanding PSO. *K-Prototypes* konvensional pada skenario *Weighted Clustering* memperoleh nilai DBI sebesar 0,5828, *Silhouette Score* sebesar 0,5624, dan rata-rata waktu komputasi sebesar 28,0213. Sedangkan model *K-Prototypes* yang dioptimasi menggunakan PSO hanya memperoleh DBI sebesar 0,5878, *Silhouette Score* sebesar 0,5559. Namun, PSO tetap menjadi model paling efisien dalam hal waktu komputasi dan memberikan hasil yang kompetitif sebesar 25,4761 dibandingkan model konvensional.

Secara keseluruhan, metode optimasi PSO mampu mengidentifikasi pusat klaster yang optimal secara cepat dan akurat dibandingkan dengan algoritma lain seperti *Genetic Algorithm* (GA) dan *Flower Pollination Algorithm* (FPA). Oleh karena itu, model *K-Prototypes* dengan optimasi PSO dipilih sebagai model final yang diimplementasikan ke dalam sistem berbasis aplikasi interaktif menggunakan platform Streamlit. Sistem ini terbukti mampu memberikan kemudahan bagi pengguna dalam melakukan klasterisasi secara otomatis serta menyajikan hasil visualisasi yang mendukung proses pengambilan keputusan secara *data-driven*.

5.2. Saran Pengembangan

Berdasarkan keterbatasan dan hasil penelitian yang telah diperoleh, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan sistem di masa mendatang. Sistem dapat ditingkatkan dengan menambahkan modul penentuan bobot fitur secara otomatis menggunakan pendekatan statistik atau algoritmik. Beberapa metode yang dapat digunakan antara lain *feature importance* dari model pohon keputusan (seperti *Random Forest*) atau pendekatan berbasis *mutual information* yang mampu menangkap hubungan non-linier antara fitur dan target. Implementasi metode ini diharapkan mampu meningkatkan akurasi model dalam skenario *Weighted Clustering* dengan memberikan bobot yang lebih proporsional terhadap fitur yang berkontribusi signifikan terhadap pembentukan klaster.

Selain itu, dalam proses pemilihan parameter model dan algoritma optimasi (misalnya jumlah iterasi, ukuran populasi, dan nilai *learning coefficient* pada PSO), disarankan untuk menggunakan pendekatan berbasis optimasi hiperparameter seperti *Grid Search*, *Random Search*, atau *Bayesian Optimization*. Penggunaan metode ini memungkinkan pencarian kombinasi parameter yang optimal secara sistematis, sehingga dapat meningkatkan kinerja model tanpa harus mengandalkan *trial and error* secara manual.

Eksplorasi terhadap algoritma optimasi alternatif seperti *Grey Wolf Optimizer* (GWO), *Ant Colony Optimization* (ACO), atau *Whale Optimization Algorithm* (WOA) dapat menjadi arah penelitian lanjutan. Pengujian dan perbandingan performa algoritma-algoritma tersebut dalam konteks klasterisasi

data heterogen seperti data sosial ekonomi, berpotensi memperluas cakupan ilmiah serta meningkatkan keandalan sistem yang dikembangkan.

Dengan mengimplementasikan berbagai saran tersebut, diharapkan sistem dapat berkembang menjadi lebih akurat, adaptif, serta aplikatif dalam mendukung kebijakan berbasis data (*data-driven policy making*) untuk sektor kesejahteraan sosial.

Halaman ini sengaja dikosongkan