

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan yang dihasilkan, antara lain:

1. Penggunaan parameter default HDBSCAN tidak menghasilkan kluster yang valid karena seluruh data teridentifikasi sebagai *noise* sehingga diperlukan proses optimasi parameter untuk memperoleh hasil klusterisasi yang lebih representatif. Metode HDBSCAN dengan optimasi parameter menggunakan *Bayesian Optimization* terbukti mampu mengelompokkan provinsi di Indonesia berdasarkan indikator dampak banjir secara efektif. Melalui proses *Bayesian Optimization*, diperoleh parameter optimal HDBSCAN, yaitu $min_samples = 2$ dan $min_cluster_size = 2$ yang menghasilkan nilai evaluasi DBCV sebesar 0,5150 dan DCSI sebesar 0,7919. Hasil evaluasi ini menunjukkan bahwa kluster yang terbentuk memiliki kualitas yang baik, ditinjau dari kepadatan yang tinggi serta pemisahan antarkluster yang jelas.
2. Hasil klusterisasi yang diperoleh menunjukkan terbentuknya tiga kluster utama dan satu kluster *noise* dengan karakteristik dampak banjir yang berbeda-beda. Kluster 0 yang terdiri dari 5 provinsi dapat dikategorikan sebagai dampak banjir moderat dengan dominasi pengungsian dan genangan permukiman yang ditunjukkan oleh tingginya proporsi korban terluka dan mengungsi serta proporsi rumah terendam. Kluster 1 yang terdiri dari 4 provinsi dikategorikan sebagai dampak banjir tinggi dengan dominasi kerusakan struktural dan fatalitas yang ditunjukkan oleh tingginya proporsi korban meninggal dan hilang serta proporsi kerusakan rumah. Kluster 2 yang terdiri dari 21 provinsi dikategorikan sebagai dampak banjir rendah karena seluruh nilai proporsi indikator relatif rendah dan tidak menunjukkan dominasi indikator tertentu. Sementara itu, Kluster -1 (*Noise*) yang terdiri dari 8 provinsi dapat dikategorikan sebagai dampak banjir ekstrem karena memiliki nilai proporsi yang sangat tinggi pada seluruh indikator.

3. Penelitian ini juga berhasil mengembangkan aplikasi berbasis *Streamlit* untuk memvisualisasikan hasil klusterisasi. Aplikasi ini menyediakan fitur unggah data dalam format CSV dan Excel (.xlsx), visualisasi peta klusterisasi berbasis geografis, serta penyajian informasi detail setiap provinsi yang dapat diakses secara interaktif. Selain itu, aplikasi ini juga dilengkapi dengan fitur eksplorasi hasil klusterisasi, seperti hasil tahapan pra-pemrosesan data, pemodelan klusterisasi, interpretasi kluster, serta fitur pengunduhan hasil analisis dalam format CSV. Dengan demikian, aplikasi yang dikembangkan tidak hanya berfungsi sebagai media visualisasi, tetapi juga sebagai media eksplorasi hasil klusterisasi yang interaktif dan informatif.

5.2. Saran Pengembangan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran atau rekomendasi yang dapat digunakan sebagai acuan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, antara lain:

1. Menambahkan variabel lain terkait indikator dampak banjir yang relevan, seperti luas wilayah yang terdampak, luas genangan, ketinggian atau kedalaman air sehingga dapat menghasilkan klusterisasi yang lebih representatif terhadap kondisi setiap provinsi.
2. Menggunakan metode optimasi parameter selain *Bayesian Optimization*, seperti *Grid Search*, *Random Search*, atau *Genetic Algorithm* untuk membandingkan efektivitas dan efisiensi dalam menemukan kombinasi parameter optimal HDBSCAN.
3. Penelitian ini hanya menggunakan metrik evaluasi kluster berbasis kepadatan, yaitu *Density-Based Clustering Validation* (DBCV) dan *Density Cluster Separability Index* (DCSI). Oleh karena itu, pengembangan selanjutnya dapat ditambahkan metrik evaluasi lain, seperti *Davies-Bouldin Index*, *Calinski-Harabasz Index*, *Dunn Index*, atau *Silhouette Score* sebagai pelengkap evaluasi kluster dengan pendekatan berbasis jarak.
4. Aplikasi berbasis *Streamlit* yang dikembangkan pada penelitian ini masih terbatas pada penggunaan format data tertentu, yaitu CSV dan Excel (.xlsx).

Oleh karena itu, pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan dukungan terhadap berbagai format data lainnya, seperti JSON atau koneksi sistem *database* relasional seperti SQL sehingga dapat meningkatkan fleksibilitas dalam proses input data oleh berbagai pihak.

Halaman ini sengaja dikosongkan