

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian analisis *clustering* observatorium dunia berbasis data citra dengan *deep learning*, berikut ini adalah kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti:

1. Berdasarkan hasil penelitian mengenai implementasi model komputasi untuk analisis *clustering* observatorium dunia dengan *deep learning* menggunakan data VIIRS DNB monthly v1.0 yang dijalankan dengan program Python, model komputasi tersebut telah berhasil di implementasikan untuk *clustering* observatorium. Penelitian ini memvalidasi bahwa metode *clustering* menggunakan *K-means* dan HDBSCAN, serta ekstraksi fitur menggunakan ConvNext dan proses LSTM Autoencoder dapat digunakan untuk *clustering* gambar polusi cahaya di observatorium.
2. Berdasarkan hasil penelitian mengenai implementasi model komputasi untuk analisis *clustering* observatorium dunia dengan *deep learning* menggunakan data VIIRS DNB monthly v1.0 yang dijalankan dengan program python, penulis dapat menyimpulkan:
 - a. Skenario Eksperimen dengan HDBSCAN merupakan pendekatan terbaik dalam penelitian ini. Pendekatan ini berhasil membagi data observatorium menjadi 4 *cluster*. Pendekatan ini menunjukkan *Silhouette Score* 0.718029, *Calinski-Harabasz Index* 113.421027, dan *Davies-Bouldin Index* 0.357804.
 - b. Pada penelitian ini, *Silhouette Score* merupakan metrik evaluasi terbaik dibanding *Calinski-Harabasz Index* dan *Davies-Bouldin Index*.
3. Observatorium dengan klasifikasi Bortle yang sama dapat memiliki profil kerentanan yang berbeda ketika dianalisis melalui klasterisasi VIIRS-DNB. Perbedaan ini menegaskan pentingnya mengombinasikan indikator observasional dengan pendekatan berbasis data untuk memahami interaksi kompleks antara distribusi radiansi, tekanan demografis, dan kualitas langit

malam. Temuan ini menjadi dasar yang kuat bagi penelitian lanjutan sekaligus memberikan wawasan penting bagi perencanaan ilmiah maupun kebijakan konservasi langit gelap.

4. Penelitian ini telah menghasilkan pengetahuan baru dalam bidang penerapan *clustering* untuk analisis polusi cahaya di sekitar observatorium. Temuan dalam penelitian ini dapat dijadikan dasar untuk penelitian berikutnya.

5.2 Saran

Dalam melakukan penelitian ini, peneliti menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penelitiannya. Adapun saran yang dapat diberikan oleh peneliti untuk penelitian mendatang di antaranya adalah sebagai berikut:

1. Dataset yang digunakan merupakan dataset *monthly* v1.0. Dataset ini belum VCMSL dan bukan dataset terbaru dari <https://eogdata.mines.edu/products/vnl/> dan dataset yang dikumpulkan harus konsisten radiusnya, sehingga tidak membuat perbedaan spesifikasi antardataset. Penelitian berikutnya dapat menggunakan dataset yang terbaru dan lebih konsisten.
2. Model Pretrained yang digunakan untuk ekstraksi fitur hanya menggunakan ConvNext, tidak menggunakan model pretrained lain sebagai pembandingan.
3. Arsitektur LSTM merupakan arsitektur yang berdasarkan paper lama lalu dimodifikasi oleh peneliti, tidak sepenuhnya berdasarkan teori.
4. Algoritma *clustering* yang digunakan hanya HDBSCAN dan *K-means*, tidak menggunakan algoritma *clustering* lain sebagai pembandingan. Metrik evaluasi utama yang digunakan menggunakan *Silhouette Score* .
5. Penelitian ini menggunakan dataset kuartalan tiap tahunnya. Penelitian berikutnya dapat menggunakan dataset yang tersedia pada setiap bulan atau bahkan pada setiap hari. Hal ini bertujuan agar proses evaluasi pada model komputasi menjadi lebih logis karena data yang digunakan sebagai pembandingan yaitu mencakup data dari beberapa bulan.
6. Menambahkan peta kepadatan penduduk, topografi, dan metrik heterogenitas seperti indeks Gini atau Moran's I, serta analisis multivariat yang menggabungkan data VIIRS, Bortle, dan demografi.