

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian deteksi pencilan pada *data stream* polusi cahaya menggunakan algoritma exact-STORM dan *platform* Apache Kafka, berikut ini adalah kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti:

1. Berdasarkan pada hasil penelitian, modul komputasi algoritma exact-STORM dalam mendeteksi pencilan pada *data stream* polusi cahaya langit malam hasil pemantauan *Sky Quality Meter* (SQM) yang disimulasikan menggunakan *platform* Apache Kafka telah berhasil dibuat. Beberapa tahapan yang telah dibuat dalam model komputasi yaitu: (i) *data collection*, (ii) perhitungan radius menggunakan metode Chebyshev, (iii) *set up* Apache Kafka, dan (iv) deteksi pencilan (*outlier detection*).
2. Berdasarkan hasil penelitian mengenai implementasi algoritma exact-STORM dalam mendeteksi pencilan pada *data stream* polusi cahaya langit malam hasil pemantauan *Sky Quality Meter* (SQM) yang disimulasikan menggunakan *platform* Apache Kafka, algoritma tersebut telah berhasil diimplementasikan untuk deteksi pencilan. Penelitian ini memvalidasi bahwa metode deteksi pencilan berbasis jarak (*distance-based outlier detection*) dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan deteksi pencilan secara *real-time* pada data kecerahan langit malam.
3. Berdasarkan pada hasil deteksi dari berbagai skenario algoritma exact-STORM dalam mendeteksi pencilan pada *data stream* polusi cahaya langit malam hasil pemantauan *Sky Quality Meter* (SQM) yang disimulasikan menggunakan *platform* Apache Kafka, penulis dapat menyimpulkan:
 - a. Skenario eksperimen dengan parameter *window size* $W = 100$ dan jumlah tetangga minimum $k = 20$ merupakan pendekatan terbaik dalam penelitian ini. Pendekatan ini berhasil mendeteksi sebanyak 2800 pencilan, termasuk pencilan pada malam dengan fase bulan purnama dari Juni hingga Desember 2021. Selain itu, pendekatan ini juga

menghasilkan ukuran *file* dengan total 33,71 MB dengan lamapemrosesan untuk data tujuh bulan dengan waktu *delay* 0,5 detik adalah selama 876 menit. Berdasarkan hasil evaluasi model, skenario ini menunjukkan skor proporsi sebesar 51,11%, tingkat kesalahan sebesar 1,61%, dan akurasi sebesar 98,39%.

- b. Penggunaan parameter dapat mempengaruhi hasil akurasi dari tiap model algoritma. Semakin besar nilai *window size* W yang diiringi dengan meningkatnya nilai jumlah tetangga minimum k , akan mempengaruhi pada jumlah pencilan yang terdeteksi oleh model.
- c. Algoritma exact-STORM lebih unggul daripada algoritma PEWMA, namun masih kalah unggul jika dibandingkan dengan performa dari algoritma Prophet dan LSTM.
- d. Penelitian ini telah menghasilkan pengetahuan baru dalam bidang penerapan deteksi pencilan secara *real-time* untuk analisis polusi cahaya pada langit malam. 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. Penelitian saat ini masih berupa simulasi *streaming*. Untuk penelitian berikutnya dapat dilakukan *streaming* secara *real-time* yang diakses dan tersambung secara langsung dengan sensor SQM yang sedang aktif memantau dan merekam data kecerahan langit malam.
2. Model komputasi yang telah dibuat masih berdasarkan pada sistem penyimpanan lokal. Untuk penelitian berikutnya dapat dikembangkan dengan menggunakan *Hadoop Distributed File System* (HDFS) sehingga proses deteksi pencilan secara *real-time* tidak perlu lagi mengkhawatirkan kapasitas penyimpanan lokal yang terbatas. Selain itu, dengan menggunakan HDFS juga memudahkan pengguna dalam mengakses data.

3. Algoritma yang digunakan dalam deteksi pencilan ini yaitu exact-STORM adalah algoritma yang telah dirilis dari 17 tahun yang lalu. Penelitian berikutnya dapat menggunakan algoritma lain yang lebih mutakhir sehingga dapat mendeteksi pencilan dengan lebih akurat, contohnya seperti algoritma Prophet dan LSTM yang berakurasi sempurna dari hasil evaluasi.
4. Jika akan menggunakan kembali metode berbasis jarak (*distance-based*) dalam mendeteksi pencilan khususnya algoritma exact-STORM, perlu dikaji kembali penentuan parameter-parameter yang akan digunakan yaitu radius R , *window size* W , dan jumlah tetangga minimum k . Pada penelitian ini, dalam penentuan parameter W dan k belum didasari pada teori apapun.
5. Penelitian ini tidak membandingkan performa algoritma yang telah dibangun dengan algoritma asli yang dibuat oleh penemunya. Algoritma yang digunakan dalam penelitian ini dikembangkan berdasarkan *pseudocode* dari algoritma exact-STORM yang tersedia. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar algoritma yang akan digunakan tersedia dalam bentuk *library*, *package*, atau format lain yang memudahkan untuk membandingkan performa algoritma yang telah dibangun dengan algoritma orisinal.
6. Para ahli di bidang astrofisika disarankan untuk membuat data aktual berlabel pencilan dengan rentang waktu yang lebih panjang hingga berbulan-bulan, bukan hanya dari beberapa hari saja. Hal ini bertujuan agar proses evaluasi pada algoritma deteksi pencilan menjadi lebih logis karena data yang digunakan sebagai pembanding yaitu data aktual mencakup data dari beberapa bulan. Dengan demikian, akurasi dari sebuah algoritma akan lebih sesuai dengan kondisi aktual.
7. Data Sky Quality Meter (SQM) yang akan digunakan dapat dilakukan *data preprocessing* terlebih dahulu, di antaranya dengan menerapkan transformasi Fourier yang berfungsi untuk mengubah data dari domain waktu ke domain frekuensi, transformasi Wavelet yang berfungsi untuk menganalisis data dalam domain waktu dan frekuensi secara lokal, serta berbagai macam transformasi lainnya yang dapat diterapkan pada data dari sensor SQM. Dengan melakukan *data preprocessing*, kualitas data yang

dianalisis akan lebih baik sehingga dapat meningkatkan akurasi dan efektivitas deteksi pencilan.