

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Akhir-akhir ini, pencahayaan malam artifisial telah meningkat secara luar biasa intensitasnya dan jangkauannya di seluruh dunia sudah amat sangat luas (Riegel, 1973; Rodrigues et al., 2012; Small & Elvidge, 2013). Meskipun pencahayaan artifisial memiliki beberapa manfaat yang jelas bagi kehidupan manusia, banyak kekhawatiran telah diungkapkan mengenai efek negatifnya, yang juga dikenal sebagai "polusi cahaya" atau sering disebut juga "pencahayaan berlebih", "silau", atau "penyusupan cahaya" (Burne, 1972; Kyba et al., 2013; Riegel, 1973). Beberapa tujuan yang diuraikan oleh PBB menggarisbawahi masalah yang berkaitan dengan polusi cahaya, yaitu SDGs 11, 13, 14, dan 15. Dengan bertumbuhnya aktivitas ekonomi yang paralel dengan aktivitas manusia, kebutuhan akan pencahayaan juga meningkat. Pencahayaan artifisial di malam hari memungkinkan lebih banyak aktivitas yang dapat dilakukan sehingga mempengaruhi pertumbuhan polusi cahaya (Riza et al., 2022). Kecerahan langit pada malam hari ditentukan oleh beberapa faktor, termasuk pengembangan lahan, tutupan awan, atau waktu pengamatan (Hänel et al., 2018; Kocifaj, 2007). Mayoritas sumber energi yang digunakan untuk sistem pencahayaan terdiri dari sumber alami dan penting untuk mengetahui seberapa banyak energi yang digunakan dalam pencahayaan yang terbuang dan bagaimana jumlah yang terbuang tersebut dapat diminimalkan. Solusi masalah polusi cahaya adalah masalah lokal, namun merupakan masalah global (Yilmaz & Özdemir, 2021). Oleh karena itu, pemantauan kecerahan langit malam menjadi upaya yang tak terelakkan untuk melacak polusi cahaya sebagai tolak ukur perkembangan polusi cahaya dunia. Banyak organisasi maupun perorangan di seluruh dunia mulai mengukur kecerahan langit malam secara terus menerus dengan menggunakan metode dan perangkat yang berbeda (Hänel et al., 2018).

Di dalam astronomi, tingkat kegelapan langit malam di suatu lokasi merupakan salah satu indikator kualitas tempat tersebut bagi lokasi pendirian sebuah observatorium. Semakin gelap langit malam suatu tempat, semakin redup

Zulfikar Ali Yunara Putra, 2023

DETEKSI ANOMALI REALTIME MENGGUNAKAN PROBABILISTIC EXPONENTIAL WEIGHTED MOVING AVERAGE PADA DATA STREAM DENGAN APACHE KAFKA STUDI KASUS: ANALISIS POLUSI CAHAYA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

objek langit yang dapat diamati di lokasi tersebut dan semakin baik pula kualitasnya. Sebaliknya, semakin terang langit malamnya, semakin sulit untuk dapat mengamati objek-objek langit yang redup dari lokasi tersebut dan berarti semakin rendah pula kualitasnya. Astronom mengkuantisasi tingkat kegelapan langit malam dalam satuan magnitudo per detik busur kuadrat. Besaran ini bersifat logaritmik, semakin besar nilainya justru menunjukkan kondisi langit malam yang semakin gelap. Secara teoretik, kondisi langit malam tergelap bernilai 22 magnitudo per detik busur kuadrat. Lokasi dengan kecerahan langit malam seperti ini, dipandang sebagai *excellent dark-sky site* dan menduduki kelas 1 dalam Skala *Bortle* (skala numerik dengan 9 tingkatan yang mengukur tingkat kegelapan langit malam di arah zenit dari suatu lokasi).

Salah satu perangkat yang mungkin saja paling banyak digunakan untuk mengukur kecerahan langit malam adalah *Sky Quality Meter (SQM)*. Jaringan penggunaan operasional SQM sudah digunakan di Austria (Posch et al., 2018), Belanda (Schmidt & Spoelstra, 2020), Italia (Bertolo et al., 2019) dan Spanyol (Zamorano et al., 2017). SQM telah digunakan secara luas untuk survei astronomi secara umum yang mengukur kecerahan langit dan alat ini menghasilkan data dalam sejumlah format yang berbeda dalam perangkat genggam dan perangkat yang dapat dibaca oleh komputer (Espey & McCauley, 2014). *Unihedron SQM-L* sebagai alat pencatat data dengan biaya yang relatif rendah, sederhana, dan ketersediaannya untuk penggunaan secara umum. SQM juga merupakan otometer kecerahan langit malam yang murah dan berukuran saku, membuka kemungkinan bagi masyarakat umum untuk mengukur kualitas langit malam di tempat dan waktu tertentu, meskipun dengan akurasi yang berbeda dan rincian dari instrumen profesional (Cinzano et al., 2001). SQM sudah digunakan oleh beberapa penelitian terkait pengukuran polusi cahaya di Indonesia (Admiranto et al., 2020). Menurut penelitian (Espey & McCauley, 2014) proses pengakuisisian data menggunakan SQM dapat dilakukan secara manual dan otomatis. Proses akuisisi data secara otomatis dilakukan secara *real-time* dalam interval waktu tertentu. Bahkan, SQM dapat diberikan batasan agar tidak merekam waktu siang hari atau malam hari saja. SQM sering dijadikan alat untuk mengukur ground based truth penelitian polusi cahaya dengan sumber data satelit.

Zulfikar Ali Yunara Putra, 2023

DETEKSI ANOMALI REALTIME MENGGUNAKAN PROBABILISTIC EXPONENTIAL WEIGHTED MOVING AVERAGE PADA DATA STREAM DENGAN APACHE KAFKA STUDI KASUS: ANALISIS POLUSI CAHAYA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Menggunakan SQM juga memberikan kesempatan pada jaringan SQM untuk melibatkan pengembangan metode statistik jangka panjang dan model prediksi data yang besar untuk pengamatan astronomi real-time (Cavazzani et al., 2020). Selain itu, pengukuran dampak dan pemetaan polusi cahaya diukur menggunakan alat *photometry* seperti SQM di berbagai penelitian terkait pendeteksian cakupan awan dan meningkatkan tingkat alamiah kecerahan yang terukur oleh alat (Jechow et al., 2017). Pengukuran SQM sering digunakan di beberapa penelitian untuk mendeteksi berbagai fenomena seperti *Zodiacal light* (Setyanto et al., 2021), deteksi level dan monitoring polusi cahaya (Faid et al., 2016; Podor & Huszar, 2022), dan perubahan kecerahan langit malam (Bará et al., 2019). SQM yang berjalan terus menerus digunakan untuk memantau perkembangan kecerahan langit pada satu fenomena tertentu misalnya gerhana matahari total (Asmoro et al., 2016) dan *solar minimum event* (Alarcon et al., 2021). Ketika berjalannya proses pengukuran SQM secara stasioner, perangkat secara terus menerus melakukan record data dalam interval waktu tertentu. Nilai yang diperoleh belum tentu akan sesuai dengan keadaan normal. Pengukuran SQM secara terus menerus juga memungkinkan pencilan atau anomali terjadi karena sensor akan merekam semua fenomena yang terjadi pada saat pengukuran.

Anomaly detection adalah cabang dari *data mining* yang berfokus pada pencarian kejadian yang jarang dalam dataset, beberapa peneliti berpendapat bahwa mengetahui apa yang menonjol di data cukup sering menjadi hal yang penting dan menarik dibandingkan mempelajari data tersebut secara keseluruhan. Hal ini bertujuan untuk menunjukkan kegiatan mencurigakan seperti menemukan kejadian yang jarang terjadi seperti efek samping dalam domain medis untuk keperluan diagnosis. Untuk menemukan *outlier* dan anomali dalam data multidimensi yang tidak terstruktur, banyak pendekatan telah dikembangkan dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini dikarenakan pentingnya tugas pendeteksian anomali pada data, deteksi ini memiliki dampak yang tinggi dalam berbagai bidang (Akoglu et al., 2014a). Deteksi anomali dalam time-series adalah area yang banyak diteliti, dimulai sejak (Fox, 1972). Beberapa teknik, seperti metode berbasis klasifikasi, adalah *supervised* atau *semi-supervised*. Meskipun data berlabel dapat digunakan untuk meningkatkan hasil, teknik *supervised* biasanya

Zulfikar Ali Yunara Putra, 2023

DETEKSI ANOMALI REALTIME MENGGUNAKAN PROBABILISTIC EXPONENTIAL WEIGHTED MOVING AVERAGE PADA DATA STREAM DENGAN APACHE KAFKA STUDI KASUS: ANALISIS POLUSI CAHAYA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

tidak cocok untuk deteksi anomali (Goernitz et al., 2013). Dalam kasus polusi cahaya adanya anomali dari nilai rata-rata tingkat kegelapan langit malam di suatu lokasi dapat berasal dari sumber alamiah maupun buatan. Dari sumber alamiah, kondisi langit malam yang seharusnya gelap namun justru tampak terang, dapat diakibatkan oleh fase bulan yang bertambah besar sejak konjungsi. Pengaruh maksimum dari fase bulan terhadap tingkat kegelapan langit malam terjadi saat Bulan mencapai fase purnama. Sebab alamiah lainnya adalah hadirnya *Milky Way* (galaksi Bima Sakti) di meridian atau adanya fenomena meteor yang sangat terang berupa *fireball* (seterang planet Venus) atau *bolide* (seterang bulan purnama). Sementara, sumber-sumber buatan dapat berasal dari pencahayaan buatan luar-ruangan yang tidak tepat sasaran akibat kesalahan dalam proses instalasinya. Kondisi yang menyimpang dari keadaan gelap rata-rata langit malam di suatu lokasi inilah yang disebut sebagai anomali dan nilainya akan dinyatakan sebagai anomali.

Contoh aplikasi deteksi anomali mencakup deteksi intrusi jaringan atau kegagalan jaringan (Ding et al., 2012; Idé & Kashima, 2004; Sun et al., 2008), penipuan kartu kredit (Bolton & Hand, 2001), penipuan kartu telepon dan telekomunikasi (Cortes et al., 2002; Taniguchi et al., 1998), penipuan asuransi mobil (Phua et al., 2004), kesalahan klaim asuransi kesehatan (Kumar et al., 2010), inefisiensi akuntansi (McGlohon et al., 2009), spam email dan web (Castillo et al., 2007), penipuan opini dan ulasan (Ott et al., 2012), penipuan lelang (Pandit et al., 2007), penggelapan pajak (Abe et al., 2010; Wu et al., 2012), pemantauan aktivitas pelanggan dan profil pengguna (Fawcett & Provost, 1999, 1996), penipuan klik (Kshetri, 2010), penipuan sekuritas (Neville et al., 2005), pengiriman barang berbahaya (Das & Schneider, 2007; Eberle & Holder, 2007), deteksi malware/spyware (Invernizzi et al., 2012; Ma et al., 2009; Provos et al., 2007), iklan palsu (Lee et al., 2010), pemantauan pusat data (L. Li et al., 2011), ancaman dari dalam (Eberle & Holder, 2009), pengawasan gambar/video (Damnjanovic et al., 2008; Krausz & Herpers, 2010), dan banyak lagi. Pencitraan medis untuk mendeteksi anomali menggunakan Jaringan Adversarial Generatif yang digunakan untuk mengamati status penyakit dan respons pengobatan dan penelitian mengandung *retinal fluid* atau *hyperreflective foci* (Schlegl et al.,

Zulfikar Ali Yunara Putra, 2023

DETEKSI ANOMALI REALTIME MENGGUNAKAN PROBABILISTIC EXPONENTIAL WEIGHTED MOVING AVERAGE PADA DATA STREAM DENGAN APACHE KAFKA STUDI KASUS: ANALISIS POLUSI CAHAYA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

2017a). Anomali dapat menandakan perubahan negatif dalam sistem, seperti fluktuasi frekuensi rotasi turbin pada mesin jet, yang mungkin mengindikasikan kegagalan yang akan segera terjadi. Anomali juga dapat bersifat positif, seperti jumlah klik web yang sangat tinggi pada halaman produk baru, yang menyiratkan permintaan yang lebih kuat dari biasanya. Apa pun itu, anomali dalam data mengidentifikasi perilaku abnormal dengan informasi yang berpotensi berguna (Ahmad et al., 2017a).

Permintaan anomaly detection yang diproses dari data streaming secara real time meningkat pesat. Hal ini dikarenakan meningkatnya ketersediaan data time series yang streaming, salah satunya data yang disediakan dari sensor yang terus menerus mengirimkan data baru. Salah satu kemampuan yang paling penting dari model ini adalah model yang dibuat secara *unsupervised* dapat mendeteksi data yang mencurigakan secara *real time*. Hal ini juga merupakan tantangan yang mana batasan aplikasi yang dikembangkan mengharuskan data diproses secara *real time* bukan dalam bentuk *batch*. Data stream yang masuk secara inheren mengandung *concept drift*, yang mana mendukung algoritma yang digunakan untuk belajar secara terus menerus (Ahmad et al., 2017a). Dalam banyak kasus data *streaming*, anomali pada data memberikan informasi yang signifikan dan penting misalnya sebagai pencegahan aksi penipuan, pendeteksian kesalahan pada mesin, monitoring dalam berbagai hal seperti *finance*, IT, security, dll. Tetapi di sisi lain penanganan hal ini merupakan hal yang rumit, dikarenakan sistem pendeteksi yang dibuat harus memproses data secara *real time*, belajar dan secara bersamaan membuat prediksi (Ahmad & Purdy, 2016).

Aplikasi streaming melibatkan menganalisa sekuens kontinu dari data yang ada secara real time. Sistem mengamati setiap rekaman data secara berurutan saat mereka tiba dan setiap pemrosesan harus dilakukan secara online. Biarkan vektor x_t mewakili keadaan sistem waktu nyata pada waktu t . Model menerima aliran input yang terus menerus: $\dots, x_{t-2}, x_{t-1}, x_t, x_{t+1}, x_{t+2}, \dots$ (Ahmad et al., 2017a). *Stream computing* menjadi paradigma yang semakin populer karena memungkinkan analisis data yang menjanjikan secara real-time (Le Noac'h et al., 2017). Apache Kafka adalah sistem pesan produser/konsumen yang dirancang

untuk mengatasi masalah ini. Sistem ini sering digambarkan sebagai “*distributed commit log*” atau yang lebih baru sebagai “*distributing streaming platform*”. Sistem berkas atau *database commit log* dirancang untuk menyediakan catatan yang tahan lama dari semua transaksi sehingga dapat diputar ulang untuk membangun keadaan sistem secara konsisten. Demikian pula, data dalam Kafka disimpan secara tahan lama, teratur, dan dapat dibaca secara deterministik. Selain itu, data dapat didistribusikan di dalam sistem untuk memberikan perlindungan tambahan terhadap kegagalan, serta peluang yang signifikan untuk meningkatkan kinerja (Narkhede et al., 2017a). Apache Kafka menyediakan layanan log yang didasarkan pada distribusi, partisi dan replikasi, juga cocok untuk konsumsi pesan secara online maupun offline. Kafka mencakup broker, topik, produsen dan konsumen. Broker adalah sebuah kluster Kafka yang melibatkan satu atau lebih server. Topik dalam Kafka adalah kategori yang menyimpan pesan dan bahkan mempublikasikan pesan-pesan tersebut. Kafka juga menyimpan log partisi untuk pesan, setiap pesan dalam partisi ini diidentifikasi dengan id unik yang disebut sebagai offset. Topik juga dapat berisi beberapa log partisi yang berisi pesan yang direplikasi di sejumlah server. Server-server ini bersama-sama membentuk broker yaitu cluster Kafka (D’silva et al., 2017). Kelebihan kafka antara lain adalah kafka dapat memiliki banyak konsumen, memiliki banyak produsen, *disk based retention*, *scalable* (skalabilitas yang fleksibel membuatnya mudah untuk menangani sejumlah data), dan *high performance* (produsen, konsumen, dan broker dapat ditingkatkan untuk menangani aliran pesan yang sangat besar dengan mudah) (Narkhede et al., 2017a). Studi mengenai deteksi anomali secara streaming dan real time sudah sangat banyak dilakukan pada kasus seperti transaksi perbankan hingga keamanan sistem jaringan. Namun, belum ada studi yang menerapkan metode ini untuk diterapkan pada pengukuran kecerahan langit malam.

Observatorium Timau, berlokasi strategis di Kupang, Nusa Tenggara Timur, Indonesia, berdiri sebagai mercusuar pengamatan astronomi di wilayah tersebut. Ini menyediakan platform yang tak ternilai untuk menangkap berbagai fenomena langit. Lokasi geografis utama ini, ditambah dengan fasilitas teknologi canggih, memungkinkannya mengumpulkan berbagai data pengamatan

Zulfikar Ali Yunara Putra, 2023

DETEKSI ANOMALI REALTIME MENGGUNAKAN PROBABILISTIC EXPONENTIAL WEIGHTED MOVING AVERAGE PADA DATA STREAM DENGAN APACHE KAFKA STUDI KASUS: ANALISIS POLUSI CAHAYA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

(Priyatikanto et al., 2022). Observatorium ini dilengkapi dengan Sky Quality Meter (SQM), sebuah alat yang dirancang khusus untuk memantau kecerahan langit malam. SQM mengukur pencahayaan ini secara berkala, menangkap dan menyimpan data ini untuk analisis lebih lanjut. Dengan demikian, ia bertindak sebagai sensor kecerahan langit yang konstan, menangkap perubahan halus dan tidak terlalu halus dalam pencahayaan langit malam. Pembuatan data terus-menerus dari SQM ini memberikan tampilan langsung dan dinamis dari kualitas langit dan membuka jalan untuk analisis fenomena langit secara real-time (Hänel et al., 2018).

Mengingat sifat berkelanjutan dari aliran data ini, membedakan anomali semacam itu menghadirkan tantangan komputasi yang tangguh. Ini memerlukan algoritma canggih yang dapat menangani pemrosesan data volume tinggi, analisis deret waktu, dan deteksi peristiwa waktu nyata (Zhu & Shasha, 2002). Fokus dari tugas ini adalah pada aspek ilmu komputer yang lebih rumit, di mana algoritma khusus digunakan untuk pemrosesan data yang efisien dan analisis waktu nyata (Sakurada & Yairi, 2014). Ada kebutuhan mendesak untuk sistem komputasi dan algoritma yang dapat mengelola tugas-tugas tersebut, memastikan bahwa wawasan yang bermakna diekstraksi dari aliran data yang luas dan berkelanjutan (Cuzzocrea et al., 2011). Munculnya Apache Kafka, platform streaming acara terdistribusi, telah merevolusi lanskap pemrosesan data secara signifikan. Kafka dirancang khusus untuk menangani dan memproses data volume tinggi secara real-time. Arsitekturnya mendukung model terbitkan-berlangganan, memungkinkannya menangkap, menyimpan, dan memproses aliran data dengan cara yang kuat, toleran terhadap kesalahan, dan tahan lama. Kemampuannya untuk menangani petabyte data secara real-time membuatnya menjadi alat yang ampuh untuk analitik real-time (Kreps et al., 2011). Fitur Kafka melampaui sekadar streaming data. Ini memberikan kemampuan untuk saluran data real-time dan aplikasi streaming. Ini memungkinkan transformasi dan reaksi terhadap aliran data saat terjadi. Kemampuan respons waktu nyata ini merupakan komponen penting dalam situasi seperti deteksi anomali dalam data pengamatan, di mana deteksi dan tindakan tepat waktu sangat penting (Narkhede et al., 2017b).

Dalam kasus khusus menganalisis data pengamatan untuk fenomena hujan meteor, Kafka terbukti menjadi platform yang ideal. Kemampuannya untuk memproses dan menganalisis aliran data saat tiba membuatnya cocok untuk skenario di mana analisis langsung dari data yang masuk diperlukan. Selain itu, skalabilitas Kafka memungkinkannya mengakomodasi peningkatan kecepatan data, memastikan bahwa sistem tetap efektif bahkan saat volume data bertambah. Desainnya selaras dengan kebutuhan aplikasi intensif data modern, menandainya sebagai komponen mendasar dalam ekosistem yang lebih luas dari analisis data real-time (Stopford, 2018). Algoritma Probabilistic Exponential Weighted Moving Average (PEWMA) diperkenalkan untuk mendukung proses deteksi anomali. PEWMA, varian dari Exponential Moving Average (EMA) tradisional, mengandung unsur ketidakpastian. Ini membuatnya lebih mudah beradaptasi dengan perubahan mendadak dalam kumpulan data dan meningkatkan kemampuannya untuk mengidentifikasi anomali (Odoh, 2022). Tidak seperti model deterministik, penyertaan elemen probabilistik dalam PEWMA memberikan model yang lebih fleksibel yang dapat menyesuaikan dengan fluktuasi aliran data yang cepat. Ini memperkenalkan tingkat ketahanan tambahan, terutama bermanfaat di lingkungan dengan volatilitas data yang tinggi seperti astronomi (Odoh, 2022). Kekuatan PEWMA terletak pada fokusnya pada data yang lebih baru, yang memungkinkannya merespons perubahan mendadak dengan cepat. Aspek ini sangat penting ketika berhadapan dengan aliran data real-time, di mana titik data baru terus muncul, dan sistem harus dapat beradaptasi dengan cepat untuk mendeteksi potensi anomali (Gama et al., 2014). Memasukkan PEWMA ke dalam Apache Kafka, sistem streaming data *throughput* tinggi, menghadirkan pendekatan inovatif untuk deteksi anomali waktu nyata. Pengaturan ini memungkinkan pemrosesan data masuk secara real-time dan menerapkan PEWMA untuk deteksi cepat anomali. Penggabungan pemrosesan data berkecepatan tinggi dan analisis statistik yang kuat ini merupakan langkah perintis dalam bidang pemrosesan data real-time (Fan & Bifet, 2013).

Bagi Indonesia, khususnya, penelitian ini dapat memiliki nilai yang besar. Karena letak geografisnya yang unik dan dilengkapi dengan fasilitas pengamatan canggih seperti Observatorium Timau, Indonesia menghasilkan banyak sekali data

Zulfikar Ali Yunara Putra, 2023

DETEKSI ANOMALI REALTIME MENGGUNAKAN PROBABILISTIC EXPONENTIAL WEIGHTED MOVING AVERAGE PADA DATA STREAM DENGAN APACHE KAFKA STUDI KASUS: ANALISIS POLUSI CAHAYA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

pengamatan (Mumpuni et al., 2018). Menerapkan teknik pemrosesan data *streaming* secara *real time* yang dilakukan dalam penelitian ini dapat berkontribusi dalam penelitian yang dilakukan oleh para peneliti astronomi yang melakukan riset di Observatorium Timau. Singkatnya, penelitian ini mengeksplorasi integrasi Apache Kafka dan PEWMA untuk deteksi anomali waktu nyata, dengan fokus pada deteksi fenomena yang mempengaruhi kecerahan langit malam dari data SQM waktu nyata di Observatorium Timau. Dengan menjembatani ilmu komputer, pemrosesan data, analisis statistik, dan astronomi, penelitian ini memberikan eksplorasi komprehensif potensi pendekatan gabungan ini. Wawasan dari penelitian ini akan secara signifikan meningkatkan pemahaman kita tentang pemrosesan data waktu nyata dan deteksi anomali, berkontribusi pada bidang ilmu komputer yang lebih luas.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang menjadi fokus pada pembahasan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana model komputasi algoritma Probabilistic Exponential Weighted Moving Average untuk melakukan deteksi anomali pada data sky quality meter secara streaming?
2. Bagaimana implementasi algoritma Probabilistic Exponential Weighted Moving Average dalam melakukan deteksi anomali pada data sky quality meter secara streaming?
3. Bagaimana hasil deteksi algoritma Probabilistic Exponential Weighted Moving Average dalam melakukan deteksi anomali pada data sky quality meter secara streaming?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, terdapat beberapa tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang model komputasi algoritma probabilistic Exponential Weighted Moving Average untuk deteksi anomali pada data sky quality meter secara streaming.

2. Mengimplementasikan model komputasi algoritma Probabilistic Exponential Weighted Moving Average pada proses deteksi anomali pada data sky quality meter secara streaming.
3. Melakukan eksperimen dan analisis terkait keakuratan hasil dalam melakukan deteksi anomali pada data sky quality meter secara streaming menggunakan model komputasi algoritma Probabilistic Exponential Weighted Moving Average.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian dalam penelitian ini adalah:

1. Memperoleh model komputasi algoritma probabilistic Exponential Weighted Moving Average untuk deteksi anomali pada data sky quality meter secara streaming.
2. Memperoleh hasil deteksi anomali pada data sky quality meter secara streaming untuk wilayah observatorium Timau.
3. Mengefektifkan dan mengefisienkan hasil simulasi untuk melakukan simulasi deteksi anomali pada data sky quality meter secara streaming.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah sangat diperlukan agar pembahasan tidak terlalu luas. Karena studi kasus yang diteliti begitu luas maka penelitian ini menggunakan batasan sebagai berikut:

1. Data yang diteliti adalah data hasil sensor Sky Quality Meter.
2. Penelitian ini hanya melakukan simulasi deteksi anomali pada data sky quality meter secara streaming.
3. Data yang diteliti adalah data SQM di wilayah Observatorium Timau NTT.
4. Penentuan nilai threshold untuk anomali masih ditentukan secara manual.
5. Penerapan Real Time Streaming pada penelitian ini berupa simulasi menggunakan data historis.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada dokumen skripsi ini terdapat sistematika yang digunakan sebagai pedoman penulisan. Sistematika tersebut dibagi menjadi lima bab, yaitu:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi mengenai penjelasan latar belakang permasalahan penelitian ini. Pada Bab ini juga dijelaskan mengenai rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dalam penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

2. BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini berisi mengenai penjelasan teori-teori yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan penelitian ini. Adapun teori yang digunakan yaitu teori Astronomi, *Data Stream*, Deteksi Anomali dan Algoritma PEWMA.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi metode dan langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian. Pada bab ini juga menjelaskan mengenai instrumen yang digunakan, tahapan pengumpulan data yang dilakukan, hingga langkah-langkah analisis data yang dijalankan.

4. BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai proses dari setiap tahap penelitian. proses tersebut meliputi pengumpulan data, rancangan model komputasi, pengembangan perangkat lunak, rancangan skenario eksperimen dan pembahasan hasil penelitian.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi mengenai kesimpulan yang dibuat berdasarkan hasil penelitian. Kemudian terdapat beberapa saran yang dapat digunakan di dalam penelitian selanjutnya.