

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Astronomi adalah cabang ilmu yang mempelajari benda langit diluar atmosfer bumi, seperti bintang, bulan, planet, asteroid, dan meteor serta fenomena alam yang terjadi di luar atmosfer bumi, seperti radiasi sinar kosmik, gelombang gravitasi, *quasar*, dan lain-lain (Handhita dkk., 2016). Benda dan fenomena yang terjadi di luar atmosfer dapat diamati, dipelajari, dan diteliti lebih jauh dengan mempelajari dan mengamati langit malam (Bustari dkk., 2019). Namun semakin pesat perkembangan teknologi dan pertumbuhan penduduk di suatu wilayah, mengakibatkan penurunan kualitas langit malam akibat polusi cahaya.

Polusi cahaya menurut *International Dark-Sky Association* adalah penggunaan cahaya buatan yang tidak tepat atau berlebihan yang menimbulkan ketidaknyamanan bagi lingkungan sekitar. Seperti cahaya yang terlalu terang karena lampu jalan, iklan, dan lampu kendaraan dapat mengganggu pengelihatn pengemudi di jalan raya yang dapat meningkatkan resiko kecelakaan. Pada umumnya polusi cahaya disebabkan oleh desain pencahayaan yang buruk sehingga cahaya yang seharusnya terarah pada suatu titik menjadi menyebar, terbangun sia-sia dan mengarah ke langit. Cahaya yang mengarah ke langit akan dipantulkan dari atmosfer oleh partikel seperti debu dan aerosol (Duriscoe dkk., 2018). Hal ini menyebabkan efek *sky glow* yang membuat langit malam menjadi lebih terang, sehingga objek langit yang redup tidak dapat teramati. Pada studi sebelumnya telah dijelaskan bahwa kecerahan langit malam adalah indikator lingkungan utama polusi cahaya dalam skala besar. Semakin rendah polusi cahaya maka semakin baik pula kualitas langit malam (Admiranto dkk., 2019).

Seiring berkembangnya suatu wilayah, polusi cahaya juga semakin meningkat, terutama di wilayah perkotaan. Revolusi industri dan bertambahnya jumlah penduduk meningkatkan jumlah penggunaan cahaya buatan sebagai penerangan luar ruangan yang menyebabkan peningkatan kecerlangan langit malam dan menghasilkan polusi cahaya (Prastyo & Herdiwijaya, 2018). Pada tahun 2015 *California Energy*

Commision atau Komisi Energi California menyatakan bahwa 4,054 juta mega watt hours (mwh) listrik sekitar 6%-nya digunakan sebagai pencahayaan luar ruangan dan diperkirakan sekitar 30% dari pencahayaan luar ruangan tersebut merupakan sumber dari polusi cahaya (Gallaway dkk., 2010).

Menurut *International Dark Sky* terdapat 4 komponen penyebab polusi cahaya yang pertama yaitu *glare* yang merupakan cahaya buatan yang menyilaukan. Selanjutnya, *sky glow* merupakan suatu penampakan cahaya di atas langit perkotaan dikarenakan penggunaan cahaya buatan. Kemudian, *light trespass* yaitu suatu cahaya luar yang tidak diinginkan masuk kedalam ruangan sehingga mengganggu individu yang ada dalam ruangan. Terakhir adalah *clutter*, suatu cahaya yang menyebabkan gangguan penglihatan. Dari empat komponen penyebab polusi cahaya, *sky glow* adalah penyebab utama penurunan kualitas langit malam di sekitar observatorium (Prastyo & Herdiwijaya, 2018).

Observatorium memiliki peranan penting dalam perkembangan riset dan kajian di bidang astronomi (Butar-Butar, 2016). Indonesia telah memiliki dua observatorium penelitian utama yaitu observatorium Bosscha dan Observatorium Astronomi ITERA (IAO), dan satu lagi yang akan beroperasi pada tahun 2024 yaitu Observatorium Nasional Timau. Berdasarkan lokasinya ketiga observatorium tersebut merupakan observatorium *ground-based* yang membutuhkan lokasi dengan intensitas polusi cahaya paling sedikit. Intensitas polusi cahaya berkaitan erat dengan kecerlangan langit malam yang merupakan faktor utama dalam pengamatan astronomi. Nilai kecerlangan langit malam menggambarkan kondisi suatu langit malam. Ketika nilai kecerlangan langit malam besar maka langit semakin gelap yang menunjukkan tingkat polusi cahayanya rendah, namun ketika nilai kecerlangan langit malam kecil maka langit semakin terang yang artinya tingkat polusi cahayanya semakin tinggi (Admiranto dkk., 2019).

Ketiga observatorium penelitian utama di Indonesia, Observatorium Bosscha merupakan satu-satunya observatorium terbesar di Indonesia dan telah beroperasi lebih dari 90 tahun. Saat ini kondisi Observatorium Bosscha telah dinyatakan tidak ideal lagi untuk pengamatan astronomi, karena tidak banyak malam cerah dalam setahun (Mumpuni dkk., 2017). Sejak akhir tahun 1980,

kondisi langit malam di Observatorium Bosscha telah mengalami penurunan kualitas langit malam. Bertambahnya populasi penduduk dan perkembangan kota-kota seperti bertambahnya infrastruktur perkotaan di sekitar observatorium seperti Kota Lembang dan Kota Bandung menjadi penyebab penurunan kualitas langit malam di Observatorium Bosscha (Prastyo & Herdiwijaya, 2018). Selain Observatorium Bosscha beberapa penurunan kualitas langit malam juga terjadi pada observatorium lain seperti Planetarium dan Observatorium DKI Jakarta, serta observatorium-observatorium kecil di Indonesia (Bustari dkk., 2019).

Prastyo & Herdiwijaya (2019) menganalisis dinamika polusi cahaya di sekitar Observatorium Bosscha dan membandingkannya dengan Observatorium Nasional Timau dengan menggunakan data satelit *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite Day Night Band* (VIIRS-DNB) dari tahun 2013 – 2017 pada radius 20 KM dari Observatorium Bosscha dan 90 KM dari Observatorium Nasional Timau dengan memanfaatkan *machine learning*. Untuk Observatorium Bosscha diolah menggunakan metode *unsupervised classification* dengan algoritmanya berupa K-Means yaitu pengelompokan yang didasarkan pada jarak terdekat piksel-piksel sampel terhadap titik-titik pusat gugus atau kelas. Guna menyesuaikan range *light pollution* dari Observatorium Bosscha namun hasilnya tetap akurat sesuai dengan kondisi faktual maka dipilihlah metode *supervised classification* dengan algoritmanya *minimum distance* untuk mengolah data Observatorium Nasional Timau. Algoritma *minimum distance* memiliki cara kerja yang sama dengan algoritma *K-Means* yaitu mengelompokan berdasarkan jarak terdekat piksel-piksel sampel ke titik pusat kelas (Prastyo & Herdiwijaya, 2019).

Dengan menggunakan *unsupervised dan supervised classification* disimpulkan bahwa rata-rata perubahan luas polusi cahaya untuk kategori tinggi akan terus meningkat seiring dengan perkembangan kawasan perkotaan di selatan dan utara Observatorium Bosscha yang mengarah ke Kota Bandung. Sehingga, langit malam pada azimuth 90-270 derajat di Observatorium Bosscha relatif sudah tidak ideal untuk tempat pengamatan objek-objek astronomi. Dan untuk Observatorium Nasional Timau masih relatif ideal sebagai lokasi observatorium namun perlu diwaspadai khususnya untuk perkembangan wilayah

selatan. Hal ini dikarenakan perkembangan wilayah selatan Observatorium Nasional Timau diprediksi akan semakin berkembang dengan adanya pembukaan akses jalan. Jika perkembangan wilayah selatan tidak terkendali maka polusi cahaya di bagian wilayah selatan Observatorium Nasional Timau akan meningkat secara signifikan (Prastyo & Herdiwijaya, 2019).

Selain peneliti Indonesia yang meneliti peningkatan polusi cahaya di sekitar observatorium, ada juga peneliti asal Italia, Chile, dan Spanyol yang meneliti perubahan polusi cahaya di sekitar observatorium besar dan profesional yang semuanya memiliki teleskop dengan bukaan lebih dari 3 m. Seperti Observatorium La Silla, Observatorium Mauna Kea, dan lain-lain. Dengan menggunakan model Garstang-Cinzano yang diterapkan pada data radiance dari satelit VIIRS-DNB, didapatkan hasil bahwa dua pertiga dari semua observatorium besar telah melampaui 10 persen peningkatan kritis dalam pancaran di atas tingkat alami yang diasumsikan (Falchi dkk., 2023).

Penelitian mengenai polusi cahaya juga dapat digunakan untuk menganalisis perubahan ekonomi di suatu perkotaan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data *night time light* dari VIIRS-DNB yang diolah dengan metode dekomposisi berupa *season and trend decomposition using loess* di Kota Puerto Rico setelah dan sebelum adanya Badai Irma dan Mia. Penelitian ini berhasil menangkap variasi musiman dan penurunan kecerahan yang signifikan setelah terjadi badai, yang mengindikasikan bahwa terjadi kerusakan kota dan penurunan ekonomi (Zhao dkk., 2020).

Dengan memanfaatkan data yang diperoleh dari satelit VIIRS-DNB, serta menerapkan metode yang sama yang digunakan oleh Zhao dkk., (2020) dalam penelitiannya mengenai perubahan ekonomi di Puerto Rico yaitu *season and trend decomposition using loess* (STL). Peneliti ingin menganalisis *trend* dan pola musiman polusi cahaya di sekitar observatorium–observatorium besar di dunia yang berkelas internasional dan memiliki teleskop optik. Observatorium tersebut adalah Observatorium Bosscha yang terletak di Lembang, Jawa Barat, Indonesia, Observatorium Nasional Timau yang terletak di Nusa Tenggara Timur, Indonesia, Observatorium Siding Spring yang terletak di New South Wales, Australia, *South African Astronomy Observatory* (SAAO) yang terletak di Sutherland, Afrika

Selatan, Observatorium La Silla yang terletak di Chile, Amerika Selatan, Observatorium Arcetri yang terletak di Florence, Italia, Observatorium Lowell yang terletak di Flagstaff, USA, serta Observatorium Mauna Kea yang terletak di Hawaii, USA. Peneliti berharap dengan menggunakan metode ini dapat terpetakan perubahan polusi cahaya di sekitar observatorium-observatorium besar di seluruh dunia. Dengan adanya informasi mengenai *trend* dan pola musiman dari perubahan polusi cahaya dapat digunakan untuk menentukan strategi mitigasi polusi cahaya yang tepat oleh para pemangku kebijakan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana *trend* polusi cahaya di kawasan observatorium-observatorium kelas dunia yang disebutkan dalam penelitian ini?
2. Apa faktor yang mempengaruhi *trend* polusi cahaya di kawasan observatorium-observatorium kelas dunia yang disebutkan dalam penelitian ini?
3. Apakah ada kesamaan *trend* antar observatorium?
4. Bagaimana pola musiman polusi cahaya di kawasan observatorium-observatorium kelas dunia yang disebutkan dalam penelitian ini?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini berdasarkan uraian rumusan masalah sebelumnya adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis *trend* polusi cahaya di kawasan observatorium-observatorium kelas dunia yang disebutkan dalam penelitian ini.
2. Menganalisis faktor yang mempengaruhi perubahan *trend* polusi cahaya di kawasan observatorium-observatorium kelas dunia yang disebutkan dalam penelitian ini.
3. Menganalisis kesamaan *trend* polusi cahaya antar observatorium.
4. Menganalisis pola musiman polusi cahaya di kawasan observatorium-observatorium kelas dunia yang disebutkan dalam penelitian ini.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah dapat memahami secara mendalam mengenai perubahan polusi cahaya di sekitar observatorium di seluruh dunia sehingga dapat dilakukan tindakan pencegahan untuk mengontrol polusi cahaya di sekitar observatorium sehingga kualitas langit malamnya tetap terjaga.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini menggunakan data polusi cahaya dari satelit generasi terbaru VIIRS-DNB yang menyediakan data mulai dari tahun 2013 dan data yang digunakan pada penelitian ini adalah data dari tahun 2013 – 2023. Delapan observatorium terpilih yaitu Observatorium Bosscha, Observatorium Nasional Timau, Observatorium Siding Spring, SAAO, Observatorium La Silla, Observatorium Arcetri, Observatorium Lowell, Observatorium Mauna Kea merupakan sampel observatorium yang memenuhi kriteria observatorium berskala internasional dan memiliki teleskop optik.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini bertujuan untuk menjelaskan bab-bab yang ada dalam skripsi ini secara garis besar. Sistematika penulisan ini terdiri dari 5 bab, yaitu Bab I Pendahuluan, Bab II Tinjauan Pustaka, Bab III Metode Penelitian, Bab IV Hasil dan Pembahasan, Bab V Penutup. Bab I Pendahuluan berisi penjelasan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan batasan masalah serta sistematika penulisan. Bab II Tinjauan Pustaka berisi penjelasan konsep atau teori mengenai polusi cahaya yang meliputi definisi polusi cahaya, penyebab polusi cahaya komponen polusi cahaya, urbanisasi dan polusi cahaya, dampak polusi cahaya dan pencegahan polusi cahaya. Selanjutnya dibahas mengenai kecerlangan langit malam, dan juga dijelaskan pula mengenai apa itu *time series* dan STL serta mengenai observatorium dan VIIRS-DNB. Bab III Metodologi Penelitian berisi penjelasan mengenai metode penelitian yang digunakan, lokasi penelitian, pengambilan data, pengolahan data, analisis data, dan langkah-langkah penelitian. Bab IV Hasil dan Pembahasan, Pada bab ini menyajikan temuan yang diperoleh dari penelitian dan penjelasan mengenai analisis dari temuan yang diperoleh yang mencakup *trend* dan pola musiman polusi cahaya di

sekitar observatorium yang diteliti, perbedaan dan kesamaan *trend* polusi cahaya di setiap observatorium. Bab V Penutup, berisi kesimpulan yang didapatkan dari penelitian, implikasi dari penelitian, dan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya guna mengembangkan penelitian.