

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kota memainkan peran penting dalam pembangunan sosial dan ekonomi sebuah negara. Kota-kota yang efisien dan produktif secara dinamis sangat penting untuk pertumbuhan ekonomi nasional, dan kota-kota yang kuat sangat penting untuk menghasilkan sumber daya yang dibutuhkan untuk investasi publik dan swasta dalam infrastruktur, pendidikan dan kesehatan, peningkatan taraf kehidupan, dan pengentasan kemiskinan (Johnson, 2008). Perhatian tentang keberlanjutan kota menjadi konsep yang menarik bagi seluruh kalangan karena urbanisasi manusia yang bergerak cepat dan masif. Inisiasi pembangunan berkelanjutan diharapkan menjadi pedoman pembangunan kota sebagai tempat mewedahi fenomena urbanisasi yang semakin meningkat. Fenomena urbanisasi menjadi faktor penting dalam aspek pembangunan yang berkelanjutan.

Pembangunan berkelanjutan adalah istilah luas yang secara umum dianggap mencakup masalah ekonomi, kesetaraan, dan lingkungan (Andersson, 2006). Keberlanjutan terkhusus untuk aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan adalah salah satu masalah paling penting yang dihadapi umat manusia saat ini. Sebagai contoh, masalah perubahan iklim atau mobilitas sosial, solusi dari masalah tersebut masih banyak yang bersifat jangka panjang, dan tindakan yang diambil sekarang mungkin membutuhkan waktu bertahun-tahun (Riza et al., 2022). Para ekonom telah lama menaruh perhatian pada hubungan antara pembangunan ekonomi, produktivitas, urbanisasi, dan kota. Ukuran kota dan aglomerasi merupakan pendorong utama pertumbuhan ekonomi melalui dampaknya terhadap produktivitas masyarakat. (Frick & Rodríguez-Pose, 2018). Komisi PBB untuk Pembangunan Berkelanjutan telah membuat daftar indikator pembangunan berkelanjutan untuk bidang (sosial, lingkungan, ekonomi, dan kelembagaan). Ini dimaksudkan untuk memberikan pedoman terhadap pembangunan berkelanjutan, baik di tingkat internasional maupun nasional (Bolay, 2012). Beberapa isu yang dipaparkan oleh PBB

menggarisbawahi masalah kota berkelanjutan yang dikaitkan dengan polusi cahaya (Riza et al., 2022).

Polusi cahaya merupakan akibat dari kebutuhan akan pencahayaan yang meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi. Bahkan ketika pencahayaan alami tidak ada, pencahayaan buatan sangat membantu untuk mengerjakan lebih banyak pekerjaan yang harus dilakukan di malam hari. Efek dari hal tersebut akan dirasakan secara luas dan berdampak dalam beberapa aspek (Riza et al., 2022). Pencahayaan tidak alami di malam hari jika digunakan tidak tepat dan berlebihan akan menyebabkan polusi cahaya dan berbagai masalah (Rodrigo-Comino et al., 2021). (Hu et al., 2018) mendefinisikan polusi cahaya sebagai kecerahan langit malam 10% di atas tingkat alami pada ketinggian 45 derajat. Selain efek lingkungan, data polusi cahaya telah digunakan untuk menganalisis aspek lain, seperti ekonomi, keselamatan, kesehatan, kriminalitas, dan perkotaan (Riza et al., 2022). Menurut Xiang & Tan (2017), munculnya lahan ekonomi baru, seperti pengadaan transportasi kereta memberikan kenaikan polusi cahaya yang terjadi di China. Peningkatan area terbangun berkorelasi positif dengan peningkatan polusi cahaya; peningkatan area terbangun yang relatif kecil dapat menghasilkan peningkatan polusi cahaya yang signifikan. Selain itu, urbanisasi dalam skala besar ber kondisi infrastruktur perkotaan seperti permukiman dan gedung-gedung.

Pertumbuhan ekonomi adalah salah satu indikator keberhasilan pelaksanaan pembangunan yang dapat digunakan sebagai tolak ukur secara makro. Diharapkan pertumbuhan ekonomi juga akan diuntungkan oleh pembangunan daerah. Perubahan PDRB di suatu daerah dapat menunjukkan pertumbuhan ekonomi daerah (Dama et al., 2016). Tingkat pertambahan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) adalah alat yang dapat digunakan untuk menunjukkan pertumbuhan ekonomi suatu daerah. Karena itu, tingkat perkembangan PDRB per kapita yang dicapai masyarakat sering digunakan sebagai ukuran seberapa baik daerah mencapai tujuan pembangunan ekonomi (Prishardoyo, 2008). Tingkat pengangguran di tingkat regional dapat memberikan gambaran tentang kekuatan ekonomi suatu wilayah. Tingkat pengangguran yang rendah dapat mengindikasikan ekonomi regional yang kuat dengan banyak peluang kerja, sementara tingkat

pengangguran yang tinggi dapat mengindikasikan tantangan ekonomi. Perubahan tingkat pengangguran regional dari waktu ke waktu juga dapat mengindikasikan arah pergerakan ekonomi suatu wilayah (Faggian et al., 2019).

Pertumbuhan ekonomi regional juga sering dikaitkan dengan peningkatan Indeks Pembangunan Manusia. Ketika daerah berkembang secara ekonomi, investasi di bidang kesehatan, pendidikan, dan standar hidup biasanya meningkat, yang mengarah pada peningkatan IPM. Sebaliknya, daerah dengan nilai IPM yang tinggi dapat menarik lebih banyak investasi dan kegiatan ekonomi, yang selanjutnya mendorong pertumbuhan ekonomi (Sagar & Najam, 1998). Terdapat beberapa studi mengenai dampak upah minimum terhadap pertumbuhan ekonomi. Beberapa studi menemukan bahwa upah minimum yang lebih tinggi dapat meningkatkan belanja konsumen dan pertumbuhan ekonomi di tingkat regional (Aaronson et al., 2012). Namun, penelitian lain menemukan bahwa kenaikan upah minimum dapat menyebabkan hilangnya pekerjaan, terutama di industri yang membutuhkan keahlian rendah, yang berpotensi memperlambat pertumbuhan ekonomi (Neumark et al., 2014).

Infrastruktur perkotaan mencakup sistem transportasi (jalan, jembatan, angkutan umum), utilitas (sistem air dan pembuangan limbah, jaringan listrik), ruang publik (taman, alun-alun), dan fasilitas lain yang diperlukan agar kota dapat berfungsi secara efektif. Infrastruktur perkotaan memainkan peran penting dalam pembangunan ekonomi, kualitas hidup, dan kelestarian lingkungan (Graham & Marvin, 2002). *Open Street Map* (OSM) menyediakan alat untuk memetakan dan menganalisis infrastruktur perkotaan. Sifat OSM yang *crowdsourced* memungkinkan pemetaan elemen infrastruktur perkotaan yang terperinci dan terkini, termasuk jalan, jembatan, utilitas, dan ruang publik. Data ini dapat digunakan untuk berbagai aplikasi, termasuk perencanaan kota, pembangunan infrastruktur, dan manajemen bencana (Haklay & Weber, 2008). Infrastruktur yang tersedia pada OSM dapat digunakan untuk kalkulasi luas area setiap aspek infrastruktur sebagai perolehan informasi representatif terhadap kemajuan suatu daerah.

Tersedia berbagai sumber data dalam penelitian mengenai polusi cahaya. Salah satu yang digunakan adalah data *remote sensing* atau sering disebut *Artificial Light At Night* (ALAN) yang diperoleh dari satelit *Defense Meteorological Program Operational Line-Scan System* (DMSP-OLS) dan *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite Day Night Band* (VIIRS DNB). Baik instrumen DMSP-OLS maupun VIIRS DNB dapat digunakan untuk mengumpulkan data cahaya malam hari karena keduanya memiliki kemampuan pencitraan cahaya rendah. Namun, VIIRS jauh lebih baik daripada OLS dalam hal resolusi spasial, rentang dinamis, kuantisasi, kalibrasi, dan ketersediaan pita spektral yang tepat untuk membedakan sumber emisi cahaya termal (Elvidge et al., 2013). *Earth Observation Group* (EOG) yang tergabung di organisasi *National Oceanic and Atmospheric Administration/National Centers of Environmental Information* (NOAA/NCEI) menyediakan data komposit bulanan VIIRS DNB yang bisa digunakan untuk mengevaluasi faktor demografi dan sosio-ekonomi seperti produk domestik bruto (PDB), kepadatan penduduk, konsumsi energi, dan pendeteksian pusat kota secara keseluruhan hingga tingkat piksel (Ye et al., 2021).

Dinamika kecerahan langit malam disebabkan oleh beberapa aspek seperti infrastruktur perkotaan dan perkembangan ekonomi. Infrastruktur perkotaan berubah akibat dari fenomena urbanisasi. Pola penataan kota secara dinamis menyesuaikan dengan kepadatan populasi yang meningkat seiring waktu. Perkembangan gedung perkotaan menghasilkan lebih banyak lampu di malam hari untuk mendukung aktivitas manusia di malam hari. Hal ini juga didukung oleh proses industrialisasi yang menyebabkan kenaikan populasi di wilayah perkotaan. Perkembangan ekonomi secara paralel juga berubah akibat dari aktivasi kegiatan ekonomi pada malam hari. Produktivitas manusia pada malam hari didukung oleh cahaya yang tersedia. Hal tersebut membentuk kebiasaan manusia menggunakan cahaya yang lebih banyak untuk membantu mereka melakukan aktivitas. Terdapat metode untuk mengetahui koefisien dari setiap variabel independen terhadap variabel dependen, yaitu *Multiple Linear Regression* (MLR) adalah teknik statistik yang menggunakan beberapa variabel bebas untuk memprediksi hasil dari sebuah variabel terikat. Tujuan dari MLR adalah untuk memodelkan hubungan linier antara variabel bebas (independen) dan variabel terikat (dependen) (Montgomery et al.,

2021). Koefisien regresi mewakili perubahan yang diharapkan dalam variabel dependen untuk perubahan satu unit dalam variabel independen yang sesuai, dengan menganggap semua variabel lain konstan (Kutner et al., 2005). Hasil dari analisis MLR biasanya mencakup estimasi koefisien regresi, *standard error*, *f-statistic*, dan *p-value* untuk setiap variabel independen.

Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada membangun model komputasi dan implementasi algoritma *multiple linear regression* yang mampu menghasilkan koefisien pengaruh indikator perkembangan ekonomi dan infrastruktur perkotaan terhadap nilai kecerahan langit malam hari pada data VIIRS DNB. Data perkembangan ekonomi yang digunakan diperoleh dari Badan Pusat Statistik beberapa kabupaten/kota di Indonesia. Sedangkan, data *remote sensing* infrastruktur diperoleh dari *Humanitarian Open Street Map Export Tool*. Setelah itu, peneliti melakukan analisis hubungan antara nilai indikator perkembangan ekonomi dan infrastruktur perkotaan terhadap polusi cahaya. Proses mengolah data dalam penelitian ini akan menggunakan bahasa pemrograman Python.

## 1.2 Rumusan Masalah

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

- a) Bagaimana pembentukan dataset polusi cahaya, infrastruktur perkotaan, dan perkembangan ekonomi sebagai data masukan algoritma *multiple linear regression*?
- b) Bagaimana merancang model komputasi algoritma *multiple linear regression* untuk analisis hubungan antara perkembangan ekonomi dan perubahan infrastruktur terhadap nilai polusi cahaya?
- c) Bagaimana implementasi algoritma *multiple linear regression* dalam melakukan simulasi analisis bobot pengaruh perkembangan ekonomi dan perubahan infrastruktur terhadap polusi cahaya?
- d) Bagaimana mengevaluasi hasil implementasi *multiple linear regression* dengan metode optimasi *Ordinary Least Squared* dan *Gradient Descent*?
- e) Bagaimana perolehan koefisien setiap variabel yang berhubungan dengan nilai polusi cahaya?

### 1.3 Tujuan Penelitian

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

- a) Pembentukan dataset polusi cahaya, infrastruktur perkotaan, dan perkembangan ekonomi
- b) Merancang model komputasi algoritma *multiple linear regression* untuk analisis hubungan antara perkembangan ekonomi dan perubahan infrastruktur terhadap nilai polusi cahaya?
- c) Menerapkan algoritma *multiple linear regression* dalam melakukan simulasi analisis bobot pengaruh perkembangan ekonomi dan perubahan infrastruktur terhadap polusi cahaya?
- d) Melakukan eksperimen dan analisis terkait keakuratan hasil implementasi *multiple linear regression* dengan metode optimasi *Ordinary Least Squared* dan *Gradient Descent*
- e) Mengetahui perolehan koefisien setiap variabel yang berhubungan dengan nilai polusi cahaya menggunakan algoritma *multiple linear regression*

### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian dalam penelitian ini adalah:

- a) Memperoleh hasil dari pembentukan dataset polusi cahaya, infrastruktur perkotaan, dan perkembangan ekonomi
- b) Memperoleh model komputasi algoritma *multiple linear regression* untuk analisis hubungan antara perkembangan ekonomi dan perubahan infrastruktur terhadap nilai polusi cahaya
- c) Memperoleh alternatif lain dari simulasi analisis bobot pengaruh perkembangan ekonomi dan perubahan infrastruktur terhadap polusi cahaya.
- d) Mengefektifkan dan mengefisienkan hasil simulasi analisis yang akurat untuk melakukan analisis hubungan antara perkembangan ekonomi dan perubahan infrastruktur terhadap nilai polusi cahaya.
- e) Memperoleh koefisien setiap variabel yang berhubungan dengan nilai polusi cahaya menggunakan algoritma *multiple linear regression*.

## 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:

- a) Data yang digunakan pada penelitian ini berasal dari *Earth Observation Group* (EOG), Badan Pusat Statistik (BPS), dan *Humanitarian Open Street Map* (HOTOSM).
- b) Data yang diteliti adalah data *global low-light imaging Visible Infrared Imaging Radiometer Suite* (VIIRS) Day/Night Band (DNB), *Open Street Map* (OSM), dan Indikator Perkembangan Ekonomi.
- c) Wilayah yang akan diteliti adalah 36 Kota/Kabupaten yang merupakan ibukota provinsi di pulau Jawa dan beberapa kota dengan kepadatan populasi tinggi di Indonesia.
- d) Data VIIRS, Indikator Perekonomian, dan OSM yang digunakan adalah data tahun 2022.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Pada bagian sistematika penulisan ini akan diuraikan mengenai penjelasan tiap bab.

### BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang diadakannya penelitian, disusun berdasarkan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai teori yang dipelajari selama melaksanakan penelitian. Teori yang terdapat pada bab ini ialah mengenai Urbanisasi, Astrofisika, *Remote Sensing*, Sistem Informasi Geografis, *Open Street Map*, Perkembangan Ekonomi, Algoritma *Multiple Linear Regression*, Bahasa Pemrograman Python, dan Penelitian Terkait.

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan, dimulai dari desain penelitian, fokus penelitian, kemudian alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian dan yang terakhir adalah metode penelitian.

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjabarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan analisisnya. Semua pertanyaan mengenai masalah yang diangkat dalam tema skripsi dibahas di sini. Yaitu tentang data penelitian, pengembangan model, implementasi sistem, desain eksperimen, serta hasil dan analisa.

### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran bagi peneliti selanjutnya dari hasil penelitian yang telah dilakukan.