

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Konsep pembangunan berkelanjutan telah berkembang pada masyarakat modern di beberapa negara maju maupun lembaga-lembaga internasional dan diyakini dapat diterapkan oleh negara-negara yang sedang berkembang melalui kearifan lokalnya seperti Indonesia (Bakti & Sjafei, 2020). Tujuan pembangunan berkelanjutan atau yang disebut dengan *Sustainable Development Goals* (SDGs) lahir setelah berakhirnya era pembangunan milenium (*Millenium Development Goals/ MDGs*). SDGs (Setianingtias dkk., 2019) mengakomodir segala perubahan yang terjadi dan menambahkan beberapa tujuan baru, dimana disusun berdasarkan dimensi sosial, ekonomi, lingkungan dan kelembagaan (Setianingtias dkk., 2019). Dimensi tersebut dikategorikan dalam 17 tujuan dan 169 target, kemudian diterjemahkan ke dalam berbagai indikator untuk mengukur pencapaiannya.

Pembangunan berkelanjutan membutuhkan perubahan yang lebih fundamental dari paradigma pembangunan sebelumnya. Menurut Aziz (2010), pembangunan berkelanjutan mengubah prespektif jangka pendek menjadi jangka panjang dan menempatkan aspek ekonomi yang dominan sama dengan pembangunan sosial dan lingkungan. Hal ini dilatarbelakangi oleh peningkatan jumlah penduduk yang telah menimbulkan isu pembangunan sosial sehingga menjadi kendala bagi perolehan manfaat pertumbuhan ekonomi (Azis, 2010). Berdasarkan paradigma tersebut, maka

SDGs hadir sebagai upaya yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan manusia dalam jangka pendek maupun jangka panjang dan mencapai tingkat kualitas hidup serta pertumbuhan yang seimbang dengan aspek sosial dan lingkungan (Pratiwi dkk., 2018).

Dalam menyeimbangkan beberapa aspek tersebut, SDGs membawa 5 prinsip mendasar yaitu *people* (manusia), *planet* (bumi), *prosperity* (kemakmuran), *peace* (kedamaian), dan *partnership* (kerja sama) yang tidak dapat dipisahkan satu sama lain (Panuluh & Fitri, 2016). Salah satu hal yang menjadi persoalan dalam pembangunan berkelanjutan adalah kependudukan atau *people* (manusia), dimana dalam pembangunan tidak akan bisa terjadi tanpa penduduk begitupun sebaliknya (Jayanti, 2017). Penduduk merupakan pelaku dan tujuan akhir dari pembangunan itu sendiri, sehingga jumlah penduduk yang besar terutama di Indonesia dapat menjadi sebuah potensi atau tantangan dalam pertumbuhan ekonomi dari suatu negara (Wardhana dkk., 2020). Sebagaimana firman Allah SWT dalam dibawah ini

وَلَوْ أَنَّ أَهْلَ الْقُرَىٰ آمَنُوا وَاتَّقَوْا لَفَتَحْنَا عَلَيْهِم بَرَكَاتٍ مِّنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ وَلَٰكِن كَذَّبُوا
فَأَخَذْنَاهُم بِمَا كَانُوا يَكْسِبُونَ

“Jikalau sekiranya penduduk negeri-negeri beriman dan bertakwa, pastilah Kami akan melimpahkan kepada mereka berkah dari langit dan bumi, tetapi mereka mendustakan (ayat-ayat Kami) itu, maka Kami siksa mereka disebabkan perbuatannya.” (Q.S Al-A’raf: 96).

Berdasarkan ayat tersebut, dapat disimpulkan bahwa perkembangan maupun kemajuan suatu negeri tergantung pada penduduknya. Seperti yang dikemukakan oleh Aidi dalam Wardhana (2020), implikasi kependudukan

yang dilihat berdasarkan segi ukuran, pengembangan dan kualitas sangat penting dipertimbangkan dalam perencanaan pembangunan yang layak di masa depan.

Keterkaitan antara penduduk, sumber daya, lingkungan dan pembangunan dalam pelaksanaan tujuan pembangunan berkelanjutan perlu dipertimbangkan dan dikelola dengan baik agar tercipta suatu keseimbangan yang dinamis (Roziika & Nurwati, 2020). Keseimbangan tersebut dapat terwujud apabila pemerataan pembangunan pada suatu negara dilaksanakan pula dengan baik. Menurut Roziika & Nurwati (2020), salah satu pengaruh dalam pemerataan pembangunan adalah jumlah penduduk yang besar berkaitan dengan perusakan lingkungan karena adanya ketidakselarasan antara produksi dan konsumsi yang meningkat dengan cepat. Apabila angka laju pertumbuhan penduduk suatu negara berkembang seperti Indonesia semakin tinggi, maka semakin memperburuk pertumbuhan penghasilan dan produktivitas tenaga kerjanya per kapita.

Keberhasilan suatu negara mewujudkan tujuan pembangunan berkelanjutan, tidak lepas dari peran dan kontribusi pemerintah daerah dalam membangun kota/wilayahnya. Kota merupakan wujud nyata perkembangan dan kemajuan, sebab kota adalah pusat kekuasaan dan administrasi serta penentu pola konsumsi dan produksi sebagai mesin pembangkit pertumbuhan ekonomi (Kuswartojo, 2008). Kota yang berkelanjutan menjamin peningkatan kualitas hidup warga kotanya dan kenyamanan pengguna kota lainnya. Oleh sebab itu, kunci utama suatu kota dapat mewujudkan pembangunan berkelanjutan terletak pada bagaimana pemerintah kota

tersebut mengatasi permasalahan penduduknya terutama dalam hal kemiskinan (Kuswartojo, 2008). Untuk mengurangi dampak negatif dari pertumbuhan penduduk, salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah melalui proyeksi kependudukan. Menurut Khakim, proyeksi kependudukan merupakan proses perhitungan kuantitas atau jumlah penduduk di masa mendatang yang didasarkan pada asumsi faktor-faktor pengaruh pertumbuhan penduduk pada suatu wilayah tertentu (Pandu, 2020).

Terdapat dua model atau metode dalam memproyeksikan jumlah penduduk, yaitu model matematik dan model komponen. Model matematik dalam memproyeksikan penduduk terdiri dari model interpolasi linier (kurva garis lurus), polinomial (kurva kuadrat), geometrik, eksponensial dan logistik. Model atau metode komponen dapat diterapkan apabila data yang digunakan dapat dipertanggungjawabkan dan lengkap (Faqih, 2010). Badan Pusat Statistik (BPS) sebagai pelaksana tugas pemerintah di bidang statistik, salah satunya dalam permasalahan kependudukan telah membuat proyeksi penduduk berdasarkan hasil Sensus Penduduk. Proyeksi tersebut dibuat dengan metode komponen berdasarkan asumsi tentang angka kelahiran, kematian, serta perpindahan penduduk yang paling mungkin terjadi dalam beberapa tahun mendatang (Badan Pusat Statistik, 2013).

Metode komponen dalam proyeksi penduduk memiliki tahapan yang lebih rumit dibandingkan dengan model matematik. Pada metode komponen mencakup beberapa langkah (Faqih, 2010). Langkah-langkah yang dimaksud antara lain, mengklasifikasikan penduduk berdasarkan umur dan jenis kelamin, menerapkan rasio penduduk yang masih hidup atau kelompok umur

tertinggi berdasarkan tiap jenis kelamin, menghitung jumlah kelahiran yang terjadi dengan menerapkan angka khusus menurut umur terhadap penduduk wanita, melakukan penyesuaian untuk migrasi, dan kemudian mengulangi proses tersebut beberapa kali untuk memperoleh penduduk yang diproyeksikan untuk jangka waktu yang lebih panjang.

Model atau metode matematika yang lebih mudah dibandingkan metode komponen yang digunakan oleh BPS dapat digunakan dalam mengestimasi pertumbuhan penduduk suatu daerah dari waktu ke waktu. Salah satu konsep yang dapat digunakan untuk mengestimasi jumlah populasi (penduduk) dari suatu daerah dan waktu tertentu adalah persamaan diferensial (Nuraeni, 2017). Persamaan diferensial sendiri banyak diaplikasikan dalam masalah-masalah tertentu di berbagai bidang seperti fisika, kimia, biologi, ekonomi, teknik dan bidang ilmu yang lainnya. Purchell dalam bukunya menyebutkan bahwa persamaan diferensial dapat digunakan dalam penyelesaian waktu paruh peluruhan radioaktif. Selain itu, Hukum Newton (Fisika) tentang pendinginan yang berkaitan dengan suhu suatu benda dalam waktu tertentu juga mengaplikasikan persamaan diferensial dalam penyelesaiannya. Di bidang ekonomi contohnya dalam bunga majemuk, persamaan diferensial juga dapat diaplikasikan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut (Varberg dkk., 2007).

Dari berbagai fungsi penerapan tersebut, maka persamaan diferensial merupakan bentuk matematis yang menerangkan dan memprediksi suatu fenomena tertentu atau objek yang diamati (variabel tergantungnya) dengan melibatkan suatu fungsi yang dicari dan turunannya (Bronson & Costa,

2010). Penerapan persamaan diferensial khususnya dalam estimasi pertumbuhan penduduk telah cukup banyak dilakukan, salah satunya Kurniawan (2017) yang mengaplikasikan persamaan diferensial pada pertumbuhan penduduk kota Surabaya. Dari penelitiannya tersebut diperoleh dua model pertumbuhan penduduk yaitu model pertumbuhan penduduk eksponensial dan logistik. Dua model tersebut kemudian dianalisis dengan menggunakan grafik untuk menunjukkan model yang tepat dalam menduga jumlah penduduk kota Surabaya, dan model yang lebih akurat tersebut adalah model pertumbuhan logistik.

Pemodelan matematika menggunakan persamaan diferensial pada pertumbuhan penduduk selanjutnya digunakan dalam peramalan jumlah penduduk di Kabupaten Trenggalek oleh Anggraeni (2018). Penelitian tersebut dilatarbelakangi oleh pertumbuhan penduduk yang tidak terkontrol dengan baik dapat memengaruhi berbagai aspek kehidupan ekonomi maupun sosial dan khususnya dalam aspek pembangunan. Data yang digunakan dalam perhitungan pemodelan persamaan diferensial tersebut disimpulkan bahwa proyeksi jumlah penduduk di Kabupaten Trenggalek pada tahun 2025 lebih tepat menggunakan model pertumbuhan logistik dikarenakan nilainya yang mendekati hasil sensus. Selain itu, berdasarkan grafik jumlah penduduk di daerah tersebut tidak akan melebihi nilai kapasitasnya pada jangka waktu yang akan datang tetapi mendekati nilai kapasitas tampungnya. Dari pemaparan beberapa penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa persamaan diferensial model pertumbuhan logistik dirasa lebih tepat digunakan dalam proyeksi jumlah populasi di masa mendatang.

Model pertumbuhan logistik merupakan model estimasi pertumbuhan penduduk yang lebih akurat dibandingkan dengan model eksponensial, karena model pertumbuhan logistik lebih mendekati jumlah populasi berdasarkan data sensus yang sebenarnya (Nuraeni, 2017). Dalam model logistik, akan dihasilkan batas tertentu dalam jumlah penduduk terakhirnya apabila proyeksi tersebut diperlukan (Faqih, 2010). Laju pertumbuhan penduduk kota Kediri dalam kurun waktu 3 tahun terakhir hingga 2019 tercatat sebesar 0,73% dimana dengan jumlah penduduk sebesar 287.410 jiwa dan wilayahnya yang seluas 63.404 km² tersebut, maka tingkat kepadatan penduduk di kota Kediri tentunya akan semakin meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan penduduknya (BPS Kota Kediri, 2020)

Menurut Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil, pada tahun 2018 tercatat bahwa penduduk Kota Kediri didominasi oleh penduduk usia produktif. Kondisi ini disebut sebagai bonus demografi, dimana jumlah penduduk usia produktif (15-64 tahun) lebih besar dibandingkan dengan usia non produktif (0-14 tahun dan 65 tahun keatas). Bonus demografi Kota Kediri sebesar 0,45 di tahun tersebut sangat menguntungkan sebab penduduk usia produktif berpotensi sebagai modal pembangunan, tak terkecuali dalam implementasi SDGs pada tahun 2030 mendatang. Dikatakan menguntungkan karena salah satu indikator demografi yang penting adalah tingkat ketergantungan. Dimana, semakin tinggi tingkat ketergantungan maka beban yang harus ditanggung oleh penduduk usia produktif juga semakin tinggi.

Kota Kediri merupakan kota terbesar ketiga di Provinsi Jawa Timur setelah Kota Surabaya dan Kota Malang menurut jumlah penduduknya. Kota

Kediri dikenal sebagai pusat perdagangan utama untuk gula dan industri rokok terbesar yang menjadikannya sebagai salah satu pilihan untuk berinvestasi (Suharto dkk., 2017). Investasi tersebut akan berdampak pada peningkatan jumlah penduduk dan kebutuhan lahan yang dialihkan menjadi pabrik, pemukiman dan sebagainya sedangkan luas wilayah Kota Kediri sebesar 63.404 km² saja.

Untuk menghindari ledakan jumlah penduduk yang mungkin saja terjadi, maka diperlukan perencanaan dalam pengendalian jumlah populasi kota Kediri dengan menggunakan pendekatan aplikasi persamaan diferensial model pertumbuhan logistik. Proyeksi kependudukan tersebut dapat menjadi preferensi pemerintah kota dalam perencanaan pembangunan berkelanjutan saat ini maupun di masa mendatang. Berdasarkan pemaparan tersebut, peneliti akan menggunakan aplikasi persamaan diferensial model pertumbuhan logistik untuk mengestimasi jumlah penduduk Kota Kediri tahun 2030 sebagaimana judul penelitian ini yaitu, “Aplikasi Persamaan Diferensial dalam Estimasi Pertumbuhan Penduduk di Kota Kediri Sebagai Implementasi Target SDGs 2030”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana model pertumbuhan logistik aplikasi persamaan diferensial terhadap estimasi pertumbuhan penduduk di Kota Kediri sebagai implementasi target SDGs 2030?

2. Berapa jumlah penduduk Kota Kediri pada jangka waktu 10 tahun kedepan sebagai pelaksanaan SDGs 2030 berdasarkan hasil estimasi menggunakan model pertumbuhan logistik?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mendeskripsikan model pertumbuhan logistik untuk penduduk Kota Kediri yang telah ditemukan
2. Memprediksi besar jumlah penduduk di Kota Kediri berdasarkan pemodelan yang telah ditemukan

D. Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi:

1. Peneliti
 - a. Mengetahui dan mengembangkan ilmu aplikasi matematika dalam bidang kependudukan (demografi)
 - b. Mengetahui model estimasi jumlah penduduk kota Kediri hingga tahun 2030
2. Mahasiswa
 - a. Sebagai bahan pengembangan penelitian selanjutnya
 - b. Mengetahui model estimasi jumlah penduduk kota Kediri hingga tahun 2030

3. Pemerintah

- a. Sebagai masukan untuk mengetahui estimasi pertumbuhan penduduk kota Kediri hingga tahun 2030
- b. Pemerintah dapat mempersiapkan perencanaan pembangunan khususnya pada implementasi target *Sustainable Development Goals* (SDGs) 2030.

E. Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai aplikasi persamaan diferensial dalam memprediksi pertumbuhan penduduk pada suatu wilayah dengan waktu tertentu cukup banyak dilakukan sebelumnya sebagaimana di dalam tabel dibawah ini.

Tabel 1.1. Beberapa Penelitian Terdahulu Terkait Aplikasi Persamaan Diferensial untuk Estimasi Jumlah Penduduk

No	Nama Penulis dan Tahun	Judul penelitian	Hasil penelitian
1.	Arief Kurniawan, Iis Holisin, dan Febriana Kristanti (2017)	Aplikasi Persamaan Diferensial Biasa Model Eksponensial dan Logistik pada Pertumbuhan Penduduk Kota Surabaya	Resiko yang ditimbulkan melalui tingkat pertumbuhan penduduk yang terlalu tinggi dapat dikurangi dengan melakukan prediksi jumlah penduduk Kota Surabaya. Dalam hal ini peneliti bertujuan untuk mendeskripsikan dan menemukan model eksponensial dan model logistik pertumbuhan penduduk Kota Surabaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan hasil simulasi dua model tersebut dengan data yang sebenarnya, didapat bahwa model yang lebih akurat dalam menduga jumlah penduduk Surabaya adalah model logistik karena grafik model tersebut mempunyai galat terkecil atau paling mendekati data sebenarnya.

2.	Iswan Rina dan Radhiatul Husna (2019)	Aplikasi Persamaan Diferensial pada Model Pertumbuhan Populasi dengan Pertumbuhan Terbatas	Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari aplikasi persamaan diferensial model pertumbuhan populasi dengan pertumbuhan terbatas, dimana dari suatu model tersebut dapat diprediksi jumlah populasi yang akan datang dengan mengambil kasus populasi penduduk provinsi Sumatera Barat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan mengambil contoh studi kasus populasi penduduk Sumatera Barat melalui model pertumbuhan Malthus (eksponensial), model tersebut tidak cocok untuk memprediksi populasi penduduk jangka panjang sehingga dilakukanlah perbaikan model tersebut menjadi pertumbuhan terbatas yang akhirnya diperoleh suatu model logistik yang lebih baik daripada sebelumnya.
3.	Yafet Kala Pandu (2020)	Prediksi Penduduk Kabupaten Alor dengan Menggunakan Model Pertumbuhan Logistik pada Beberapa Tahun Mendatang	Berdasarkan luas wilayah di Kabupaten Alor sebesar 2.864,64 km ² dengan tingkat kepadatan penduduk 67,30 jiwa/km ² maka laju pertumbuhan penduduknya akan semakin meningkat, sehingga dibutuhkan langkah penanganan berupa proyeksi kependudukan. Dalam hal ini peneliti melakukan proyeksi kependudukan dengan menggunakan suatu model pertumbuhan populasi logistik melalui data jumlah penduduk di Kabupaten Alor dari tahun 2011 hingga 2019. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa dengan menggunakan model logistik VI diperoleh model yang akurat dengan prediksi jumlah penduduk Kabupaten Alor di tahun 2030 sebanyak 222.661 jiwa. Dalam memprediksi pertumbuhan dengan menggunakan model tersebut, terlebih dahulu ditentukan nilai maksimum penampungannya lalu dihitung semua bentuk logistik dari persamaan yang didapatkan.

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka dalam penelitian yang akan dilakukan ini peneliti menggunakan model pertumbuhan logistik dimana melalui perbandingan antara dua model pertumbuhan untuk memprediksi jumlah penduduk, model pertumbuhan yang paling akurat adalah model pertumbuhan logistik. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya, pada penelitian ini subjek penelitian merupakan penduduk kota Kediri dengan data yang akan digunakan adalah data pada tahun 2010 hingga 2020.

F. Definisi Operasional

1. Pembangunan berkelanjutan merupakan pembangunan yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan manusia pada masa sekarang tanpa harus mengkhawatirkan masa depan, dimana dalam pelaksanaannya berprinsip pada 5 pilar pembangunan tersebut.
2. Estimasi pertumbuhan penduduk merupakan perkiraan atau prediksi jumlah penduduk di masa mendatang yang dapat digunakan sebagai preferensi dalam pelaksanaan pembangunan berkelanjutan.
3. Persamaan Diferensial merupakan suatu persamaan dimana nilai-nilainya tidak diketahui dan berupa fungsi yang berkaitan dengan turunan (diferensial).
4. Model pertumbuhan eksponensial merupakan model pertumbuhan populasi dimana dari waktu ke waktu mengalami peningkatan ataupun penurunan secara terus menerus (kontinu).

5. Model pertumbuhan logistik merupakan model pertumbuhan populasi dimana dari waktu ke waktu mengalami peningkatan ataupun penurunan yang menuju titik kesetimbangannya atau terbatas pada kapasitas daya tampungnya.
6. Kapasitas daya tampung merupakan ukuran populasi yang dapat ditampung oleh suatu wilayah tertentu.