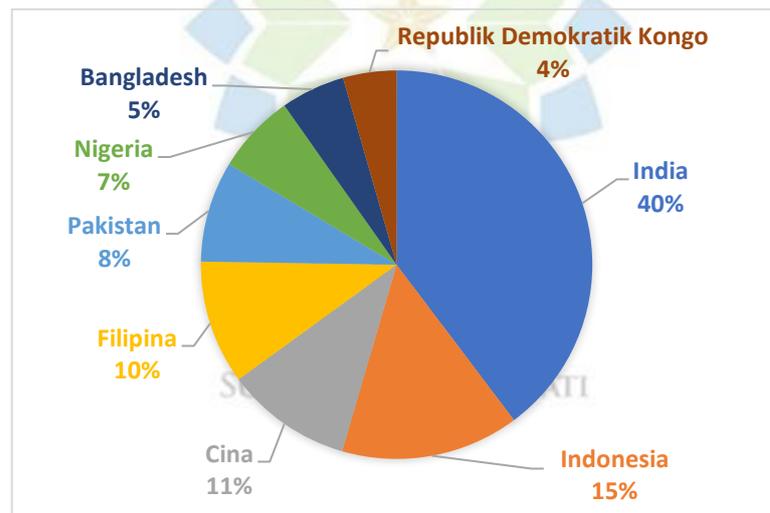


# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

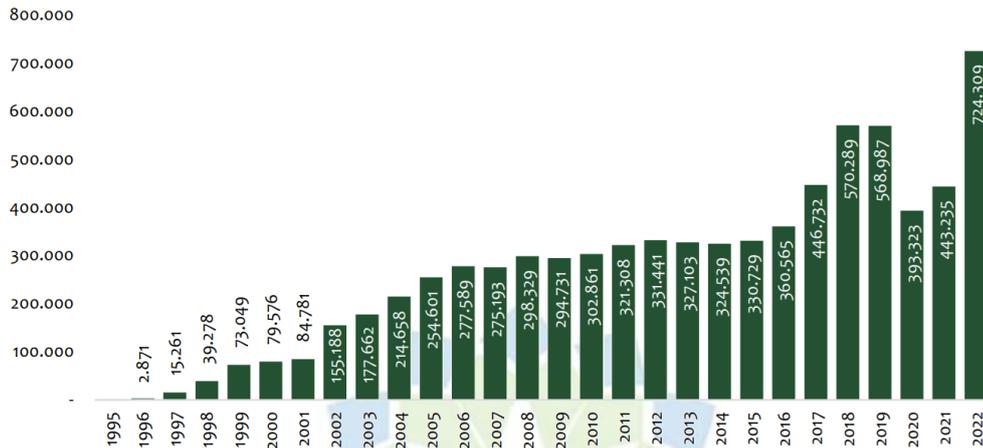
*Tuberculosis* (TBC) atau tuberkulosis (TB) adalah penyakit infeksi pada saluran pernapasan yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Menurut *World Health Organization* (WHO), penyakit TBC merupakan penyakit terbanyak pada urutan kedua setelah Covid-19 di antara penyakit menular lainnya yang dapat menyebabkan kematian dan Indonesia berada di tingkat internasional menempati urutan kedua dengan jumlah penyakit tuberkulosis terbanyak setelah India [1].



Gambar 1. 1 Negara dengan penderita TBC terbanyak di dunia menurut WHO

Diagram lingkaran di atas menunjukkan delapan negara dengan penderita tuberkulosis terbanyak di dunia menurut *World Health Organization* (WHO). India menempati urutan pertama dengan persentase penderita TBC sebesar 40% dari total penderita TBC di dunia, diikuti oleh Indonesia dengan 15% dan China 11%. Filipina berada di urutan keempat dengan persentase 10%. Penderita penyakit TBC sebanyak 8% berasal dari Pakistan. Negara-negara lain seperti Nigeria, Bangladesh, dan Republik Demokratik Kongo, masing-masing sebesar 7%, 5%, dan 4%.

Tren penemuan kasus penyakit tuberkulosis (TBC) di Indonesia dari tahun 1996 sampai dengan tahun 2022 yang tercatat pada Laporan Tahunan Program TBC oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

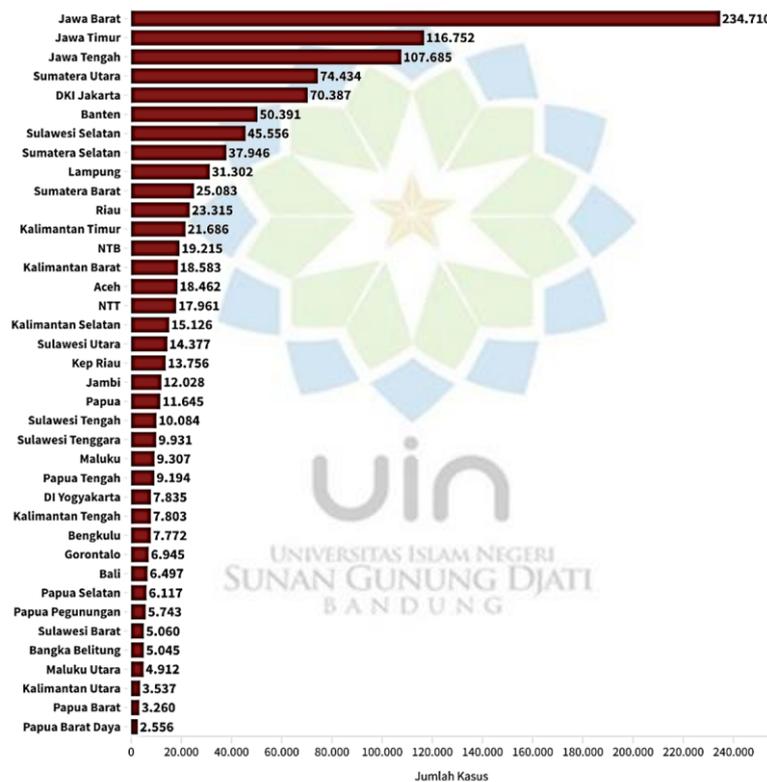


Gambar 1. 2 Tren penemuan kasus penyakit Tuberkulosis (TBC) di Indonesia [2]

Tren menunjukkan jumlah penemuan penyakit TBC di Indonesia rata-rata terjadi peningkatan yang signifikan dari tahun 1996 hingga 2022. Jumlah Penemuan penyakit tuberkulosis (TBC) paling rendah adalah di tahun 1996, yaitu sebanyak 2.871 kasus. Penemuan penyakit tuberkulosis (TBC) terus meningkat secara bertahap hingga mencapai 155.188 kasus pada tahun 2002. Selanjutnya dari tahun 2003 hingga 2010 jumlah kasus ditemukan meningkat dari angka 214.658 kasus di tahun 2003 menjadi 321.144 kasus pada tahun 2010. Jumlah penemuan penyakit tuberkulosis (TBC) relatif stabil pada periode 2011 hingga 2016 yang berada pada angka sekitar 300.000 kasus. Terjadi lonjakan dengan kasus meningkat dari 446.732 kasus pada tahun 2017 menjadi 570.289 kasus pada tahun 2019. Pandemi Covid-19 menyebabkan penurunan penemuan penyakit tuberkulosis pada tahun 2020 dan 2021, masing-masing menjadi 393.323 kasus dan 443.235 kasus. Jumlah penemuan Penyakit Tuberkulosis mengalami peningkatan tajam pada tahun 2022 yaitu di angka 724.309 kasus. Berdasarkan penelitian statistik oleh Efrizon dan Iswanto melalui analisis linear menggunakan model regresi linier, menjelaskan bahwa peningkatan jumlah kasus TBC secara terus-menerus yang ditemukan di Indonesia dikarenakan semakin optimalnya proses pendeteksian dan pelaporan oleh

pelayanan kesehatan. Model regresi linear dalam penelitian tersebut menegaskan keterampilan petugas Puskesmas serta ketersediaan sarana dan prasarana dalam upaya penemuan penderita TBC memiliki pengaruh yang positif [3].

Menurut data dari Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat tahun 2023 ditemukan terdapat 234.334 kasus penyakit tuberkulosis (TBC) di Provinsi Jawa Barat atau sama dengan 22% dari total kasus TBC di Indonesia. Tahun 2024 jumlah penemuan kasus penyakit TBC di Jawa Barat meningkat hingga mencapai 234.710 kasus. Penyebaran penyakit TBC pada setiap provinsi di Indonesia tahun 2024 dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

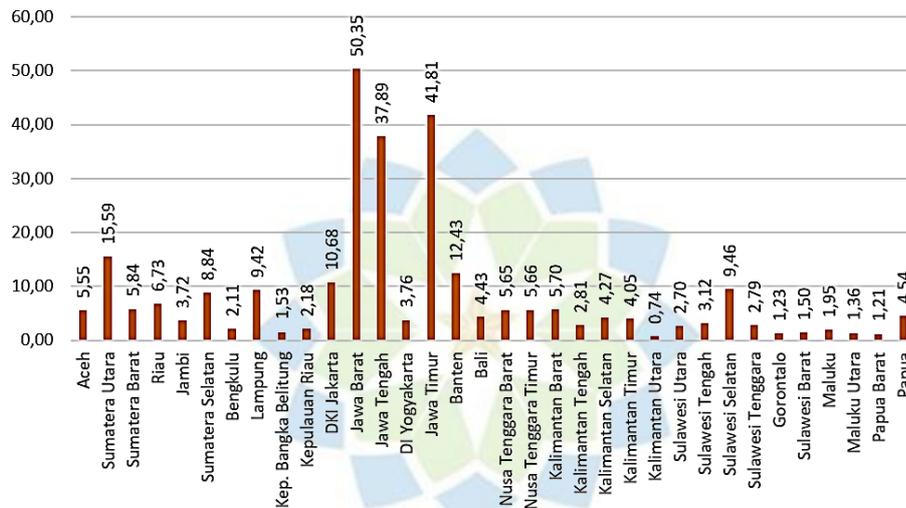


Gambar 1. 3 Provinsi dengan kasus TBC terbanyak di Indonesia 2024 [4]

Data dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes RI) pada Gambar 1.3 di atas menunjukkan bahwa Jawa Barat mencatat jumlah kasus penyebaran penyakit TBC tertinggi, mencapai 234.710 kasus, diikuti oleh Jawa Timur dengan 116.752 kasus, dan Jawa Tengah dengan 107.685 kasus. Selain itu, Sumatra Utara juga mencatat angka yang cukup tinggi, yakni 74.434 kasus, diikuti oleh DKI Jakarta dengan 70.387 kasus, dan Banten dengan 50.391 kasus. Provinsi

luar Pulau Jawa yaitu Sulawesi Selatan menempati posisi teratas dengan 45.556 kasus, sementara Sumatra Selatan mencatat 37.946 kasus. Provinsi dengan jumlah kasus terendah adalah Papua Barat Daya dengan 2.556 kasus.

Jawa Barat juga merupakan provinsi dengan jumlah penduduk terbanyak di Indonesia 2024 menurut data dari Badan Pusat Statistik mengenai jumlah penduduk setiap provinsi di Indonesia 2024 dalam satuan juta penduduk seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. 4 Provinsi dengan jumlah penduduk terbanyak di Indonesia

Menurut Badan Pusat Statistik sesuai dengan Gambar 1.4 di atas, Provinsi Jawa Barat merupakan provinsi yang memiliki jumlah penduduk terbanyak di Indonesia yang mencapai 50,35 juta penduduk. Jawa Barat memiliki kepadatan penduduk yang sangat tinggi dengan mencapai angka 1.359 jiwa per kilometer persegi.

Peningkatan penemuan kasus TBC setiap tahun dan jumlah penduduk yang tinggi belum bisa dijadikan penyebab utama tingginya kasus TBC di Jawa Barat dibandingkan dengan provinsi lain. Tingginya kasus TBC di Jawa Barat juga dipengaruhi oleh metode pencatatan dan analisis data yang digunakan. Penelitian statistika dengan metode *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR) oleh Wahendra menegaskan bahwa metode GWNBR ini mampu mengetahui berbagai faktor yang memengaruhi penyebaran penyakit TBC di Jawa Barat 2012, salah satunya kepadatan penduduk [5]. Pramesty juga meneliti bahwa

kepadatan penduduk memengaruhi penyebaran TBC di Jawa Barat 2022 dengan menggunakan metode kernel adaptif *bisquare* [6]. Namun metode-metode tersebut masih bersifat regresi spasial dan belum diketahui pola hubungan yang non-linear dan non-parametriknya. Perlu diketahui tingkat kepadatan penduduk yang menjadi pengaruh persebaran penyakit TBC di Jawa Barat 2024 dengan analisis non-linear dan non-parametrik menggunakan statistika.

Statistika adalah ilmu yang mempelajari tentang cara merencanakan, menghimpun, menganalisa dan memaparkan data. Salah satu dari banyak cabang ilmu yang terdapat di dalam statistika adalah analisis regresi. Analisis regresi adalah salah satu contoh analisis statistika yang digunakan untuk memodelkan pengaruh antara satu atau lebih variabel bebas dengan variabel terikatnya [7]. Pada penelitian ini yang menjadi variabel bebasnya yaitu tingkat kepadatan penduduk di Jawa Barat 2024. Variabel terikat pada penelitian ini adalah jumlah penemuan penyakit TBC di Jawa Barat 2024.

Hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat dalam regresi linear bersifat linear. Namun dalam kenyataannya, hubungan tersebut seringkali bersifat non-linear. Hal ini dapat dilihat dari visualisasi data dimana garis linear kurang cocok dengan plot pada data. Saat hubungan variabel bebas dan terikat pada data kurang cocok dimodelkan secara linear, maka pendekatan regresi non-linear diperlukan. Pola hubungan yang kompleks sering ditemukan pada data yang tidak dapat didekati dalam model linear ataupun distribusi normal. Hal ini menjadi tantangan dalam analisis statistik untuk menghadapi data yang tidak memenuhi asumsi linearitas dan normalitas.

Data jumlah penemuan penyakit TBC di Jawa Barat 2024 (variabel Y) dan tingkat kepadatan penduduk di Jawa Barat 2024 (variabel X) memiliki hubungan yang tidak linear karena uji linearitasnya menunjukkan nilai signifikansi dari tabel anovanya *p-value* kurang dari 0,05 yang berarti data bersifat non-linear. Data juga mempunyai karakteristik yang tidak berdistribusi normal karena hasil uji normalitas *liliefors*-nya memiliki nilai signifikansi *p-value* kurang dari 0,05. Hasil uji normalitas dan linearitas dari data tersebut terdapat pada bagian lampiran.

Karakteristik suatu data dalam kehidupan yang dianalisis kerap kali tidak memenuhi syarat asumsi normalitas maupun linearitas. Keadaan dimana terdapat suatu asumsi yang tidak tercapai maka keadaan suatu data tidak akan mendapatkan kesimpulan yang sebenarnya terjadi. Suatu analisis digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini, yaitu dengan menggunakan pendekatan non-linear dengan regresi non-parametrik untuk meningkatkan akurasi dalam memprediksi pengaruh antar variabel datanya. Dibutuhkan model yang lebih fleksibel yaitu model aditif tergeneralisasi karena model ini tidak memaksakan data harus mempunyai hubungan linear dan mengikuti distribusi tertentu. Model aditif tergeneralisasi merupakan salah satu model dalam analisis non-linear dan non-parametrik [8].

Model aditif tergeneralisasi juga dikenal sebagai *Generalized Additive Model* atau GAM. Model aditif tergeneralisasi ini digunakan sebagai alternatif untuk pengolahan data yang tidak linear dan tidak berdistribusi normal. Model aditif tergeneralisasi mengestimasi parameter pada fungsi penghalus. Fungsi *spline* adalah salah satu fungsi penghalus yang baik untuk diaplikasikan karena kemampuannya dalam menanggulangi pola dari suatu data yang memperlihatkan kenaikan dan penurunan tajam dan menghasilkan kurva yang mulus [9].

Pada penelitian sebelumnya dalam Jurnal yang berjudul “*Measuring the Impact of Responsible Factors on CO2 Emission Using Generalized Additive Model*” yang ditulis oleh Ruhul Amin dan Salan membahas cara kerja model aditif tergeneralisasi dalam mengukur pengaruh faktor yang memengaruhi emisi CO<sub>2</sub> [10]. Penelitian tersebut menunjukkan hasil kerja model aditif tergeneralisasi dalam memprediksi pola hubungan variabel pada data. Penelitian tersebut juga menjelaskan bagaimana model aditif tergeneralisasi memanfaatkan fungsi penghalus *spline* untuk mengurangi pola data yang berfluktuasi dengan menggunakan *software R*. Penelitian skripsi ini akan mengkonstruksi model aditif tergeneralisasi agar jelas tentang dasar matematis dan prosedur teknis dibalik model tersebut.

Adapun penelitian lain dalam Jurnal yang disusun oleh Jaime Pinilla dan Miguel Negrin berjudul “*Non-Parametric Generalized Additive Models as a tool for evaluating policy intervention*” membahas kemampuan model aditif

tergeneralisasi dalam mengatasi keterbatasan model regresi linear tersegmen yang tidak mampu menangkap tren yang non-linear dalam data. Penelitian tersebut berfokus pada topik perbandingan antara model aditif tergeneralisasi dengan model regresi tersegmen dengan evaluasi kinerja model menggunakan AIC. Pada penelitian skripsi kali ini akan serupa mengangkat topik model aditif tergeneralisasi namun akan dibandingkan kinerja modelnya dengan model regresi polinomial [11].

Berdasarkan penjelasan di atas, penelitian ini akan membahas model aditif tergeneralisasi dengan analisis non-linear dan non-parametrik yang diduga dapat meningkatkan akurasi dalam memprediksi pengaruh kepadatan penduduk terhadap penyebaran penyakit TBC di Jawa Barat 2024 dengan menggunakan metode penghalus *spline*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh kepadatan penduduk terhadap penemuan penyakit TBC di Jawa Barat 2024 dengan menggunakan model aditif tergeneralisasi?
2. Bagaimana proses model aditif tergeneralisasi dapat meningkatkan akurasi prediksi pada data non-linear dan non-parametrik?
3. Bagaimana perbandingan tingkat akurasi model regresi polinomial dengan model aditif tergeneralisasi?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian tidak menyimpang dari pembahasan yang akan dituju, maka diperlukan adanya batasan ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas. Batasan masalah penelitian ini adalah:

1. Data yang digunakan adalah data sekunder tingkat kepadatan penduduk dan jumlah penemuan penyakit tuberkulosis (TBC) di Jawa Barat 2024.
2. Penggunaan model aditif tergeneralisasi dalam contoh kasus penyebaran penyakit TBC dengan satu variabel bebas.
3. Metode non-parametrik yang digunakan adalah metode penghalus *spline*.

4. Membandingkan model aditif tergeneralisasi dengan model regresi polinomial.

#### 1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dibahas sebelumnya, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh kepadatan penduduk terhadap penemuan penyakit TBC di Jawa Barat 2024 dengan menggunakan model aditif tergeneralisasi.
2. Mengetahui proses model aditif tergeneralisasi dapat meningkatkan akurasi prediksi pada data non-linear dan non-parametrik.
3. Mengetahui perbandingan tingkat akurasi model regresi polinomial dengan model aditif tergeneralisasi.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Pengembangan ilmu statistik khususnya pemodelan non-linear dan non-parametrik menggunakan model aditif tergeneralisasi dan penerapannya di bidang epidemiologi.
2. Memaksimalkan performa model regresi dengan menggunakan model aditif tergeneralisasi pada data yang bersifat non-linear dan non-parametrik.
3. Hasil penelitian ini dapat memberikan rekomendasi bagi kebijakan dalam menyusun strategi pencegahan dan penanganan penyakit TBC

#### 1.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada skripsi ini bersifat studi literatur atau pendekatan teoritis. Pertama, mengumpulkan informasi mengenai teori analisis regresi, model regresi polinomial, model aditif tergeneralisasi dan penghalus *spline* dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, artikel, skripsi dan lain-lain. Kedua, mengumpulkan data tentang tingkat kepadatan penduduk dan jumlah penemuan penyakit tuberkulosis (TBC) serta mendeteksi kemungkinan adanya hubungan non-linear juga mengidentifikasi karakteristik distribusi data dengan uji normalitas.

Penelitian ini menfokuskan diri pada pengkajian konsep dan pemahaman terhadap penyebaran penyakit TBC dan teori statistik yang digunakan untuk

analisis. Selanjutnya mengkonstruksi model aditif tergeneralisasi dan mempelajari bagaimana algoritma estimasi parameter serta pemilihan penghalus *spline*-nya menggunakan GCV. Data yang telah dikumpulkan tadi diolah dengan model aditif tergeneralisasi dan model regresi polinomial menggunakan bantuan *software R*. Perhitungan manual juga dilakukan dengan menggunakan matriks dalam estimasi parameter metode kuadrat terkecil dan metode kuadrat terkecil terpenalti. Terakhir kedua model tersebut dibandingkan menggunakan nilai AIC sehingga didapat model terbaik dari perbandingan model tersebut. Berdasarkan hasil analisis dan evaluasi perbandingan model tersebut, disusun kesimpulan yang menjawab rumusan masalah penelitian serta saran untuk penelitian lanjutan dalam penanganan penyebaran penyakit TBC ataupun penggunaan model aditif tergeneralisasi.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Berdasarkan sistematika penulisannya, skripsi ini terdiri dari cover, lembar persetujuan, lembar pengesahan, pernyataan keaslian skripsi, kata pengantar, abstrak, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, daftar simbol, daftar istilah, daftar lampiran, lalu terdapat lima bab, daftar pustaka dan lampiran. Untuk setiap bab berisi beberapa sub bab.

### **BAB I: PENDAHULUAN**

Ada enam sub bahasan di dalam bab pendahuluan ini. Pendahuluan ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metode penelitian serta sistematika penulisan disertakan dalam bab ini.

### **BAB II: LANDASAN TEORI**

Bab ini berisi penjelasan tentang teori-teori yang berkaitan dengan topik yang akan dibahas. Pada umumnya, bab ini membahas tentang Analisis Regresi Linear, Analisis Regresi Non-linear, Analisis Regresi Non-parametrik, Metode penghalus *spline*, Model Linear Tergeneralisasi, Model aditif, Model Aditif Tergeneralisasi, Perbandingan Model, dan teori penjelas tentang kepadatan penduduk serta penyebaran penyakit TBC.

### **BAB III: KAJIAN UTAMA PENELITIAN**

Bab ini berisi pembahasan utama dari skripsi, yaitu tahapan-tahapan dalam proses pengerjaan skripsi, mulai dari tahapan analisis data berupa *flowchart*, menjelaskan sumber data, identifikasi variabel, uji linearitas dan uji normalitas serta estimasi parameter.

### **BAB IV: STUDI KASUS DAN ANALISA**

Bab ini menjelaskan penerapan model ke dalam studi kasus yang diteliti yaitu Analisis deskriptif, uji linearitas, uji normalitas, model regresi polinomial, model aditif tergeneralisasi dan perbandingan model.

### **BAB V: PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dari skripsi ini yang menjelaskan apa temuan yang didapat dari penelitian tersebut berdasarkan tujuan yang ingin dicapai. Selain kesimpulan, terdapat saran yang berisi rekomendasi penulis untuk penelitian selanjutnya agar lebih baik dan berkembang lebih lanjut.

