



PEMODELAN REGRESI SPASIAL DATA PANEL UNTUK MENGIDENTIFIKASI FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI TUBERKULOSIS DI INDONESIA

BULAN CAHYANI SUHAERI



PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "Pemodelan Regresi Spasial Data Panel untuk Mengidentifikasi Faktor-Faktor yang Memengaruhi Tuberkulosis di Indonesia" adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dalam penyusunan karya ini, penulis menggunakan bantuan kecerdasan buatan Claude sebagai sarana belajar untuk menyamakan pemahaman konsep statistika dan ekonometrika spasial, membantu penerjemahan istilah, serta melakukan penyuntingan bahasa akademik, pemeriksaan konsistensi format dan sitasi sesuai PPKI Edisi Ke-4, dan verifikasi keberadaan serta keakuratan referensi pustaka tambahan. Setelah menggunakan alat/layanan tersebut, penulis meninjau dan menyunting konten sesuai kebutuhan serta bertanggung jawab penuh atas isi karya tugas akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Bulan Cahyani Suhaeri
G1401221030



ABSTRAK

BULAN CAHYANI SUHAERI. Pemodelan Regresi Spasial Data Panel untuk Mengidentifikasi Faktor-Faktor yang Memengaruhi Tuberkulosis di Indonesia. Dibimbing oleh SACHNAZ DESTA OKTARINA dan ANWAR FITRIANTO.

Tuberkulosis (TBC) masih menjadi permasalahan kesehatan utama di Indonesia yang menempati peringkat kedua beban TBC tertinggi di dunia. Distribusi kasus TBC yang tidak merata antarprovinsi mengindikasikan adanya ketergantungan spasial yang perlu dimodelkan secara eksplisit. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan spesifikasi model regresi spasial data panel yang sesuai di antara SAR, SEM, dan SDM, mengidentifikasi faktor-faktor yang signifikan memengaruhi TBC, serta mengukur pengaruh langsung dan tidak langsung setiap faktor terhadap kejadian TBC di 34 provinsi Indonesia periode 2019–2024. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model terpilih adalah *spatial autoregressive fixed effect* (SAR-FE) dengan matriks pembobot k -NN $k=3$, yang menghasilkan nilai *adjusted* R^2 sebesar 0,9355. Parameter autoregresif spasial $\rho = 0,6836$ yang signifikan mengonfirmasi adanya efek *spillover* dalam penyebaran TBC antarprovinsi. Kasus HIV, rata-rata lama sekolah, dan kepadatan penduduk berpengaruh positif dan signifikan, sedangkan jumlah tenaga medis puskesmas dan kepesertaan BPJS berpengaruh negatif dan signifikan terhadap jumlah kasus TBC. Akses sanitasi layak tidak berpengaruh nyata, konsisten dengan mekanisme penularan TBC melalui udara. Kepadatan penduduk merupakan faktor dominan dengan pengaruh total terbesar, dan seluruh peubah signifikan menghasilkan pengaruh tidak langsung yang melebihi pengaruh langsungnya.

Kata kunci: data panel, regresi spasial, SAR-FE, *spillover*, tuberkulosis



ABSTRACT

BULAN CAHYANI SUHAERI. Spatial Panel Data Regression Modeling to Identify Factors Influencing Tuberculosis in Indonesia. Supervised by SACHNAZ DESTA OKTARINA and ANWAR FITRIANTO.

Tuberculosis (TBC) remains a major public health burden in Indonesia, which ranks second globally in TBC incidence. The uneven distribution of TBC cases across provinces suggests spatial dependence that requires explicit modeling. This study aims to determine the appropriate specification of spatial panel data regression model among SAR, SEM, and SDM, identify significant factors influencing TBC incidence, and measure the direct and indirect effects of each factor across 34 Indonesian provinces during 2019–2024. The results show that the selected model is the *spatial autoregressive fixed effect* (SAR-FE) with *k*-Nearest Neighbor (*k*=3) spatial weights, achieving an *adjusted* R^2 of 0.9355. The significant spatial autoregressive parameter $\rho = 0.6836$ confirms *spillover* effects in TBC transmission across provinces. HIV cases, mean years of schooling, and population density had significant positive effects, while primary healthcare workers and health insurance coverage had significant negative effects on TBC incidence. Household sanitation access had no significant effect, consistent with the airborne transmission of *Mycobacterium tuberculosis*. Population density was the dominant factor with the largest total effect, and all significant variables produced indirect effects exceeding their direct effects..

Keywords: panel data, SAR-FE, spatial regression, spillover, tuberculosis



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PEMODELAN REGRESI SPASIAL DATA PANEL UNTUK MENGIDENTIFIKASI FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI TUBERKULOSIS DI INDONESIA

BULAN CAHYANI SUHAERI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Statistika dan Sains Data

**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
Aulia Rizki Firdawanti, S.Stat., M.Si

Perpustakaan IPB University



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



Judul Skripsi : Pemodelan Regresi Spasial Data Panel untuk Mengidentifikasi
Faktor-Faktor yang Memengaruhi Tuberkulosis di Indonesia

Nama : Bulan Cahyani Suhaeri

NIM : G1401221030

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Sachnaz Desta Oktarina, S.Stat., M.Agr., Ph.D.

Pembimbing 2:

Dr. Anwar Fitrianto, S.Si., M.Sc.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Statistika dan Sains Data:

Dr. Bagus Sartono, S.Si., M.Si.

NIP 197804112005011002

Tanggal Ujian:
23 Juli 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini dapat diselesaikan. Penelitian ini dilaksanakan sejak bulan November 2025 sampai bulan Juli 2026 dengan tema panel spasial, dan disusun dalam skripsi berjudul "Pemodelan Regresi Spasial Data Panel untuk Mengidentifikasi Faktor-Faktor yang Memengaruhi Tuberkulosis di Indonesia". Selesaiannya karya ilmiah ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Sachnaz Desta Oktarina, S.Stat., M.Agr., Ph.D. dan Bapak Dr. Anwar Fitrianto, S.Si., M.Sc. selaku komisi pembimbing, atas segala arahan, ilmu, dan kesabaran yang diberikan sejak tahap awal penelitian hingga skripsi ini selesai;
2. Ibu Aulia Rizki Firdawanti, S.Stat., M.Si. selaku dosen penguji, Bapak Ir. Aam Alamudi, M.Si selaku moderator seminar hasil, dan Ibu Laily Nissa Atul Mualifah, S.Si., M.Si selaku moderator kolokium, atas masukan dan saran yang sangat berarti bagi penyempurnaan karya ilmiah ini;
3. Seluruh dosen dan tenaga pendidik Program Studi Statistika dan Sains Data, atas ilmu dan dukungan yang diberikan selama masa perkuliahan;
4. Mama dan Papa, serta seluruh keluarga, atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang tidak pernah putus;
5. Yayas, Yumna, Oci, Rakesha, Ghoni, Bintang, Alista, Intan, Haikal, Kay, Salas, Firlan, Rizam, Adit, dan Keyza, yang mewarnai hari-hari perkuliahan dengan tawa dan semangat kebersamaan; Nanap dan Ulfah, serta Ka Hafidz, Ka Fajar, dan Ka Gladys, atas kebersamaan dan bantuannya selama ini; Cindy, Delia, Vito, dan Jidan selaku beta friends yang selalu hadir di setiap cerita; Ka Nabil dan Ka Vita yang banyak membantu selama proses penyusunan karya ini; Kelfin, Icel, dan Shafa, teman sejak SMA yang sama-sama berjuang menyelesaikan skripsi meski berbeda jurusan; Desita, Fayra, Dewi, dan Dzakwan, atas segala pengalaman dan kasih sayang layaknya keluarga; serta seluruh teman yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih atas dukungan dan semangat yang selalu diberikan;
6. Resta, yang selalu menemani, memberi semangat, dan menjadi tempat berbagi cerita di sepanjang proses penyusunan skripsi ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Bulan Cahyani Suhaeri

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Regresi Data Panel	4
2.2 Pemilihan Model Regresi Data Panel	6
2.3 Matriks Pembobot Spasial	7
2.4 Ketergantungan Spasial	9
2.5 Uji Ketergantungan Spasial	10
2.6 Regresi Spasial Data Panel	13
2.7 Pengaruh Marginal	14
III METODE	16
3.1 Data	16
3.2 Prosedur Analisis	16
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Eksplorasi Data	20
4.2 Uji Multikolinearitas	23
4.3 Pemodelan Regresi Data Panel	23
4.4 Pembentukan Matriks Pembobot Spasial	25
4.5 Identifikasi Bentuk Ketergantungan Spasial	28
4.6 Estimasi Model SAR-FE	29
4.7 Dekomposisi Pengaruh	31
V SIMPULAN DAN SARAN	34
5.1 Simpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	38
RIWAYAT HIDUP	50



DAFTAR TABEL

1	Daftar peubah yang digunakan	16
2	Statistika deskriptif peubah penelitian	20
3	Hasil uji <i>Variance Inflation Factor</i> peubah penjelas	23
4	Pendugaan parameter model data panel	23
5	Statistik uji Chow	24
6	Statistik uji Hausman	24
7	Perbandingan spesifikasi efek FEM	25
8	Perbandingan Indeks Moran keempat matriks pembobot	26
9	Indeks Moran per tahun berdasarkan matriks k -NN dengan $k=3$	26
10	Hasil uji <i>Lagrange Multiplier</i> ketergantungan spasial	28
11	Hasil pendugaan parameter model SAR-FE	29
12	Perbandingan <i>Adjusted R²</i> FEM dan SAR-FE	30
13	Ringkasan pengujian asumsi model SAR-FE	30
14	Rata-rata pengaruh langsung, tidak langsung, dan total model SAR-FE	31

DAFTAR GAMBAR

1	Tren rata-rata kasus TBC per 100 ribu penduduk antarprovinsi tahun 2019–2024	20
2	<i>Boxplot</i> sebaran kasus TBC per 100 ribu penduduk antarprovinsi tahun 2019–2024	21
3	Sebaran jumlah kasus TBC per 100.000 penduduk di Indonesia tahun (a) 2019 (b) 2020 (c) 2021 (d) 2022 (e) 2023 (f) 2024	22
4	Pengelompokan spasial kasus TBC berdasarkan matriks k -NN $k=3$	27
5	Peta konektivitas matriks pembobot k -NN dengan $k=3$	28

DAFTAR LAMPIRAN

1	Hasil Estimasi FEM Efek Individu, Efek Waktu, dan Efek Dua Arah	39
2	Nilai Dugaan Efek Individu ($\hat{\mu}_i$) Tiap Provinsi	40
3	Matriks Pembobot Spasial k -NN dengan $k=3$	41
4	Daftar Provinsi Tetangga pada Matriks k -NN dengan $k=3$	42
5	Dekomposisi Pengaruh Langsung dan Tidak Langsung Peubah HIV per Provinsi	44
6	Dekomposisi Pengaruh Langsung dan Tidak Langsung Peubah Rata rata Lama Sekolah (RLS) per Provinsi	45
7	Dekomposisi Pengaruh Langsung dan Tidak Langsung Peubah Kepadatan Penduduk (KP) per Provinsi	46
8	Dekomposisi Pengaruh Langsung dan Tidak Langsung Peubah Jumlah Tenaga Medis Puskesmas (JTMP) per Provinsi	47
9	Dekomposisi Pengaruh Langsung dan Tidak Langsung Peubah Kepesertaan BPJS per Provinsi	48

10	Dekomposisi Pengaruh Langsung dan Tidak Langsung Peubah Sanitasi Layak (PSL) per Provinsi	49
----	---	----

