

ANALISIS EPIDEMIOLOGI SPASIAL TUBERKULOSIS PARU DI INDONESIA

Oleh:

Irene Renika

21/490800/PGE/01488

Intisari

Tuberkulosis (TB) paru tetap menjadi masalah kesehatan masyarakat yang serius di Indonesia, dengan kecenderungan peningkatan kasus yang tidak merata secara spasial antarprovinsi. Penyebaran penyakit ini bersifat multifaktorial, mencerminkan interaksi kompleks antara faktor demografis, sosial-ekonomi, perilaku individu, dan kondisi lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola distribusi spasial kasus TB paru di Indonesia selama periode 2000-2023, mengidentifikasi kluster wilayah dengan risiko tinggi (*hotspot*) dan rendah (*coldspot*), serta mengevaluasi pengaruh kepadatan penduduk, tingkat kemiskinan, kualitas udara, dan kebiasaan merokok terhadap variasi kasus TB paru, sekaligus menilai kestabilan struktur model antarperiode.

Pendekatan penelitian bersifat kuantitatif dengan desain epidemiologi spasial. Data sekunder dikumpulkan dari seluruh provinsi di Indonesia untuk dua periode: 2000-2011 dan 2012-2023. Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan distribusi dasar kasus, sedangkan analisis spasial dilakukan melalui peta tematik berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Autokorelasi spasial dievaluasi menggunakan *Moran's I* dan *Local Indicators of Spatial Association* (LISA), sedangkan regresi *Ordinary Least Squares* (OLS) digunakan untuk menguji pengaruh variabel independen terhadap kasus TB paru. Untuk menilai perubahan struktural model antarperiode, diterapkan uji Chow.

Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi kasus TB paru yang tinggi di provinsi berpenduduk padat, terutama di Pulau Jawa (Jawa Barat, Jawa Timur, Jawa Tengah, DKI Jakarta, dan Banten), dengan *hotspot* (*High-High*) yang stabil.

Coldspot (Low-Low) konsisten ditemukan di wilayah timur Indonesia, khususnya Papua dan provinsi pemekarannya. Beberapa wilayah teridentifikasi sebagai *spatial outliers* bertipe *Low-High* dan *High-Low*, menandakan perbedaan perilaku spasial lokal. Analisis OLS mengungkapkan pengaruh positif dan signifikan kepadatan penduduk ($\beta > 0, p < 0,001$) dan kebiasaan merokok ($\beta > 0, p < 0,001$) terhadap peningkatan kasus TB paru, sedangkan kualitas udara memiliki pengaruh negatif signifikan ($\beta < 0, p < 0,01$). Tingkat kemiskinan menunjukkan koefisien positif namun tidak signifikan. Uji Chow menegaskan tidak terdapat perubahan struktural signifikan antarperiode, sehingga pola hubungan antarvariabel bersifat stabil.

Temuan ini menegaskan bahwa penyebaran TB paru di Indonesia dipengaruhi oleh interaksi antara faktor demografis, perilaku, dan lingkungan, dengan disparitas spasial yang jelas antarwilayah. Kepadatan penduduk tetap menjadi determinan utama, sementara perilaku merokok dan kualitas udara memperkuat variasi kasus antarprovinsi. Berdasarkan hasil ini, kebijakan pengendalian TB paru perlu disusun secara berbasis wilayah dengan pendekatan multisektoral, termasuk pengendalian polusi udara, pengurangan kepadatan hunian, dan intervensi perilaku masyarakat melalui kampanye anti-merokok dan promosi hidup sehat. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan penggunaan metode *Geographically Weighted Regression (GWR)* dan *Spatial Panel Data Analysis*, serta perangkat lunak SIG terbaru seperti ArcGIS Pro, QGIS, atau R dengan paket *sf* dan *spdep*, agar dinamika spasial dan temporal TB paru dapat dianalisis secara lebih detail dan presisi.

Kata Kunci: Epidemiologi Spasial, Tuberkulosis Paru, Autokorelasi Spasial, Regresi OLS, Uji Chow, Sistem Informasi Geografis, Indonesia.

SPATIAL EPIDEMIOLOGICAL ANALYSIS OF PULMONARY TUBERCULOSIS IN INDONESIA

By:

Irene Renika

21/490800/PGE/01488

Abstract

Pulmonary tuberculosis (PTB) remains a major public health concern in Indonesia, exhibiting an increasing incidence with uneven spatial distribution across provinces. The transmission of TB is multifactorial, reflecting complex interactions among demographic, socio-economic, behavioural, and environmental determinants. This study aims to analyse the spatial distribution patterns of PTB cases in Indonesia during 2000-2023, identify high-risk (hotspot) and low-risk (cold spot) clusters, and examine the influence of population density, poverty, air quality, and smoking behaviour on TB incidence, while assessing the structural stability of the model across two periods.

A quantitative spatial epidemiology approach was applied using secondary data from all Indonesian provinces for two periods: 2000-2011 and 2012-2023. Descriptive statistics were employed to illustrate baseline distributions, while spatial analyses utilized thematic maps based on Geographic Information Systems (GIS). Spatial autocorrelation was measured using Moran's I and Local Indicators of Spatial Association (LISA). Ordinary Least Squares (OLS) regression assessed the effect of independent variables on TB cases, and Chow tests were conducted to evaluate structural changes between periods.

Results indicate that TB cases are concentrated in densely populated provinces, particularly in Java (West Java, East Java, Central Java, DKI Jakarta, and Banten), with stable High-High hotspots. Low-Low cold spots were consistently observed in eastern Indonesia, especially Papua and its derivative provinces. Several provinces were identified as spatial outliers (Low-High or High-Low),

reflecting local deviations from surrounding patterns. OLS regression revealed significant positive effects of population density ($\beta > 0$, $p < 0.001$) and smoking prevalence ($\beta > 0$, $p < 0.001$), while air quality had a significant negative effect ($\beta < 0$, $p < 0.01$) on TB incidence. Poverty showed a positive but non-significant coefficient. Chow tests confirmed no significant structural changes between periods, indicating stable relationships among variables over time.

*These findings highlight that PTB distribution in Indonesia is shaped by the interaction of demographic, behavioural, and environmental factors, with clear spatial disparities across regions. Population density remains the primary determinant, while smoking behaviour and air quality reinforce inter-provincial variations. Based on these insights, TB control policies should be regionally tailored and multi-sectoral, integrating interventions targeting air pollution, household density reduction, and behavioural change programs, such as anti-smoking campaigns and health promotion initiatives. Future research is recommended to utilize Geographically Weighted Regression (GWR) and Spatial Panel Data Analysis, using advanced GIS software such as ArcGIS Pro, QGIS, or R with *sf* and *spdep* packages, to achieve more precise and detailed spatio-temporal analyses of TB dynamics.*

Keywords: *Spatial Epidemiology, Pulmonary Tuberculosis, Spatial Autocorrelation, OLS Regression, Chow Test, Geographic Information System, Indonesia.*