

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tuberkulosis (TB) merupakan penyakit menular yang pada umumnya masih dapat disembuhkan. Berdasarkan laporan WHO tahun 2025, TB masih menjangkit sekitar 10 juta orang setiap tahun dan menjadi penyebab kematian tertinggi di dunia dalam kategori penyakit infeksius tunggal (WHO, 2025a). TB disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* yang ditransmisikan melalui udara dari satu individu ke individu lainnya. Penyakit ini dapat memengaruhi berbagai organ manusia, namun paru-paru merupakan organ yang paling rentan terinfeksi. TB paru (*pulmonary tuberculosis*) menjadi jenis TB yang paling menular (Khaled & Enarson, 2003).

Sustainable Development Goals (SDGs) 2030 yang diadopsi oleh PBB pada tahun 2015 menyatakan salah satu target utamanya adalah menghentikan epidemi TB secara global. Pada tahun 2014–2015, World Health Assembly (WHA) menyepakati komitmen penghentian epidemi TB secara global melalui End TB Strategy dengan pendekatan DOTS, Stop TB Strategy, serta Global Plan to Stop TB 2006–2015 (WHO, 2016). Strategi ini menargetkan penurunan insiden TB sebesar 95% dan penurunan kematian akibat TB sebesar 90% pada tahun 2035 dibandingkan tahun 2015, dengan milestone pada tahun 2020, 2025, dan 2030 (WHO, 2014).

Secara global, pencapaian hingga milestone pertama pada tahun 2024 menunjukkan bahwa penurunan insiden TB masih belum memenuhi target yang

diinginkan. Sebaliknya, penurunan kematian akibat TB mengalami perbaikan hingga tahun 2024, meskipun terdapat kendala pada periode 2019–2021 yang sempat mengalami penurunan (WHO, 2025a). Kondisi ini menunjukkan bahwa pencapaian global dalam menghentikan epidemi TB masih belum optimal, termasuk pada negara-negara dengan beban kasus tinggi seperti Indonesia.

Sejak tahun 2015, Indonesia menempati posisi kedua sebagai negara dengan insiden TB tertinggi setelah India, dengan estimasi kasus sekitar satu juta jiwa setiap tahunnya. Bahkan, apabila kasus dari Cina, India, dan Indonesia digabungkan, ketiganya menyumbang sekitar 45% dari keseluruhan kasus global. Selain itu, tingginya angka ko-infeksi TB-HIV dan kasus TB resistan obat (MDR-TB) turut memperberat tantangan dalam pengendalian TB di Indonesia, karena kedua kondisi tersebut berkontribusi signifikan terhadap peningkatan risiko kematian (WHO, 2016).

Sejalan dengan komitmen global pada tahun 2015, Indonesia menetapkan Strategi Penanggulangan Tuberkulosis di Indonesia 2020–2024 yang diperkuat sejak Global Ministerial Conference tahun 2017 (Kemenkes, 2020). Perkembangan TB di Indonesia hingga milestone pertama pada tahun 2020 menunjukkan bahwa Indonesia tidak pernah keluar dari lima besar negara dengan jumlah kasus TB terbanyak (WHO, 2021). TB masih menjadi salah satu dari lima penyebab utama beban penyakit nasional. Oleh karena itu, Indonesia menargetkan penurunan insiden TB hingga 190 per 100.000 penduduk pada tahun 2024 dari angka 319 per 100.000 penduduk pada tahun 2017. Pencapaian target nasional tidak hanya bergantung pada kebijakan pusat, tetapi juga pada efektivitas implementasi di tingkat daerah (Kemenkes, 2020).

Strategi penanggulangan TB di Indonesia tidak hanya menekankan otonomi kabupaten/kota, tetapi juga memperkuat peran pemerintah provinsi dalam pengumpulan dan pemantauan data kasus TB. Berdasarkan tingkat kepadatan penduduk, Pulau Jawa menjadi wilayah dengan beban penularan TB tertinggi. Tiga provinsi dengan jumlah kasus TB terbesar adalah Jawa Barat, Jawa Timur, dan Jawa Tengah. Jawa Tengah termasuk dalam wilayah prioritas eliminasi TB karena tingginya beban penyakit serta pentingnya analisis terhadap faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan pengobatan (Kemenkes, 2020).

Berdasarkan pendataan pada Strategi Nasional Penanggulangan Tuberkulosis 2020–2024, capaian penanggulangan TB di tingkat provinsi menunjukkan variasi yang beragam, terutama dalam hal keberhasilan pengobatan, penemuan kasus baru, dan proporsi MDR-TB. Beberapa provinsi dengan beban kasus tinggi, termasuk Jawa Tengah, masih menghadapi tantangan dalam mempertahankan tingkat keberhasilan pengobatan dan menekan angka kematian akibat TB. Kondisi ini mengindikasikan bahwa selain faktor individu, terdapat pula faktor lain yang dapat memengaruhi hasil pengobatan pasien.

Survival time didefinisikan sebagai waktu hingga terjadinya suatu kejadian tertentu, seperti perkembangan penyakit, respons terhadap pengobatan, kekambuhan, maupun kematian (Lee & Wang, 2003). Dalam konteks penelitian ini, kejadian yang diamati adalah kematian pasien TB, sehingga waktu *survival* merepresentasikan durasi sejak awal pengamatan hingga terjadinya kematian. Secara metodologis, analisis *survival* merupakan pendekatan yang tepat untuk data yang berkaitan dengan waktu hingga terjadinya suatu kejadian. Analisis *survival* adalah metode statistika yang digunakan untuk menganalisis data yang

berhubungan dengan durasi waktu hingga terjadinya suatu kejadian pada individu tertentu. Dalam analisis *survival*, terdapat dua fungsi utama, yaitu fungsi *survival* yang menyatakan probabilitas seseorang bertahan hidup lebih dari suatu waktu t , serta fungsi *hazard* yang menunjukkan peluang relatif seseorang mengalami suatu kejadian pada waktu tertentu dengan syarat individu tersebut belum mengalami kejadian sebelumnya (Collett, 2015).

Analisis *survival* dikembangkan karena data yang berhubungan dengan waktu umumnya tidak berdistribusi simetris. Masalah tersebut dapat diatasi dengan pendekatan transformasi, seperti logaritma, atau dengan menggunakan konsep penyensoran tanpa mengubah data asli (Collett, 2015). Penyensoran merupakan kondisi ketika individu tidak mengalami kejadian selama periode pengamatan, hilang dari pengamatan (*lost to follow up*), atau menarik diri sebelum penelitian selesai (Kleinbaum & Klein, 2012).

Salah satu model yang dapat digunakan pada analisis *survival* adalah *Cox Proportional Hazard*, yang diperkenalkan oleh David Cox pada tahun 1972. Model ini bersifat semiparametrik dengan asumsi *proportional hazard*, yaitu asumsi yang menyatakan bahwa rasio fungsi *hazard* bersifat konstan terhadap waktu (Kleinbaum & Klein, 2012). Namun, pendekatan *Cox Proportional Hazard* hanya menghasilkan estimasi secara global dan mengasumsikan bahwa setiap faktor memiliki pengaruh yang sama di semua wilayah. Dalam konteks tuberkulosis (TB), kondisi empiris menunjukkan adanya variasi antarwilayah, baik dari segi proporsi kematian maupun karakteristik pasien, sebagaimana dilaporkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2024). Selain itu, penyakit TB erat kaitannya dengan indikator kesehatan dan karakteristik pasien yang berbeda-beda (WHO,

2025a) serta menunjukkan adanya keterkaitan antarunit pengamatan (Dangisso et al., 2020). Keterkaitan tersebut mengindikasikan bahwa observasi tidak sepenuhnya bersifat independen, sehingga individu dengan kedekatan tertentu cenderung memiliki karakteristik dan pola risiko yang lebih mirip.

Untuk memahami variasi geografis, model *Geographically Weighted Cox Proportional Hazard* dikembangkan untuk menggambarkan efek spasial dari setiap lokasi geografis pasien yang tetap bergantung dengan efek waktu yang ada pada *Cox Proportional Hazard* (Xue et al., 2019). Dengan pendekatan ini, dapat diketahui perbedaan pengaruh faktor-faktor seperti umur, jenis kelamin, status HIV, diabetes melitus, resistansi obat, dan keteraturan pengobatan terhadap waktu bertahan hidup pasien TB secara terfokus untuk setiap pasien TB di Jawa Tengah.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi risiko kematian pasien TB menggunakan analisis *Cox Proportional Hazard*. Penelitian oleh Machmud et al. (2021) di Jakarta menunjukkan bahwa pasien dengan usia lebih dari 60 tahun memiliki risiko kematian yang lebih tinggi. Penelitian lain oleh Nordholm et al. (2023) juga mengidentifikasi bahwa pasien dengan jenis kelamin laki-laki, usia lebih dari 50 tahun, tidak bekerja, berpenghasilan rendah, mengalami TB paru, serta memiliki penyakit komorbid seperti diabetes, HIV, kanker, dan penyakit lainnya cenderung memiliki risiko kematian yang lebih besar dibandingkan pasien tanpa faktor-faktor tersebut. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa karakteristik individu memiliki peran penting dalam menentukan risiko kematian pasien TB dan menjadi dasar dalam pemilihan variabel yang digunakan dalam penelitian ini.

Namun demikian, pendekatan *Cox Proportional Hazard* yang digunakan dalam penelitian-penelitian tersebut masih bersifat global, sehingga belum mampu menangkap kemungkinan adanya variasi pengaruh faktor pada skala yang lebih lokal. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian lain di Louisiana oleh Xue et al. (2019) memperluas penerapan metode sebelumnya dengan memperkenalkan *Geographically Weighted Cox Proportional Hazard* (GWCoxPH) yang mampu menangkap perbedaan efek dari setiap faktor melalui pendekatan spasial berbasis lokasi geografis setiap pasien. Model ini dirancang untuk mengakomodasi variasi spasial sehingga dapat mengidentifikasi heterogenitas pengaruh faktor di setiap wilayah. Hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya perbedaan efek faktor seperti usia dan ras antarwilayah yang tidak dapat dijelaskan oleh model *Cox Proportional Hazard* secara global, serta menunjukkan bahwa model GWCoxPH lebih akurat dalam menangkap pengaruh faktor karena mempertimbangkan kedekatan antarindividu dalam proses estimasi.

Temuan oleh Xue et al. (2019) menjadi dasar penting dalam penelitian ini, pendekatan GWCoxPH dipilih untuk menganalisis efek dari faktor-faktor terpilih terhadap kematian setiap pasien TB di Provinsi Jawa Tengah. Selain itu, periode 2025 dipilih sebagai waktu penelitian meninjau dari peraturan yang dibentuk WHO pada tahun 2015 dan juga *milestone* kedua di tahun 2025 yang sesuai dengan periode penulis melakukan penelitian. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menggambarkan bagaimana efek spasial yang variatif dapat memengaruhi pengobatan pasien TB yang ada di Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2025, serta mendukung strategi penanggulangan TB yang sedang dilakukan baik di tingkat nasional maupun global.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disusun, rumusan masalah dalam penelitian ini meliputi:

1. Bagaimana penerapan metode *Geographically Weighted Cox Proportional Hazard* (GWCoxPH) dalam menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi waktu bertahan hidup pasien TB hingga mengalami kematian di Provinsi Jawa Tengah?
2. Apakah terdapat perbedaan pengaruh dari setiap faktor terhadap waktu bertahan hidup pasien TB hingga mengalami kematian di Provinsi Jawa Tengah di setiap letak geografis pasien berdasarkan hasil estimasi *Geographically Weighted Cox Proportional Hazard* (GWCoxPH)?
3. Faktor-faktor apa saja yang berpengaruh terhadap waktu bertahan hidup pasien TB hingga mengalami kematian di Provinsi Jawa Tengah?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini dilakukan pembatasan masalah agar pembahasan tidak menyimpang dari topik yang ditentukan, yaitu:

1. Data yang digunakan adalah data pasien yang mulai dinyatakan positif TB di Provinsi Jawa Tengah dari bulan Januari 2025 sampai Desember 2025
2. Data yang dianalisis mencakup pasien yang proses pengobatannya diawasi dan memiliki hasil akhir pengobatan yang telah dikategorikan sesuai ketentuan dalam Sistem Informasi Tuberkulosis (SITB)
3. Data diperoleh dari SITB (Sistem Informasi Tuberkulosis) yang dapat diakses oleh Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah
4. Tipe sensor yang digunakan adalah sensor Tipe III.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian dapat dibentuk meliputi:

1. Mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh terhadap waktu bertahan hidup pasien Tuberkulosis (TB) hingga mengalami kematian di Provinsi Jawa Tengah menggunakan metode *Geographically Weighted Cox Proportional Hazard*
2. Mendapatkan model lokal untuk setiap lokasi geografis pasien yang terbentuk melalui metode *Geographically Weighted Cox Proportional Hazard* (GWCoxPH)
3. Menganalisis variasi spasial risiko kematian pasien TB berdasarkan perbedaan karakteristik geografis setiap pasien di Provinsi Jawa Tengah.