

Original Research

Model Prediksi Insiden Penyakit Tuberkulosis di Provinsi Kalimantan Timur pada Tahun 2024-2025

Prediction Model for Tuberculosis Incidence in East Kalimantan Province in 2024-2025

Amelia Indah Saputri, Irfansyah Baharuddin Pakki*, Siswanto

Departemen Epidemiologi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Mulawarman, Indonesia

*irfanchango@gmail.com

Abstrak

Latar belakang: Penyakit Tuberkulosis (TB) masih menjadi masalah kesehatan global yang signifikan. Provinsi Kalimantan Timur menduduki peringkat ke-17 se-Indonesia dan kedua se-Kalimantan dengan kasus TB tertinggi. Oleh karena itu, diperlukan langkah antisipatif untuk memperkuat upaya pencegahan dan pengendalian TB di Kalimantan Timur. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi dan menganalisis hasil prediksi insiden TB.

Metode: Penelitian ini bersifat observasional dan deskriptif, menggunakan data kuantitatif dengan analisis *time series* insiden TB dari tahun 2020-2023 dengan pengolahan data model ARIMA.

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan angka kejadian TB di Kaltim mencapai 21.635 kasus pada tahun 2020-2023. Mayoritas kasus terjadi pada usia 25-34 tahun (16,1%), sebagian besar merupakan laki-laki (59,1%), dan terdiagnosis klinis TB paru (46,0%). Insiden TB tersebar luas di Balikpapan (22,3%), Samarinda (22,1%), dan Kutai Kartanegara (12,9%). Hasil prediksi insiden TB di Provinsi Kaltim diperkirakan ada 6.732 dan 7.088 kasus pada tahun 2024 dan 2025 dengan model IMA (0,1,1).

Kesimpulan: Hasil prediksi insiden TB dapat ditinjau melalui analisis epidemiologi dalam upaya memperkuat kewaspadaan peningkatan kasus, sehingga dapat memberikan gambaran komprehensif tentang penyebaran TB dan mendukung para pengambilan kebijakan kesehatan di Kalimantan Timur.

Kata Kunci: ARIMA, epidemiologi, Kalimantan Timur, prediksi, tuberkulosis

Abstract

Background: Tuberculosis (TB) is still a significant global health problem. East Kalimantan Province is ranked 17th in Indonesia and 2nd in Kalimantan, with the highest TB cases. Therefore, anticipatory steps are needed to strengthen TB prevention and control efforts in East Kalimantan. This study aims to predict and analyze the results of TB incidence predictions.

Methods: This research is observational and descriptive, using quantitative data with time series analysis of TB incidents from 2020-2023 with ARIMA model data processing.

Result: The research results show that the TB incidence in East Kalimantan reached 21,635 cases in 2020-2023. The majority of cases were aged 25-34 years (16.1%), mostly men (59.1%), and diagnosed with clinical pulmonary TB (46.0%). The incidence of TB is highly distributed in Balikpapan (22.3%), Samarinda (22.1%), and Kutai Kartanegara (12.9%). The prediction results for TB incidence in East Kalimantan are estimated to be 6,732 and 7,088 cases in 2024 and 2025 using the IMA (0,1,1) model.

Conclusion: The results of predictions of TB incidence can be reviewed through epidemiological analysis to strengthen awareness of increasing cases, provide a comprehensive picture of the dynamics of TB spread, and support health policy-making in East Kalimantan.

Keywords: ARIMA, epidemiology, East Kalimantan, prediction, tuberculosis

PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi yang didorong oleh agenda pembangunan berkelanjutan, kesehatan masyarakat menjadi perhatian utama demi mencapai tujuan yang tercantum dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs). Salah satu tujuan yang diupayakan adalah *Good Health and Well-being*, sebagai kunci penting dalam mencapai pembangunan yang berkelanjutan. Dalam konteks ini, pencegahan dan pengendalian penyakit menjadi salah satu langkah kunci untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

Penyakit Tuberkulosis (TB) merupakan salah satu penyakit menular yang terus menjadi isu kesehatan global hingga saat ini. *World Health Organization* (WHO) menetapkan eliminasi TB sebagai salah satu target global, dengan harapan tercapai pada tahun 2030. Upaya untuk mencapai target tersebut perlu dilakukan dengan terencana dan berkelanjutan dalam upaya pencegahan dan pengendalian penyakit TB.

TB sendiri disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis* yang dapat bertahan hidup dalam lingkungan yang sejuk dan gelap, terutama di tempat lembap. Infeksi TB terutama menyerang paru-paru, yang dikenal sebagai TB paru, namun juga dapat menyebar ke bagian tubuh lain seperti tulang, sendi, selaput otak, dan kelenjar getah bening, yang dikenal sebagai TB ekstraparu. Gejala awal TB paru meliputi batuk yang berlangsung lebih dari dua minggu, disertai atau tanpa darah, nyeri dada, sesak napas, keringat berlebihan di malam hari, demam, serta penurunan nafsu makan dan berat badan (1).

Indonesia termasuk negara dengan beban penyakit TB yang cukup tinggi. Indonesia menempati peringkat kedua dengan jumlah kasus TB terbanyak di dunia (2). Provinsi Kalimantan Timur, sebagai bagian dari Indonesia, juga tidak luput dari permasalahan TB. Data menunjukkan bahwa provinsi Kalimantan Timur menempati urutan ke-17 tertinggi di Indonesia dan urutan ke-2 se-Kalimantan dalam hal kasus TB. Pada tahun 2021, kab/kota di Provinsi Kalimantan Timur dengan kasus terkonfirmasi TB paling

banyak terdapat di Kota Samarinda (1.465 kasus), Balikpapan (1.166 kasus), dan Kabupaten Kutai Kartanegara (713 kasus) (3).

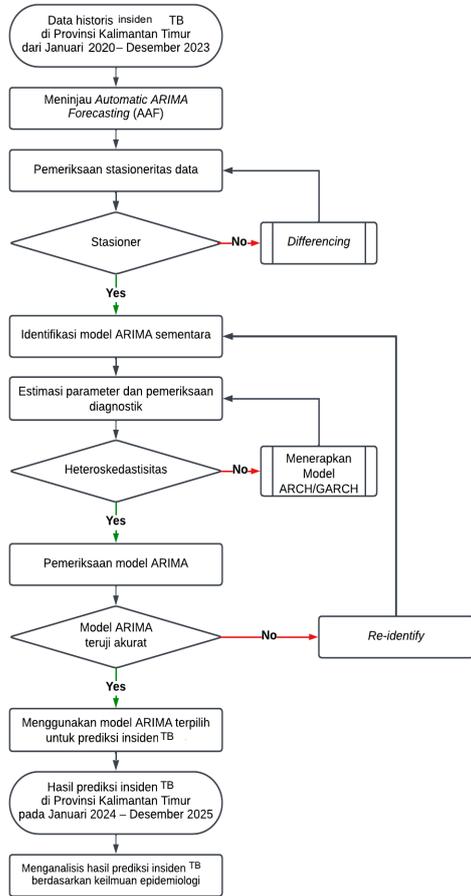
Terkait hal ini, prediksi insiden TB penting untuk mendukung upaya pencegahan dan pengendalian penyakit. Dengan menggunakan model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), penelitian ini bertujuan untuk memprediksi insiden TB di Provinsi Kalimantan Timur. Model ARIMA hanya menggunakan data deret waktu dengan satu variabel (univariat) (4). Model ARIMA merupakan kombinasi antara model AR (*Autoregressive*) yang menjelaskan variabel bergerak melalui nilai-nilai sebelumnya dan model MA (*Moving Average*) yang melihat variabel melalui residual pada periode sebelumnya (5).

Analisis hasil prediksi akan dikaji dari perspektif epidemiologi untuk memberikan gambaran yang komprehensif tentang tren perkembangan kasus TB di masa mendatang. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini tidak hanya memberikan wawasan tentang TB, tetapi juga menyajikan analisa prediktif untuk mendukung upaya pencegahan dan pengendalian penyakit di wilayah tersebut, dan dapat memberikan kontribusi kepada pemangku kepentingan dalam pengambilan keputusan kebijakan yang efektif dan efisien berdasarkan hasil prediksi dan analisa.

METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian prediktif analitik dengan menggunakan data kuantitatif, yaitu data historis kasus TB selama empat tahun terakhir dari tahun 2020-2023. Subjek penelitian ini adalah data insiden penyakit TB di Provinsi Kalimantan Timur, yang dilaporkan oleh Dinas Kesehatan Provinsi Kalimantan Timur melalui sistem pencatatan digital SITB (Sistem Informasi Tuberkulosis). Populasi penelitian mencakup seluruh data kasus TB di provinsi tersebut. Sampel penelitian ini adalah data insiden TB 03 SO sebanyak 21.635 kasus. Pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan kriteria yang disebutkan.

Metode pengolahan data menggunakan model ARIMA dengan bantuan *software Eviews 13*. Langkah-langkahnya dijalankan secara sistematis, yakni pada Gambar 1:



Gambar 1. Langkah-Langkah Prediksi Penyakit TB Menggunakan Model ARIMA

HASIL

Hasil penelitian meliputi karakteristik insiden TB selama periode 2020-2023 dan hasil prediksi insiden TB di Provinsi Kalimantan Timur pada periode 2024-2025.

Karakteristik Insiden TB

Berikut (Tabel 1) merupakan karakteristik insiden TB meliputi distribusi berdasarkan usia, jenis kelamin, klasifikasi TB, kab/kota, dan bulan terjadinya. Sebaran kasus setiap bulannya menjadi data *time series* digunakan untuk menentukan hasil prediksi ke depannya.

Berdasarkan Tabel 1, insiden TB kelompok usia di Provinsi Kalimantan Timur menunjukkan bahwa kasus terbanyak pada kelompok usia 45-54 tahun (18,3%) tahun 2020, kelompok usia 35-44 (19,1%) tahun 2021, kelompok usia 0-4 (16,5%) tahun 2023. Data ini menunjukkan perlunya fokus pada kelompok usia muda dan produktif, sambil tetap memantau kelompok usia tua sebagai upaya pencegahan yang tepat.

Insiden TB menurut jenis kelamin di Provinsi Kalimantan Timur selama 2020-2023 menunjukkan proporsi laki-laki lebih tinggi daripada perempuan, dengan perbandingan relatif stabil sepanjang tahunnya. Pada tahun 2023 laki-laki mendominasi sebanyak 58,8%. Data ini dapat membantu kebijakan kesehatan untuk memfokuskan upaya pada laki-laki dan mengidentifikasi faktor penyebab peningkatan insiden TB pada kelompok tersebut.

Tabel 1. Karakteristik Insiden TB Menurut Usia, Jenis Kelamin, dan Klasifikasinya

| Karakteristik | 2020 | % | 2021 | % | 2022 | % | 2023 | % |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Usia (Tahun) | | | | | | | | |
| 0-4 | 231 | 5,5 | 235 | 5,4 | 668 | 11,2 | 1.175 | 16,5 |
| 5-14 | 181 | 4,3 | 176 | 4,1 | 438 | 7,4 | 764 | 10,7 |
| 15-24 | 721 | 17,1 | 718 | 16,6 | 795 | 13,4 | 802 | 11,2 |
| 25-34 | 740 | 17,5 | 811 | 18,8 | 925 | 15,6 | 1.003 | 14,0 |
| 35-44 | 709 | 16,8 | 826 | 19,1 | 935 | 15,7 | 983 | 13,8 |
| 45-54 | 773 | 18,3 | 715 | 16,6 | 922 | 15,5 | 994 | 13,9 |
| 55-64 | 579 | 13,7 | 578 | 13,4 | 810 | 13,6 | 827 | 11,6 |
| ≥65 | 293 | 6,9 | 261 | 6,0 | 453 | 7,6 | 594 | 8,3 |
| Jenis Kelamin | | | | | | | | |
| Laki-Laki | 2.521 | 59,6 | 2.555 | 59,1 | 3.507 | 59,0 | 4.198 | 58,8 |
| Perempuan | 1.706 | 40,4 | 1.765 | 40,9 | 2.439 | 41,0 | 2.944 | 41,2 |
| Klasifikasi | | | | | | | | |
| TB Paru Klinis | 2.018 | 47,7 | 1.736 | 40,2 | 2.549 | 42,9 | 3.648 | 51,1 |
| TB Paru Bakteriologis | 1.601 | 37,9 | 1.992 | 46,1 | 2.768 | 46,6 | 2.823 | 39,5 |
| TB Ekstraparu | 608 | 14,4 | 592 | 13,7 | 629 | 10,6 | 671 | 9,4 |
| Jumlah | 4.227 | 100,0 | 4.320 | 100,0 | 5.946 | 100,0 | 7.142 | 100,0 |

Sumber: Data Olahan

Tabel 2. Karakteristik Insiden TB Menurut Kab/Kota dan Bulan Kejadian

| Karakteristik | 2020 | % | 2021 | % | 2022 | % | 2023 | % |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Kab/Kota | | | | | | | | |
| Paser | 353 | 8,4 | 297 | 6,9 | 516 | 8,7 | 546 | 7,6 |
| Kubar | 147 | 3,5 | 255 | 5,9 | 390 | 6,6 | 450 | 6,3 |
| Kukar | 569 | 13,5 | 600 | 13,9 | 790 | 13,3 | 838 | 11,7 |
| Kutim | 414 | 9,8 | 389 | 9,0 | 623 | 10,5 | 826 | 11,6 |
| Berau | 198 | 4,7 | 193 | 4,5 | 246 | 4,1 | 408 | 5,7 |
| PPU | 140 | 3,3 | 120 | 2,8 | 185 | 3,1 | 229 | 3,2 |
| Mahulu | 35 | 0,8 | 29 | 0,7 | 47 | 0,8 | 52 | 0,7 |
| Balikpapan | 841 | 19,9 | 935 | 21,6 | 1.282 | 21,6 | 1.765 | 24,7 |
| Samarinda | 1.028 | 24,3 | 1.107 | 25,6 | 1.233 | 20,7 | 1.415 | 19,8 |
| Bontang | 502 | 11,9 | 395 | 9,1 | 634 | 10,7 | 613 | 8,6 |
| Bulan | | | | | | | | |
| Januari | 554 | 13,1 | 342 | 7,9 | 587 | 9,9 | 568 | 8,0 |
| Februari | 462 | 10,9 | 284 | 6,6 | 368 | 6,2 | 541 | 7,6 |
| Maret | 439 | 10,4 | 372 | 8,6 | 406 | 6,8 | 628 | 8,8 |
| April | 259 | 6,1 | 411 | 9,5 | 439 | 7,4 | 426 | 6,0 |
| Mei | 238 | 5,6 | 346 | 8,0 | 413 | 6,9 | 669 | 9,4 |
| Juni | 373 | 8,8 | 403 | 9,3 | 534 | 9,0 | 499 | 7,0 |
| Juli | 360 | 8,5 | 296 | 6,9 | 525 | 8,8 | 639 | 8,9 |
| Agustus | 343 | 8,1 | 280 | 6,5 | 530 | 8,9 | 740 | 10,4 |
| September | 319 | 7,5 | 351 | 8,1 | 554 | 9,3 | 688 | 9,6 |
| Oktober | 298 | 7,0 | 448 | 10,4 | 557 | 9,4 | 712 | 10,0 |
| November | 308 | 7,3 | 404 | 9,4 | 526 | 8,8 | 613 | 8,6 |
| Desember | 274 | 6,5 | 383 | 8,9 | 507 | 8,5 | 419 | 5,9 |
| Jumlah | 4.227 | 100,0 | 4.320 | 100,0 | 5.946 | 100,0 | 7.142 | 100,0 |

Sumber: Data Olahan

Insiden TB menurut klasifikasinya di Provinsi Kalimantan Timur (Tabel 2) didominasi oleh TB paru terdiagnosis klinis pada tahun 2020 (47,7%) dan 2023 (51,1%). Selain itu, TB paru terkonfirmasi bakteriologis mendominasi pada tahun 2021 (46,1%) dan 2022 (46,6%). Ini menunjukkan adanya perubahan pola klasifikasi TB dari tahun ke tahun.

Berdasarkan Tabel 2, insiden TB menurut kab/kota di Provinsi Kalimantan Timur menunjukkan beberapa hal menarik selama periode 2020-2023. Kota Samarinda, Balikpapan, dan Kabupaten Kutai Kartanegara mencatatkan jumlah kasus tertinggi selama periode tersebut. Mayoritas wilayah mengalami fluktuasi kasus, seperti Kabupaten Paser, Kutai Timur, Berau, PPU, Mahakam Ulu, dan Kota Bontang. Sementara itu, beberapa daerah lainnya mengalami peningkatan kasus dari tahun ke tahun, seperti Kabupaten Kutai Barat, Kutai Kartanegara, Kota Balikpapan, dan Samarinda. Hal ini menegaskan pentingnya kewaspadaan lebih awal dan analisis prediksi

untuk mengantisipasi kasus pada periode-periode selanjutnya.

Insiden TB menurut bulan kejadiannya di Provinsi Kalimantan Timur menunjukkan fluktuasi sepanjang periode. Insiden TB banyak terjadi di bulan Januari pada tahun 2020 (13,1%) dan 2022 (9,9%). Pada tahun 2021 kasus banyak terjadi di bulan Oktober (10,4%), dan pada tahun 2023 banyak terjadi di bulan Agustus (10,4%). Adanya variasi puncak kasus di setiap tahunnya terbuktikan melalui pengujian AAF, dimana tidak ditemukannya pola musiman yang jelas dalam peningkatan kasus insiden TB. Data ini memberikan dasar untuk melakukan prediksi dengan model ARIMA sebagai tindakan kewaspadaan dini.

Perhitungan Prediksi Insiden TB

Berdasarkan langkah-langkah prediksi menggunakan model ARIMA, diperoleh hasil perhitungan prediksi sebagai berikut:

1. Memeriksa *Automatic ARIMA Forecasting* (AAF) dan diperoleh rekomendasi model IMA (0,d,1) berdasarkan data historis.

2. Menguji stasioneritas data dan menunjukkan bahwa data telah stabil pada perbedaan pertama (*1st difference*) dengan *p-value* < 0,0001, yang memastikan bahwa data memenuhi syarat untuk analisis lebih lanjut dalam model ARIMA.
3. Mengestimasi parameter dan diperoleh *p-value* untuk MA (1) yaitu < 0,0001 (syarat: < 0,05), menunjukkan bahwa parameter model signifikan dan relevan untuk prediksi yang akurat.
4. Pemeriksaan diagnostik menghasilkan R² sebesar 0,16; AIC sebesar -0,26; dan nilai *Durbin-Watson* (D-W) sebesar 1,68 (syarat: -2 < DW ≤ 2), menunjukkan bahwa model memiliki tingkat akurasi dan kesesuaian yang memadai. Selain itu, nilai *N-test* sebesar 0,10 (syarat: > 0,05) dan *H-test* sebesar 0,08 (syarat: > 0,05) menunjukkan bahwa asumsi model tidak dilanggar dan hasilnya dapat diandalkan.
5. Pemeriksaan model menggunakan metrik evaluasi menunjukkan nilai RMSE sebesar 196,0; MAE sebesar 172,8; dan MAPE sebesar 48,0%, yang mengindikasikan bahwa model mampu memberikan prediksi yang cukup akurat, meskipun terdapat ruang untuk perbaikan dalam hal presisi.
6. Dengan demikian, model IMA (0,1,1) dapat digunakan sebagai model prediksi insiden

TB di Provinsi Kalimantan Timur dalam beberapa tahun ke depan yaitu tahun 2024 dan 2025. Model ini dapat menawarkan alat analitis yang penting bagi pembuat kebijakan dalam merencanakan intervensi kesehatan dan alokasi sumber daya yang lebih efektif di wilayah tersebut.

Hasil Prediksi Insiden TB

Hasil prediksi dan *Incident Rate* (IR) TB di Provinsi Kalimantan Timur disajikan oleh Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3, prediksi insiden TB di Provinsi Kalimantan Timur menggunakan model ARIMA IMA (0,1,1), dengan MAPE sebesar 48,0%. Model ini menginterpretasikan data historis insiden TB sebagai deret waktu yang telah didiferensiasi sekali untuk menjadikannya stasioner. Komponen MA order satu menunjukkan bahwa nilai observasi saat ini dipengaruhi oleh kesalahan pada waktu sebelumnya dengan bobot tertentu. Prediksi jumlah insiden TB setiap bulan dari tahun 2024 hingga 2025 menunjukkan tren peningkatan bertahap, dimulai dengan 548 kasus pada Januari 2024, dengan rentang LCL-UCL antara 431-665 pada tingkat kepercayaan 95%. Meskipun memberikan gambaran proyektif, perlu diingat bahwa faktor-faktor tak terduga lainnya dapat memengaruhi hasil aktual.

Tabel 3. Prediksi Insiden TB di Provinsi Kalimantan Timur

| Bulan | 2023 | | Model IMA (0,1,1) | | | |
|---------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|---------|--|
| | Obs. | Fct. | 2024 | | 2025 | |
| | | | LCL-UCL | Fct. | LCL-UCL | |
| Januari | 568 | 548 | 431-665 | 577 | 338-816 | |
| Februari | 541 | 550 | 422-678 | 579 | 330-828 | |
| Maret | 628 | 553 | 414-691 | 582 | 323-841 | |
| April | 426 | 555 | 406-704 | 584 | 315-853 | |
| Mei | 669 | 557 | 398-716 | 587 | 308-866 | |
| Juni | 499 | 560 | 391-729 | 589 | 300-879 | |
| Juli | 639 | 562 | 383-741 | 592 | 292-891 | |
| Agustus | 740 | 565 | 375-754 | 594 | 285-904 | |
| September | 688 | 567 | 368-766 | 597 | 277-917 | |
| Oktober | 712 | 569 | 360-779 | 600 | 269-930 | |
| November | 613 | 572 | 353-791 | 602 | 261-943 | |
| Desember | 419 | 574 | 345-803 | 605 | 253-956 | |
| Jumlah | 7.142 | 6.732 | | 7.088 | | |

Sumber: Data Olahan

Keterangan :

Obs. : Data Observasi

Fct. : *Forecast* (Nilai Prediksi)

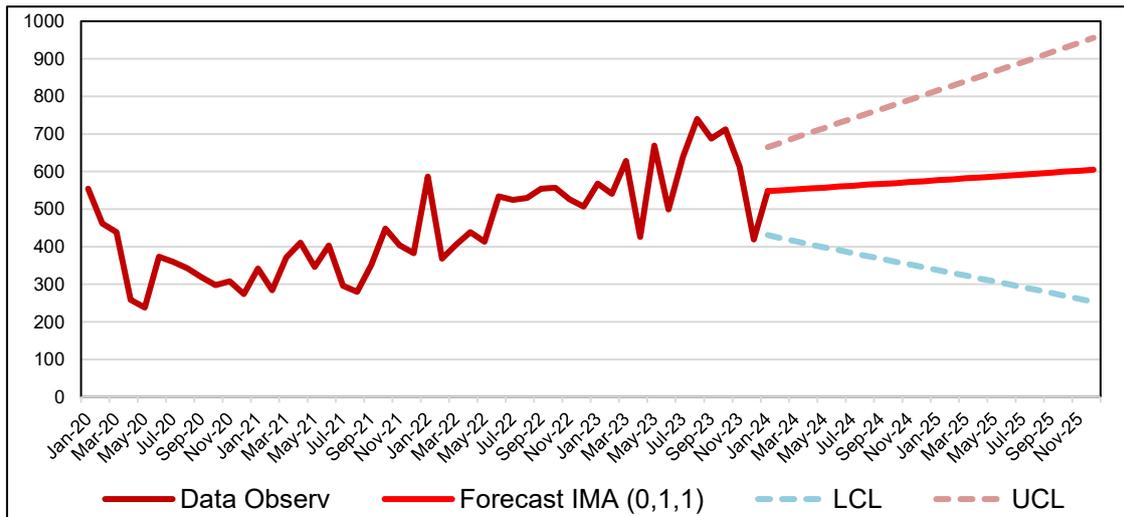
LCL : *Lower Confidence Limit* (Batas Keyakinan Bawah)

UCL : *Upper Confidence Limit* (Batas Keyakinan Atas)

Pada tahun 2023, terdapat 7.142 kasus baru TB, kemudian diperkirakan turun menjadi 6.732 kasus pada tahun 2024, dan kembali meningkat menjadi 7.088 kasus pada tahun 2025. Penurunan kasus TB dari tahun 2023 ke 2024 dapat dianggap sebagai perkembangan yang positif, namun kenaikan kembali pada tahun 2025 menunjukkan masih ada tantangan dalam pengendalian penyakit ini. Hal ini menegaskan pentingnya terus memonitor dan mengevaluasi kebijakan serta

program pencegahan dan pengendalian TB untuk mengatasi perubahan tren kasus, serta memastikan model dapat menangkap dinamika insiden TB sebenarnya di Provinsi Kalimantan Timur.

Berdasarkan Gambar 2, tampilan grafik prediksi tersebut menunjukkan tren peningkatan insiden TB dari Januari 2024 hingga Desember 2025. Ini menunjukkan bahwa beban penyakit diperkirakan akan terus meningkat selama periode tersebut.



Gambar 2. Grafik Prediksi Insiden TB di Provinsi Kalimantan Timur

Berikut (Tabel 4) merupakan tingkat kejadian penyakit TB di Provinsi Kalimantan Timur.

Tabel 4. Incident Rate Penyakit TB di Provinsi Kalimantan Timur

| Tahun | Insiden TB | Jumlah Penduduk | IR /100.000 Penduduk |
|-------|------------|-----------------|----------------------|
| 2022 | 5.946 | 3.859.783 | 154,1 |
| 2023 | 7.142 | 3.909.740 | 182,7 |
| 2024 | 6.732 | 4.045.860 | 166,4 |
| 2025 | 7.088 | 4.267.600 | 166,1 |

Sumber: BPS Kaltim dan Data Olahan

Berdasarkan Tabel 4, data tingkat kejadian TB di Provinsi Kalimantan Timur menunjukkan perkembangan penyakit selama dua tahun terakhir dan dua tahun ke depan. Puncak insiden TB terjadi pada tahun 2023 dengan 183 kasus per 100.000 penduduk namun, terjadi penurunan menjadi 166 kasus per 100.000 penduduk pada tahun 2024 dan 2025 mendatang.

PEMBAHASAN

Berdasarkan karakteristik insiden TB menurut kelompok usia, analisis situasi secara epidemiologi dapat ditinjau melalui analisis kependudukan. Hasil menunjukkan usia produktif dengan kontribusi kasus TB tertinggi, yang sering kali menunjukkan kemandirian dalam penanganan penyakit justru lebih banyak terdampak. Selain itu, terdapat kelompok usia rentan seperti bayi, balita, anak-anak, ibu hamil atau menyusui, penyandang disabilitas, dan lansia, yang diakui oleh UU 24 2007 sebagai individu yang memiliki risiko tinggi dan keterbatasan dalam menghadapi penyakit (6). Bayi dan balita berada dalam risiko tinggi mencapai 50% terkena penyakit karena sistem imunitas yang masih rendah atau belum sepenuhnya terbentuk dengan baik. Risiko infeksi berkurang seiring bertambahnya usia (7). Individu di usia produktif berisiko tinggi terinfeksi TB paru karena mobilitas tinggi (8).

Hal ini sejalan dengan proyeksi kasus TB paru di Kabupaten Ponorogo, untuk 2016-2020 menunjukkan distribusi kasus yang hampir sama antara kelompok usia 15-59 tahun dan ≥ 60 tahun (9). Menurut estimasi BPS Kaltim (SP2020), dalam beberapa tahun ke depan, populasi akan didominasi oleh kelompok usia anak-anak hingga dewasa akhir (10). Hal ini mencerminkan karakteristik piramida penduduk Indonesia yang menunjukkan lebih banyak jumlah penduduk usia muda daripada usia tua. Oleh karena itu, strategi pencegahan dan pengendalian TB harus berfokus pada kelompok usia tersebut untuk mengurangi beban penyakit secara signifikan, mengingat prediksi kasus TB di 2024 dan 2025 yang akan didominasi oleh penderita dari kelompok anak-anak hingga lansia.

Berdasarkan data BPS Kaltim memprediksi bahwa pada tahun 2024 dan 2025, jumlah laki-laki di Provinsi Kalimantan Timur akan lebih banyak daripada perempuan, berkisar antara 1,06 hingga 1,07 kali. Tren tersebut konsisten dengan pola insiden TB selama 2020-2023, yang mayoritas menyerang laki-laki. Beberapa studi penelitian terdahulu, menunjukkan bahwa pria memiliki risiko lebih tinggi terkena TB paru. Faktor-faktor seperti kurangnya kesadaran akan kesehatan pribadi, gaya hidup berisiko seperti merokok dan konsumsi alkohol, yang lebih umum terjadi di kalangan pria, berkontribusi terhadap kerentanan ini. Berdasarkan pola ini, diperkirakan kasus TB akan terus lebih banyak dijumpai pada pria dibandingkan wanita pada tahun 2024-2025 (11) (8).

Berdasarkan karakteristik insiden TB menurut kab/kota, Kota Balikpapan, Samarinda, dan Kabupaten Kutai Kartanegara merupakan tiga wilayah dengan jumlah kasus terbanyak. Selain itu, menurut data BPS Kaltim ketiganya juga memiliki jumlah migran seumur hidup yang tinggi, yaitu berturut-turut 703,6 ribu, 834,8 ribu, dan 738,2 ribu (12). Selain itu, Kabupaten Kutai Timur, Berau, dan Kota Bontang juga menjadi tujuan migran, terutama karena kegiatan tambang yang menarik banyak migran. Diperkirakan jumlah

migran akan terus meningkat hingga tahun 2025, sejalan dengan proyeksi pertumbuhan penduduk yang juga terus naik.

Dengan meninjau faktor migrasi berdasarkan laporan hasil Sensus Penduduk 2020 (SP2020) terhadap tingginya kasus TB, terjadi peningkatan jumlah migrasi seumur hidup, dengan angka 5,57 atau sekitar 6 dari 100 penduduk berasal dari luar provinsi Kalimantan Timur. Sekitar 31% dari total populasi adalah migran, menunjukkan bahwa wilayah Kaltim secara keseluruhan menjadi tujuan utama migrasi, dengan jumlah migran yang masuk lebih besar daripada yang keluar. Hal ini tentu berperan penting dalam dinamika kasus TB di wilayah tersebut, mengingat TB sangat mudah menular terutama pada kepadatan penduduk yang tinggi (13) (10).

Berdasarkan karakteristik dan hasil prediksi insiden TB untuk tahun 2024-2025, situasi kesehatan terkait TB menunjukkan beberapa aspek yang memerlukan perhatian serius. Hal ini juga dapat dianalisa melalui analisis status penyakit TB. Meskipun data historis menunjukkan tren peningkatan insidensi TB setiap tahun, proyeksi mengindikasikan adanya penurunan sebesar 6% di 2024, yang kemudian meningkat kembali sebesar 5%. Namun, angka tersebut masih relatif tinggi, dan perlu dipertimbangkan apakah penurunan tersebut proporsional dengan *Incident Rate* (IR) atau tingkat kejadiannya.

Mengingat fluktuasi dinamis insiden TB dan tingginya penularan, penting untuk menghubungkan dinamika ini dengan tingkat kejadian agar dapat memahami dampak penyakit ini secara lebih komprehensif pada populasi. Meskipun prediksi menunjukkan penurunan IR TB pada tahun 2024 dan 2025, tetapi masih lebih tinggi dibandingkan dengan tahun 2022.

Tahun 2023 tercatat sebagai tahun dengan lonjakan kasus TB tertinggi dibanding tahun sebelumnya, bahkan dalam proyeksi ke depan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh dampak pandemi Covid-19 sebelum tahun 2023, yang mengalihkan fokus penemuan kasus TB. terdapat kemungkinan bahwa antara tahun 2020-2022, kasus TB yang tidak

terlaporkan bisa jauh lebih tinggi jika tidak terjadi pandemi. Sebagai hasilnya, prediksi untuk tahun 2024-2025 mungkin lebih tinggi dari estimasi sebelumnya atau bahkan lebih tinggi dari tahun 2023. Prediksi ini didukung oleh pernyataan Kemenkes RI yang memperkirakan penambahan 6,3 juta kasus TB baru dan 1,4 juta kematian TB selama periode 2020-2025, termasuk kasus yang tidak dilaporkan (14).

Dengan demikian, hasil prediksi dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor sehingga dapat menghasilkan angka ketidakpastian di kemudian hari. Oleh karena itu, penggunaan model ARIMA sebagai alat prediksi memiliki batasan karena hanya memperhitungkan pola data dan tidak memperhitungkan kompleksitas faktor-faktor yang dapat mempengaruhi dinamika penyakit. Selain itu, dampak pandemi Covid-19 pada tahun 2020-2021 tidak dipertimbangkan, padahal dapat memengaruhi pola insiden TB karena adanya perubahan akses layanan kesehatan, penundaan diagnosa, dan adanya pengalihan sementara dari penyakit tersebut.

KESIMPULAN

Insiden TB yang terdapat di Provinsi Kalimantan Timur selama periode 2020-2023 mencatatkan jumlah kasus yang mencapai 21.635 kasus baru. Karakteristik kasus yang ditemukan yaitu, mayoritas terdapat pada usia produktif antara 25-34 tahun (16,1%), sebagian besar merupakan pasien berjenis kelamin laki-laki (59,1%), dan hampir setengah dari kasus TB terdiagnosis secara klinis sebagai TB paru (46,0%). Sebaran insiden TB paling banyak terdapat di Kota Balikpapan (22,3%), Samarinda (22,1%), dan Kabupaten Kutai Kartanegara (12,9%). Kasus terjadi setiap bulannya dengan puncak kasus pada Januari (9,5%) dan Oktober (9,3%). Berdasarkan prediksi insiden TB untuk tahun 2024-2025, dengan model IMA (0,1,1), terjadi penurunan insiden TB menjadi 6.732 kasus pada tahun 2024, tetapi meningkat kembali pada tahun 2025 menjadi 7.088 kasus dengan IR 166 kasus per 100.000 penduduk. Hasil ini dapat menjadi dasar untuk kebijakan dan program pemantauan insiden TB, dengan

analisis dari berbagai sudut pandang epidemiologi seperti analisis status penyakit TB di Kaltim dan analisis kependudukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah turut serta dalam penelitian ini. Terutama kepada Dinas Kesehatan Provinsi Kalimantan Timur yang telah mendukung untuk ketersediaan data. Dukungan, kontribusi, dan kerjasama dari berbagai pihak menjadi sangat berarti bagi kelancaran dan kesuksesan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Tim Program TB St. Carolus, *Tuberkulosis Bisa Disembuhkan!*, C. Gautama, Ed., Jakarta: Kepustakaan Populer Gramedia, 2017.
2. WHO, *Global Tuberculosis Report 2023*, Geneva: World Health Organization, 2023, pp. 1-57.
3. Diskominfo Kaltim, "Tiga Kabupaten Dan Kota Di Kaltim Tertinggi Kasus TBC," Dinas Komunikasi dan Informatika Provinsi Kalimantan Timur, 24 March 2022. [Online]. Available: <https://diskominfo.kaltimprov.go.id/kesehatan/tiga-kabupaten-dan-kota-di-kaltim-tertinggi-kasus-tbc>. [Accessed 21 October 2023].
4. P. R. Sihombing, *Corat Coret Catatan Statistisi Pemula*, Yogyakarta: Yayasan Sahabat Alam Rafflesia, 2021.
5. W. Y. Rusyida, *Teknik Peramalan Metode ARIMA dan Holt Winter*, Penerbit NEM, 2022.
6. UU RI, "Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana," Jakarta, 2007.
7. D. Ekawati, "Pengaruh Faktor Risiko, Usia, Jenis Kelamin dan Status Imunisasi pada Kasus TB Paru Anak di Puskesmas Merdeka," *Koloni: Jurnal Multidisiplin Ilmu*, vol. 1, no. 3, pp. 965-971, September 2022.
8. P. A. Siregar, J. I. Farashati, A. C. Syafira and D. Febriana, "Konsep Epidemiologi Terjadinya Penyakit Tuberkulosis," *Zahra: Journal of Health and Medical Research*, vol. 3, no. 3, pp. 462-470, July 2023.

9. S. Andayani and Y. Astuti, "Pediksi Kejadian Penyakit Tuberkolosis Paru Berdasarkan Usia di Kabupaten Ponorogo Tahun 2016-2020," *Indonesian Journal for Health Sciences*, vol. 1, no. 2, pp. 29-33, September 2017.
10. BPS Kaltim, *Proyeksi Penduduk Kabupaten/Kota Provinsi Kalimantan Timur 2020-2035 Hasil Sensus Penduduk 2020*, Samarinda, Kalimantan Timur: Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur, 2023.
11. S. Andayani, "Prediksi Kejadian Penyakit Tuberkulosis Paru Berdasarkan Jenis Kelamin," *Jurnal Keperawatan Muhammadiyah Bengkulu*, vol. 8, no. 2, pp. 135-140, October 2020.
12. BPS Kaltim, *Statistik Migrasi Provinsi Kalimantan Timur Hasil Long Form Sensus Penduduk 2020*, Samarinda, Kalimantan Timur: BPS Provinsi Kalimantan Timur, 2023.
13. M. M. Syarawie, "Sepertiga Penduduk Kaltim Merupakan Penduduk Migran," 1 February 2023. [Online]. Available: <https://kalimantan.bisnis.com/read/20230201/407/1623716/sepertiga-penduduk-kaltim-merupakan-penduduk-migran>.
14. Kemenkes RI, "Jangan Abaikan TBC di Masa Pandemi Covid-19 Menuju Eliminasi TBC Tahun 2030," Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 8 Maret 2021. [OI]. Available: <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/>.
15. Kemenkes RI, "Tingkatkan Investasi Penanggulangan TBC di Indonesia Untuk Selamatkan Bangsa," 26 August 2022. [OI]. Available: <https://tbindonesia.or.id/>.
16. Box, George E. P, et al. *Time Series Analysis Forecasting and Control*. [ed.] David J Balding, et al. 5th. s.l. : Wiley, John; Sons,Inc.,Hoboken,, 2016. 978-1-118-67502-1.
17. BPS Kaltim, *Provinsi Kalimantan Timur dalam Angka 2023*, B. P. S. P. K. Timur, Ed., Samarinda, Kalimantan Timur: BPS Provinsi Kalimantan Timur, 2023, pp. 1-743.
18. Kemenkes RI, *Strategi Nasional Penanggulangan Tuberkulosis di Indonesia 2020-2024*, S. Widada and Nurjannah, Eds., Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2020.
19. Kemenkes RI, "Sejarah TBC di Indonesia," 29 December 2022. [Online]. Available: https://tbindonesia.or.id/pustaka_tbc/sejarah-tbc-di-indonesia/ .