

Artikel Penelitian

Time Series Forecast of Tuberculosis Cases in Samarinda City: The Box-Jenkins Method

Muhamad Zakki Saefurrohimi¹, Dian Margi Utami², Rea Ariyanti³, Ratih Wirapuspita Wisnuwardani⁴

Abstrak

Data BPS Provinsi Kalimantan Timur melaporkan jumlah kasus Tuberkulosis di Kota Samarinda meningkat signifikan dari 1456 kasus pada tahun 2021 menjadi 4119 kasus pada tahun 2023. Prediksi insidensi TB diperlukan sebagai upaya pencegahan dan pengendalian TB di Kota Samarinda. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi insidensi TB tahun 2025 di Kota Samarinda. Model prediksi TB dikembangkan menggunakan metode Box-Jenkins berdasarkan analisis insidensi dari tahun 2020 sampai November 2024. Model terbaik yang terpilih adalah ARIMA(0,1,1). Hasil model menunjukkan rata-rata kesalahan prediksi sebesar 0,81 dengan RMSE sebesar 31,10 dan MAE sebesar 24,91. Nilai MPE sebesar -1,26 dan MAPE sebesar 12,10% menunjukkan kesalahan prediksi yang dapat diterima dengan bias yang kecil. Nilai MASE sebesar 0,44 dan ACF1 residual sebesar 0,08 menunjukkan tidak adanya autokorelasi signifikan dalam residual sehingga menghasilkan prediksi yang valid dan akurat untuk kejadian TB di Kota Samarinda. Studi ini menunjukkan bahwa model ARIMA(0,1,1) merupakan pilihan yang optimal untuk memprediksi insidensi TB di Kota Samarinda. Model ini memprediksi kasus TB tertinggi akan terjadi pada bulan September 2025 menacapai 306 kasus, dengan interval kepercayaan 80% pada sebesar 231 – 382 kasus. Hasil prediksi ini dapat digunakan untuk mendukung upaya pencegahan dan pengendalian TB di Samarinda.

Kata kunci: Kejadian Tuberkulosis, Prediksi, Model ARIMA

Abstract

Data from the BPS of East Kalimantan Province indicate that the number of tuberculosis cases in Samarinda increased significantly from 1,456 cases in 2021 to 4,119 cases in 2023. Prediction of TB incidence is necessary as part of efforts to prevent and control TB in Samarinda City. This study aims to predict TB incidence in Samarinda City for the year 2025. The TB prediction model was developed using the Box-Jenkins method based on an analysis of TB incidence data from 2020 to November 2024. The best-selected model was ARIMA(0,1,1). The model results showed an average prediction error of 0.81, with an RMSE of 31.10 and an MAE of 24.91. An MPE of -1.26 and an MAPE of 12.10% indicate acceptable prediction errors with minimal bias. The MASE value of 0.44 and ACF1 residual of 0.08 indicate no significant autocorrelation in the residuals, resulting in valid and accurate predictions for TB incidence in Samarinda City. This study demonstrates that the ARIMA(0,1,1) model is an optimal choice for predicting TB incidence in Samarinda City. This model predicts that the highest number of TB cases will occur in September 2025, reaching 306 cases, with an 80% confidence interval ranging from 231 to 382 cases. These predictions can be used to support tuberculosis prevention and control efforts in Samarinda..

Keywords: Tuberculosis incidence, Prediction, ARIMA model

Submitted : 15 December 2025

Accepted : 30 June 2026

Affiliasi penulis : 1. Department of Epidemiology, Faculty of Public Health, Mulawarman University, Indonesia, 2. Tim Kerja P2PM Dinas Kesehatan Kota Samarinda, 3. Department of Biostatistics, Faculty of Public Health, Mulawarman University, Indonesia, 2,4. Magister of Public Health, Faculty of Public Health, Mulawarman University, Indonesia,

Korespondensi : Muhamad Zakki Saefurrohimi, E-mail: saefurrohimi@fkm.unmul.ac.id Telp: +6287710112314

PENDAHULUAN

Penyakit infeksi saluran pernapasan kronis yang masih menjadi masalah global adalah Tuberkulosis (TB). TB disebabkan oleh patogen *Mycobacterium tuberculosis* (M.TB). Orang yang terinfeksi dapat menularkan M.TB melalui droplet ketika batuk atau bersin. Pasien TB yang tidak diberikan pengobatan secara tepat dan tuntas, akan menimbulkan ancaman serius

bagi masalah kesehatan baik untuk diri sendiri maupun orang lain (1).

Upaya pencegahan dan pengendalian TB secara global menunjukan kemajuan besar. Namun, di banyak negara, terutama di lingkungan berpenghasilan rendah dan menengah, masih menjadi masalah kesehatan yang serius dengan kerugian ekonomi yang sangat besar (2). Selain itu, TB tetap menjadi salah satu dari 10 penyebab kematian teratas di seluruh dunia; diperkirakan secara global ada 10,0 juta kasus baru TB pada tahun 2017, yang mana 1,3 juta kematian individu secara langsung disebabkan oleh TB, dan TB telah membunuh lebih banyak orang daripada

penyakit menular lainnya dalam beberapa dekade terakhir (3).

Tahun 2021 Asia Tenggara menyumbang hampir setengah dari kasus TB secara global, mencapai 4,82 juta atau 45,4%. Delapan negara bertanggung jawab atas sekitar 66% dari total kasus global, dengan Indonesia (9,2%) berada di peringkat kedua setelah India. Menurut Global TB Report terdapat 969.000 kasus TB di Indonesia pada tahun 2022. Menurut Kementerian Kesehatan Indonesia, Indonesia harus bebas dari TBC pada tahun 2035(4–6).

Kota Samarinda sebagai salah satu kota di Provinsi Kalimantan Timur yang terletak di daerah khatulistiwa pada posisi antara 0°21'18"- 0°9'16" Lintang Selatan dan 116°15'16"-117°24'16" Bujur Timur (7). Data BPS Provinsi Kalimantan Timur melaporkan jumlah kasus Tuberkulosis di Kota Samarinda meningkat signifikan dari 1456 kasus pada tahun 2021 menjadi 4119 kasus pada tahun 2023 (8). Laporan Dinas Kesehatan Kota Samarinda untuk *Treatment Coverage* TB Sensitif Obat menunjukkan fluktuasi yang signifikan dalam lima tahun terakhir. Pada tahun 2020, cakupan pengobatan mencapai 77,1%, meningkat menjadi 90,1% pada 2021. Namun, terjadi penurunan drastis pada tahun 2022 hingga 69,6%, dan menjadi 52,2% di tahun 2023. Pada 2024, cakupan pengobatan kembali naik ke 77,1%, tetapi masih menunjukkan pola ketidakstabilan (9,10).

Treatment Success Rate (TSR) Kota Samarinda menunjukkan peningkatan dari 83,42% pada tahun 2020 menjadi 89,76% di tahun 2022, meskipun kembali menurun menjadi 80,72% pada tahun 2023. Angka kematian akibat TB Sensitif Obat di Kota Samarinda mengalami peningkatan dari 3,72% pada tahun 2022 menjadi 5,58% pada tahun 2023. Selain itu, angka *lost to follow up* juga meningkat dari 5,54% pada tahun 2022 menjadi 7,46% pada tahun 2023 (9,10). Peningkatan kedua indikator ini menunjukkan perlunya intervensi yang tepat dalam penanggulangan TB di Kota Samarinda(11).

Analisis prediksi kasus TB pada tahun yang akan datang menjadi pertimbangan penting untuk melakukan intervensi.

Metode *Box-Jenkins* adalah salah satu pendekatan representatif dalam analisis dan prediksi deret waktu yang mampu memperhitungkan perubahan tren, perubahan periodik, dan gangguan acak dalam data deret waktu. Metode ini sangat berguna untuk memodelkan struktur ketergantungan temporal pada suatu deret waktu (12,13). Metode ini telah banyak digunakan untuk memprediksi penyakit menular dan menghasilkan hasil prediksi yang baik. Penelitian di China berhasil memprediksi jumlah kasus bulanan penyakit infeksi tangan, kaki, dan mulut (14). Metode serupa juga digunakan untuk memprediksi kasus DBD(15). Zheng Y-L et al (16). dan Liao Z (17) berhasil memprediksi kejadian TB menggunakan model ARIMA. Referensi lain juga menunjukkan keberhasilan metode ini (18–21).

Belum terdapat kajian prediksi berbasis deret waktu yang secara spesifik memodelkan tren kasus TB di Kota Samarinda sebagai dasar perencanaan intervensi berbasis bukti. Berdasarkan latar belakang diatas maka sebagai upaya pencegahan dan pengendalian TB di Kota Samarinda, penelitian ini dilakukan untuk memprediksi kejadian TB Tahun 2025 dengan menganalisis secara singkat tren perubahan kejadian TB di Kota Samarinda selama beberapa tahun terakhir. Selanjutnya, berdasarkan karakteristik data kejadian TB dikembangkan model ARIMA terbaik untuk memperoleh angka prediksi sehingga dapat memberikan referensi ilmiah untuk pencegahan dan pengendalian TB di Kota Samarinda.

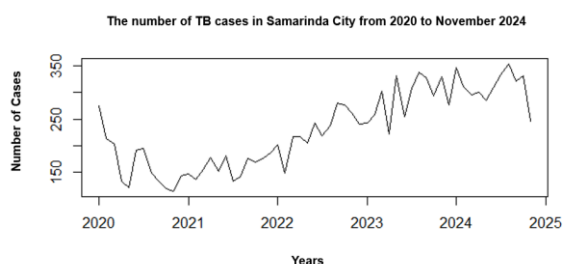
METODE

Penelitian ini menggunakan data kejadian TB SO di Kota Samarinda dari Januari tahun 2020 hingga November 2024 yang diperoleh dari Sistem Informasi Tuberkulosis (SITB) Dinas Kesehatan Kota Samarinda.

Metode Box-Jenkins adalah teknik prediksi deret waktu yang mencakup model ARIMA(p,d,q) untuk data tanpa pola musiman dan ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s untuk data dengan pola musiman. Model ini menggunakan parameter *autoregressive* (p), *moving average* (q), dan tingkat diferensiasi (d) untuk mengatasi data yang tidak stasioner. Jika terdapat pola musiman, parameter musiman (P, Q, D) serta jumlah pengamatan per periode (s) ditambahkan. Tujuan utamanya adalah membuat data stasioner dan memodelkan pola deret waktu secara akurat untuk dilakukan prediksi (22).

Tahapan penerapan meliputi pengujian stasioneritas dengan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF), analisis autokorelasi (ACF) dan autokorelasi parsial (PACF) untuk menentukan parameter, serta uji residu menggunakan metode Box-Jenkins Q (23). Model terbaik dipilih berdasarkan nilai Akaike (AIC). Model ini kemudian digunakan untuk memprediksi data, dengan keakuratan diukur menggunakan *Mean Error* (ME); *Root Mean Square Error* (RMSE); *Mean Absolute Error* (MAE); *Mean Percentage Error* (MPE); *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE); *Mean Absolute Scaled Error* (MASE) dan *Autocorrelation Function at Lag 1* (ACF1). Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak R studio.

HASIL



Gambar 1. Kasus TB di Kota Samarinda pada tahun 2020 - November 2024

Kasus TB di Samarinda dari Januari 2020 hingga November 2024 menunjukkan fluktuasi yang signifikan. Pada tahun 2020, kasus tertinggi terjadi pada bulan Januari dengan jumlah 275 kasus dan terendah pada bulan April dengan jumlah 133 kasus. Pada tahun 2021, jumlah kasus relatif rendah di awal tahun dan meningkat hingga mencapai

186 kasus di bulan Desember. Pada tahun 2022, kasus TB meningkat tajam hingga mencapai puncaknya di bulan September dengan jumlah 280 kasus, dengan tingkat yang lebih tinggi dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya. Tahun 2023, kasus TB terus meningkat dengan jumlah tertinggi tercatat pada bulan Mei sebesar 332 kasus. Pada tahun 2024, meskipun ada beberapa fluktuasi, jumlahnya tetap tinggi, dengan puncaknya pada bulan Agustus sebesar 354 kasus.

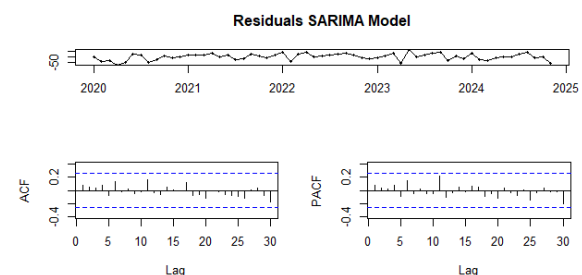
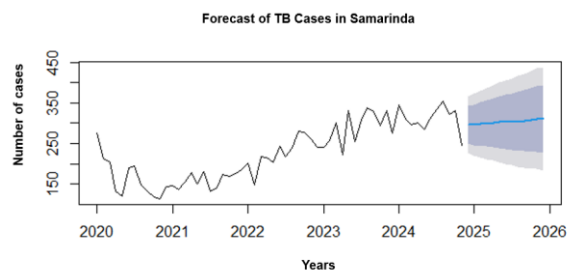


Figure 2. ACF dan PACF setelah *differencing*

Berdasarkan plot residual model ARIMA di atas, residual menunjukkan pola acak, yang mengindikasikan bahwa model berhasil menangkap pola data utama tanpa meninggalkan tren atau musiman. Nilai residual berfluktuasi di sekitar nol, dengan kisaran sekitar -50 hingga 50. Plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) menunjukkan bahwa sebagian besar nilai lag berada di dalam batas-batas signifikansi (garis biru putus-putus), yang menunjukkan bahwa residual sebagai *white noise*, artinya model ARIMA yang digunakan mampu memprediksi kasus TB di Kota Samarinda secara akurat.

Model terbaik yang terpilih dalam analisis ini adalah ARIMA(0,1,1), dengan *moving average coefficient* (ma1) sebesar -0,5334 (standar error = 0,1204). Model ini memiliki varians residual (σ^2) sebesar 1219. Nilai *log-likelihood* tercatat sebesar -288,03, sedangkan *Akaike Information Criterion* (AIC), *corrected Akaike Information Criterion* (AICc), dan *Bayesian Information Criterion* (BIC) berturut-turut adalah 580,06, 580,28, dan 584,18. Berdasarkan evaluasi ini, model ARIMA (0,1,1) menunjukkan keseimbangan

yang baik antara kecocokan data dan kompleksitas model, sehingga menjadi pilihan yang optimal untuk analisis prediksi kasus TB di Kota Samarinda



Gambar 3. Autoplot Prediksi Kasus TB Kota Samarinda Tahun 2025

Grafik diatas menunjukkan proyeksi kasus TB di Kota Samarinda tahun 2025 yang relatif stabil dengan sedikit potensi peningkatan dibandingkan dengan data historis dari tahun 2020 hingga November 2024. Data asli diwakili oleh garis hitam dan bervariasi secara musiman, dengan kecenderungan umum naik dari waktu ke waktu. Pada tahun 2025, prediksi jumlah kasus ditunjukkan oleh garis biru. Proyeksi ini mencakup interval kepercayaan yang digambarkan dengan arsiran: area abu-abu gelap sesuai dengan interval kepercayaan 80% sedangkan abu-abu terang mencerminkan interval kepercayaan 95%. Interval ini ditafsirkan sebagai jumlah kasus pada tahun 2025 diperkirakan berada dalam kisaran sekitar arsiran tersebut.

Tabel 1. Prediksi Jumlah Kasus TB di Kota Samarinda Tahun 2025

Month	Point Forecast	80%		90%	
		Lo	Hi	Lo	Hi
Dec-24	296	251	342	227	366
Jan-25	296	246	345	220	372
Feb-25	298	244	351	216	380
Mar-25	299	242	357	212	387
Apr-25	301	240	361	208	394
May-25	302	238	366	204	400
Jun-25	303	236	370	200	406
Jul-25	304	234	374	196	411
Aug-25	304	231	377	193	416
Sep-25	306	231	382	191	422
Oct-25	307	229	386	188	427
Nov-25	311	230	392	187	434
Dec-25	311	228	394	184	438

Lo = Low

Hi = High

Proyeksi kasus TB di Kota Samarinda pada tahun 2025 terus meningkat setiap bulannya. Perkiraan titik berkisar antara 296 kasus pada Desember 2024 hingga 311 kasus pada Desember 2025. Interval kepercayaan 80% dan 90% menunjukkan bahwa jumlah kasus aktual dapat sedikit berbeda, dengan batas bawah dan atas berkisar antara 184 hingga 438 kasus pada akhir tahun, yang menunjukkan tren peningkatan kejadian TB.

Tabel 2. Hasil Uji Akurasi Prediksi

ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE	ACF1
0.81	31.10	24.91	-1.26	12.10	0.44	0.08

Hasil uji validitas model menjelaskan bahwa model ARIMA memiliki prediksi yang valid dan sesuai untuk kejadian TB di Kota Samarinda. Rata-rata kesalahan sebesar 0,81 menunjukkan bahwa bias dalam peramalan adalah kecil, dan RMSE sebesar 31,10 dengan MAE sebesar 24,91 menunjukkan bahwa kesalahan prediksi adalah moderat. MPE adalah -1,26, dan MAPE adalah 12,10%, yang berarti sedikit mempengaruhi nilai aktual, tetapi kesalahan keseluruhan tetap berada dalam batas yang dapat diterima untuk model prediksi dengan nilai MASE sebesar 0,44. Nilai ACF1 yang rendah (0,08) dari residual menunjukkan bahwa tidak ada autokorelasi yang signifikan dalam residual dengan tingkat akurasi dan validitas prediksi yang dapat diterima.

PEMBAHASAN

Insiden TB SO tahunan di Kota Samarinda mengalami peningkatan dalam 4 tahun terakhir 2020 mencapai insidensi sebesar 1987 kasus, tahun 2021 mencapai 1929 kasus, tahun 2022 mencapai 2747, tahun 2023 mencapai 3587, dan hingga November 2024 mencapai 6417 kasus, dimana tahun 2024 merupakan insidensi tertinggi dalam 4 tahun terakhir. Capaian penemuan kasus TB SO menjadi indikator yang baik jika dibarengi dengan peningkatan angka *Treatment Coverage* (TC) dan *Treatment Success Rate* (TSR) sebagai indikator dalam eliminasi TB.

Pencapaian 2 indikator penting dalam eliminasi TB, Namun laporan global menjelaskan bahwa indikator ini bisa terhambat oleh meningkatnya populasi transien dalam skala besar, munculnya MDR-TB, serta kondisi komorbid AIDS dan penyakit tidak menular, yang menyebabkan terjadinya peningkatan insiden TB dan kematian akibat TB dalam beberapa tahun terakhir (24,25).

WHO telah merancang strategi untuk menurunkan 90% kasus baru TB pada tahun 2035 dibandingkan dengan 2015, serta pengurangan insiden TB sebesar 50% pada tahun 2025 relatif terhadap 2015 (2) untuk mempercepat target tersebut, diperlukan langkah-langkah strategis yang dilaksanakan di tingkat nasional dan internasional. Di tingkat nasional, setiap negara diharapkan mengupayakan intervensi yang berfokus pada wilayah dengan insiden tinggi. Pemahaman yang jelas mengenai pola temporal insiden TB membantu untuk perencanaan yang efektif.

ARIMA menjadi salah satu metode Box-Jenkins yang terbukti efektif dalam memprediksi pola kejadian penyakit menular(1,26). Pada penelitian ini model ARIMA(0,1,1) terpilih sebagai model terbaik berdasarkan data kejadian tuberkulosis Kota Samarinda. Pemilihan model ini didasarkan pada analisis parametrik seperti nilai koefisien *moving average* ($ma1 = -0.5334$), *variance residual* 1219, serta kriteria pemilihan model statistik seperti AIC (580.06), AICc (580.28), dan BIC. (584.18). hasil analisis tersebut penting untuk memastikan bahwa model tersebut tidak over-atau underfit.

Evaluasi model ARIMA(0,1,1) menunjukkan bahwa meskipun model tersebut memiliki kesalahan prediksi sedang, model tersebut masih dapat diterima untuk aplikasi epidemiologi. Dengan RMSE sebesar 31.10 dan MAE sebesar 24.91, model ini mampu menghasilkan prediksi yang cukup akurat. Nilai MAPE sebesar 12,10% menunjukkan bahwa rata-rata kesalahan prediksi dalam studi prediksi epidemiologi

berada dalam kisaran yang dapat diterima (27). Selain itu, nilai bias prediktif yang kecil ($MPE = -1,26$) dan MASE sebesar 0,44 menunjukkan keandalan model ini untuk menganalisis tren kejadian TB. Tidak adanya autokorelasi yang signifikan pada residu yang ditunjukkan dengan nilai ACF1 sebesar 0,08 semakin memperkuat validitas model ini.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan berupa penggunaan data sekunder dari laporan rutin yang berpotensi bias pencatatan dan ketidaklengkapan data sehingga dapat memengaruhi akurasi hasil prediksi. Selain itu model ARIMA yang digunakan hanya berfokus pada pola deret waktu historis tanpa mempertimbangkan faktor eksternal seperti perubahan kebijakan kesehatan, mobilitas penduduk atau kondisi lingkungan sehingga kemampuan model dalam menjelaskan variasi kasus TB secara menyeluruh menjadi terbatas.

Penelitian ini memberikan kontribusi penting terhadap penggunaan metode prediktif untuk mendukung upaya pencegahan dan pengendalian tuberkulosis di Kota Samarinda. Prediksi yang valid dan akurat dari model ARIMA(0,1,1) dapat membantu Dinas Kesehatan Kota Samarinda dalam merencanakan intervensi yang tepat waktu dan efektif.

SIMPULAN

Hasil model menunjukkan rata-rata kesalahan prediksi sebesar 0,81 dengan RMSE sebesar 31,10 dan MAE sebesar 24,91. Nilai MPE sebesar -1,26 dan MAPE sebesar 12,10% menunjukkan kesalahan prediksi yang dapat diterima, dengan bias yang kecil. Nilai MASE sebesar 0,44 dan ACF1 residual sebesar 0,08 menunjukkan tidak adanya autokorelasi signifikan dalam residual sehingga menghasilkan prediksi yang valid dan akurat untuk kejadian TB di Kota Samarinda. Studi ini menunjukkan bahwa model ARIMA(0,1,1) merupakan pilihan yang optimal untuk memprediksi insidensi TB di Kota Samarinda. Model ini memprediksi kasus TB di Samarinda naik dari 296 (Januari 2024) menjadi 296 (Januari

2025), dengan interval kepercayaan 90% pada Januari 2025 sebesar 220–372 kasus.

DAFTAR PUSTAKA

1. Zhao Y, Li M, Yuan S. Analysis of transmission and control of tuberculosis in Mainland China, 2005–2016, based on the age-structure mathematical model. *Int J Environ Res Public Health*. 2017;14(10):1192.
2. WHO. Global Tuberculosis Programme [Internet]. WHO. 2024 [cited 2024 Dec 11]. Available from: <https://www.who.int/teams/global-tuberculosis-programme/tb-reports>
3. Moosazadeh M, Khanjani N, Nasehi M, Bahrampour A. Predicting the incidence of smear positive tuberculosis cases in Iran using time series analysis. *Iran J Public Health*. 2015;44(11):1526.
4. Kemenkes RI. TB Indonesia – Obati Sampai Sembuh TBC di Indonesia [Internet]. TB Indonesia. 2024 [cited 2024 Dec 11]. Available from: <https://www.tbindonesia.or.id/>
5. Kim S, de Los Reyes V AA, Jung E. Country-specific intervention strategies for top three TB burden countries using mathematical model. *PLoS One*. 2020;15(4):e0230964.
6. Chakaya J, Khan M, Ntoumi F, Aklillu E, Fatima R, Mwaba P, et al. Global Tuberculosis Report 2020–Reflections on the Global TB burden, treatment and prevention efforts. *Int J Infect Dis*. 2021;113:S7–12.
7. Badan Pusat Statistik Kota Samarinda. Letak, Batas, dan Luas Kota Samarinda [Internet]. bps samarinda. 2013 [cited 2024 Dec 11]. Available from: <https://samarindakota.bps.go.id/id/statistics-table/1/MzI2IzE=/letak-batas-dan-luas-kota-samarinda-2013.html>
8. BPS Provinsi Kalimantan Timur. Kasus Penyakit Menurut Kabupaten/Kota dan Jenis Penyakit di Provinsi Kalimantan Timur, 2025 - Tabel Statistik - Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur [Internet]. kaltim.bps.go.id. 2023 [cited 2026 Jul 1]. Available from: <https://kaltim.bps.go.id/id/statistics-table/3/YTA1Q1ptRmhUMEpXWTBsQmQyZzBjVzgwUzB4aVp6MDkjMw==/kasus-penyakit-menurut-kabupaten-kota-dan-jenis-penyakit-di-provinsi-kalimantan-timur--2023.html?year=2023>
9. Dinkes Kota Samarinda. Laporan Analisis Situasi TB Kota Samarinda 2024. Kota Samarinda; 2024.
10. Kemenkes RI. Dashboard Monitoring Tuberculosis [Internet]. dashboard.kemkes.go.id. 2024 [cited 2024 Dec 11]. Available from: <https://bit.ly/dashboard-tb-kemkes-go-id>
11. Arfandi MA, Saefurrohman MZ, Azmiardi A, Ulfa SL. Geo-Spatial Exploration of Tuberculosis in Samarinda Ulu Sub-District, Samarinda City, East Kalimantan. *Panakeia J Public Heal*. 2024;1(1).
12. Nurman S, Nusrang M, Sudarmin. Analysis of Rice Production Forecast in Maros District Using the Box-Jenkins Method with the ARIMA Model. *ARRUS J Math Appl Sci* [Internet]. 2022 Feb 9;2(1):36–48. Available from: <https://jurnal.ahmar.id/index.php/mathscience/article/view/731>
13. Alna Marlina W, Armijal A, Khairun Nisa M, Ardy M. Analisis Peramalan Metode Box-Jenkins terhadap Penjualan pada UMKM IM Lele di Payakumbuh. *Ind Inov J Tek Ind* [Internet]. 2023 Nov 21;13(2):105–15. Available from: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/industri/article/view/6526>
14. Tian CW, Wang H, Luo XM. Time-series modelling and forecasting of hand, foot and mouth disease cases in China from 2008 to 2018. *Epidemiol Infect*. 2019;147:e82.

15. Wang T, Zhou Y, Wang L, Huang Z, Cui F, Zhai S. Using an autoregressive integrated moving average model to predict the incidence of hemorrhagic fever with renal syndrome in Zibo, China, 2004–2014. *Jpn J Infect Dis.* 2016;69(4):279–84.
16. Zheng Y-L, Zhang L-P, Zhang X-L, Wang K, Zheng Y-J. Forecast model analysis for the morbidity of tuberculosis in Xinjiang, China. *PLoS One.* 2015;10(3):e0116832.
17. Liao Z, Zhang X, Zhang Y, Peng D. Seasonality and trend forecasting of tuberculosis incidence in Chongqing, China. *Interdiscip Sci Comput Life Sci.* 2019;11:77–85.
18. Tohidinik HR, Mohebbali M, Mansournia MA, Niakan Kalhori SR, Ali-Akbarpour M, Yazdani K. Forecasting zoonotic cutaneous leishmaniasis using meteorological factors in eastern Fars province, Iran: a SARIMA analysis. *Trop Med Int Heal.* 2018;23(8):860–9.
19. Lee JU, Bang SS, Yoon SH, Shin YJ, Lim Y. IOP conference series: materials science and engineering. In: *Proceedings of the International Conference on Functional Materials and Chemical Engineering*, Dubai, United Arab Emirates. 2017. p. 24–6.
20. Mao Q, Zhang K, Yan W, Cheng C. Forecasting the incidence of tuberculosis in China using the seasonal auto-regressive integrated moving average (SARIMA) model. *J Infect Public Health.* 2018;11(5):707–12.
21. Zheng Y, Zhang L, Wang L, Rifhat R. Statistical methods for predicting tuberculosis incidence based on data from Guangxi, China. *BMC Infect Dis.* 2020 Apr;20(1):300.
22. Boland J. Box–Jenkins Models. In: Lovric M, editor. *International Encyclopedia of Statistical Science* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2025. p. 338–60. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-662-69359-9_80
23. Nanlohy YWA, Loklomin SB. Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) untuk Peramalan Inflasi di Indonesia. *Var J Stat Its Appl* [Internet]. 2023 Oct 31;5(2):201–8. Available from: <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/variance/article/view/10683>
24. Moon M-S, Kim S-S, Moon H. Tuberculosis of the spine: current views in diagnosis, management, and setting a global standard. *Orthop Trauma.* 2013;27(4):185–94.
25. Maitra A, Bates S, Shaik M, Evangelopoulos D, Abubakar I, McHugh TD, et al. Repurposing drugs for treatment of tuberculosis: a role for non-steroidal anti-inflammatory drugs. *Br Med Bull.* 2016;118(1):138.
26. Box GEP, Jenkins GM, Reinsel GC, Ljung GM. *Time series analysis: forecasting and control.* John Wiley & Sons; 2015.
27. Makridakis S, Spiliotis E, Assimakopoulos V. Statistical and Machine Learning forecasting methods: Concerns and ways forward. *PLoS One.* 2018;13(3):e0194889.