

**PEMODELAN MATEMATIKA SIPTR DALAM ANALISIS DINAMIKA
PENYEBARAN PENYAKIT ISPA-PNEUMONIA DI JAWA TIMUR**

SKRIPSI



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Disusun Oleh
SALSABILA
09010221017

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Salsabila
NIM : 09010221017
Program Studi : Matematika
Angkatan : 2021

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "PEMODELAN MATEMATIKA SIPTR DALAM ANALISIS DINAMIKA PENYEBARAN PENYAKIT ISPA-PNEUMONIA DI JAWA TIMUR". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 23 Juni 2025

Yang menyatakan,



Salsabila

NIM. 09010221017

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh:

Nama : Salsabila

NIM : 09010221017

Judul Skripsi : PEMODELAN MATEMATIKA SIPTR DALAM
ANALISIS DINAMIKA PENYEBARAN PENYAKIT
ISPA-PNEUMONIA DI JAWA TIMUR

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Pembimbing I



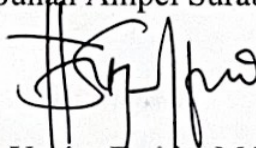
Ahmad Hanif Asyhar, M.Si
NIP. 198601232014031001

Pembimbing II



Dian Yuliati, M.Si.
NIP. 198707142020122015

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. Yuniar Farida, M.T.
NIP. 197905272014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

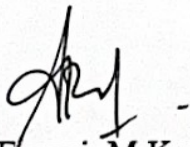
Skripsi oleh

Nama : Salsabila
NIM : 09010221017
Judul Skripsi : PEMODELAN MATEMATIKA SIPTR DALAM
ANALISIS DINAMIKA PENYEBARAN PENYAKIT
ISPA-PNEUMONIA DI JAWA TIMUR

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 23 Juni 2025

Mengesahkan,
Tim Penguji

Penguji I



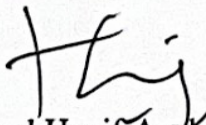
Aris Fanani, M.Kom
NIP. 198701272014031002

Penguji II



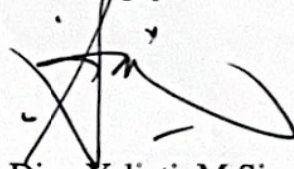
Wika Dianita Utami, M.Sc
NIP. 199206102018012003

Penguji III



Ahmad Hanif Asyhar, M.Si
NIP. 198601232014031001

Penguji IV



Dian Yuliati, M.Si.
NIP. 198707142020122015

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. A Saepul Hamdani, M.Pd.
NIP. 196507312000031002

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : SALSABILA
NIM : 09010221017
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / MATEMATIKA
E-mail address : _____

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

PEMODELAN MATEMATIKA SIPTR DALAM ANALISIS DINAMIKA

PENYEBARAN PENYAKIT ISPA - PNEUMONIA DI JAWA TIMUR

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya,

Penulis

()
SALSABILA
nama terang dan tanda tangan

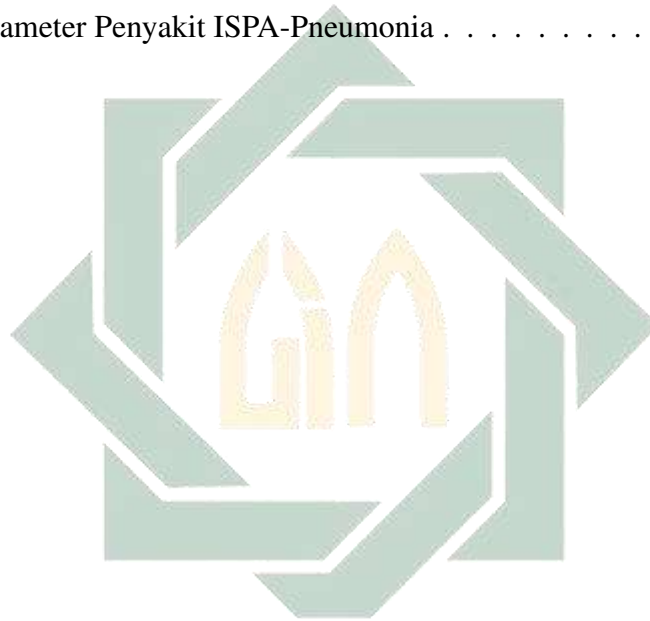
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	9
1.3. Tujuan Penelitian	9
1.4. Batasan Masalah	9
1.5. Manfaat Penelitian	10
1.6. Sistematika Penulisan	11
II TINJAUAN PUSTAKA	14
2.1. Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)	14
2.2. Pneumonia	16
2.3. Model Matematika Epidemiologi	18
2.4. Model Epidemiologi Penyakit ISPA-Pneumonia	19
2.5. Titik Keseimbangan	23
2.6. Analisis Kestabilan	24
2.6.1. Linearisasi	24

2.6.2. Nilai Eigen	25
2.6.3. Kriteria Routh-Hurwitz	26
2.7. Bilangan Reproduksi Dasar	28
2.8. Runge Kutta Orde 4	29
2.9. Integrasi Keislaman	31
III METODE PENELITIAN	36
3.1. Jenis Penelitian	36
3.2. Jenis dan Sumber Data	36
3.3. Tahapan Penelitian	37
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1. Penentuan Model Matematika	40
4.2. Penentuan Nilai Parameter	40
4.3. Analisis Titik Keseimbangan	44
4.3.1. Titik Keseimbangan Bebas Penyakit	44
4.3.2. Titik Keseimbangan Endemik	46
4.4. Analisis Kestabilan Model SIPTR	50
4.4.1. Linearisasi	50
4.4.2. Analisis Kestabilan pada Titik Keseimbangan Bebas Penyakit	53
4.4.3. Analisis Kestabilan pada Titik Keseimbangan Endemik	55
4.4.4. Kriteria Routh-Hurwitz	58
4.5. Bilangan Reproduksi Dasar	59
4.6. Runge-Kutta Orde 4	62
4.7. Analisis Hasil Simulasi	65
4.8. Integrasi Keislaman	71
V PENUTUP	74
5.1. Simpulan	74
5.2. Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	75

DAFTAR TABEL

2.1	Tabel <i>Routh-Hurwitz</i>	26
3.1	Data Penelitian ISPA-Pneumonia Provinsi Jawa Timur Tahun 2024 .	37
4.1	Parameter Penyakit ISPA-Pneumonia	44



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

1.1	Kasus ISPA di Indonesia Tahun 2023 (Kemenkes RI, 2023a)	3
1.2	Kasus Pneumonia Balita di Provinsi Jawa Timur Tahun 2021-2024 (Dinas Kesehatan Jawa Timur, 2023)	6
2.1	Bakteri Streptococcus (Makarim, 2022)	15
2.2	Kondisi Pneumonia (Nugroho, 2024)	17
2.3	Bagan Kompartemen Model SIR (Bagal et al., 2020)	19
2.4	Bagan Kompartemen ISPA-Pneumonia Model SIPTR	20
3.1	Diagram Alir Model SIPTR pada Penyakit ISPA-Pneumonia Jawa Timur	37
4.1	Simulasi Model Penyebaran ISPA-Pneumonia pada Subpopulasi <i>Susceptible</i>	65
4.2	Simulasi Model Penyebaran ISPA-Pneumonia pada Subpopulasi <i>Infected ISPA</i>	66
4.3	Simulasi Model Penyebaran ISPA-Pneumonia pada Subpopulasi <i>Pneumonia</i>	67
4.4	Simulasi Model Penyebaran ISPA-Pneumonia pada Subpopulasi <i>Treatment</i>	68
4.5	Simulasi Model Penyebaran ISPA-Pneumonia pada Subpopulasi <i>Recovered</i>	69
4.6	Simulasi Model SIPTR pada Penyebaran Penyakit ISPA-Pneumonia di Jawa Timur	70

ABSTRAK

PEMODELAN MATEMATIKA SIPTR DALAM ANALISIS DINAMIKA PENYEBARAN PENYAKIT ISPA-PNEUMONIA DI JAWA TIMUR

ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut) merupakan penyakit menular yang ditandai dengan infeksi pada saluran pernapasan bagian atas dan bawah. Kasus ISPA di Indonesia Tahun 2023 telah mencapai 22.146.280 kasus dan Provinsi Jawa Timur menjadi penyumbang terbesar yaitu 10,14% dari total kasus ISPA di Indonesia. Berdasarkan program pencegahan dan pengendalian penyakit menular, ISPA terbagi menjadi Pneumonia dan bukan Pneumonia. Pneumonia adalah infeksi paru-paru yang menyebabkan peradangan pada jaringan paru-paru atau alveoli. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui analisis dinamika penyebaran penyakit ISPA-Pneumonia dan mengetahui hasil simulasi penyebaran penyakit ISPA-Pneumonia dengan menggunakan metode model matematika SIPTR (*Susceptible, Infected, Pneumonia, Treatment, Recovered*). Hasil analisis menyatakan bahwa model SIPTR menghasilkan titik kesetimbangan bebas penyakit $E_0 = (40.715.390, 0, 0, 0, 0)$ yang bersifat tidak stabil dan titik kesetimbangan endemik $E_1 = (27.041.000, 9.930.800, 3.196, 2.953, 2.679.100)$ yang bersifat stabil asimtotik. Diketahui pula, nilai bilangan reproduksi dasar $R_0 = 1,506$ yang berarti bahwa penyebaran penyakit ISPA-Pneumonia di Jawa Timur berpotensi mewabah. Hasil simulasi dengan metode Runge Kutta Orde 4 menunjukkan hasil bahwa kasus ISPA-Pneumonia pada subpopulasi *Susceptible* akan menurun secara signifikan hingga sepuluh tahun kedepan, sedangkan pada subpopulasi *Infected* ISPA, *Pneumonia*, dan *Treatment* akan mengalami kenaikan pada tahun keempat dan keenam setelah tahun 2024, namun ditahun setelahnya grafik menunjukkan adanya penurunan kasus yang signifikan, dan pada subpopulasi *Recovered* akan terus meningkat setiap tahunnya disebabkan adanya faktor kesembuhan alami yang tinggi maupun melalui pengobatan.

Kata kunci: ISPA, Pneumonia, Model Matematika SIPTR, Provinsi Jawa Timur.

ABSTRACT

SIPTR Mathematical Modeling in the Analysis of ARI-Pneumonia Disease Spread Dynamics in East Java

ARI (Acute Respiratory Infection) is an infectious disease characterized by infection of the upper and lower respiratory tract. ARI cases in Indonesia in 2023 have reached 22,146,280 cases and East Java Province is the largest contributor at 10.14% of the total ARI cases in Indonesia. Based on the infectious disease prevention and control program, ARI is divided into pneumonia and non-pneumonia. Pneumonia is a lung infection that causes inflammation of the lung tissue or alveoli. The purpose of this study is to analyze the dynamics of ARI-Pneumonia disease spread and find out how the simulation results of ARI-Pneumonia disease spread using the SIPTR (Susceptible, Infected, Pneumonia, Treatment, Recovered) mathematical model method. The analysis revealed that the SIPTR model produces an unstable disease-free equilibrium point $E_0 = (40,715,390, 0, 0, 0, 0)$ and an endemic equilibrium point $E_1 = (27,041,000, 9,930,800, 3,196,2,953, 2,679,100)$ which are stable. Also known, the value of the basic reproduction number $R_0 = 1.506$ which means that the spread of ARI-Pneumonia in East Java has the potential to outbreak. Simulation results with the 4th Order Runge Kutta method shows that ARI-Pneumonia cases in the Susceptible subpopulation will decrease significantly for the next ten years, while the Infected ARI, Pneumonia, and Treatment subpopulations will experience an increase in the fourth and sixth years after 2024, but the following years the graph shows a significant decrease in cases, and the Recovered subpopulation will continue to increase every year due to the high natural cure factor and through treatment.

Keywords: Acute Respiratory Infections, Pneumonia, SIPTR Math Model, East Java Province.

DAFTAR PUSTAKA

- Afdhal, M. & Rita (2022). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Hiperlipidemia Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Web. *Jurnal KomtekInfo*, 9, 133–139.
- Afriani, B. & Oktavia, L. (2021). Faktor Risiko Kejadian Pneumonia Pada Bayi. *Babul Ilmi Jurnal Ilmiah Multi Science Kesehatan*, 13(2).
- Afrizal, M. B., Mokoginta, K., & Nadiyyah, A. (2022). Model Matematika SEIPRS Penyebaran Penyakit Pneumonia dengan Pengaruh Vaksinasi dan Pengobatan. *Research in the Mathematical and Natural Sciences*, 1(1), 27–38.
- Ambarwati, A. E. & Prawoto, B. P. (2024). Bilangan Reproduksi Dasar Model Penyebaran Penyakit Difteri dengan Adanya Vaksinasi. *Math Unesa Jurnal Ilmiah Matematika*, 9(2), 437–446.
- Amtha, R., Gunardi, I., Dewanto, I., Widayarnan, A. S., & Theodorea, C. F. (2020). *Panduan Dokter Gigi Dalam Era New Normal*. Satuan Tugas COVID-19 Pengurus Besar Persatuan Dokter Gigi Indonesia.
- Anggraini, W., Aisyah, S., & Afrika, E. (2023). Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) pada Balita di Puskesmas Kemalaraja Kabupaten Ogan Komering Ulu Tahun 2023. *Jurnal Kesehatan Saintika Meditory*, 6(2), 205–213.
- Ariano, A., Retno Bashirah, A., Lorenza, D., Nabillah, M., Noor Apriliana, S., & Ernawati, K. (2019). Hubungan Faktor Lingkungan dan Perilaku Terhadap

- Kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) di Desa Talok Kecamatan Kresek. *Jurnal Kedokteran YARSI*, 27(2), 076–083.
- Aristatia, N. (2021). Analisis Faktor - Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Akut (Ispa) Pada Balita Di Puskesmas Panjang Kota Bandar Lampung Tahun 2021. *Indonesian Journal of Helath and Medical*, 1(4), 2774–5224.
- Asda, P. & Sekarwati, N. (2020). Perilaku Cuci Tangan Pakai Sabun (CTPS) dan Kejadian Penyakit Infeksi dalam Keluarga di Wilayah Desa Donoharjo Kabupaten Sleman. *Media Keperawatan: Politeknik Kesehatan Makassar*, 11(1), 1.
- Astuti, V., Yulida, Y., & Thresye, T. (2021). Model Matematika Penyebaran Penyakit Diare dengan Adanya Treatment. *Jurnal Matematika Murni dan Terapan "Epsilon"*, 15(1), 46–57.
- Bagal, D. K., Rath, A., Barua, A., & Patnaik, D. (2020). Estimating the Parameters of Susceptible-Infected-Recovered Model of COVID-19 Cases in India During Lockdown Periods. *Chaos, Solitons and Fractals*, 140, 110154.
- BPS Provinsi Jawa Timur (2024). Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Jawa Timur Tahun 2024. *Badan Pusat Statist Provinsi Jawa Timur*, 53(9), 1689–1699.
- Chen, C., You, Y., Du, Y., Zhou, W., Jiang, D., Cao, K., Yang, M., Wu, X., Chen, M., Qi, J., Chen, D., Yan, R., Yang, S., Ji, M., Zhou, X., Song, P., Zhang, N., Lei, H., Xu, J., Wang, J., & Yan, D. (2024). Global epidemiological trends in the incidence and deaths of acute respiratory infections from 1990 to 2021. *Heliyon*, 10(16).

- Darmawan, N. C. & Tasman, H. (2022). Model Matematika Penyebaran Penyakit Pneumonia dengan Intervensi. *Jurnal Matematika Integratif*, 18(1), 63.
- Dewi, N. K. & Nesi, N. (2022). Fisioterapi Kasus Pneumonia Pada Anak. *Indonesian Journal of Health Science*, 2(1), 16–19.
- Dinas Kesehatan Jawa Timur (2021). *Profil Kesehatan 2021 Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur*, volume 3.
- Dinas Kesehatan Jawa Timur (2023). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2023*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Dinas Kesehatan Jawa Timur (2024). Rekap Laporan ISPA 2024.
- Dorawati, M., Herawati, I., & Fauziah, P. N. (2021). Identifikasi Bakteri Gram Negatif dari Sputum Penderita Infeksi Saluran Pernapasan Akut di Rumah Sakit Dustira Kota Cimahi. *Anakes : Jurnal Ilmiah Analis Kesehatan*, 7(1), 37–44.
- Enkekes, Y. B. & Mardianto, L. (2022). Metode Runge-Kutta Orde 4 Dalam Penyelesaian Persamaan Gelombang 1D Syarat Batas Dirichlet. *Indonesian Journal of Applied Mathematics*, 2(1), 1.
- Estyorini, H., Sutarmi, & Nuryanti, E. (2021). Asuhan Keperawatan pada Anak Pneumonia dengan Fokus Studi Pengelolaan Pemenuhan Kebutuhan Oksigenasi di Ruang Wijaya Kusuma RSUD Dr. R Soetijono Blora. *Jurnal Studi Keperawatan*, 2(1).
- Farhan, M. M. & Subhan, M. (2024). Model Matematika Pemanasan Global Pada Kehidupan Pesisir. *Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, 5(2), 763–772.

- Hamka, M., Sani, A., Mukhsar, M., Cahyono, E., & Arman, A. (2023). Pemodelan Matematika Penyebaran Penyakit Corona Virus Disease (2019) Dengan Model SIS. *Jurnal Matematika, Komputasi dan Statistika*, 3(1), 263–270.
- Hermanto, Nugrahini, A., & Putra, F. E. (2023). Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Perilaku Keluarga Dalam Upaya Pencegahan ISPA Pada Balita Di Puskesmas Marina Permai Palangka Raya. *Jurnal Ilmiah Ilmu Kesehatan dan Kedokteran*, 1(: 2964-9676), 232–251.
- Herminayu, P. & Annisa, N. (2020). Profil Terapi Kasus Infeksi Saluran Pernapasan Akut Pada Pasien Rawat Jalan di Klinik Mitra Husada. *Akademi Farmasi Putra Indonesia Malang*, (pp. 1–9).
- Ihsan, H., Side, S., & Pagga, M. (2021). Pemodelan Matematika SEIRS Pada Penyebaran Penyakit Malaria di Kabupaten Mimika. *Journal of Mathematics Computations and Statistics*, 4(1), 21.
- Imran, R. S., Resmawan, R., Achmad, N., & Nuha, A. R. (2020). Model Matematika SEIPR Penyebaran Penyakit Pneumonia pada Balita dengan Faktor Imunisasi dan Pengobatan. *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*, 17(2), 202–218.
- Infante, S. D., Zegarra, M. A. A., & Hernandez, J. X. V. (2023). Modeling a Traffic Light Warning System for Acute Respiratory Infections. *Applied Mathematical Modelling*, 121, 217–230.
- IQAIR (2024). Kualitas udara di Indonesia.
- Irwan, M. (2021). SIR Model Introduction. *Jurnal Matematika dan Statistika serta Aplikasinya*, 9(2).

Irwan, M., Try Azisah Nurman, Try Azisah Nurman, Sitti Muflihah, & Hikmawati Pathuddin (2022). Analisis Dan Simulasi Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut Di Kabupaten Bulukumba Dengan Menggunakan Model Susceptible Exposed Infectious Recovered (SEIR). *Jurnal MSA (Matematika dan Statistika serta Aplikasinya)*, 10(1), 94–99.

Jannah, M., Ahsar Karim, M., & Yulida, Y. (2021). Analisis Kestabilan Model Seir Untuk Penyebaran Covid-19 Dengan Parameter Vaksinasi. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 15(3), 535–542.

Jumadewi, A. (2023). Penyuluhan Kesehatan Tentang Pentingnya Pemahaman Keluarga Tentang Kondisi Fisik Rumah Sehat Sebagai Upaya Pencegahan Infeksi Saluran Pernafasan Akut (Ispa) Pada Balita Health Education On The Importance Of Family Understanding About The Physical Condit. *JEUMPA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), 28–35.

Kemenkes RI (2019). *National Health Account Indonesia*.

Kemenkes RI (2023a). Laporan Kasus ISPA Tahun 2023.

Kemenkes RI (2023b). *Rencana Aksi Nasional Penanggulangan Pneumonia dan Diare 2023-2030*.

Khaerunnisa, N. A., Nasution, Y. N., & Huda, M. N. (2022). Analisis Kestabilan Model Epidemik SEI Pada Penyebaran Penyakit Tuberkulosis. *BASIS Jurnal Ilmiah Matematika*, 1(1), 16–29.

Khalid, Qamarya, N., Horhoruw, A., & Nawangwulan, K. (2023). Tingkat Pengetahuan Dan Perilaku Masyarakat Terhadap Pencegahan Penyakit Infeksi Saluran Napas Akut. *Jurnal Ilmiah Amanah Akademika*, 6, 16–20.

- Lestari, E. R., Rizkifani, S., & Susanti, R. (2024). Pengukuran Kualitas Hidup Pasien ISPA menggunakan Instrumen SGRQ di Puskesmas Ngabang Landak. *Jurnal Kesehatan Tambusai*.
- Makarim, F. R. (2022). Infeksi Streptococcus.
- Marpaung, A. P. (2023). Evaluasi Kualitas Udara Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Pernafasan Penduduk Kota Medan. *Jurnal Ilmiah Maksitek*, 8(2), 105–111.
- Massa, K., Sasmito, P., Nurhayati, C., Rahmawati, E. Q., Nugraheni, W. T., Juwariyah, S., Arini, D., Mulvi, K., Kastella, F., Suluh, D. G., Waangsir, F. W., & Surtikanti (2023). Infeksi Saluran Pernapasan. In *Buku Ajar Pencegahan dan Pengendalian Infeksi*.
- Maysanjaya, I. M. D. (2020). Klasifikasi Pneumonia pada Citra X-rays Paru-paru dengan Convolutional Neural Network. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, 9(2), 190–195.
- Meilina, L., Tarigan, J., & Pangaribuan, R. (2024). Asuhan Keperawatan Gawat Darurat pada Pasien Pneumonia dengan Bersihan Jalan Nafas Tidak Efektif di Rumah Sakit Tk. II Putri Hijau Medan. *PubHealth Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 2(3), 97–104.
- Munaira, H., Yulida, Y., & Karim, M. A. (2024). Analisis Sensitivitas Model Epidemi SIR Dan SVIR Pada Penyakit Menular. *Epsilon: Jurnal Matematika Murni dan Terapan*, 18(1), 69–87.
- Muniifah, A. N. A., Sopiah, P., & Ridwan, H. (2023). Literature Review: Faktor

- Penyebab Terjadinya Pneumonia Pada Balita (Bayi Dibawah Lima Tahun). *Jurnal Ilmiah Keperawatan (Scientific Journal of Nursing)*, 9(2), 196–202.
- Naz, R., Gul, A., Javed, U., Urooj, A., Amin, S., & Fatima, Z. (2019). Etiology of acute viral respiratory infections common in Pakistan: A review. *Reviews in Medical Virology*, 29(2), 1–6.
- Ndii, M. Z. (2022). *Pemodelan Matematika*. Pekalongan: PT Nasya Expanding Management.
- Ni'mah, F. & Savitri, D. (2022). Analisis Kestabilan Model Eko-Epidemiologi dengan Fungsi Respon Holling Tipe I. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 10(1), 1–12.
- Nugroho, Y. D. (2024). *Kebijakan, Tatalaksana & Pencatatan Pelaporan Bulanan Program P2 ISPA*. Technical report, Dinas Kesehatan Jawa Timur, Surabaya.
- Nurfadilah, Fardinah, & Hikmah (2021). Analisis Model Matematika Penyebaran Penyakit Ispa. *JOMTA (Journal of Mathematics: Theory and Applications)*, 17(1), 212–229.
- Nursani, I. I., Alisa, N., Latifah, I., & Rosita, M. D. (2023). Dinamika Perkembangan HIV/AIDS di Kabupaten Kudus Menggunakan Model Persamaan Diferensial Nonlinear SIR (Susceptible, Infectious and Recovered). *Jurnal Ilmu Komputer dan Matematika*, 4(2), 63–68.
- Pangesti, N. A. & Riski Setyaningrum (2021). Penerapan Teknik Fisioterapi Dada Terhadap Ketidakefektifan Bersihan Jalan Nafas Pada Anak Dengan Penyakit Sistem Pernafasan. *MOTORIK Jurnal Ilmu Kesehatan*, 15(2), 55–60.

- Pratiwi, S., Nasution, Y. N., & Huda, M. N. (2022). Analisis Model Matematika Predator-Prey Perikanan Pada Ekosistem Perairan Tercemar. *Basis Jurnal Ilmiah Matematika*, 1(1), 51–60.
- Putri, I. D. M. & Abadi, A. (2024). Model Penyebaran Tuberculosis dengan Pengurangan Waktu Kontak dan Vaksinasi. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 12(2), 311–321.
- Rif'at, N. (2022). *Pemodelan Penyakit S-I Pemodelan Mitigasi Bencana (PMB)*. Technical report.
- Rizkiyati, N. (2024). Kebijakan Pencegahan dan Pengendalian Infeksi Saluran Pernapasan Akut.
- Romli, I. (2021). Penerapan Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means Untuk Klasifikasi Penyakit Ispa. *Indonesian Journal of Business Intelligence (IJUBI)*, 4(1), 10.
- Saragih, V. Y., Surbakti, G. B., Elovani, N., Munthe, B., & Wardani, S. A. (2024). Implementasi Metode Runge-Kutta dalam Simulasi Lintasan Peluru pada Medan Gravitasi Bumi. *Bilangan: Jurnal Ilmiah Matematika, Kebumihan dan Angkasa*, 2(5).
- Sari, F. Y., Maulidya, R., Hilmi, M. A. S., Wahyudi, S. N., Fransisca, V., & Putri, A. M. (2024). Pemodelan Matematika pada Penyebaran Penyakit Tuberculosis di Provinsi Jawa Timur. *Journal of Mathematics Education and Science*, (c), 117–128.
- Siloam Hospitals (2024). ISPA: Definisi, Gejala, Penyebab, Pengobatan & Pencegahannya.

- Suartawan, I. P. (2019). Bronkopneumonia Pada Anak Usia 20 Bulan. *Jurnal Kedokteran*, 05(01), 198–206.
- Suci, L. N. (2020). Pendekatan Diagnosis dan Tata Laksana Pneumonia pada Anak. *Jurnal Kedokteran Nanggroe Medika*, 3(1), 30–38.
- Syahroni, M. I. (2022). Prosedur Penelitian Kuantitatif. *Jurnal Al-Musthafa STIT Al-Aziziyah Lombok Barat*, 2(3), 211–213.
- Teguh, M. (2014). *Metode Kuantitatif untuk Analisis Ekonomi dan Bisnis*. Depok: PT RajaGrafindo Persada, Jakarta, 1 edition.
- Thabet, H. & Kendre, S. (2023). A Fractional Mathematical Model With Nonlinear Partial Differential Equations for Transmission Dynamics of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Infection. *Healthcare Analytics*, 4(April), 100209.
- Trisno, B. (2024). Hubungan Antara Sanitasi Fisik Rumah dan Kebiasaan Merokok dengan Kejadian Penyakit Ispa pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Sidoarjo. *Journal on Education*, 06(02), 13397–13409.
- UNICEF (2020). Kenali 6 Fakta tentang Pneumonia pada Anak.
- Wahyuni, D. & Kurniawati, Y. (2021). Pengaruh Penggunaan Alat Pelindung Diri Terhadap Terjadinya Gejala Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) pada Pegawai Dinas Perhubungan Kota Jakarta Timur. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 13(1), 73–84.
- Wahyuni, M. S., Sanusi, W., & Janide, A. (2024). Metode Runge-Kutta dalam Menentukan Solusi Numerik Model SEIR Penyebaran Penyakit Hepatitis B di

- Provinsi Sulawesi Selatan. *Journal of Mathematics, Computations and Statistics*, 7(1), 20–33.
- Wati, R. A., Irsyad, H., & Rivan, M. E. A. R. (2020). Klasifikasi Pneumonia Menggunakan Metode Support Vector Machine. *Jurnal Algoritme*, 1(1), 21–32.
- Yong, B. (2020). Model Dinamika Penyebaran Pemilih dengan Menggunakan Pendekatan Epidemiologi. *Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika (5th Senatik) Program Studi Pendidikan Matematika FPMIPATI-Universitas PGRI Semarang*, (pp. 155–160).
- Yuliani, S., Budhiati, V., R., & Mashuri (2019). Model Penyebaran Flu Burung Pada Manusia Dan Dinamika Populasi Recruitment-Death Pada Unggas. *UNNES Journal of Mathematics*, 1(2252), 125 – 130.
- Yulida, Y. & Karim, M. A. (2021). Model Matematika SEIRD (Susceptible, Exposed, Infected, Recovered, Dan Death) Untuk Penyebaran Penyakit ISPA. *Jurnal Binawakyaurnal Binawakya*, 15(7), 4815–4824.
- Yulida, Y., Lestia, A. S., Fitria, R., & Jamil, A. K. (2022). Model Epidemik Penyakit Diare dengan Fungsi Insidensi Holling Tipe Dua. *Epsilon: Jurnal Matematika Murni dan Terapan*, 16(2), 117–129.
- Zai, A. M., Suandy, & Tobing, A. N. L. (2021). Anti-Microbial Activity of Ginger Flower Against Some Causative Agent of Acute Respiratory Infection. *Healthy Tadulako Journal (Jurnal Kesehatan Tadulako)*, 7(1), 15–20.
- Zaki, A., Defit, S., Sumijan, S., & Fauzana, R. (2023). Sistem Pakar Menggunakan Metode Forward Chaining Untuk Mendeteksi Kerusakan Jaringan Internet (Studi

Kasus : Di Layanan Internet Diskominfo Sumatera Barat). *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, 9(3), 227–236.

Zendrato, W. (2020). Gerakan Mencegah daripada Mengobati Terhadap Pandemi Covid-19. *Jurnal Education and development*, 8(2), 242–248.

Zhafran, A. M. & Arnellis (2022). Model Matematika SEIRS Penyebaran Penyakit Pneumonia pada Balita dengan Pengaruh Vaksinasi. *Research in the Mathematical and Natural Sciences*, 1(1), 27–38.

