

**REGRESI LOGISTIK UNTUK ANALISIS FAKTOR
LINGKUNGAN DAN KEPADATAN PENDUDUK
SEBAGAI DASAR PEMODELAN MATEMATIKA
PENYEBARAN PENYAKIT *LEPTOSPIROSIS***

Skripsi

**Disusun untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Matematika**



Amelia Fatmasari

1305621010

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2025

LEMBAR PERSETUJUAN HASIL SIDANG SKRIPSI

REGRESI LOGISTIK UNTUK ANALISIS FAKTOR LINGKUNGAN DAN KEPADATAN PENDUDUK SEBAGAI DASAR PEMODELAN MATEMATIKA PENYEBARAN PENYAKIT *LEPTOSPIROSIS*

Nama : Amelia Fatmasari

No. Registrasi : 1305621010

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab Dekan	: Dr. Hadi Nasbey, S.Pd., M.Si. NIP. 197909162005011004		4/8/2025
Wakil Penanggung Jawab Dekan I	: Dr. Meiliasari, S.Pd., M.Sc. NIP. 197905042009122002		4/8/2025
Ketua	: Dr. Lukita Ambarwati, S.Pd., M.Si. NIP. 197210262001122001		28/7/2025
Sekretaris	: Devi Eka Wardani Meganingtyas, S.Pd., M.Si. NIP. 199005162019032014		29/7/2025
Penguji Ahli	: Dr. Yudi Mahatma, M.Si. NIP. 197610202008121001		28/7/2025
Pembimbing I	: Dr. Eti Dwi Wiraningsih, S.Pd., M.Si. NIP. 198102032006042001		29/7/2025
Pembimbing II	: Ibnu Hadi, M.Si. NIP. 198107182008011017		29/7/2025

Dinyatakan lulus ujian skripsi tanggal 18 Juli 2025

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta:

Nama : Amelia Fatmasari

No Registrasi : 1305621010

Program Studi : Matematika

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat dengan judul *"Regresi Logistik untuk Analisis Faktor Lingkungan dan Kepadatan Penduduk sebagai Dasar Pemodelan Matematika Penyebaran Penyakit Leptospirosis"* adalah:

1. Dibuat sendiri, mengadopsi hasil kuliah, buku-buku, dan referensi acuan yang tertera di dalam referensi pada skripsi saya.
2. Bukan merupakan hasil duplikasi skripsi yang telah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas lain kecuali pada bagian-bagian sumber informasi dicantumkan berdasarkan tata cara referensi yang semestinya.

Pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan saya bersedia menanggung segala akibat yang timbul jika pernyataan saya tidak benar.

Jakarta, 10 Juli 2025



Amelia Fatmasari



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Amelia Fatmasari
NIM : 1305621010
Fakultas/Prodi : FMIPA / Matematika
Alamat email : ameliaftmsri146@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Regresi Logistik untuk Analisis Faktor Lingkungan dan Kepadatan
Penduduk sebagai Dasar Pemodelan Matematika Penyebaran Penyakit
Leptospirosis

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, 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 Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 9 Agustus 2025

Penulis

(Amelia Fatmasari)
nama dan tanda tangan

ABSTRAK

AMELIA FATMASARI. Regresi Logistik untuk Analisis Faktor Lingkungan dan Kepadatan Penduduk sebagai Dasar Pemodelan Matematika Penyebaran Penyakit *Leptospirosis*. Skripsi, Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Juli 2025.

Leptospirosis merupakan penyakit *zoonosis* yang disebabkan oleh bakteri *Leptospira sp.* Penelitian ini bertujuan mengombinasikan model matematika penyebaran *leptospirosis* dengan metode regresi logistik. Analisis regresi logistik dilakukan untuk mengukur kontribusi faktor lingkungan dan kepadatan penduduk terhadap risiko penyakit. Hasil analisis menunjukkan akurasi 70% dengan nilai *odds ratio* (OR) indeks curah hujan dan tikus terinfeksi sebesar 1,820, kepadatan penduduk 1,097, dan suhu maksimum 1,081. Nilai OR lebih dari 1 menunjukkan bahwa faktor tersebut berperan sebagai faktor risiko. Nilai OR kemudian dikonversi ke dalam $\ln(\text{OR})$ dan digunakan sebagai parameter dalam model. Model ini membagi populasi ke dalam sembilan variabel, yaitu P_h , A_h , C_h , I_h , R_h , L , P_v , C_v , dan I_v . Analisis kestabilan dilakukan dengan menentukan titik ekuilibrium bebas penyakit dan uji asumsi (A1)–(A5). Setelah memenuhi asumsi, diperoleh bilangan reproduksi dasar (R_0) menggunakan matriks generasi selanjutnya. Hasil perhitungan menunjukkan $R_0 = 0,293338$, yang berarti penyakit cenderung menghilang dari populasi.

Kata kunci. Model Matematika, *Leptospirosis*, Regresi Logistik, Analisis Kestabilan, Bilangan Reproduksi Dasar (R_0)

ABSTRACT

AMELIA FATMASARI. *Logistic Regression for Analysis of Environmental Factors and Population Density as a Basis for Mathematical Modeling of Leptospirosis Disease Spread. Mini Thesis, Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Jakarta, July 2025.*

Leptospirosis is a zoonotic disease caused by the bacteria *Leptospira* sp. This study aims to combine the mathematical model of the spread of leptospirosis with the logistic regression method. Logistic regression analysis was performed to measure the contribution of environmental factors and population density to disease risk. The results of the analysis showed 70% accuracy with an OR value of rainfall index and infected rats of 1.820, population density of 1.097, and maximum temperature of 1.081. An OR value of more than 1 indicates that the factor acts as a risk factor. The OR values were then converted into $\ln(\text{OR})$ and used as parameters in the model. The model divided the population into nine variables, namely P_h , A_h , C_h , I_h , R_h , L , P_v , C_v , and I_v . Stability analysis is performed by determining the disease-free equilibrium point and testing assumptions (A1)-(A5). After fulfilling the assumptions, the basic reproduction number (R_0) was obtained using the next generation matrix. The calculation results show $R_0 = 0,293338$, which means the disease tends to disappear from the population.

Keyword. *Mathematical Model, Leptospirosis, Logistic Regression, Stability Analysis, Basic Reproduction Number (R_0)*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil 'alamin. Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat dan tugas akhir memperoleh gelar Sarjana Matematika selama studi di Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dengan judul Regresi Logistik untuk Analisis Faktor Lingkungan dan Kepadatan Penduduk sebagai Dasar Pemodelan Matematika Penyebaran Penyakit *Leptospirosis*.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dari beberapa pihak. Pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Eti Dwi Wiraningsih, S.Pd., M.Si. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Ibnu Hadi, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, dukungan, masukan dan saran, serta menjawab pertanyaan-pertanyaan penulis, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak Dr. Yudi Mahatma, M.Si. selaku Koordinator Program Studi Matematika dan dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, dukungan, serta kemudahan dalam berbagai proses administratif selama masa perkuliahan.
3. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Matematika yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama 4 tahun masa studi. Ilmu yang diberikan sangat bermanfaat dan menjadi bekal berharga bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini serta menghadapi masa depan.
4. Orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan motivasi yang tak ternilai. Berkat mereka, penulis kembali yakin dan mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

5. Seluruh teman-teman dan semua pihak yang tidak mungkin untuk disebutkan namanya satu-persatu, terima kasih banyak atas segala bentuk bantuan, semangat, dan dukungan bagi penulis.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dan kesalahan dalam penulisan skripsi ini disebabkan kurangnya ilmu dan komunikasi. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga dapat menjadi lebih baik lagi.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi lingkungan akademik khususnya Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, maupun pihak lain yang membutuhkan.

Jakarta, 10 Juli 2025

Amelia Fatmasari

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN HASIL SIDANG SKRIPSI	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	7
1.3 Pembatasan Masalah	7
1.4 Tujuan Penelitian	8
1.5 Manfaat Penelitian	8
BAB 2. KAJIAN PUSTAKA	10
2.1 Regresi Logistik	10
2.1.1 Pengumpulan Data	12
2.1.2 Persiapan Data	13

2.1.3	Analisis Data Eksploratori (EDA)	18
2.1.4	Pemodelan dan Evaluasi	21
2.2	Faktor Lingkungan dan Kepadatan Penduduk	28
2.3	Pemodelan Matematika	29
2.3.1	Model SEIR	31
2.4	Sistem Persamaan Diferensial	33
2.4.1	Sistem Persamaan Diferensial Linear	33
2.4.2	Sistem Persamaan Diferensial Nonlinear	35
2.5	Titik Ekuilibrium	37
2.6	Linearisasi	39
2.7	Nilai Eigen dan Vektor Eigen	43
2.8	Kestabilan Titik Ekuilibrium	48
2.9	Matriks Generasi Selanjutnya dan Bilangan Reproduksi Dasar (R_0)	56
2.10	Kriteria Kestabilan Dinamis	61
2.10.1	Kriteria Routh	61
2.10.2	Kriteria Hurwitz	63
2.11	Penyakit <i>Leptospirosis</i>	66
BAB 3.	METODOLOGI PENELITIAN	68
3.1	Waktu dan Jenis Penelitian	68
3.2	Alur Penelitian	68
3.3	Pengambilan Data	74
BAB 4.	HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN	76
4.1	Kontribusi Faktor Lingkungan dan Kepadatan Penduduk Berdasarkan Regresi Logistik	76
4.1.1	Persiapan Data	76
4.1.2	Analisis Data Eksploratori (EDA)	79
4.1.3	Pemodelan dan Evaluasi	92
4.2	Model Matematika Berdasarkan Faktor Lingkungan dan Kepadatan Penduduk yang Diidentifikasi	99

4.3	Analisis Kestabilan Model Matematika Penyebaran Penyakit	
	<i>Leptospirosis</i>	111
4.3.1	Titik Ekuilibrium Bebas Penyakit	111
4.3.2	Uji Asumsi Model Infeksi Penyakit <i>Leptospirosis</i>	112
4.3.3	Analisis Kestabilan dan Bilangan Reproduksi Dasar . .	118
4.3.4	Simulasi Numerik	122
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN	140
5.1	Kesimpulan	140
5.2	Saran	142
	DAFTAR PUSTAKA	144
	LAMPIRAN	150
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	156



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Data Responden, Probabilitas Model, dan Prediksi . . .	27
Tabel 2.2.	Tabel Kontingensi	27
Tabel 2.3.	Tabel Routh	62
Tabel 4.1.	Nilai Korelasi antara Suhu dengan Jumlah Kasus <i>Leptospiriosis</i>	77
Tabel 4.2.	Nilai Korelasi antara Kelembapan dengan Jumlah Kasus <i>Leptospiriosis</i>	78
Tabel 4.3.	Distribusi Nilai pada Kolom Target	79
Tabel 4.4.	Ringkasan Statistik Deskriptif Variabel Numerik	80
Tabel 4.5.	Hasil Prediksi Model pada Data Uji	96
Tabel 4.6.	<i>Confusion Matrix</i> Hasil Prediksi Data Uji	97
Tabel 4.7.	Hasil <i>Odds Ratio</i> (OR) dari Model Regresi Logistik	98
Tabel 4.8.	Parameter Penyakit <i>Leptospiriosis</i>	133

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Hubungan AI, ML, dan DL	11
Gambar 2.2.	Ilustrasi Jenis <i>Merge</i> atau <i>Join</i>	15
Gambar 2.3.	Contoh <i>Output</i> Atribut <code>.head()</code>	18
Gambar 2.4.	Contoh <i>Output</i> Atribut <code>.info()</code>	19
Gambar 2.5.	Contoh <i>Output</i> Atribut <code>.describe()</code>	19
Gambar 2.6.	Contoh <i>Output</i> Atribut <code>.describe(include=object)</code>	20
Gambar 2.7.	Contoh <i>Output</i> Atribut Distribusi Nilai	20
Gambar 2.8.	Langkah-langkah Pemodelan Matematika	31
Gambar 2.9.	Contoh Model SEIR	31
Gambar 2.10.	Ilustrasi Jenis Kestabilan Titik Ekuilibrium	49
Gambar 3.1.	Diagram Alir Penelitian	69
Gambar 4.1.	Distribusi Nilai pada Kolom Target	81
Gambar 4.2.	Tren Curah Hujan per Bulan (2019-2022)	81
Gambar 4.3.	Tren Kasus <i>Leptospirosis</i> per Bulan (2019-2022)	81
Gambar 4.4.	Distribusi Kasus <i>Leptospirosis</i>	82
Gambar 4.5.	<i>Boxplot</i> Kasus <i>Leptospirosis</i>	83
Gambar 4.6.	Tren Kasus <i>Leptospirosis</i> per Bulan Tahun 2019	84
Gambar 4.7.	Tren Curah Hujan per Bulan Tahun 2019	84
Gambar 4.8.	Tren Kelembapan Rata-rata per Bulan Tahun 2019	84
Gambar 4.9.	Distribusi Suhu Maksimum	85
Gambar 4.10.	Distribusi Kelembapan Rata-rata	86
Gambar 4.11.	<i>Boxplot</i> Suhu Maksimum dan Target	87
Gambar 4.12.	<i>Boxplot</i> Curah Hujan dan Target	88
Gambar 4.13.	<i>Boxplot</i> Kelembapan Rata-rata dan Target	89

Gambar 4.14.	<i>Boxplot</i> Tikus Terinfeksi dan Target	90
Gambar 4.15.	Korelasi Variabel Independen	91
Gambar 4.16.	Kode Pembagian Data	93
Gambar 4.17.	Kode Standarisasi	93
Gambar 4.18.	Kode <i>Random Over-Sampling</i> (ROS)	94
Gambar 4.19.	Kode Pelatihan Model	94
Gambar 4.20.	Kode Menampilkan Koefisien (β)	94
Gambar 4.21.	Kode Prediksi Model	95
Gambar 4.22.	Kode <i>Confusion Matrix</i>	96
Gambar 4.23.	Kode <i>Odds Ratio</i> (OR)	97
Gambar 4.24.	Diagram Alir Model Matematika	103
Gambar 4.25.	Plot Perubahan Jumlah Individu Pada Subpopulasi P_h	134
Gambar 4.26.	Plot Perubahan Jumlah Individu Pada Subpopulasi A_h	135
Gambar 4.27.	Plot Perubahan Jumlah Individu Pada Subpopulasi P_v	135
Gambar 4.28.	Plot Perubahan Jumlah Individu Pada Subpopulasi C_h	136
Gambar 4.29.	Plot Perubahan Jumlah Individu Pada Subpopulasi C_v	136
Gambar 4.30.	Plot Perubahan Jumlah Individu Pada Subpopulasi I_h	137
Gambar 4.31.	Plot Perubahan Jumlah Individu Pada Subpopulasi I_v	138
Gambar 4.32.	Plot Perubahan Jumlah Individu Pada Subpopulasi R_h	138
Gambar 4.33.	Plot Perubahan Jumlah Individu Pada Subpopulasi L	139

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Pada Regresi Logistik	150
Lampiran 2. Sintaks Maple Titik Ekuilibrium	154
Lampiran 3. Sintaks Maple Perhitungan Asumsi A_5	154
Lampiran 4. Sintaks Maple Perhitungan NGM dan R_0	155
Lampiran 5. Sintaks Maple Simulasi Numerik	155
Lampiran 6. QR Sintaks Google Colab Regresi Logistik	156

