

**ESTIMASI PARAMETER REGRESI QUANTIL DENGAN REGRESI
ROBUST LEAST TRIMMED SQUARE (LTS) PADA ANALISIS
FAKTOR-FAKTOR PENYAKIT DBD DI LAMPUNG**

Skripsi

Oleh

**ANGGUN SETIA PRAMESTHI
NPM 2157031005**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2025

ABSTRACT

ESTIMATION OF QUANTILE REGRESSION PARAMETERS USING ROBUST LEAST TRIMMED SQUARES (LTS) ON THE ANALYSIS OF DENGUE FEVER DETERMINANTS IN LAMPUNG PROVINCE

By

Anggun Setia Pramesthi

This study compares the Quantile regression method with the robust Least Trimmed Square (LTS) regression in analyzing the factors influencing the incidence of Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) in Lampung Province. The data used consist of five independent variables: population density, environmental sanitation, rainfall, health center ratio, and doctor ratio. Parameter estimation was carried out at several quantiles, namely $\tau = 0.05; 0.25; 0.50; 0.75$ and 0.95 , and was compared with the results of the OLS and LTS models. The results show that the quantile regression model at the $\tau = 0.95$ quantile is the best model with a coefficient of determination (R^2) of 0.8088 . This model is better able to capture the influence of variables on extreme DHF cases and is more robust to outliers compared to the OLS model ($R^2 = 0.225$) and the LTS model ($R^2 = -0.1453$). The factors that have a significant effect in the best model include environmental sanitation, rainfall, population density, and the health center ratio.

Keywords: Quantile Regression, Robust LTS, Parameter Estimation, Outlier, Dengue, Lampung.

ABSTRAK

ESTIMASI PARAMETER REGRESI KUANTIL DENGAN REGRESI *ROBUST LEAST TRIMMED SQUARE (LTS)* PADA ANALISIS FAKTOR-FAKTOR PENYAKIT DBD DI LAMPUNG

Oleh

Anggun Setia Pramesthi

Penelitian ini membandingkan metode regresi *Quantil* dengan regresi robust *least trimmed square (LTS)* dalam menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi insiden penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) di Provinsi Lampung. Data yang digunakan terdiri dari lima variabel bebas, yaitu kepadatan penduduk, sanitasi lingkungan, curah hujan, rasio puskesmas, dan rasio tenaga dokter. Estimasi parameter dilakukan pada beberapa kuantil, yaitu $\tau = 0,05; 0,25; 0,50; 0,75$ dan $0,95$, serta dibandingkan dengan hasil model OLS dan LTS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model regresi kuantil pada kuantil $\tau = 0,95$ merupakan model terbaik dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,8088. Model ini lebih mampu menangkap pengaruh variabel terhadap kejadian DBD ekstrem dan lebih tahan terhadap *outlier* dibandingkan model OLS ($R^2 = 0,225$) dan LTS ($R^2 = -0,1453$). Faktor-faktor yang berpengaruh signifikan dalam model terbaik meliputi sanitasi lingkungan, curah hujan, kepadatan penduduk, dan rasio puskesmas.

Kata-kata kunci: Regresi *Quantil*, Robust LTS, Estimasi Parameter, Pencilan, DBD, Lampung.

**ESTIMASI PARAMETER REGRESI QUANTIL DENGAN REGRESI
ROBUST LEAST TRIMMED SQUARE (LTS) PADA ANALISIS
FAKTOR-FAKTOR PENYAKIT DBD DI LAMPUNG**

ANGGUN SETIA PRAMESTHI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA MATEMATIKA

Pada

Jurusan Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2025

Judul Skripsi : **ESTIMASI PARAMETER REGRESI QUANTIL DENGAN REGRESI *ROBUST LEAST TRIMMED SQUARE* (LTS) PADA ANALISIS FAKTOR-FAKTOR PENYAKIT DBD DI LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Anggun Setia Pramesthi**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2157031005**

Program Studi : **Matematika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



Dorra2

Dra. Dorrah Azis, M.Si.
NIP 196101281988112001

Khorin

Dr. Khorin Nisa, S.Si., M.Si.
NIP 197407262000032001

2. Ketua Jurusan Matematika

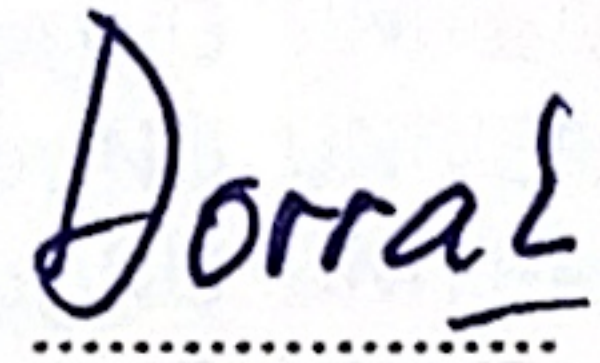
Aang

Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.
NIP. 197403162005011001

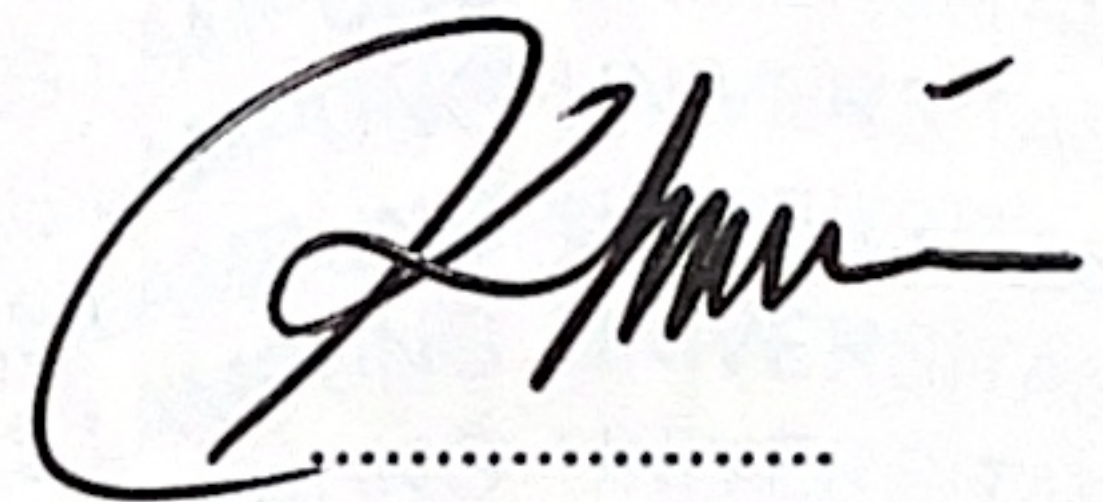
MENGESAHKAN

1. tim penguji

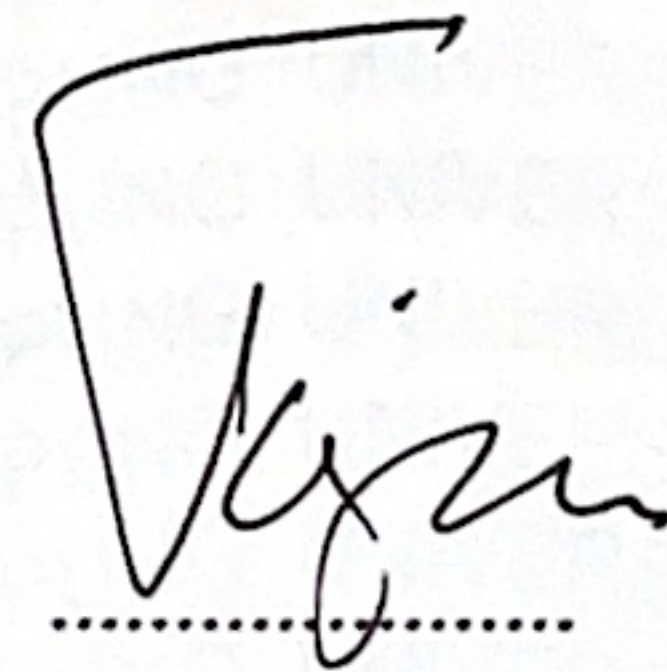
Ketua : **Dra. Dorrah Azis, M.Si.**


.....

Sekretaris : **Dr. Khorin Nisa, S.Si., M.Si.**


.....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Drs. Tiryono Ruby, M.Sc., Ph.D.**


.....

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.

NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **30 Juli 2025**

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Anggun Setia Pramesthi**
Nomor Pokok Mahasiswa : **2157031005**
Jurusan : **Matematika**
Judul Skripsi : **ESTIMASI PARAMETER REGRESI QUANTIL DENGAN REGRESI *ROBUST LEAST TRIMMED SQUARE* (LTS) PADA ANALISIS FAKTOR-FAKTOR PENYAKIT DBD DI LAMPUNG**

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri. Apabila kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung,
Penulis,



Anggun Setia Pramesthi

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Anggun Setia Pramesthi, lahir di Lampung pada tanggal 3 Mei 2003. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, putri dari pasangan Bapak Depaldi Priatin dan Ibu Eka Setiawati.

Pendidikan penulis dimulai di Taman Kanak-Kanak Mathlaul Anwar pada tahun 2007 hingga 2009. Selanjutnya, penulis menempuh pendidikan dasar di MI Muhammadiyah Batuliman Indah dan menyelesaikannya pendidikan pada tahun 2015. Pendidikan menengah pertama ditempuh di SMP Negeri 1 Katibung hingga 2018. Kemudian, dilanjutkan ke jenjang menengah atas di SMA Negeri 1 Kalianda, dan lulus pada tahun 2021.

Pada tahun 2021, penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Selama menjalani studi, penulis aktif dalam berbagai kegiatan organisasi. Penulis menjadi pengurus dari Himpunan Mahasiswa Matematika (HIMATIKA) FMIPA Unila selama dua periode. Selain aktif dalam organisasi, penulis juga mengikuti program Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode II Tahun 2024 yang dilaksanakan selama 40 hari di Desa Jaya Guna, Kecamatan Margatiga, Kabupaten Lampung Timur.

KATA INSPIRASI

"Spread the kindness"

-A.W

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan Alhamdulillah dan syukur kepada Allah SWT atas nikmat serta hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Dengan rasa syukur dan Bahagia, saya persembahkan rasa terimakasih saya kepada:

Ayah dan Mama Tercinta

Atas segala doa yang tak pernah putus, usaha tanpa lelah, dan kasih sayang yang selalu mengiringi setiap langkahku. Segala pencapaian ini tidak akan pernah terwujud tanpa perjuangan dan pengorbanan kalian. Semoga diri ini dapat menjadi bagian kecil dari kebahagiaan yang kalian perjuangkan selama ini.

Dosen Pembimbing dan Pembahas

Terimakasih kepada dosen pembimbing dan pembahas yang sudah sangat membantu, memberikan motivasi, memberikan arahan serta ilmu yang berharga.

Sahabat serta teman satu perjuangan

Terima kasih atas kebersamaan yang telah terjalin dalam setiap tawa, drama, dan semoga terencana tentang mau ke mana lagi kita. Tanpa dukungan, canda, doa dan kehadiran kalian, mungkin perjalanan ini tidak akan sampai pada titik ini. Semoga hubungan yang telah terjalin ini senantiasa terjaga, meskipun waktu terus berjalan dan arah langkah kita mulai berbeda.

Almamater Tercinta

Universitas Lampung

SANWACANA

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Estimasi Parameter Regresi Quantil dengan Regresi *Robust Least Trimmed Square (LTS)* pada Analisis Faktor-faktor Penyakit DBD di Lampung" dengan baik dan lancar serta tepat pada waktu yang telah ditentukan. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang telah membantu memberikan bimbingan, dukungan, arahan, motivasi serta saran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Dra. Dorrah Azis, M.Si. selaku Pembimbing 1 yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan arahan, bimbingan, motivasi, saran serta dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Khoirin Nisa, S.Si., M.Si. selaku Pembimbing II yang telah memberikan arahan, bimbingan dan dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Drs. Tiryono Ruby, M.Sc., Ph.D. selaku Penguji yang telah bersedia memberikan kritik dan saran serta evaluasi kepada penulis sehingga dapat menjadi lebih baik lagi.
4. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
5. Ibu Prof. Dr. Asmiati, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik.
6. Seluruh dosen, staff dan karyawan Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

7. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ayah dan Mama, atas segala doa, kasih sayang, dan pengorbanan yang tak terhitung sejak awal langkah ini dimulai. Tanpa usaha dan ketulusan kalian, perjalanan ini tidak akan pernah sampai pada titik hari ini. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada adik dan seluruh keluarga besar atas dukungan dan doa yang senantiasa menguatkan. Semoga setiap pencapaian ini menjadi wujud kecil dari rasa terima kasih saya yang takkan pernah cukup terucap.
8. Terima kasih saya sampaikan kepada manusia-manusia terbaik dalam perjalanan perkuliahan saya grup 24/7: Ilma, Falen, Arvi, Alam, Kupa, Zanzabil, Gading dan Amri. Terima kasih atas tawa, dukungan, dan kebersamaan yang begitu berarti dan tak ternilai selama masa perkuliahan ini. Kehadiran kalian bukan hanya menjadi penyemangat, tetapi juga pengingat bahwa perjalanan ini tidak perlu ditempuh seorang diri. Semoga persahabatan ini senantiasa terjaga seperti dahulu adanya, meski waktu terus berjalan dan arah langkah kita tak selalu sama.
9. Teruntuk Fransiska Kristina, sahabatku, terima kasih atas dukungan, serta kebersamaannya dalam merayakan setiap langkah perjalanan ini.
10. Terima kasih atas kenangan dari kebersamaan dari seluruh anggota DANUS Periode 2023 serta pimpinan HIMATIKA 2023 yang berharga.
11. Untuk KOPKEN GURL'S Ityngg, Nisa, dan Esti. Terima kasih telah menjadi teman yang sangat berarti di tengah padat dan beratnya semester akhir. Khusus untuk Ityngg, yang bukan hanya teman seperjuangan di HIMATIKA, tetapi dalam riuhnya perjalanan semester akhir, terima kasih atas ketersediaannya menjadi tempat bertanya, kapan pun dan tentang apa pun yang sangat membantu di tengah masa yang penuh tekanan. Untuk Nisa dan Esti, terima kasih juga telah menjadi bagian dari momen-momen kecil yang penuh arti serta turut merayakan.
12. Terima kasih saya ucapkan kepada Tiluh, yang telah menjadi sosok yang senantiasa hadir sejak masa sebangku di SMA hingga akhir perjalanan perkuliahan ini.
13. Kepada Bingang, terima kasih atas bantuannya dalam menyiapkan seminar kala itu yang sangat berarti dan menjadi bagian penting dalam proses ini. Teruntuk Fika, Aurel, Aini, Leony, dan Katarina, terima kasih telah turut merayakan hari bahagia tersebut. Serta kepada Yunda Asti, terima kasih atas ha-

diah manisnya. Semoga segala kebaikan dan kebahagiaan senantiasa kembali kepada kalian semua.

14. Terakhir, ucapan terima kasih kepada diri sendiri, Anggun Setia Pramesthi, atas keteguhan dan keberanian yang telah senantiasa menemani sepanjang perjalanan ini. Terima kasih atas kesabaran dalam menghadapi masa-masa penuh ketidakpastian, serta semangat untuk terus melangkah meskipun jalan terasa berat dan penuh tantangan.

Terima kasih atas kepercayaan pada proses meskipun hasil tidak selalu sesuai harapan, serta keberanian untuk jujur pada rasa takut tanpa membiarkannya menghambat kemajuan. Karena keberanian bukanlah ketiadaan rasa takut, melainkan tekad untuk terus bergerak maju meskipun rasa takut tetap ada. Dan yang terpenting, terima kasih atas keberanian untuk memilih: mencoba, belajar, dan menyelesaikan setiap hal yang telah dimulai.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menjadikan skripsi ini lebih baik lagi.

Bandar Lampung, 30 Juli 2025

Anggun Setia Pramesthi

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Analisis Regresi	5
2.2 Metode Regresi Quantil	6
2.3 Estimasi Parameter Regresi Quantil	7
2.4 Metode <i>Ordinary Least Square (OLS)</i>	12
2.5 Metode <i>Least Trimmed Squares (LTS)</i>	14
2.6 Pengujian <i>Outliers</i>	17
2.7 Koefisien Korelasi	17
2.8 Multikolinieritas	18
2.9 Koefisien Determinasi	19
2.10 Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD)	20
2.10.1 Gejala Klinis Demam Berdarah Dengue (DBD)	20
2.10.2 Faktor-faktor Penyebab Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD)	21

III METODE PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.2 Data Penelitian.....	22
3.3 Variabel Penelitian.....	22
3.3.1 Variabel Dependen.....	22
3.3.2 Variabel Independen	23
3.3.3 Pengukuran Variabel	23
3.3.4 Relevansi Variabel.....	23
3.3.5 Tabel Variabel Penelitian	23
3.4 Langkah Langkah Penelitian	25
IV Hasil dan Pembahasan.....	28
4.1 Pemodelan Penyebaran Penyakit DBD di Lampung	28
4.1.1 Statistika Deskriptif	28
4.1.2 Identifikasi Pola Hubungan dan Pengujian <i>Outliers</i>	29
4.1.3 Uji Asumsi Klasik	32
4.1.4 Estimasi Parameter menggunakan <i>Ordinary Least Square (OLS)</i>	33
4.1.5 Estimasi Parameter Regresi <i>Robust LTS</i>	34
4.1.6 Estimasi Parameter Regresi Kuantil	35
4.2 Pemilihan Model Terbaik.....	40
4.2.1 Model Regresi OLS	40
4.2.2 Model Regresi <i>Robust LTS</i>	42
4.2.3 Model Regresi Kuantil.....	42
4.2.4 Kesimpulan Pemilihan Model Terbaik	43
4.3 Evaluasi Diagnostik Model Terbaik ($\tau = 0,95$)	43
4.3.1 Plot Residual terhadap Nilai Prediksi	44
4.3.2 Histogram Residual	44
4.3.3 QQ-Plot Residual.....	45
4.4 Faktor-faktor yang Berpengaruh Terhadap Penyebaran Penyakit DBD di Lampung	45
V KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	49

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Variabel Penelitian.....	24
4.1 Statistik Deskriptif Variabel.....	28
4.2 Koefisien korelasi antar variabel	30
4.3 Nilai <i>Variance Inflation Factor</i> (VIF).....	31
4.4 Pengujian Data <i>Outlier</i>	31
4.5 Nilai VIF.....	33
4.6 Estimasi Parameter Regresi OLS	33
4.7 Hasil Estimasi Regresi Robust LTS	34
4.8 Estimasi Parameter Regresi Kuantil untuk $\tau = 0,05$	35
4.9 Estimasi Parameter Regresi Kuantil untuk $\tau = 0,25$	36
4.10 Estimasi Parameter Regresi Kuantil untuk $\tau = 0,5$	37
4.11 Estimasi Parameter Regresi Kuantil untuk $\tau = 0,75$	38
4.12 Estimasi Parameter Regresi Kuantil untuk $\tau = 0,95$	39
4.13 Nilai <i>Studentized Residual</i> , <i>Leverage</i> , dan <i>Cook's Distance</i> pada Model OLS	40
4.14 Perbandingan Koefisien Determinasi (R^2) pada Berbagai Mo- del Regresi	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
4.1 Plot <i>Leverage</i> terhadap <i>Studentized Residual</i> (Model OLS) .	41
4.2 Plot Residual terhadap Nilai Prediksi (Model Kuantil $\tau = 0,95$)	44
4.3 Histogram Residual Model Kuantil $\tau = 0,95$	44
4.4 QQ-Plot Residual Model Kuantil $\tau = 0,95$	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) tersebar luas di berbagai wilayah tropis dan subtropis di dunia, salah satunya Indonesia yang terletak di kawasan Asia Tenggara. Penyakit ini merupakan salah satu tantangan utama dalam sektor kesehatan, mengingat kemampuannya untuk menyerang semua kelompok usia dan berpotensi menyebabkan kematian, terutama pada anak-anak. Gejala yang muncul akibat DBD mencakup demam tinggi, sakit kepala, nyeri pada sendi, otot, dan tulang, serta ketidaknyamanan di area belakang mata. (Basuki, 2016). Penularan penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) disebabkan oleh infeksi virus Dengue yang ditransmisikan melalui gigitan nyamuk *Aedes Aegypti* (Kemenkes RI, 2015). Berdasarkan data dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, melaporkan beberapa jumlah kasus DBD di berbagai Provinsi meningkat salah satunya provinsi Lampung dengan angka kejadian DBD yang cukup signifikan, dengan lebih dari 1.000 kasus terkonfirmasi.

Berdasarkan data yang diperoleh dari (BPS Lampung, 2025), angka kejadian DBD di provinsi ini mengalami pembekuan selama beberapa tahun. Pada tahun 2018, tercatat sebanyak 2.872 kasus DBD, yang menunjukkan angka kejadian yang cukup tinggi. Tahun berikutnya, pada 2019, jumlah kasus menurun menjadi 2.396 namun pada tahun 2020, jumlah kasus kembali turun menjadi 2.096. Dilihat dari fluktuasi yang terjadi pada tahun 2022, data menunjukkan bahwa jumlah kasus DBD kembali meningkat mencapai 2.880, dan pada tahun 2023, jumlah ini sedikit berkurang dengan tercatat sebanyak 2.427 kasus. Kenaikan angka ini menunjukkan perlunya peningkatan kesadaran masyarakat dan upaya penanggulangan yang lebih efektif untuk men-

cegah tren penyebaran penyakit ini pada waktu yang akan datang.

Penyebab penyebaran DBD sangat kompleks, melibatkan berbagai faktor seperti curah hujan, kepadatan penduduk dan sanitasi lingkungan memainkan peran penting dalam ekosistem penyebaran penyakit ini. Menurut (Septian et al., 2017) Dapat disimpulkan Perubahan iklim serta tingginya kepadatan penduduk berpotensi menjadi determinan penting dalam penyebaran penyakit DBD. Beberapa faktor yang memiliki hubungan signifikan dengan penyakit ini antara lain curah hujan, dan kepadatan penduduk. Sementara itu, studi terbaru oleh (Triwahyuni et al., 2020) mengenai pengaruh curah hujan terhadap insidensi DBD di Kota Bandar Lampung pada periode 2016-2018 menunjukkan adanya hubungan yang signifikan dengan kekuatan korelasi yang sedang. Hal ini mengindikasikan bahwa curah hujan berkontribusi terhadap peningkatan jumlah kasus DBD.

Selain itu, terdapat hubungan positif yang mengindikasikan bahwa peningkatan jumlah kasus DBD sejalan dengan peningkatan curah hujan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Faiz & Hartono, 2023) pada Kota Jambi, temperatur tinggi tidak mempengaruhi frekuensi kejadian DBD, sementara kelembaban dan curah hujan berperan signifikan, semakin rendah kelembaban dan curah hujan, maka kejadian DBD cenderung meningkat. Selain itu, kepadatan penduduk juga berkontribusi terhadap tingginya kejadian DBD, dan untuk Angka Bebas Jentik (ABJ) tidak memiliki pengaruh terhadap frekuensi kejadian DBD.

Dalam analisis DBD, pendekatan statistik yang tepat sangat penting untuk memahami data dan menemukan hubungan antara berbagai faktor yang mempengaruhi penyebaran penyakit ini. Menurut kajian yang telah dilakukan oleh (Setyowati et al., 2021) maka disimpulkan untuk metode regresi *Robust* yang dikenal sebagai LTS merupakan pilihan yang paling unggul dalam menghasilkan model analisis data. Metode LTS menunjukkan kinerja yang lebih baik dengan nilai koefisien determinasi yang tinggi, yang menunjukkan sejauh mana variabel independen dapat menjelaskan variabel dependen. Dari hasil evaluasi metode LTS menghasilkan nilai MSE yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan nilai MSE yang dihasilkan oleh metode Estimasi S. Hal ini menandakan bahwa model yang dihasilkan oleh LTS lebih andal dan memi-

liki potensi kesalahan yang lebih rendah, sehingga memberikan hasil yang lebih tepat.

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh (Effendi et al., 2019) berfokus pada pencapaian penilaian tingkat bias absolut dan galat kuadrat rata-rata MSE yang lebih rendah dalam konteks metode regresi. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode regresi kuantil memiliki nilai absolut bias dan MSE yang lebih kecil dibandingkan dengan Metode Bayes. Ini menunjukkan bahwa metode regresi kuantil lebih efektif dalam memberikan estimasi parameter yang lebih akurat, yang sangat penting dalam analisis statistik dan pemodelan data. Berbagai metode statistik yang dapat diaplikasikan dalam analisis ini adalah regresi kuantil dan regresi LTS karena temuan ini menjadi informasi berharga bagi peneliti dan praktisi dengan mengombinasikan kedua metode yang dapat memberikan hasil analisis yang lebih dipercaya dan relevan dalam mengetahui struktur keterkaitan antara variabel-variabel yang berkontribusi dalam kejadian DBD.

Berdasarkan uraian masalah tersebut dalam penelitian ini, estimasi parameter menggunakan regresi kuantil dan regresi LTS merupakan dua metode yang dapat diaplikasikan untuk memperkirakan beragam faktor yang berkontribusi terhadap penyebaran kasus penyakit DBD di wilayah Lampung. Melalui metode ini, hubungan antar variabel dapat dipetakan secara lebih akurat antara variabel independen serta dependen, terutama ketika data mengandung *outlier* atau tidak terdistribusi normal (Koenker, 2020). Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada literatur akademik akan tetapi diharapkan dapat memberikan wawasan baru untuk merancang kebijakan dan tindakan intervensi yang lebih tepat sasaran dalam pengendalian penyakit DBD di daerah endemik, khususnya di Lampung.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Membandingkan kinerja model regresi kuantil dengan regresi LTS dalam estimasi parameter dari faktor-faktor yang memengaruhi penyebaran penyakit DBD di Provinsi Lampung.

2. Menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran penyakit DBD di Provinsi Lampung dengan menggunakan estimasi parameter regresi kuantil dan regresi LTS .

1.3 Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan serta penerapan metode Regresi Kuantil dan Regresi LTS.
2. Temuan dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan oleh instansi terkait, khususnya Dinas Kesehatan Provinsi Lampung, dalam merumuskan kebijakan yang lebih tepat sasaran dengan memperhatikan faktor-faktor signifikan yang memengaruhi penyebaran kasus Demam Berdarah Dengue (DBD).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Regresi

Analisis regresi diperkenalkan oleh Sir Francis Galton (1822–1911) sebagai pendekatan statistik untuk mengevaluasi korelasi setiap variabel dependen (y) serta variabel independen (x). Hubungan ini dapat diformulasikan melalui model persamaan regresi sebagai berikut:

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.1.1)$$

dengan:

y_i : Nilai variabel respon pada pengamatan ke- i

$f(x_i)$: Fungsi regresi pada pengamatan ke- i

ε_i : Galat atau residual pada pengamatan ke- i

Analisis regresi tidak hanya berfungsi sebagai alat pemodelan, tetapi dapat juga dimanfaatkan untuk *forecasting*. Analisis regresi memiliki tiga pendekatan, yaitu regresi parametrik, semiparametrik, dan nonparametrik. Pendekatan regresi parametrik didasarkan pada asumsi yang cukup ketat, khususnya terkait bentuk fungsi regresi yang telah ditentukan sebelumnya, seperti linier, kuadratik, kubik, atau bentuk polinomial berderajat p . Jika data menunjukkan pola yang sesuai dengan bentuk-bentuk tersebut, maka regresi parametrik dapat digunakan secara efektif. Sebaliknya, apabila data tidak menunjukkan pola yang jelas atau tidak mengikuti bentuk fungsi tertentu, maka pendekatan nonparametrik lebih tepat diterapkan. Adapun regresi semiparametrik digunakan dalam situasi di mana sebagian pola data mengikuti bentuk parametrik

tertentu, sementara sisanya bersifat bebas bentuk, sehingga memerlukan fleksibilitas dari pendekatan nonparametrik.

2.2 Metode Regresi Kuantil

Metode regresi kuantil pertama kali diperkenalkan oleh Roger Koenker dan Gilbert Bassett pada tahun 1978 sebagai pengembangan dari model regresi pada kuantil bersyarat. Metode ini memungkinkan pemodelan kuantil dari distribusi bersyarat variabel respons sebagai fungsi dari kovariat yang diamati. Dengan pendekatan ini, peneliti dapat mengestimasi kuantil pada berbagai tingkat yang dianggap penting, sehingga memperoleh pemahaman yang lebih menyeluruh terhadap hubungan antar variabel (Chen & Wei, 2005). Regresi kuantil telah banyak dimanfaatkan dalam berbagai disiplin ilmu, seperti keuangan, kesehatan, ekonometrika, dan studi lingkungan, karena kemampuannya dalam menganalisis hubungan antara variabel pada berbagai tingkat distribusi data. Metode ini memungkinkan peneliti untuk mengevaluasi perilaku variabel respon tidak hanya pada rata-rata, tetapi juga pada bagian-bagian tertentu dari distribusi, seperti kuantil bawah maupun kuantil atas.

Sebagai ilustrasi, diberikan data $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi}, y_i$ dengan $i = 1, 2, \dots, n$, yang merupakan sekumpulan pasangan variabel acak yang terdistribusi secara independen namun tidak identik, serta berkaitan dengan kuantil $\tau \in (0, 1)$. Data tersebut memiliki fungsi distribusi kumulatif bersyarat yang dinotasikan sebagai $F(Y|x_i) = P(Y \leq y|x_i)$, serta fungsi invers dari distribusi tersebut, yaitu:

$$F^{-1}(\tau) = \inf\{y : F(y) \geq \tau\},$$

yang merepresentasikan kuantil ke- τ dari variabel respon Y . (Gob & Knight, 2009). Oleh karena itu, kuantil ke- τ dapat didefinisikan sebagai

$$Q(\tau) = \inf\{y : F(y) \geq \tau\} = F^{-1}(\tau),$$

yang merepresentasikan fungsi kuantil ke- τ dari variabel respon Y dengan kondisi pada x . Persamaan umum dari regresi kuantil linier, khususnya untuk kuantil bersyarat $Q_{Y_i}(\tau | x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi})$ dari variabel respon y , karena merupakan fungsi linier dari kovariat $(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi})$, dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$F(Y|x_i) = P(Y \leq y | x_i) \quad \text{dengan} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.2.2)$$

Apabila model regresi kuantil dinyatakan dalam bentuk matriks, maka persamaan (2.2.2) dapat ditulis ulang sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \dots & x_{p1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \dots & x_{p2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \dots & x_{pn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_{\tau 0} \\ \beta_{\tau 1} \\ \vdots \\ \beta_{\tau p} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{\tau 1} \\ \varepsilon_{\tau 2} \\ \vdots \\ \varepsilon_{\tau n} \end{bmatrix}$$

Maka persamaan (2.2.2) dapat ditulis dalam bentuk model linier berikut :

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}(\tau) + \boldsymbol{\varepsilon}(\tau)$$

dengan

$\mathbf{y} : \begin{bmatrix} y_1 & y_2 & \dots & y_n \end{bmatrix}^T$ Merupakan vektor berukuran $n \times 1$

$\mathbf{x} : \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \dots & x_{p1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \dots & x_{p2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \dots & x_{pn} \end{bmatrix}$ Merupakan matriks berukuran $n \times (p + 1)$

$\boldsymbol{\beta} : \begin{bmatrix} \beta_{\tau 0} & \beta_{\tau 1} & \dots & \beta_{\tau p} \end{bmatrix}$ Merupakan vektor berukuran $\tau p + 1$

$\boldsymbol{\varepsilon} : \begin{bmatrix} \varepsilon_1 & \varepsilon_2 & \dots & \varepsilon_n \end{bmatrix}^T$ Merupakan vektor berukuran $n \times 1$

2.3 Estimasi Parameter Regresi Kuantil

Diberikan himpunan data berpasangan $(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi}, y_i)$, dengan $i = 1, \dots, n$ dan $j = 1, \dots, p$, yang merupakan kumpulan variabel acak berpasangan yang terdistribusi secara independen dan identik (i.i.d.) pada tingkat kuantil $\tau \in (0, 1)$. Data tersebut memiliki fungsi distribusi kumulatif bersyarat yang didefinisikan sebagai berikut:

$$F(Y | x_i) = P(Y \leq y | x_i) \quad (2.3.3)$$

Fungsi invers dari distribusi kumulatif $F^{-1}(\tau)$ didefinisikan sebagai:

$$F^{-1}(\tau) = \inf \{y : F(y) \geq \tau\}$$

yang merupakan kuantil ke- τ dari variabel respons y . Berdasarkan definisi tersebut, bentuk umum dari regresi kuantil linier untuk kuantil bersyarat dirumuskan sebagai:

$$\begin{aligned} Q_y(\tau | x) &= F_y^{-1}(y | x_i) \\ &= \inf \{y : F_y(y | x) \geq \tau\} \end{aligned}$$

Dengan demikian, model fungsi kuantil bersyarat dituliskan sebagai:

$$Q_y(\tau | x_i) = X' \beta(\tau), \quad \tau \in (0, 1) \quad (2.3.4)$$

Berbeda dengan metode OLS yang meminimalkan jumlah kuadrat error, regresi kuantil bekerja dengan prinsip meminimalkan jumlah nilai absolut dari residual, dengan pemberian bobot tergantung pada letak residual tersebut terhadap kuantil yang ditentukan. Kuantil ke- τ dari F_Y diperoleh dari persamaan berikut:

$$E[\rho_\tau(Y - \hat{y})] = \int_{-\infty}^{\hat{y}} (1 - \tau)(y - \hat{y}) f(y) dy + \int_{\hat{y}}^{\infty} \tau(y - \hat{y}) f(y) dy \quad (2.3.5)$$

Untuk memperoleh nilai estimasi $\hat{y}$, fungsi tersebut diminimalkan terhadap $\hat{y}$:

$$\frac{\partial}{\partial \hat{y}} E[\rho_\tau(Y - \hat{y})] = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial \hat{y}} \left[\int_{-\infty}^{\hat{y}} (1 - \tau)(y - \hat{y}) f(y) dy + \int_{\hat{y}}^{\infty} \tau(y - \hat{y}) f(y) dy \right] = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial \hat{y}} \left[(1 - \tau) \int_{-\infty}^{\hat{y}} (y - \hat{y}) f(y) dy + \tau \int_{\hat{y}}^{\infty} (y - \hat{y}) f(y) dy \right] = 0$$

Dengan menerapkan aturan turunan untuk integral batas variabel, diperoleh:

$$(1 - \tau) \left[0 + \int_{-\infty}^{\hat{y}} (-1) f(y) dy \right] + \tau \left[0 + \int_{\hat{y}}^{\infty} (-1) f(y) dy \right] = 0$$

$$-(1 - \tau) F_Y(\hat{y}) - \tau (1 - F_Y(\hat{y})) = 0$$

$$-(1 - \tau) F_Y(\hat{y}) - \tau + \tau F_Y(\hat{y}) = 0$$

$$F_Y(\hat{y}) - \tau = 0$$

$$F_Y(\hat{y}) = \tau$$

Artinya, nilai $\hat{y}$ yang memenuhi $F_Y(\hat{y}) = \tau$ merupakan kuantil ke- τ dari distribusi kumulatif variabel Y .

Selanjutnya, regresi kuantil ke- τ dapat diperoleh dengan meminimalkan total nilai absolut dari error, di mana error positif diberi bobot τ dan error negatif diberi bobot $(1 - \tau)$, sebagai berikut:

$$\hat{\beta}(\tau) = \min_{\beta \in \mathbb{R}^{p+1}} \left[\tau \sum_{y_i \geq x_i^T \beta} |y_i - x_i^T \beta| + (1 - \tau) \sum_{y_i < x_i^T \beta} |y_i - x_i^T \beta| \right] \quad (2.3.6)$$

Persamaan tersebut juga dapat dituliskan dalam bentuk fungsi kerugian sebagai:

$$\hat{\beta}(\tau) = \min_{\beta \in \mathbb{R}^{p+1}} \sum_{i=1}^n \rho_{\tau}(u_i) \quad (2.3.7)$$

dengan:

$$\rho_{\tau}(u_i) = \begin{cases} (\tau - 1)u_i, & \text{jika } u_i < 0 \\ \tau u_i, & \text{jika } u_i \geq 0 \end{cases}$$

di mana:

$\hat{\beta}(\tau)$: Estimasi parameter regresi kuantil

τ : Nilai indeks kuantil, $0 < \tau < 1$

$\rho_{\tau}(u_i)$: Fungsi kerugian asimetris

u_i : Residual dari observasi ke- i

Dalam regresi OLS, pendugaan parameter dilakukan dengan meminimumkan jumlah kuadrat galat. Sementara itu, pada regresi kuantil, pendugaan dilakukan dengan meminimumkan fungsi kerugian $\rho_{\tau}(u)$ yang bersifat asimetris. Berikut adalah pembuktiannya:

$$\rho_{\tau}(u) = [\tau I(u \geq 0) + (1 - \tau)I(u < 0)] |u| = [\tau - I(u < 0)]u$$

dengan fungsi indikator:

$$I(u \geq 0) = \begin{cases} 1, & u \geq 0 \\ 0, & u < 0 \end{cases} \quad \text{dan} \quad |u| = \begin{cases} u, & u \geq 0 \\ -u, & u < 0 \end{cases}$$

Untuk $u \geq 0$:

$$\begin{aligned} \rho_{\tau}(u) &= [\tau I(u \geq 0) + (1 - \tau)I(u < 0)] |u| \\ &= \tau u \end{aligned}$$

Untuk $u < 0$:

$$\begin{aligned} \rho_{\tau}(u) &= [\tau I(u \geq 0) + (1 - \tau)I(u < 0)] (-u) \\ &= (1 - \tau)(-u) = (\tau - 1)u \end{aligned}$$

Dengan demikian, fungsi kerugian regresi kuantil dapat ditulis kembali seba-

gai:

$$\rho_{\tau}(u) = \begin{cases} \tau u, & u \geq 0 \\ (\tau - 1)u, & u < 0 \end{cases}$$

Solusi dari persamaan (2.3.6) tidak dapat diperoleh secara analitik, melainkan harus diselesaikan melalui pendekatan numerik. Salah satu metode numerik yang umum digunakan adalah algoritma simpleks. Algoritma ini pertama kali dikembangkan oleh Barrodale dan Roberts pada tahun 1974 sebagai teknik penyelesaian masalah program linier yang melibatkan sejumlah besar variabel keputusan dengan dukungan komputasi (Davino et al., 2014).

Langkah-langkah optimasi regresi kuantil menggunakan metode simpleks dapat dijelaskan sebagai berikut. Misalkan bentuk umum dari regresi kuantil dinyatakan sebagai:

$$y = X\beta(\tau) + \epsilon(\tau)$$

Tahapan pertama yang digunakan kuantil $\tau = 0,05$ untuk mencari nilai estimasi $\hat{\beta}$, harus meminimumkan fungsi

$$\min_{\beta} \sum_{i=1}^n |y - X\beta|$$

Diberikan $[x]_+$, non negatif bagian dari x , yaitu $s_1 = [y - X\beta]_+$ dan $s_2 = [X\beta - y]_+$ maka masalah linier dapat ditulis

$$\min_{\beta} (1's_1 + 1's_2 | y = X\beta + s_1 - s_2, (s_1, s_2) \in R_+^n)$$

$$\text{Diberikan } B = (X - XI - I) \text{ dan } \psi = \begin{bmatrix} [\beta] \\ [-\beta] \\ [y - X\beta] \\ [X\beta - y] \end{bmatrix}, d = \begin{bmatrix} [0_{[p]}] \\ [0_{[p]}] \\ [I_{[n]}] \\ [I_{[n]}] \end{bmatrix}$$

seperti permasalahan pemrograman linier standar, maka formulasinya dapat ditulis $\min_d' \psi$ dimana untuk $B\psi = y, \tau \geq 0$. Oleh karena itu parameter dual dapat ditulis $\max_d y'z$ dimana untuk $B'z \leq d$.

Mengingat hasil utama program linier yaitu solusi dari masalah minimasi tersebut diselesaikan dengan metode simpleks. Secara sederhana masalah diatas dapat dirumuskan menjadi $\max(y'z | X'z = 0, z \in [-1, 1]^n)$ untuk $X'z = 0$ dapat ditransformasikan dengan cara dikalikan dengan $\frac{1}{2}$ dan $\frac{1}{2}X'z + \frac{1}{2}X'1 = \frac{1}{2}X'1$ untuk yang ditambah $\frac{1}{2}X'$ dengan kata lain dapat ditulis seperti pada persamaan berikut:

$$X'(\frac{1}{2}z + \frac{1}{2}1) = \frac{1}{2}X'1 \quad (2.3.8)$$

Jika $\frac{1}{2}z + \frac{1}{2}1 = \eta$ dan $\frac{1}{2}X'1 = b$, maka persamaan dapat ditulis $X'\eta = b$ dan $\max_J(y'z | y'J | X'J = b, J \in [0, 1]^n)$.

Nilai $\frac{1}{2}$ pada persamaan (2.3.8) di atas, merupakan kunci utama generalisasi untuk kondisi quantil yang lain. Bahkan masalah minimalisasi untuk median bersyarat dapat dipakai untuk quantil bersyarat ke $-\tau$ sehingga diperoleh

$$\min_{\beta} \sum_{i=1}^n \rho_{\tau}(y - X'\beta(\tau))$$

dan dengan cara yang sama diperoleh $\max_z(y'z | X'z = (1 - \tau)X'I, Z \in [0, 1]^n)$ dimana memiliki peran yang sama seperti pada rumus di median.

2.4 Metode *Ordinary Least Square (OLS)*

Metode OLS bertujuan guna meminimalkan jumlah kuadrat dari kesalahan (residual). Model umum dari persamaan regresi dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$y = X\beta + \varepsilon \quad (2.4.9)$$

dengan:

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, \quad X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \dots & x_{p1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \dots & x_{p2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \dots & x_{pn} \end{bmatrix}$$

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix}, \quad \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

Estimasi parameter $\hat{\beta}$ diperoleh dengan meminimalkan jumlah kuadrat galat sebagai berikut:

$$S = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{1i} - \cdots - \beta_p x_{pi})^2 \quad (2.4.10)$$

Untuk mendapatkan nilai minimum, dilakukan turunan parsial untuk masing-masing parameter kemudian disamakan dengan nol:

$$\begin{aligned} \frac{\partial S}{\partial \beta_0} &= -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{1i} - \cdots - \beta_p x_{pi}) = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial \beta_1} &= -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{1i} - \cdots - \beta_p x_{pi}) x_{1i} = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial \beta_2} &= -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{1i} - \cdots - \beta_p x_{pi}) x_{2i} = 0 \\ &\vdots \\ \frac{\partial S}{\partial \beta_p} &= -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{1i} - \cdots - \beta_p x_{pi}) x_{pi} = 0 \end{aligned}$$

Sistem persamaan normal yang dihasilkan dapat dituliskan dalam bentuk:

$$n\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n x_{1i} + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n x_{2i} + \cdots + \hat{\beta}_p \sum_{i=1}^n x_{pi} = \sum_{i=1}^n y_i \quad (2.4.11)$$

$$\hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^n x_{1i} + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n x_{1i}^2 + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{2i} + \cdots + \hat{\beta}_p \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{pi} = \sum_{i=1}^n x_{1i} y_i \quad (2.4.12)$$

$$\hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^n x_{2i} + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n x_{1i}x_{2i} + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n x_{2i}^2 + \cdots + \hat{\beta}_p \sum_{i=1}^n x_{2i}x_{pi} = \sum_{i=1}^n x_{2i}y_i \quad (2.4.13)$$

$$\hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^n x_{pi} + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n x_{1i}x_{pi} + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n x_{2i}x_{pi} + \cdots + \hat{\beta}_p \sum_{i=1}^n x_{pi}^2 = \sum_{i=1}^n x_{pi}y_i \quad (2.4.14)$$

Bentuk matriks dari sistem tersebut adalah:

$$\mathbf{X}'\mathbf{X}\hat{\beta} = \mathbf{X}'\mathbf{y} \quad (2.4.15)$$

Dengan mengalikan kedua sisi persamaan tersebut dengan $(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}$ diperoleh estimator OLS sebagai berikut:

$$\begin{aligned} (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{X}\hat{\beta} &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y} \\ \mathbf{I}\hat{\beta} &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y} \end{aligned}$$

$$\hat{\beta} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y} \quad (2.4.16)$$

2.5 Metode *Least Trimmed Squares* (LTS)

Metode LTS pertama kali dikembangkan oleh Rousseeuw pada tahun 1984 sebagai solusi alternatif dalam mengatasi keterbatasan yang terdapat pada metode OLS. Pendekatan LTS memiliki kesamaan prinsip dengan OLS dalam proses estimasi parameter, yaitu dengan meminimalkan jumlah kuadrat dari residual. Meskipun demikian perbedaannya terletak pada pemilihan data, metode LTS hanya mempertimbangkan sebagian pengamatan dengan kuadrat residual terkecil dalam proses minimisasi, yaitu sebanyak h pengamatan dari total n , di mana $h < n$. Fungsi objektif dari metode LTS dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$\min \sum_{i=1}^h \varepsilon_i^2 \quad (2.5.17)$$

Dalam regresi *Robust LTS*, proses estimasi parameter dilakukan melalui algoritma *basic resampling*, yang awalnya diperkenalkan oleh Rousseeuw dan Leroy (1978) dalam program PROGRESS (*Program for Robust Regression*). Algoritma ini kemudian dikembangkan lebih lanjut dalam versi *FAST-LTS* untuk meningkatkan efisiensi komputasi pada data dengan ukuran besar. Langkah-langkah algoritma estimasi LTS dijelaskan sebagai berikut

Langkah 1

Menginput pasangan data $z_i = (x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi}, y_i)$ untuk $i = 1, 2, \dots, n$.

Langkah 2

Mengambil m subset yang masing-masing terdiri atas p pengamatan dari total n , yang dihitung dengan:

$$m = C_p^n = \binom{n}{p} = \frac{n!}{p!(n-p)!} \quad (2.5.18)$$

Setiap subset dinotasikan sebagai:

$$\begin{aligned} J_k &= (z_1, z_2, \dots, z_p)_k \\ &= ((x_i, y_i)_1, (x_i, y_i)_2, \dots, (x_i, y_i)_p)_k, \quad k = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

Langkah 3

Menyusun model regresi linear untuk setiap subset J_k dalam bentuk:

$$y = X\beta + \varepsilon$$

Langkah 4

Menentukan nilai $h = \left(\frac{n+p+1}{2}\right)$ serta menghitung nilai *breakdown point* menggunakan rumus:

$$\varepsilon_n^* = \left(\frac{n-h+1}{n}\right)$$

Langkah 5

Menentukan apakah model menggunakan intersep. Jika tidak, maka langsung

dilakukan estimasi parameter regresi untuk tiap subset J_k melalui:

$$\hat{\beta} = \mathbf{X}^{-1}\mathbf{y} \quad (2.5.19)$$

Jika model menggunakan intersep, maka dilakukan penyesuaian tambahan terhadap setiap subset J_k , melalui tahapan:

- Mengestimasi parameter regresi sebanyak m kali untuk setiap subset:

$$\hat{\beta} = \mathbf{X}^{-1}\mathbf{y}$$

- Menghitung galat residual tanpa mempertimbangkan intersep:

$$\varepsilon = \mathbf{y} - \hat{\mathbf{y}} \quad (2.5.20)$$

- Mengurutkan residual ε_i dari yang terkecil hingga terbesar:

$$\varepsilon_1 \leq \varepsilon_2 \leq \dots \leq \varepsilon_n$$

- Menyusun kelas-kelas berukuran h pengamatan untuk membentuk $(n - h + 1)$ interval residual.
- Melakukan estimasi ulang terhadap intersep, menghasilkan nilai baru $\hat{\beta}'_p$.

Langkah 6

Menghitung nilai fungsi tujuan (*objective function*) untuk setiap estimasi yang dihasilkan:

$$FT_{LTS} = \sqrt{\frac{1}{h} \sum_{i=1}^h \varepsilon^2(\hat{\beta})_i} \quad (2.5.21)$$

dengan $\varepsilon(\hat{\beta})_i = y_i - \hat{y}_i$.

Langkah 7

Menentukan estimasi terbaik dari seluruh m kombinasi estimasi berdasarkan nilai fungsi tujuan minimum, yaitu:

- Memilih nilai fungsi tujuan terkecil dari seluruh hasil estimasi.
- Menetapkan parameter regresi $\hat{\beta}$ yang sesuai.

- Menghitung nilai koefisien determinasi R_{LTS}^2 .

2.6 Pengujian *Outliers*

Outlier muncul sebagai akibat dari kombinasi nilai-nilai yang tidak lazim, sehingga menghasilkan observasi yang berbeda secara signifikan dibandingkan dengan sebagian besar data lainnya. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan *outlier* adalah dengan pendekatan *difference in fitted value* (DFFITS) (Myers, 1990).

Persamaan DFFITS dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{DFFITS}_i = \frac{\hat{y}_i - \hat{y}_{i(-i)}}{\sqrt{s_{(-i)}^2 h_{ii}}}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.6.22)$$

Keterangan:

$\hat{y}_i$: Nilai taksiran y berdasarkan model dengan pengamatan ke- i

$\hat{y}_{i(-i)}$: Nilai taksiran y tanpa pengamatan ke- i

$s_{(-i)}^2$: Galat kuadrat rata-rata dari model tanpa pengamatan ke- i

h_{ii} : Elemen diagonal ke- i dari matriks hat $H = X(X^T X)^{-1} X^T$

Pengamatan dikatakan sebagai *outlier* jika:

$$|\text{DFFITS}_i| > 2\sqrt{\frac{p+1}{n}}$$

dengan p adalah jumlah parameter dalam model dan n adalah jumlah pengamatan (Myers, 1990) .

2.7 Koefisien Korelasi

Menurut (Walpole, 1993), korelasi merupakan suatu teknik statistik yang digunakan untuk mengukur tingkat kekuatan dan arah hubungan linier antara dua variabel atau lebih. Nilai koefisien korelasi populasi, yang dilambangkan dengan ρ , berada pada rentang $-1 \leq \rho \leq 1$. Jika nilai ρ positif, maka kedua variabel menunjukkan hubungan searah, yang berarti peningkatan pada satu

variabel akan diikuti oleh peningkatan pada variabel lainnya. Sebaliknya, jika nilai ρ negatif, maka kedua variabel menunjukkan hubungan berlawanan, di mana peningkatan pada satu variabel akan diikuti oleh penurunan pada variabel yang lain.

Salah satu ukuran korelasi yang paling umum digunakan adalah koefisien korelasi momen-produk *Pearson*, yang dinamakan sesuai dengan penemunya, Pearson. Koefisien ini diperoleh dengan membagi nilai kovarians antara dua variabel terhadap hasil kali dari simpangan baku masing-masing variabel, dengan rumus sebagai berikut:

$$\rho_{x,y} = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sqrt{\text{var}(X) \text{var}(Y)}} \quad (2.7.23)$$

Selanjutnya, untuk menguji korelasi antar variabel digunakan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Tidak ada hubungan antara kedua variabel.

H_1 : Ada hubungan antara kedua variabel.

Statistik uji yang digunakan yaitu sebagai berikut:

$$t = \frac{r_{x,y} \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{x,y}^2}} \quad (2.7.24)$$

dengan

$$r_{x,y} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2)(\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2)}}$$

Kriteria penolakan adalah: tolak H_0 jika nilai $|t_{\text{hit}}| > t_{(\frac{\alpha}{2}; n-2)}$

2.8 Multikolinieritas

Multikolinearitas merupakan permasalahan umum dalam analisis regresi yang terjadi ketika terdapat korelasi tinggi antar variabel prediktor. Kondisi ini menyulitkan dalam mengidentifikasi kontribusi masing-masing prediktor secara

terpisah terhadap variabel respon. Dalam regresi linier, multikolinearitas menyebabkan ketergantungan linear antar kolom dalam matriks desain, yang dapat mengakibatkan determinan matriks $X^T X$ menjadi nol. Akibatnya, matriks tersebut tidak dapat diinvers, sehingga parameter regresi tidak dapat diestimasi secara tepat menggunakan metode OLS.

Salah satu pendekatan yang biasa digunakan untuk mengidentifikasi adanya gejala multikolinearitas dalam model regresi adalah melalui pengukuran *Variance Inflation Factor (VIF)*. VIF berfungsi untuk mengukur sejauh mana varians dari estimasi parameter regresi meningkat akibat adanya hubungan linear antar variabel prediktor. Nilai VIF untuk suatu variabel prediktor x_j dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (2.8.25)$$

di mana R_j^2 merupakan koefisien determinasi dari hasil regresi variabel x_j terhadap seluruh variabel prediktor lainnya dalam model. Jika nilai VIF_j melebihi angka 10, maka hal tersebut mengindikasikan adanya multikolinearitas yang tinggi di antara variabel-variabel prediktor.

2.9 Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi (R^2) mengukur seberapa besar proporsi variasi variabel dependen yang dapat dijelaskan oleh model regresi. Nilai R^2 mendekati 0 menunjukkan penjelasan yang lemah, sedangkan mendekati 1 menunjukkan model memiliki daya jelas yang kuat (Ghozali, 2013)

Rumus koefisien determinasi dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (2.9.26)$$

Keterangan:

- R^2 : Koefisien determinasi yang menyatakan proporsi variasi total dalam variabel dependen y yang dapat dijelaskan oleh model regresi.
 y_i : Nilai observasi ke- i dari variabel dependen.
 $\hat{y}_i$: Nilai prediksi ke- i dari model regresi.
 $\bar{y}$: Rata-rata dari seluruh nilai y_i .
 SSE : (*Sum of Squared Errors*) Jumlah kuadrat galat atau residual, yaitu $\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$.
 SST : (*Total Sum of Squares*) Jumlah kuadrat total, yaitu $\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$.

2.10 Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD)

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit menular akibat infeksi virus dengue yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. Penyakit ini menjadi isu kesehatan global karena tingkat kejadiannya yang terus meningkat, khususnya di wilayah tropis dan subtropis. Berdasarkan data WHO, diperkirakan terdapat sekitar 390 juta kasus dengue setiap tahun, dengan sekitar 96 juta di antaranya menunjukkan gejala klinis (WHO, 2021). Di Indonesia, termasuk Provinsi Lampung, DBD menjadi salah satu masalah kesehatan masyarakat yang cukup serius. Kondisi lingkungan dan iklim yang lembap serta curah hujan yang tinggi menciptakan habitat yang ideal bagi perkembangan nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor penyebar virus dengue.

Penyakit ini memiliki spektrum gejala yang bervariasi, mulai dari bentuk ringan seperti demam dengue biasa hingga bentuk berat seperti dengue hemoragik yang dapat mengakibatkan komplikasi serius, bahkan kematian. Berdasarkan data epidemiologi, kasus DBD cenderung meningkat pada musim hujan, seiring dengan meningkatnya populasi nyamuk pembawa virus dengue (Rachmawati et al., 2021).

2.10.1 Gejala Klinis Demam Berdarah Dengue (DBD)

Gejala klinis DBD bervariasi dari yang ringan hingga yang parah, tergantung pada tingkat infeksi dan respons imun individu. Pada umumnya, gejala awal

DBD muncul 4-10 hari setelah terpapar virus, dan dapat mencakup demam tinggi, nyeri sendi, nyeri otot, dan sakit kepala yang hebat (Bai et al., 2021).

Salah satu ciri khas dari DBD adalah penurunan jumlah trombosit dalam darah, yang dapat menyebabkan risiko perdarahan yang lebih tinggi. Namun tidak semua individu yang terinfeksi virus dengue akan mengalami gejala. Menurut penelitian oleh (Houghton et al., 2021), sekitar 80 dari infeksi dengue bersifat asimtomatik, yang berarti bahwa individu tersebut dapat menjadi pembawa virus tanpa menyadari bahwa mereka terinfeksi dimana itu menjadi tantangan dalam pengendalian penyebaran penyakit DBD.

2.10.2 Faktor-faktor Penyebab Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD)

Penyebaran DBD dapat disebabkan oleh berbagai faktor yang saling berinteraksi yaitu :

1. Faktor lingkungan

Kondisi sanitasi lingkungan layak serta kepadatan penduduk berperan dalam penyebaran penyakit DBD.

2. Faktor iklim

Faktor iklim juga memiliki peran penting dalam epidemiologi penyakit DBD. Salah satu komponen iklim yang signifikan adalah curah hujan, yang dapat memengaruhi siklus hidup nyamuk serta tingkat infeksi virus dengue. Penelitian yang dilakukan oleh (Rachmawati et al., 2021) menunjukkan bahwa peningkatan curah hujan secara signifikan berkorelasi positif dengan peningkatan jumlah kasus DBD.

3. Faktor pelayanan kesehatan

Faktor pelayanan kesehatan juga berkontribusi pada deteksi, pencegahan serta penanganan kasus DBD secara cepat dan efektif .

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2024/2025, bertempat di Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Lampung tahun 2024.

3.3 Variabel Penelitian

Seluruh variabel dalam penelitian ini diperoleh dari data sekunder yang berkaitan dengan distribusi kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) di Provinsi Lampung. Variabel-variabel tersebut diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama, yaitu variabel dependen dan variabel independen.

3.3.1 Variabel Dependen

Variabel dependen, yaitu jumlah kasus DBD, diukur berdasarkan data yang diperoleh dari BPS Provinsi Lampung. Data ini mencakup laporan tahunan mengenai jumlah kasus DBD yang terjadi di setiap kecamatan di Provinsi Lampung.

3.3.2 Variabel Independen

Variabel independen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi beberapa faktor seperti curah hujan, rasio dokter, rasio puskesmas, kepadatan penduduk, dan sanitasi lingkungan.

3.3.3 Pengukuran Variabel

Pengukuran variabel dilakukan dengan menggunakan data sekunder yang telah tersedia di Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2024.

3.3.4 Relevansi Variabel

Relevansi setiap variabel independen terhadap penyebaran DBD sangat penting untuk dianalisis. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa curah hujan berperan signifikan, semakin tinggi curah hujan, maka kejadian DBD cenderung meningkat. Selain itu, kepadatan penduduk juga berkontribusi terhadap tingginya kejadian DBD (Faiz & Hartono, 2023). Selain itu, terdapat hubungan positif yang menunjukkan bahwa peningkatan jumlah kasus DBD sejalan dengan peningkatan curah hujan (Triwahyuni et al., 2020). Oleh karena itu, pemilihan variabel independen dalam penelitian ini didasarkan pada kajian literatur yang relevan dan data empiris yang mendukung.

3.3.5 Tabel Variabel Penelitian

Berikut adalah tabel yang merangkum variabel penelitian yang digunakan dalam studi ini:

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Kode	Keterangan
Y	Incidence Rate (IR) DBD
X_1	Persentase Sanitasi Lingkungan Layak
X_2	Persentase Kepadatan Penduduk
X_3	Curah Hujan
X_4	Rasio Puskesmas
X_5	Rasio Dokter

Berikut definisi variabel-variabel penelitian yang terdapat pada Tabel diatas.

1. Incidence Rate (IR) DBD (Y)

Incidence Rate (IR) adalah jumlah kasus DBD yang terjadi dalam populasi tertentu selama periode waktu yang ditentukan, biasanya dinyatakan per 1.000 atau 100.000 penduduk.

$$IR = \frac{JumlahPenderitaDBD}{JumlahPenduduk} \times 1000$$

2. Persentase Sanitasi Lingkungan Layak(X_1)

Persentase akses sanitasi yang layak merupakan perbandingan antara jumlah penduduk atau rumah tangga yang memiliki akses terhadap fasilitas sanitasi yang memadai dengan total jumlah penduduk atau rumah tangga, yang dinyatakan dalam bentuk persentase. Indikator ini berfungsi untuk menggambarkan tingkat kesejahteraan masyarakat dari sudut pandang kesehatan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$X_1 = \frac{JumlahRumahTanggaDenganSanitasiLayak}{JumlahSeluruhRumahTangga} \times 100$$

3. Persentase Kepadatan Penduduk (X_2)

Persentase kepadatan penduduk merupakan perbandingan antara jumlah penduduk dengan luas wilayah dalam satuan persen. Rumus yang

digunakan adalah:

$$X_2 = \frac{\text{Jumlah Penduduk}}{\text{Luas Wilayah}} \times 100$$

4. Curah Hujan (X_3)

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh ke bumi, seperti hujan, embun, atau salju. Untuk menghitung curah hujan. Rumus yang digunakan adalah:

$$X_3 = \frac{\text{Volume Air (L)}}{\text{Luas Penampang (m}^2\text{)}}$$

5. Rasio Puskesmas (X_4)

Rasio puskesmas adalah hasil pembagian antara jumlah puskesmas dengan jumlah penduduk di suatu wilayah, dikalikan 1000. Rumusnya sebagai berikut:

$$X_4 = \frac{\text{Jumlah Puskesmas}}{\text{Jumlah Penduduk}} \times 1000$$

6. Rasio Dokter (X_5)

Rasio dokter adalah perbandingan antara jumlah dokter umum dengan jumlah penduduk di suatu daerah, dinyatakan per 1000 penduduk:

$$X_5 = \frac{\text{Jumlah Dokter}}{\text{Jumlah Penduduk}} \times 1000$$

3.4 Langkah Langkah Penelitian

Langkah-langkah untuk menggunakan model regresi kuantil dengan regresi LTS untuk memahami penyebaran penyakit DBD di Lampung adalah sebagai berikut:

a. **Penyediaan Data**

Kumpulkan informasi tentang jumlah kasus penyakit DBD di Lampung dan faktor-faktor yang mungkin mempengaruhi penyebarannya.

b. **Identifikasi Data**

Setelah melakukan analisis deskriptif, tahap selanjutnya adalah identifikasi data.

c. **Deteksi *Outlier***

Melakukan deteksi *outlier* terhadap data yang dapat memengaruhi kestabilan model regresi.

d. **Penerapan Model Regresi Klasik (OLS)**

Mendapatkan model regresi linear klasik (Ordinary Least Squares) sebagai dasar perbandingan.

e. **Penerapan Model Regresi *Robust LTS***

Mengestimasi model regresi menggunakan metode *robust Least Trimmed Squares* (LTS) untuk menangani pengaruh *outlier*.

f. **Penerapan Model Regresi Kuantil**

Menerapkan regresi kuantil untuk berbagai nilai τ untuk mengkaji pengaruh faktor-faktor pada distribusi kondisi yang berbeda.

g. **Pemilihan Model Terbaik**

Menentukan model terbaik berdasarkan kriteria evaluasi seperti nilai R^2 , residual, serta kestabilan model terhadap *outlier*.

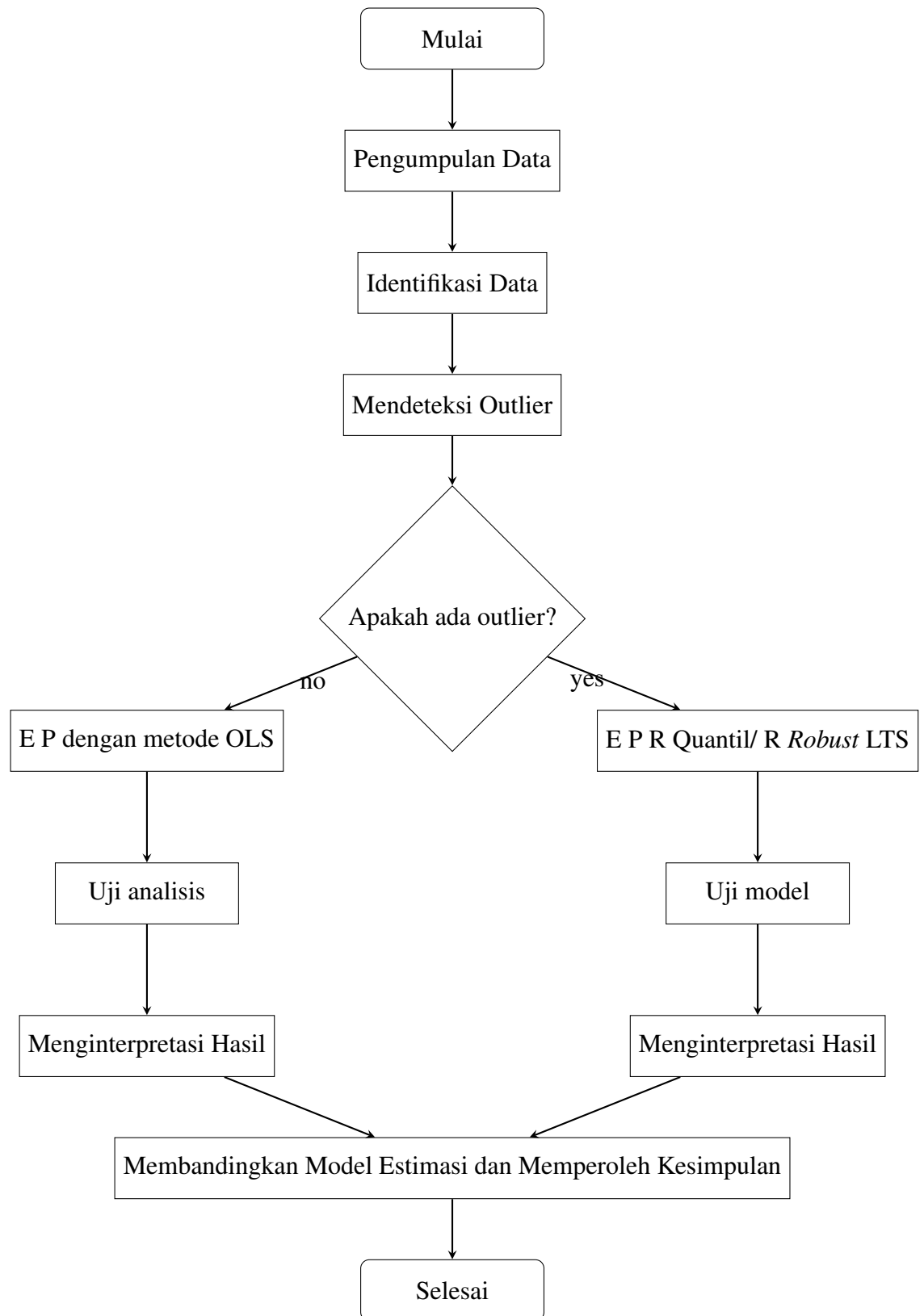
h. **Identifikasi Faktor Signifikan**

Menentukan faktor-faktor yang secara signifikan memengaruhi penyebaran penyakit DBD berdasarkan model terbaik yang telah diperoleh.

i. **Penarikan Kesimpulan**

Menyimpulkan hasil analisis serta memberikan saran yang relevan berdasarkan temuan dari model terbaik.

Langkah-langkah dalam penelitian ini dapat digambarkan dalam diagram alir sebagai berikut :



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, bahwa model regresi kuantil pada kuantil ($\tau = 0,95$) merupakan model terbaik dalam menjelaskan faktor-faktor DBD di Provinsi Lampung. Hal ini dibuktikan dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,8088, yang lebih tinggi dibandingkan regresi OLS sebesar 0,225 maupun regresi robust LTS sebesar $-0,1453$.

Faktor-faktor yang memengaruhi penyebaran penyakit DBD di Provinsi Lampung berdasarkan model terbaik regresi kuantil ($\tau = 0,95$) adalah sanitasi lingkungan, curah hujan, rasio puskesmas, dan kepadatan penduduk. Sementara itu, rasio tenaga dokter tidak signifikan hanya pada kuantil ($\tau = 0,95$), namun tetap dipertahankan dalam model karena relevansinya terhadap pelayanan kesehatan masyarakat.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan temuan penelitian ini, beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan keilmuan dan penelitian lanjutan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas pendekatan regresi kuantil menggunakan metode nonparametrik atau regresi kuantil terdistribusi ruang-waktu (*spatio-temporal*). Pendekatan ini memungkinkan pemodelan variasi insiden penyakit secara lebih fleksibel dan akurat pada dimensi spasial dan temporal sekaligus.

2. Pengembangan metode regresi kuantil dapat diarahkan pada pendekatan *penalized quantile regression* atau multikuantil regresi untuk menangani masalah multikolinearitas dan menganalisis pengaruh variabel secara simultan di seluruh distribusi respon.
3. Penggunaan regresi kuantil sebagai alternatif dari regresi klasik perlu lebih dikenalkan dalam kajian data kesehatan masyarakat, terutama karena keunggulannya dalam menangani data tidak normal, heteroskedastik, dan mengandung *outlier*, yang sering ditemukan dalam data epidemiologis.

DAFTAR PUSTAKA

- Azhari, M., Iskandar, I., & Putri, D. (2023). Genetic variations and their implications in dengue virus infection: A study in Indonesia. *BMC Infectious Diseases*, 23(1), 456.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. (2024). *Statistik Kesehatan Provinsi Lampung 2018–2023: Penyakit Demam Berdarah Dengue*. Bandar Lampung: BPS Provinsi Lampung. Diakses pada 5 Januari 2025, dari <https://lampung.bps.go.id>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. (2024). *Penyakit Demam Berdarah Dengue 2024*. Bandar Lampung: BPS Provinsi Lampung. Diakses pada 5 April 2025, dari <https://lampung.bps.go.id>
- Bai, Y., Zhang, L., & Wang, Y. (2021). Clinical features and risk factors of severe dengue fever: A systematic review and meta-analysis. *PLOS Neglected Tropical Diseases*.
- Basuki, S. (2016). Gejala dan penanganan demam berdarah dengue di Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 10(2), 123–130.
- Chen, C., & Wei, Y. (2005). Computational issues for quantile regression. *Sankhyā: The Indian Journal of Statistics*, 67(2), 399–417.
- Davino, C., Furno, M., & Vistocco, D. (2014). *Quantile Regression: Theory and Applications*. Stanford Weisberg.
- Dinas Kesehatan Provinsi Lampung. (2022). *Laporan Tahunan Kasus DBD Provinsi Lampung Tahun 2022*. Bandar Lampung: Dinas Kesehatan Provinsi Lampung. Diakses pada 3 Januari 2025, dari <https://dinkes.lampungprov.go.id>
- Effendi, R., Maiyastri, M., & Diana, R. (2019). Perbandingan metode regresi kuantil dan metode Bayes dalam mengestimasi parameter model regresi linier sederhana dengan galat heteroskedastisitas. *Jurnal Matematika UNAND*, 8(2), 291–298.

- Faiz, S. A., & Hartono, B. (2023). Faktor risiko demam berdarah dengue di Indonesia: Studi kasus di 10 provinsi. *Jurnal Manajemen Kesehatan Yayasan RS Dr. Soetomo*, 9(1), 45–56.
- Frost, J. (2020, Mei 15). How to interpret R-squared in regression analysis. *Statistics By Jim*. Diakses pada 9 Juni 2025, dari <https://statisticsbyjim.com/regression/interpret-r-squared-regression/>
- Ghozali, Imam. (2013). *Aplikasi Analisis Multivariat dengan Program IBM SPSS* (Edisi 7). Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Gob, S. C. & Knight, K. (2009). Nonstandard quantile-regression inference. *Econometric Theory*, 25(5), 1415–1432.
- Houghton, R., Dyer, J., & Smith, J. (2021). Asymptomatic dengue infection in Southeast Asia: A systematic review. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 6(3), 156.
- Hyndman, R. J., & Koehler, A. B. (2006). Another look at measures of forecast accuracy. *International Journal of Forecasting*, 22(4), 679–688.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2015). *Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tataaksana Demam Berdarah Dengue*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI. Diakses pada 6 Januari 2025, dari <https://pusdatin.kemkes.go.id>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2020). *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2020*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI. Diakses pada 6 Januari 2025, dari <https://pusdatin.kemkes.go.id>
- Koenker, R. (2020). *Quantile Regression* (Edisi ke-2). Cambridge: Cambridge University Press.
- Myers, R. H. (1990). *Classical and Modern Regression with Applications* (Edisi ke-2). Boston: PWS-Kent.
- Rachmawati, R., Santoso, B., & Utami, S. (2021). The impact of climate change on dengue fever incidence in urban areas of Indonesia. *Environmental Research*, 194, 110678.

- SAS Institute Inc. (2017). Five things you should know about quantile regression [Paper 1482-2017]. *SAS Global Forum 2017 Proceedings*. Diakses pada 8 Januari 2025, dari <https://support.sas.com/resources/papers/proceedings17/1482-2017.pdf>
- Septian, A., Anwar, M. C., & Marsum, M. (2017). Studi korelasi beberapa faktor yang mempengaruhi kejadian demam berdarah dengue di Kabupaten Banyumas tahun 2010–2015. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 45(3), 230–238.
- Setyowati, E., Akbarita, R., & Robby, R. R. (2021). Perbandingan regresi robust metode least trimmed square (LTS) dan metode estimasi-S pada produksi padi. *Jurnal Matematika UNAND*, 10(3), 329–341.
- Supriyadi, A., Rahman, A., & Farhan, M. (2022). Environmental factors influencing *Aedes aegypti* breeding sites in urban Indonesia. *Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 20(1), 123–132.
- Triwahyuni, T., Husna, I., & Andesti, M. (2020). Hubungan curah hujan dengan kasus demam berdarah dengue di Bandar Lampung 2016–2018. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 11(3), 184–199.
- Walpole, R. E. (1993). *Pengantar Statistika* (Edisi ke-3, Terjemahan oleh Sumantri, B.). Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- World Health Organization. (2021, Maret 17). Dengue and severe dengue. Jenewa: World Health Organization. Diakses pada 10 Januari 2025, dari <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>

Lampiran 4.**Data Lanjutan(3)**

Kecamatan	Y	X1	X2	X3	X4	X5
Penengahan	0,33	95,58	339	167,64	1,11	1,11
Ketapang	0,3	95,58	519	167,64	0,71	1,06
Bakauheni	0	95,58	447	167,64	1,96	1,17
Wonosobo	0,74	67,82	433,9	156,23	0,46	0,46
Semaka	0,81	67,82	275,5	156,23	0,49	0,98
Bdr Ngr Semuong	0,86	67,82	96,06	156,23	0,57	0,57
Kota Agung	1,42	67,82	762,48	156,23	0,2	0,2
Pematang Sawa	0,22	67,82	78,76	156,23	1,09	1,09
Kota Agung T.	0,7	67,82	252,65	156,23	0,44	0,88
Kota Agung B.	1,9	67,82	519,2	156,23	0,43	0,43
Pulau Panggung	0,39	67,82	327,96	156,23	0,46	0,7
Ulu Belu	0,07	67,82	69,06	156,23	0,45	1,34
Air Naningan	0,43	67,82	100,17	156,23	0,62	1,24
Talang Padang	0,35	67,82	1863,31	156,23	0,18	0,35
Sumberejo	1,21	67,82	666,11	156,23	0,27	0,54
Gisting	1,38	67,82	1073,35	156,23	0,44	0,44
Gunung Alip	0,17	67,82	855,66	156,23	0,42	0,42
Pugung	0,2	67,82	327,87	156,23	0,14	0,85
Bulok	0,04	67,82	252,73	156,23	0,39	1,96
Cukuh Balak	0,19	67,82	129,36	156,23	0,39	1,94
Kelumbayan	0	67,82	100,71	156,23	0,8	3,19
Limau	0,39	67,82	190,99	156,23	0,43	1,29
Kelumbayan B.	0	67,82	225,4	156,43	1,37	1,37
Metro Kibang	0,04	84,16	323,01	144,04	0,4	1,61
Batanghari	0,59	84,16	406,44	144,04	0,33	0,83
Sekampung	0,51	84,16	459,82	144,04	0,29	1,03
Marga Tiga	0,78	84,16	199,27	144,04	0,4	0,8
Sekampung Udik	0,87	84,16	233,17	144,04	0,25	0,63
Jabung	0,22	84,16	207,43	144,04	0,36	0,72
Pasir Sakti	2,02	84,16	219,13	144,04	0,24	0,71
Waway Karya	0,02	84,16	203,96	144,04	0,46	1,16
Marga Sekampung	0,13	84,16	169,11	144,04	0,33	1
Labuhan	2,06	84,16	405,38	144,04	0,25	0,76
Mataram Baru	0,26	84,16	389,1	144,04	0,32	0,65
Bdr Sribhawono	0,22	84,16	289,6	144,04	0,19	0,37
Melinting	1,83	84,16	208,1	144,04	0,34	1,03
GunungPelindung	1,38	84,16	304,39	144,04	0,42	2,51
Way Jepara	0,2	84,16	259,51	144,04	0,34	0,5
Braja Slebah	0,15	84,16	105,63	144,04	0,38	0,76
Labuhan Ratu	0	84,16	106,34	144,04	0,19	0,77