PENERAPAN ANALISIS REGRESI LOGISTIK BINER PADA TINGKAT PENYAKIT STUNTING PADA BALITA

(Skripsi)

Oleh

BINTANG GITANO VALENTINO

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023

ABSTRACT

PENERAPAN ANALISIS REGRESI LOGISTIK BINER PADA TINGKAT PENYAKIT STUNTING PADA BALITA

By

BINTANG GITANO VALENTINO

Stunting is a long-term nutritional condition that causes future problems or abnormalities that make physical and cognitive development difficult for a child. Researching the causes of stunting disease in babies or toddlers is one way to try and reduce the number of stunts in children that cause their future to be threatened. Binary logistic regression analysis can be used to identify the factors that influence stunting disease. In this study the factors used as free variables were pregnancy age at premature birth/less than one month (37 weeks) (X_1), proportion of poor-quality household garbage management (X_2), household knowledge ratio to ease of access to the hospital (high hospitalization probability) (X_3), percentage of households having hand washing facilities with soap (X_4), and unsafe household removal ratio of baby garbages by province. (X_5). The results of testing using the Wald test showed that there are two significant factors for stunting disease: the proportion of poor-quality household garbage handling and the percentage of unsafe baby stool handling in households by province. After that, the classification accuracy of 58.83% was obtained so that it could be concluded that the binary logistic regression analysis model had an influence on stunting disease in babies.

Keywords: *Binary Logistics Regression Analysis, Stunting, Classification Accuracy.*

ABSTRAK

PENERAPAN ANALISIS REGRESI LOGISTIK BINER PADA TINGKAT PENYAKIT STUNTING PADA BALITA

Oleh

BINTANG GITANO VALENTINO

Stunting merupakan kondisi gizi buruk jangka panjang yang menyebabkan masalah atau kelainan di masa depan yang membuat perkembangan fisik dan kognitif yang sulit bagi anak. Meneliti penyebab penyakit stunting pada bayi atau balita adalah salah satu cara untuk mencoba dan menurunkan jumlah stunting pada anak yang menyebabkan masa depan mereka dapat terancam. Analisis regresi logistik biner dapat digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi pada penyakit stunting. Dalam penelitian ini faktor-faktor yang digunakan sebagai variabel independen adalah proporsi umur kandungan ibu saat melahirkan premature/kurang bulan (< 37 minggu) (X_1), proporsi kualitas pengelolaan sampah rumah tangga secara tidak baik (X_2), proporsi pengetahuan rumah tangga terhadap kemudahan akses ke rumah sakit (sulit) (X_3), proporsi rumah tangga yang memiliki fasilitas cuci tangan dengan sabun (X_4), dan proporsi penanganan tinja balita secara tidak aman oleh rumah tangga menurut provinsi (X_5). Hasil uji dengan menggunakan uji Wald menunjukan bahwa terdapat 2 faktor yang signifikan terhadap penyakit stunting yaitu proporsi penanganan sampah rumah tangga berkualitas buruk dan proporsi penanganan tinja bayi tak aman dalam rumah tangga menurut provinsi. Setelah itu didapatkan hasil ketepatan klasifikasinya sebesar 58,83% sehingga dapat disimpulkan bahwa model analisis regresi logistik biner memberikan pengaruh terhadap penyakit stunting pada balita.

Kata Kunci: Analisis Regresi Logistik Biner, Stunting, Ketepatan Klasifikasi.

PENERAPAN ANALISIS REGRESI LOGISTIK BINER PADA TINGKAT PENYAKIT STUNTING PADA BALITA

Oleh

BINTANG GITANO VALENTINO

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA MATEMATIKA

Pada

Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023

Judul	:	**PENERAPAN ANALISIS REGRESI LOGISTIK BINER PADA TINGKAT PENYAKIT STUNTING PADA BALITA**
Nama Mahasiswa	:	***Bintang Gitano Valentino***
Nomor Pokok Mahasiswa	:	**1917031083**
Jurusan/Program Studi	:	**Matematika/S1 Matematika**
Fakultas	:	**Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Drs. Eri Setiawan, M.Si.	**Dra. Dorrah Aziz, M.Si**
NIP. 19581101 198803 1 002	NIP. 19610128 198811 2 001

2. Ketua Jurusan Matematika

Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.
NIP. 19740316 200501 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Drs. Eri Setiawan, M.Si.** .....

Sekertaris : **Dra. Dorrah Aziz, M.Si.** .....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Widiarti, S.Si., M.Si.** .....

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **22 Mei 2023**

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa	: **Bintang Gitano Valentino**
Nomor Pokok Mahasiswa	: **1917031083**
Jurusan	: **Matematika**
Judul Skripsi	: **PENERAPAN ANALISIS REGRESI LOGISTIK BINER PADA TINGKAT PENYAKIT STUNTING PADA BALITA**

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

Bandar Lampung, 22 Mei 2023
Penulis

Bintang Gitano Valentino

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Bintang Gitano Valentino dilahirkan di Solok pada 21 Maret 2001. Penulis merupakan anak kedua dari empat bersaudara pasangan Bapak Dino Valentino dan Ibu Frederica Werdelmann.

Penulis pertama kali menempuh pendidikannya di Taman Kanak-Kanak Baiturrahman Bandung pada tahun 2005-2006 dan melanjutkan pendidikannya ke Sekolah Dasar di SD Negeri Jati 03 Pagi pada tahun 2007-2013. Kemudian, penulis melanjutkan jenjang pendidikannya di SMP Negeri 232 Jakarta pada tahun 2013-2016. Jenjang pendidikan selanjutnya di SMA Negeri 22 Jakarta pada tahun 2016-2019.

Pada tahun 2019 penulis diterima sebagai mahasiswa S1 Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa penulis juga aktif dalam berorganisasi Himpunan Mahasiswa Matematika (HIMATIKA) FMIPA UNILA. Pada tahun 2022 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Bandar Negeri, Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur dan Kerja Praktik (KP) di Badan Pengelola Pajak dan Retribusi Daerah (BPPRD) Kota Bandar Lampung, serta mengikuti Program Kampus Merdeka yang bernama Kampus Mengajar di SDIT Darul Hikmah sebagai guru pengajar matematika serta wali kelas semetara kelas IV.

KATA INSPIRASI

Barang siapa yang tidak mensyukuri yang sedikit, maka ia tidak akan mampu mensyukuri sesuatu yang banyak
(HR. Ahmad)

Dan sungguh Kami benar-benar akan menguji kalian agar Kami mengetahui siapa orang-orang yang bersungguh-sungguh dan bersabar di antara kalian
(Q.S Muhammad: 31)

Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui
(Q.S Al-Baqarah: 216)

Tidak ada yang peduli jika hari esok adalah hari kematianmu dan dunia akan tetap baik-baik saja, jadi kerjakan apa yang kamu suka bukan karena orang lain
(Penulis)

PERSEMBAHAN

Dengan mengucap puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, serta salawat serta salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Dengan penuh ketulusan saya persembahkan karya tulis ini untuk:

Bapak Dino Valentino dan Ibu Frederica Werdelmann

Terima kasih kepada kedua orang tua saya yang selalu memberikan dukungan dan saran dalam setiap keputusan, kasih sayang serta doa yang tak pernah putus dalam setiap langkah yang saya tempuh

Bapak Wiwoho dan Ibu Tuti

Terima kasih telah memberikan doa, semangat, serta dukungan selama ini selaku orang tua yang jua membantu saya selama ini

Dosen Pembimbing dan Pembahas

Terima kasih kepada bapak dan ibu dosen yang sangat berjasa, membantu, memberikan arahan, serta masukan dan ilmu yang bermanfaat

Teman-teman yang telah membantu, menemani, serta mendukung setiap langkahnya dari awal, hingga saat ini, dan seterusnya

Almamater Tercinta, Universitas Lampung

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyusun skripsi dengan judul "Penerapan Analisis Regresi Logistik Biner Pada Tingkat Penyakit Stunting Pada Balita" dengan baik dan tepat waktu.

Laporan yang telah penulis kerjakan ini tidak dapat terselesaikan dengan lancar tanpa bantuan dan dukungan dari banyak pihak. Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Drs. Eri Setiawan, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah bersedia membimbing, memberi saran, bantuan, motivasi, dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Dra. Dorrah Aziz, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan saran serta masukan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Widiarti, S.Si., M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran selama proses penyusunan skripsi.
4. Ibu Dr. Asmiati, S.Si., M.Si. selaku Pembimbing Akademik.
5. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Eng. Suripto Dwi Yuwono, S.Si., M.T., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Seluruh dosen dan staff Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

8. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan dukungan, doa dan motivasinya kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Kepada guru yang telah membimbing saya dan doa yaitu Ibu Tuti dan Bapak Wiwoho
10. Teman baikku yaitu Deva, Hijri, Refi, Surya, Yusril, Yoga, dan Zidny yang selalu memberi semangat.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, semoga Allah senantiasa melimpahkan karunia-Nya atas segala kebaikan semua pihak yang terlibat membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Kritik dan saran sangat penulis harapkan agar dapat menjadi bahan perbaikan dan pembelajaran kedepannya. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Bandar Lampung, 22 Mei 2022
Penulis,

Bintang Gitano Valentino

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL XV

I. PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang dan Masalah 1
1.2 Tujuan 3
1.3 Manfaat 3

II.TINJAUAN PUSTAKA 4

2.1 Statistika Deskriptif 4
2.2 Analisis Regresi 5
2.3 Analisis Regresi Logistik Biner 6
2.4 Uji Multikolinearitas 8
2.5 Estimasi Parameter 9
2.6 Pengujian Parameter Model 11
2.7 Interpretasi Parameter 14
2.8 Ketepatan Klasifikasi 15
2.9 Penyakit Stunting Pada Balita 16

III.METODOLOGI PENELITIAN 17

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 17
3.2 Data Penelitian 17
3.3 Metode Penelitian 19

IV.HASIL DAN PEMBAHASAN 22

4.1 Statistika Deskriptif 22
4.2 Uji Asumsi Multikolinieritas 24
4.3 Analisis Sementara Data Penyakit Stunting Pada Balita di Indonesia Menggunakan Metode Maximum Likelihood Estimations 26
4.4 Pengujian Parameter Secara Serentak 27
4.5 Pengujian Parameter Secara Parsial 28
4.6 Analisis Data Penyakit Stunting Pada Balita di Indonesia Menggunakan Metode Maximum Likelihood Estimations 30
4.7 Model Regresi Logistik Biner 30
4.8 Uji Kesesuaian Model 31
4.9 Perhitungan Nilai Odds Ratio 32
4.10 Ketepatan Klasifikasi 32

V.KESIMPULAN 34

DAFTAR PUSTAKA 35
LAMPIRAN 37

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

1. Koefisien Parameter 14
2. Perhitungan nilai APER 15
3. Pengelompokan Presentase Penyakit Stunting Pada Balita 17
4. Data Presentase Penyakit Stunting Balita di Indonesia Tahun 2018 18
5. Analisis statistika deskriptif variabel dependen dan variabel independen..... 23
6. Hasil Korelasi antarvariabel independen 25
7. Nilai VIF pada Data Penyakit Stunting Balita di Indonesia 26
8. Nilai β dan Standard Error 26
9. Parameter fungsi logit sementara model 27
10. Hasil Uji Parameter Secara Simultan 28
11. Hasil Pengujian Parameter Secara Serentak 29
12. Hasil Nilai β_i dan Standar Error dengan Metode MLE 30
13. Hasil Parameter Fungsi Logit Model 30
14. Hasil Uji Kesesuaian Model..... 31
15. Hasil Odds Ratio 32
16. Ketepatan Klasifikasi 33

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Regresi adalah komponen dari alat yang digunakan untuk menilai keberadaan korelasi antara variabel. Regresi digunakan untuk prediksi atau ramalan. Analisis regresi dapat lebih tepat memeriksa korelasi karena sulit untuk menunjukkan tingkat perubahan dari satu variabel pada variabel lain dalam analisis regresif (slop) (Hasan 2008). Model matematika menggambarkan hubungan antar variabel. Ada dua variabel dalam model regresi yaitu variabel dependen dan variabel independent. Variabel tak bebas memiliki nama lain yaitu variabel dependen, sedangkan variabel independen memiliki nama lain yaitu variabel predictor. (Nawari, 2010). Regresi logistik adalah salah satu dari beberapa jenis regresi. Para ahli memprediksi variabel dependen yang dikotomi menggunakan regresi logistik. Skala dikotomi yang digunakan adalah skala data nominal yang memiliki dua kategori, seperti benar dan salah, ya dan tidak, dan sebagainya. Regresi logistik adalah jenis regresi yang tidak memerlukan uji normalitas, uji heteroskedastisitas, dan uji asumsi klasik pada variabel independennya.

Stunting adalah kondisi gizi jangka panjang yang menyebabkan masalah atau kelainan di masa depan yang membuat perkembangan fisik dan kognitif yang sehat sulit. Anak-anak yang mengalami stunting memiliki IQ yang lebih rendah daripada IQ rata-rata anak-anak normal. (Kemenkes RI, 2018). Stunting adalah kondisi pertumbuhan yang buruk pada bayi yang baru lahir di bawah usia lima tahun, ketika bayi kelelahan dari konsepsi sampai kelahiran, dan bayi stunting

adalah jelas ketika balita berusia dua tahun. (Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan, 2017).

Beberapa studi telah secara luas menggunakan dan memaksimalkan metode analisis regresi logistik biner, termasuk (Wihansah, 2012) model regresi Logistik Biner untuk menemukan faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi anemia pada wanita hamil. Devi (2020) melakukan studi lain tentang penerapan metode regresi logistik biner untuk kesejahteraan rumah tangga di distrik Mojokerto, yang menghasilkan akurasi klasifikasi 94,49% pada model regresi logistik biner. Wahidah dkk. (2018) menggunakan analisis regresi logistik biner untuk memprediksi kepuasan pengunjung di rumah sakit umum distrik Majene, dengan nilai prediksi set 74%.

Penulis memilih analisis regresi logistik biner pada studi kasus penyakit stunting pada balita di Indonesia dikarenakan penyakit stunting adalah penyakit yang menjadi perhatian utama didunia dan penyakit stunting ini memiliki dua ketegori yang telah dikategorikan oleh WHO yaitu rendah dan tinggi sehingga penulis dapat menentukan variabel dependen nya secara dikotomi atau biner.
Penulis bermaksud untuk melihat analisis regresi logistik biner untuk melihat apakah ada hubungan antara penyakit stunting pada bayi dan faktor-faktor termasuk proporsi umur kandungan ibu saat melahirkan premature/kurang bulan (<37 minggu), proporsi kualitas pengelolaan sampah rumah tangga secara tidak baik, proporsi pengetahuan rumah tangga terhadap kemudahan akses ke rumah sakit (akses ke rumah sakit sulit), proporsi rumah tangga yang memiliki fasilitas cuci tangan dengan sabun, dan proporsi penanganan tinja balita secara tidak aman oleh rumah tangga menurut provinsi.

1.2 Tujuan

Adapun beberapa tujuan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui faktor-faktor secara signifikan mempengaruhi tingkat penyakit stunting pada balita di Indonesia
2. Memodelkan tingkat penyakit stunting terhadap balita di Indonesia dengan menggunakan analisis regresi logistik biner serta menentukan nilai ketepatan klasifikasi APER pada model

1.3 Manfaat

Manfaat dari menyusun naskah ini termasuk menghasilkan sumber informasi untuk dapat mengetahui faktor-faktor apa yang mempengaruhi tingkat penyakit stunting terhadap bayi di Indonesia, serta menjadi salah satu pertimbangan bagi pemerintah untuk mengambil kebijakan dalam menangani penyakit stunting pada bayi di indonesia.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Statistik deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu data sehingga memberikan informasi yang berguna. Tidak ada data probabilistik dalam statistik deskriptif. Tabel, diagram, grafik, dan ukuran lainnya digunakan untuk menyampaikan data statistik deskriptif. Ada dua dimensi dalam statistik deskriptif yaitu skala pemusatan data dan skala penyebaran data. (Walpole, 1995).

Interpretasi karakteristik data adalah langkah pertama dalam analisis data kuantitatif. Penjelasan ini diperoleh dengan menghitung definisi ukuran numerik dengan pusat data. Ukuran statistik dapat menjadi inti dari rangkaian data dan memberikan gambaran umum secara singkat dari data tersebut, yang dikenal sebagai metrik konsentrasi data. Pengukuran konsentrasi data rata-rata, median, modus, dan kuartal semuanya mungkin. (Walpole, 1995). Ukuran sebaran data merupakan metrik yang memberikan gambaran berapa banyak data yang tersebar dari titik-titik terpusat. Nilai sentral atau pusat kurang bermanfaat jika tidak mengetahui nilai sebaran atau deviasi setiap level data dari mean. Jika suatu nilai menyimpang terlalu jauh dari nilai pusat, nilai tersebut menjadi kurang akurat dalam menggambarkan kumpulan data. Pengukuran dispersi atau penyebaran data dapat berupa jangkauan, standar deviasi, varians, dan jangkauan interkuartil (Walpole, 1995).

2.2 Analisis Regresi

Analisis regresi adalah metode sederhana untuk menyelidiki korelasi fungsional antara berbagai variabel. Model matematika menggambarkan hubungan antara variabel. Ada dua variabel dalam model regresi: variabel dependen (respon) dan variabel independen. Variabel tak bebas memiliki nama lain yaitu variabel respon atau variabel dependen, sedangkan variabel independen memiliki nama lain yaitu variabel prediktor. (Nawari, 2010).

Definisi lain dari model linear adalah linear dalam parameter. Jika vektor input Xt = (X_1, X_2,... X_n) digunakan untuk mengasumsikan nilai luaran y, yang merupakan bilangan riil, (Draper & Smith, 1992). Model regresi linear terlihat sebagai berikut:

$$Y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^{p} x_{ij}\beta_j + \varepsilon_i \tag{2.1}$$

dengan:

Y_i = variabel dependen penelitian ke-i

x_{ij} = matriks variabel independen ke-i

β_0 = parameter

β_j = slope atau kemiringan

ε_i = galat pengamatan ke-i

2.3 Analisis Regresi Logistik Biner

Analisis regresi menyajikan hubungan atau relasi antara variabel dependen dengan satu atau lebih variabel independen. Seringkali situasi bahwa variabel hasil adalah diskrit, dengan asumsi dua atau lebih nilai potensial (Hosmer & Lemeshow, 2000). Analisis regresi logistik biner adalah kondisi khusus dari analisis regresi linier yang digunakan ketika respon biner tidak kontinu, dan variabel penjelas adalah variabel kuantitatif atau kualitatif (Hair et al., 2010). Ini pertama kali disarankan pada 1970-an untuk mengatasi kesulitan regresi OLS kuadrat terkecil biasa dalam mengobati hasil biner (Peng et al., 2002). Regresi logistik menyajikan fungsi pemasangan terbaik tergantung pada *maximum likelihood*, yang memaksimalkan probabilitas pembeda dari data yang diamati ke dalam kategori yang sesuai dengan koefisien regresi (Burns & Burns 2008). Regresi logistik biner digunakan untuk menggambarkan peristiwa dengan variabel dependen dari dua alternatif, yaitu keberhasilan atau kegagalan, ditandai dengan Y = 1 (berhasil) dan Y = 0 (gagal). Distribusi Bernoulli adalah distribusi yang digunakan dalam regresi logistik biner. (Agresti, 1990).

$$F(y_i) = \pi_i^{y_i}(1-\pi_i)^{1-y_i} yi \qquad (2.2)$$

adalah probabilitas peubah acak ke-i. Jika diketahui variabel dependen memiliki nilai 0 dan 1 maka

$p = (Y = 1|X = xi) = \pi(xi)$ dan

$p = (Y = 0|X = xi) = 1 - \pi(xi)$

Model regresi logistik dianggap sebagai variabel biner yang harus saling bebas, menghasilkan sebaran biner untuk variabel biner. Berikut ini adalah model regresi logistik dari persamaan dengan distribusi Binomial (Varamita, 2017) :

$$\pi(x) = \frac{e(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \cdots + \beta_n x_n)}{1 + e(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \cdots + \beta_n x_n)} \qquad (2.3)$$

Atau

$$\pi(x) = \frac{exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \cdots + \beta_n x_n)}{1 + exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \cdots + \beta_n x_n)} \quad (2.4)$$

Keterangan:

n : banyaknya variabel independen

$\pi(x)$: probabilitas berhasil dengan nilai probabilitas $0 \leq \pi(x) \leq 1$

Mengingat semua nilai yang mungkin untuk x yang mungkin tidak cocok karena nilai linear antara (-∞, ∞), probabilitas (x) memiliki nilai antara 0 dan 1. Nilai ini diwakili oleh linear sederhana. Setiap nilai x yang memiliki nilai yang sebanding dalam kisaran [0,1] harus diperbesar dalam situasi ini dengan menggunakan transformasi. Istilah "logit" juga dapat mengacu pada logistik dalam transformasi (Menezes, Liska, Cirillo, & Vivanco, 2017).

$$\mathrm{g(x)} = \ln\left[\frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)}\right] = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \cdots + \beta_n x_n \quad (2.5)$$

Dalam regresi logistik, variabel dependen disajikan sebagai y = π(x) + ε di mana ε memiliki salah satu dari dua nilai yang mungkin yaitu ε = 1 − π (x) dengan probabilitas π(x) jika y = 1 dan ε = -π (x) dengan *odds* 1- π (x) jika y= 0 dan disertai dengan distribusi binomial (1, π(x)) dengan baris nol dan varians π (x) (1-π (x)). analisis regres logistik

1. Variabel independen tidak memiliki multikolinearitas.
2. Hubungan linear antara variabel independen dan variabel dependen tidak diperlukan untuk regresi logistik.
3. Asumsi multivariate normality tidak diperlukan untuk variabel independen.
4. Transformasi variabel independen menjadi bentuk metrik tidak diperlukan. (interval atau skala ratio)
5. Tidak ada prasyarat homogenitas yang diperlukan.
6. Variabel dependen harus dikotomi (2 kategori,seperti: panjang dan pendek atau besar dan kecil)

7. Variabel independen tidak harus beragam seperti kelompok variabel.
8. Sampel dibutuhkan dalam jumlah yang cukup besar, dengan variabel independen yang membutuhkan hingga 50 sampel data sebagai jumlah sampel minimum.
9. Korelasi dapat diurutkan menggunakan algoritma transformasi log non-linear untuk memprediksi *odds ratio*. Dalam regresi logistik, peluang sering dianggap acak atau probabilistik.

2.4 Uji Multikolinearitas

Asumsi pada model persamaan tidak diizinkan multikolinearitas karena mereka dapat menyebabkan model menjadi tidak didefinisikan, yaitu parameter model tidak dapat diestimasi dan output tidak dapat ditampilkan sebagai diagram jalur, atau jika parameter dapat diperkirakan dan hasil dapat ditunjukkan, hasilnya akan tetap bias. (Wijanto, 2008). Nilai toleransi atau varians inflasi faktor dari metode uji multikolinearitas dapat dilihat. (VIF). Nilai VIF dapat dihitung menggunakan rumus di bawah ini :

$$VIF = \frac{1}{Tolerance} \tag{2.6}$$

Atau

$$Tolerance = \frac{1}{(1 - R^2)} \tag{2.7}$$

Untuk mencari nilai R-Square sebagai berikut

$$R^2 = 1 - \frac{SSerror}{SStotal}$$

$$R^2 = \frac{SSregresi}{SStotal} \qquad (2.8)$$

Ghozali (2017) mendefinisikan toleransi sebagai variabilitas dari variabel independen yang dipilih yang tidak dapat dijelaskan oleh variabel independent lainnya. Toleransi rendah adalah sinonim dengan VIF tinggi. Berikut adalah toleransi dan varians inflasi faktor (VIF) sebagai berikut :

1. Multikolinearitas berkembang ketika VIF > 10 dan toleransi < 0,10.
2. Tidak ada multikolinearitas jika VIF < 10 dan toleransi > 0,10.

2.5 Estimasi Parameter

Untuk memperkirakan parameter regresi logistik, metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dapat digunakan. Pendekatan MLE ini digunakan untuk memperkirakan parameter dalam regresi logistik, menurut Hosmer dan Lemeshow (1989), yang secara efektif memberikan perkiraan dengan memaksimalkan fungsi *likelihood*-nya atau β. Fungsi likelihood menggunakan distribusi *Bernoulli*.

$$l(\beta) = \Pi_{i=1}^{n} P(Y = y_i)$$

$$l(\beta) = \Pi_{i=1}^{n} \pi(x_i)^{y_i}[1 - \pi(x_i)]^{1-y_i} \qquad (2.9)$$

Dimana $l(\beta)$ merujuk pada fungsi *likelihood*, y_i adalah data yang diamati dengan nilai (0 atau 1) dari variabel dependen biner untuk kasus i, $\pi(x_i)$ adalah prediksi probabilitas, dan π adalah persamaan multiplikasi tanda mation, yang menunjukkan bahwa fungsi mengalikan nilai untuk setiap model. Fungsi *likelihood* l (β) bervariasi antara 0 dan 1. Untuk menghilangkan duplikasi probabilitas, dan karena jumlah yang diperoleh biasanya cukup kecil, fungsi l(β)

diterjemahkan menjadi *Log-Likelihood*. (Peeters, Dewil, & Smets, 2012). Untuk membuat perhitungan lebih mudah, fungsi *likelihood* dioptimalkan dalam bentuk ln l(β).

$L(\beta) = ln\big(l(\beta)\big)$

$$L(\beta) = \ln \prod_{i=1}^{n} \pi(x_i)^{y_i}(1-\pi(x_i))^{1-y_i}$$

$$L(\beta) = \sum_{1=1}^{n} y_i \ \ln\left(\frac{\pi(x_i)}{1-\pi(x_i)}\right) + n_i \ln(1-\pi(x_i) \qquad (2.10)$$

Karena nilai $\left(\frac{\pi(x_i)}{1-\pi(x_i)}\right) = \exp\left(\sum_{j=0}^{p} x_{ij}\beta_j\right)$ dan $\pi(x_i) = \left(\frac{\exp\left(\sum_{j=0}^{p} x_{ij}\beta_j\right)}{1+\exp\left(\sum_{j=0}^{p} x_{ip}\beta_p\right)}\right)$

Persamaan menjadi :

$$L(\beta) = \sum_{1=1}^{n} y_i \sum_{j=0}^{p} x_{ij}\beta_j - n_i \ln\left(1+\exp\left(\sum_{j=0}^{p} x_{ij}\beta_j\right)\right) \qquad (2.11)$$

Persamaan (2.11) diturunkan terhadap β_j kemudian disamakan dengan nol.

Perhatikan $\frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta_j} \sum_{j=0}^{p} x_{ij}\beta_j = x_{ij}$, diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta_j} \sum_{i=1}^{n} y_i x_{ij} - n_i \pi(x_i) x_{ij} = 0 \qquad (2.12)$$

Menurut Agresti (2014), persamaan tidak mendapatkan hasil eksplisit dan oleh karena itu membutuhkan metode numerik untuk mendapatkan perkiraan parameternya, dilakukan metode iterasi Newton Rhapson untuk memaksimalkan fungsi *likelihood*. Iterasi Newton Rhapson adalah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai asumsi awal dari parameter β_0,
2. Membentuk vektor gradien g dan membentuk matriks **H**,
3. Menginput nilai β_0 ke vektor g dan matriks **H** didapatkan vektor g_t (β_0) dan matriks $\boldsymbol{H_t}$ $\boldsymbol{(\beta_0)}$
4. Berawal dari iterasi t = 0 dilakukan iterasi pada persamaan

$\boldsymbol{\beta_{t+1}} = \boldsymbol{\beta_t} - \left(\boldsymbol{H_t}(\boldsymbol{\beta_t})\right)^{-1}\boldsymbol{g_t}(\boldsymbol{\beta_t})$,

5. Jika belum mencapai nilai asumsi dari parameter konvergen, cobalah langkah 4-5 sampai mendapatkan t = t +1. Iterasi akan berhenti jika $\left|\left|\boldsymbol{\beta}_{(\boldsymbol{t+1})} - \boldsymbol{\beta_t}\right|\right| \leq \boldsymbol{\varepsilon}$ dengan ε merupakan bilangan yang sangat kecil. Hasil estimasi yang didapatkan adalah $\boldsymbol{\beta_{t+1}}$ pada iterasi terakhir.

2.6 Pengujian Parameter Model

Pengujian signifikan dari parameter model digunakan untuk menilai apakah variabel independen signifikan bersamaan dengan model, dan menguji setiap parameter untuk memeriksa apakah parameter memiliki pengaruh pada model.

2.6.1 Uji Simultan

Tes rasio *likelihood* adalah tes yang signifikan secara simultan atau bersamaan yang digunakan untuk menguji hipotesis nol bahwa setidaknya terdapat satu pasangan rata-rata dari beberapa kelompok data populasi sama. Dalam kata lain, uji simultan digunakan untuk menentukan apakah terdapat perbedaan signifikan antara rata-rata kelompok yang diuji secara bersamaan. Berikutnya adalah pengujian untuk membandingkan hasil observasi dengan hasil yang diramalkan yang dihasilkan dengan fungsi *likelihood* (Suniantara, Putra, & Suwardika, 2019):

Hipotesis

$H_0 : \beta_0 = \beta_1 = \cdots = \beta_k = 0$

H_1 : minimal terdapat satu $\beta_m \neq 0$ dengan $m = 1,2, \ldots , k$

Statistik uji

$$G = -2\ln\left(\frac{likelihood\ tanpa\ variabel\ prediktor}{likelihood\ dengan\ variabel\ prediktor}\right)$$

$$G = -2\ln\left(\frac{\left(\frac{n_1}{n}\right)^{n_1}\left(\frac{n_0}{n}\right)^{n_0}}{\Pi_i^n = \hat{\pi} i^{y_i}(1-\hat{\pi}_i)^{(1-y_i)}}\right) \quad (2.13)$$

Keterangan:

n_0 : Banyaknya pengamatan yang bernilai Y = 0

n_1 : Banyaknya pengamatan yang bernilai Y = 1

n : Total pengamatan

Daerah keputusan

Tolak H_0 jika nilai $G > \chi 2\ (\alpha, p)$

Terima H_0 jika nilai $G < \chi 2\ (\alpha, p)$

Kesimpulan

Tolak H_0, artinya penolakan menunjukkan bahwa model mengandung variabel independen yang signifikan secara serentak.

2.6.2 Uji Parsial

Untuk menetapkan relevansi setiap parameter sehubungan dengan variabel dependen, pengujian parsial digunakan Tes Wald (Hosmer & Lemeshow, 2000) digunakan untuk menguji signifikansi parameter di bawah asumsi berikut.

$H_0 : \beta_j = 0$

$H_1 : \beta_j \neq 0$; j = 1,2,3,...,p

Statistik Uji

$$w = \frac{\beta_j}{SE(\beta_j)} \text{ ; j=0,1,2,..,p} \quad (2.14)$$

Daerah penolakan : Tolak H_0 jika W > $Z_{a/2}$ atau P -value < a.

Statistik uji W tersebut disebut juga sebagai statistika uji Wald dengan $SE(\beta_j)$ taksiran *standard error* parameter

2.6.3 Uji Kesesuaian Model

Goodness of fit test digunakan untuk menentukan seberapa baik atau cocok model regresi yang menjelaskan data yang diamati. Dengan membandingkan frekuensi yang diamati, regresi logistik biner mengevaluasi kesesuaian model. Tes berikut digunakan (Peeters, Dewil, & Smets, 2012):

Hipotesis

H_0 : Model yang digunakan sesuai dengan data

H_1 : Model yang digunakan tidak sesuai dengan data

Statistik uji

$$\hat{c} = \sum_{j=1}^{g} \frac{\left(o_j - n_j\bar{\pi}_j\right)^2}{n_j'\bar{\pi}_j\left(1 - \bar{\pi}_j\right)} \tag{2.15}$$

Keterangan:

g = Jumlah group

$n_j{}'$= Jumlah subjek pada group ke-j

$\bar{\pi}_j$ = Rata-rata estimasi probabilitas

o_j = Jumlah nilai variabel dependen pada group ke-j

Daerah keputusan

Tolak H_0, jika nilai $\hat{c} > \chi 2(p - 2)$

Terima H_0, jika nilai $\hat{c} < \chi 2(p - 2)$

Kesimpulan

Tolak H_0, artinya model yang ditentukan sesuai dengan data yang digunakan.

2.7 Interpretasi Parameter

Interpretasi koefisien parameter adalah metode untuk menemukan hubungan fungsional antara variabel dependen dan variabel independen serta menjelaskan setiap perubahan dalam variabel dependen yang diinduksi oleh variabel independen. Model regresi logistik memiliki dua nilai π (x) dan dua nilai (1-π(x)). Tabel berikut menunjukkan interpretasi koefisien parameter:

Tabel 1. Koefisien Parameter

Variabel dependen (Y)	Variabel independen (X)	
	x = 1	x = 0
y = 1	$\pi(1) = \frac{e^{\beta_0+\beta_1}}{1+e^{\beta_0+\beta_1}}$	$\pi(0) = \frac{e^{\beta_0}}{1+e^{\beta_0}}$
y = 0	$1-\pi(1) = \frac{1}{1+e^{\beta_0+\beta_1}}$	$1-\pi(0) = \frac{e^{\beta_0}}{1+e^{\beta_0}}$

kecendrungan rasio atau juga dikenal sebagai *odds ratio*, didefinisikan sebagai rasio antara jumlah individu yang telah pernah mengalami peristiwa tertentu dan individu yang tidak pernah mengalami peristiwa tersebut, baik dalam sampel maupun dalam populasi. Jika peluang π adalah keberhasilan, *odds ratio* didefinisikan sebagai berikut (Agresti, 1990):

$$\Omega_i = \frac{\pi_i}{1-\pi_i} \tag{2.16}$$

Rasio kemungkinan Ω_1 dan $\Omega_2$sebagai berikut:

$$\psi = \frac{\Omega_1}{\Omega_2} = \frac{\frac{\pi_1}{1-\pi_1}}{\frac{\pi_2}{1-\pi_2}} \tag{2.17}$$

2.8 Ketepatan Klasifikasi

Teknik klasifikasi bertujuan untuk menentukan apakah data klasifikasinya benar atau tidak. Tingkat kesalahan yang jelas dihitung menggunakan regresi logistik (APER). Nilai APER mewakili proporsi sampel yang dikategorikan oleh fungsi klasifikasi. (Johnson & Wichern, 1992). Perhitungan nilai APER disederhanakan dengan menggunakan tabel silang dari temuan observasi dan perkiraan kategorisasi, seperti yang ditunjukkan dalam tabel di bawah ini:

Tabel 2. Perhitungan nilai APER

Hasil Observasi	Taksiran	
	y_1	y_2
y_1	n_{11}	n_{12}
y_2	n_{21}	n_{22}

Keterangan:

n_{11}: jumlah dari subjek y_1 sudah tepat diklasifikasikan sebagai y_1

n_{12} : jumlah dari subjek y_1 belum tepat diklasifikasikan sebagai y_2

n_{21} : jumlah dari subjek y_2 sudah tepat diklasifikasikan sebagai y_1

n_{22} : jumlah dari subjek y_2 sudah tepat diklasifikasikan sebagai y_2

Nilai APER dari hasil taksiran merupakan proporsi yang diprediksi tidak benar oleh klasifikasi sebagai berikut (Ramandhani, Sudarno, & Safitri, 2017):

$$APER(\%) = \frac{n_{12} + n_{21}}{n_{11} + n_{12} + n_{21} + n_{22}} \tag{2.18}$$

Ketepatan Klasifikasi = 100% − *APER*(%)

2.9 Penyakit Stunting Pada Balita

Stunting adalah kondisi gizi jangka panjang yang menyebabkan masalah atau kelainan di masa depan yang membuat perkembangan fisik dan kognitif yang sulit. Anak-anak yang mengalami stunting memiliki IQ yang lebih rendah daripada IQ rata-rata anak-anak normal (Kemenkes RI, 2018). Stunting adalah kondisi pertumbuhan yang buruk pada bayi yang baru lahir di bawah usia lima tahun, dan bayi yang di diagnosis stunting akan terlihat jelas ketika bayi berusia dua tahun. (Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan, 2017). Menurut Schmidt, kondisi stunting ini disebabkan oleh kurangnya nutrisi selama waktu yang cukup lama, mengakibatkan anak yang lebih rendah atau lebih pendek dari anak-anak usia mereka. (Schmidt, 2014).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun akademik 2022/2023 bertempat di Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data penyakit stunting pada balita di Indonesia pada tahun 2018 yang diambil dari (https://www.bps.go.id/indikator/indikator/view_data/0000/data/1325/sdgs_2/1) Badan Pusat Statistika (BPS), data ini memiliki rata rata presentase sebesar 19,30% sebagai variabel dependen (Y). Presentase penyakit stunting pada balita dibagi dua yaitu rendah dan tinggi, berikut adalah pengelompokan presentase penyakit stunting pada balita di Indonesia:

Tabel 3. Pengelompokan Presentase Penyakit Stunting Pada Balita

Keterangan	Presentase Penyakit Stunting pada Balita	Katergori
Rendah	≤ 20 %	0
Tinggi	≥ 20 %	1

Sedangkan variabel independen merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit stunting pada balita yaitu proporsi umur kandungan ibu saat melahirkan premature/kurang bulan (< 37 minggu) (X_1), proporsi kualitas pengelolaan sampah rumah tangga secara tidak baik (X_2), proporsi pengetahuan rumah tangga terhadap kemudahan akses ke rumah sakit (sulit) (X_3), proporsi rumah tangga yang memiliki fasilitas cuci tangan dengan sabun (X_4) (https://www.bps.go.id/indicator/152/1273/2/proporsi-rumah-tangga-yang-memiliki-fasilitas-cuci-tangan-dengan-sabun-dan-air-menurut-provinsi.html), dan proporsi penanganan tinja balita secara tidak aman oleh rumah tangga menurut provinsi (X_5). Berikut data presentasi penyakit stunting pada balita di Indonesia pada tahun 2018.

Tabel 4. Data Presentase Penyakit Stunting Balita di Indonesia Tahun 2018

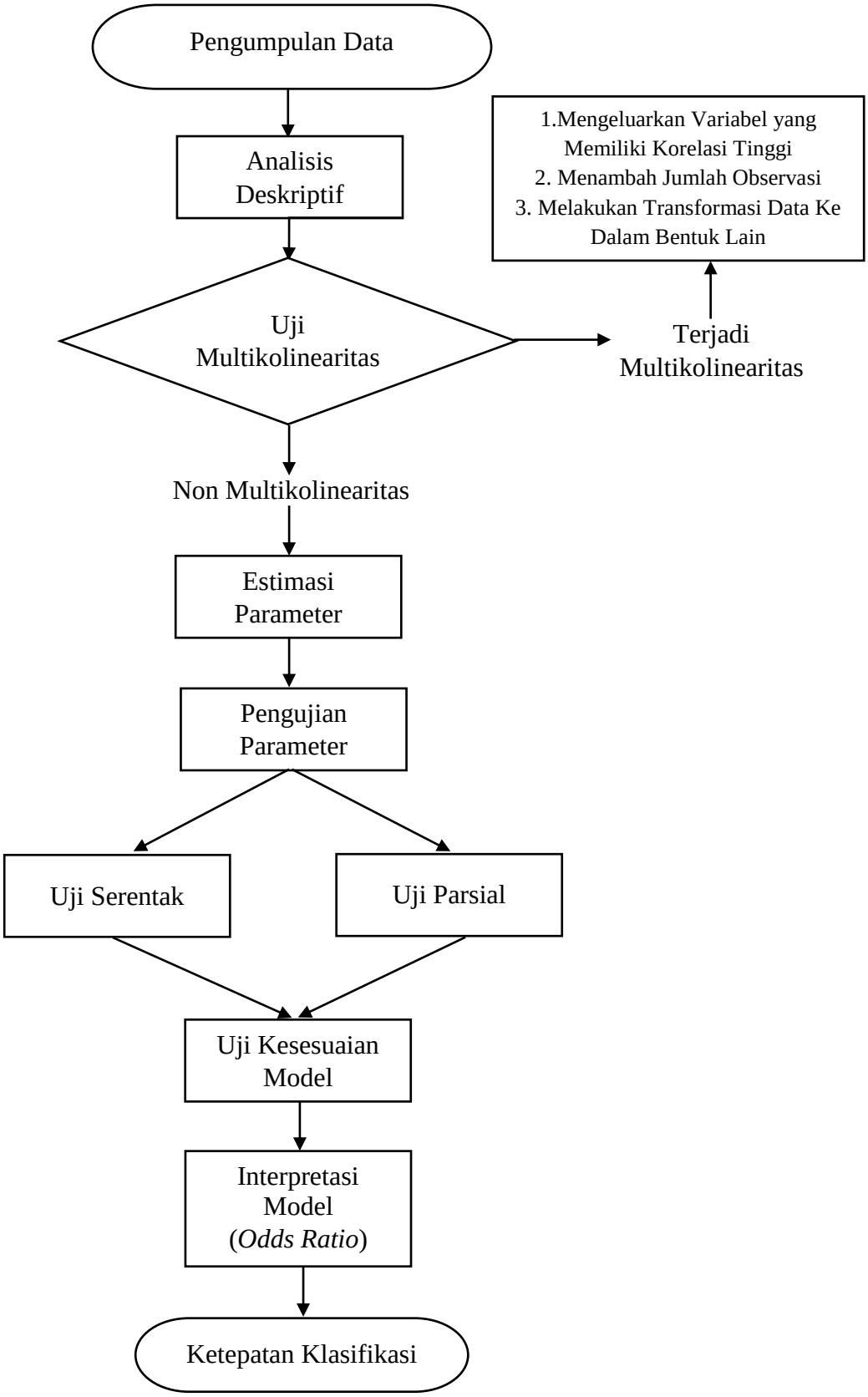
Nama Daerah	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
Aceh	1	51.4	80.2	41.8	70.9	50
Sumatera Utara	0	56.6	69.4	36.7	71.9	38.9
Sumatera Barat	1	36.7	72	38.1	77.5	44.5
Riau	0	51.3	71.7	28	71.3	34
Jambi	0	24	72.1	32.7	67.8	27.5
Sumatera Selatan	0	43	67.9	33	82.6	40.2
Bengkulu	0	35.9	71.6	38.7	79.2	25.7
Lampung	0	24.8	83	38.1	78.5	26
Kep. Bangka Belitung	0	31.4	56.9	30.7	90.8	48.6
Kep. Riau	0	27.9	31.6	25.5	78.5	42.7
Dki Jakarta	0	19.5	3.5	31.5	73.5	39.9
Jawa Barat	0	23.5	57.6	38.2	75.3	31.4
Jawa Tengah	1	19	71.5	41.3	83.1	28.7
Di Yogyakarta	0	15.2	55.2	21.8	88.5	15.1
Jawa Timur	0	23.3	68.7	42	83.4	36.6
Banten	0	23.9	55	37.9	77.6	45.2

Lanjutan Tabel 4.

Nama Daerah	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
Bali	0	16.2	39.8	29.3	92.8	41.6
Nusa Tenggara Barat	1	20.6	73.2	46.3	83.9	50.9
Nusa Tenggara Timur	1	30.8	87.3	20.9	63.9	45.1
Kalimantan Barat	1	25	78.2	25.6	77.6	40.2
Kalimantan Tengah	1	29.6	64.1	24.1	78.9	45.4
Kalimantan Selatan	1	17.7	52.6	39.8	80.6	53.5
Kalimantan Timur	0	16.3	34	27.6	79.4	46
Kalimantan Utara	1	15	43	33.6	86.2	67
Sulawesi Utara	0	50.5	56.5	34.9	85.7	54.3
Sulawesi Tengah	1	38	81.2	28	83.2	56.2
Sulawesi Selatan	1	45.3	64.2	43.2	88	49.2
Sulawesi Tenggara	0	32.4	71.4	36.8	89.4	44
Gorontalo	0	33.3	79.6	34.1	74.6	56.2
Sulawesi Barat	1	25.9	83.4	28.4	82.9	57.2
Maluku	1	51.3	66.5	28.6	91.3	57.1
Maluku Utara	1	56.2	71.1	26.5	83	52.9
Papua Barat	0	40.4	62.1	25.9	85.3	51.9
Papua	0	44.6	75.3	21.5	37.6	67.8

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara studi pustaka,yaitu mempelajari buku teks penunjang serta karya ilmiah yang disajikan dalam bentuk jurnal. Untuk mempermudah perhitungannya, penulis menggunakan *software* RStudio. Adapun prosedur yang dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Tahapan Analisis Regresi Logistik Biner

Tahapan-tahapan penelitian metode analisis regresi logistik biner sebagai berikut :

1. Lakukan pengumpulan data.
2. Analisis deskriptif dari setiap variabel yang digunakan dalam penelitian.
3. Pengujian multikolinearitas
4. Penilaian parameter regresi logistik biner
5. Lakukan uji parameter secara simultan menggunakan uji rasio Kemungkinan untuk melihat apakah variabel independen secara signifikan mempengaruhi variabel dependen.
6. Pengujian parameter parsial dengan tes Wald untuk melihat setiap variabel independen yang secara signifikan mempengaruhi variabel dependen
7. Model regresi logistik biner
8. Uji kelayakan model menggunakan *Hosmer-Lemeshow Goodness of Fit* untuk mengetahui apakah model yang terbentuk cocok atau tidak.
9. Menginterpretasikan model dengan menggunakan *Odds Ratio*
10. Menghitung kesalahan klasifikasi dari setiap model yang dibentuk menggunakan APER
11. Membandingkan nilai varians APER dari masing-masing ukuran data

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat dikatakan bahwa

1. Penyakit stunting pada anak-anak di Indonesia memiliki dampak yang signifikan pada proporsi kualitas pengelolaan sampah rumah tangga secara tidak baik (X_2) dan proporsi penanganan tinja balita secara tidak aman oleh rumah tangga menurut provinsi. (X_5). Dua variabel ini dikenal sebagai hasil analisis regresi logistik biner. Setiap variabel independen tidak menunjukkan mutikolinearitas.
2. Model regresi logistik biner data penyakit stunting pada anak-anak di Indonesia adalah sebagai berikut:

   $$g(x) = 8.61476 + 0.06392\, X_2 + 0.08930\, X_5$$

   Berdasarkan nilai APER, model yang telah didapatkan pada penelitan ini memperkirakan bahwa ketepatan klasifikasi yang dihasilkan adalah 58,83%.

DAFTAR PUSTAKA

Agresti, A. 1990. *Categorical Data Analysis.* New York: John Wiley and Sons.

Burns RB., & Burns RA. 2008. *Business research methods and statistics using SPSS:* Sage Publishing LTD.

Draper, N.R & Smith, H. 1992. *Analisis Regresi Terapan*. Ed. Ke-2. Terjemahan oleh Bambang Sumantri. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Ghozali, I. (2017). Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS. Badan Penerbit UNDIP, Semarang.

Hair J., Black W., Babin B., & Anderson R. 2010. *Multivariate data analysis*, 7th Edition. Pearson Prentice Hall.

Hosmer, D.W. dan Lemeshow, S. 1989. *Applied Logistic Regression*, John Wiley & Sons, Inc., New York.

Hosmer, D.W. dan Lemeshow, S. 2000. *Applied Logistic Regression*. 2nd Edition. John Wiley dan Sons, New York.

Johnson, R., & Wichern, D. 1992. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice Hall New Jersey.

Menezes, F. S., Liska, G. R., Cirillo, M. A., & Vivanco, M. J. 2017. Data Classification with Binary Response Through The Boosting Algorithm and Logistic Regression. *Expert Systems With Application*, Vol 69: 63-65.

Montgomery, D.C. & Peck, A.E. 1992. *Introduction to Linear Regression Analysis*. A Wiley Intersection Publication, New York.

Nawari. 2010, *Analisis Regresi Dengan MS Excel 2007 dan SPSS 17*, Penerbit PT Elex Media Komputindo, Jakarta

Peeters, B., Dewil, R., & Smets, I. Y. 2012. Improved Process Control of an Industrial Sludge Cemtrifuge-dryer Installation Through Binary Logistic Regression Modeling of The Fouling Issues. *Journal of Process Control*, Vol 22: 1390-1391.

Peng C., Lee K., & Ingersoll G. 2002. An Introduction to logistic regression analysis and reporting. *The Journal of Educational Research*, 96: 3-15.

Santoso, S. 2012. *Analisis SPSS pada Statistik Parametrik*. Jakarta: PT. Elex Media Komputiondo.

Suniantara, I. K., Putra, I. G., & Suwardika, G. 2019. Peningkatan Ketepatan Klasifikasi dengan Metode Bootstrap Aggregating pada Regresi Logistik Ordinal. *Jurnal Ilmiah Penelitian dan Penerapan Teknologi Sistem Informasi*, Vol 3 No 1 : 36.

Varamita, A. 2017. Analisis Regresi Logistik dan Aplikasinya pada Penyakit Anemia untuk Ibu Hamil di RSKD Ibu dan Anak Siti Fatimah Makassar. Skripsi Universitas Negeri Makassar

Walpole, R.E. 1995. *Pengantar Statistika*. Edisi ke-3. PT. Gramedia Pustaka, Jakarta.

Wijanto, S. 2008. *Structural Equation Modeling dengan Lisrel 8.8: Konsep dan Tutorial*. Graha Ilmu, Yogyakarta.