

**IMPLEMENTASI METODE *GRADIENT BOOSTING* PADA
KLASIFIKASI INDEKS KHUSUS PENANGANAN *STUNTING*
DI INDONESIA**

SKRIPSI

**OLEH
PUTRI DELFA ZAHROTUL JANAH
NIM. 200601110014**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2024**

**IMPLEMENTASI METODE *GRADIENT BOOSTING* PADA
KLASIFIKASI INDEKS KHUSUS PENANGANAN *STUNTING*
DI INDONESIA**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
dalam Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)**

**Oleh
Putri Delfa Zahrotul Janah
NIM. 200601110014**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2024**

**IMPLEMENTASI METODE *GRADIENT BOOSTING* PADA
KLASIFIKASI INDEKS KHUSUS PENANGANAN *STUNTING*
DI INDONESIA**

SKRIPSI

Oleh
Putri Delfa Zahrotul Janah
NIM. 200601110014

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Malang, 6 Desember 2024

Dosen Pembimbing I



Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si.
NIPPPK. 19900709 202321 2 037

Dosen Pembimbing II



Erna Herawati, M.Pd.
NIPPPK. 19760723 202321 2 006



Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika

Dr. Elly Susanti, M.Sc.
NIP. 19741129 200012 2 005

IMPLEMENTASI METODE *GRADIENT BOOSTING* PADA KLASIFIKASI INDEKS KHUSUS PENANGANAN *STUNTING* DI INDONESIA

SKRIPSI

Oleh
Putri Delfa Zahrotul Janah
NIM. 200601110014

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat.)

Tanggal 10 Desember 2024

Ketua Penguji : Dr. Fachrur Rozi, M.Si.



Anggota Penguji 1 : Abdul Aziz, M.Si.



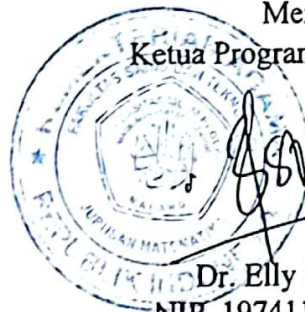
Anggota Penguji 2 : Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si.



Anggota Penguji 3 : Erna Herawati, M.Pd.



Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika



Dr. Elly Susanti, M.Sc.
NIP. 19741129 200012 2 005

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Putri Delfa Zahrotul Janah
NIM : 200601110014
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Implementasi Metode *Gradient Boosting* pada Klasifikasi
Indeks Khusus Penanganan *Stunting* di Indonesia

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri. Bukan merupakan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan dan pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 10 Desember 2024
membuat pernyataan,



Putri Delfa Zahrotul Janah
NIM. 200601110014

MOTO

“Berusaha Berdoa Berserah”

(Putri Delfa)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

Bapak Suraji dan Ibuk Sumijah selaku orang tua penulis yang menjadi *support system* penulis, adik-adik yang selalu memberikan semangat kepada penulis serta sahabat-sahabat penulis yang memberikan bantuan dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat, taufik, serta hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan proposal skripsi yang berjudul “Implementasi Metode *Gradient Bosting* pada Klasifikasi Indeks Khusus Penanganan *Stunting* di Indonesia”. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad *Shallallahu ‘alaihi wa sallam* yang telah membawa manusia dari jalan kegelapan yakni zaman jahiliah menuju jalan yang terang benderang yakni zaman islamiah.

Ucapan syukur dan terimakasih juga tak lupa penulis ucapkan kepada pihak-pihak yang telah memberikan doa, dukungan, arahan, dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Ibu Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ibu Dr. Elly Susanti, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Matematika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ibu Ria Dhea Layla Nur Kharisma, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, ilmu, serta nasihat kepada penulis.
5. Ibu Erna Herawati, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, ilmu, serta nasihat kepada penulis.
6. Bapak Dr. Usman Pagalay, M.Si., selaku Dosen Wali yang telah memberikan arahan kepada penulis.
7. Seluruh sivitas akademika Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
8. Bapak Suraji dan Ibu Sumijah selaku orang tua penulis, dan seluruh keluarga besar penulis yang senantiasa memberikan doa, dukungan, motivasi, serta semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.
9. Sahabat serta teman-teman penulis yang telah memberikan semangat dan motivasi untuk dapat menyelesaikan tugas akhir.

10. Seluruh teman-teman mahasiswa Matematika angkatan 2020.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan balasan atas segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Sehingga, penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak. Penulis berharap, tulisan ini dapat memberikan manfaat pembaca sebagai sumber untuk menambah ilmu pengetahuan.

Malang, 10 Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	
Error! Bookmark not defined.	
HALAMAN PENGESAHAN.....	
Error! Bookmark not defined.	
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	
Error! Bookmark not defined.	
MOTO	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT	xviii
مستخلص البحث.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Masalah.....	8
BAB II KAJIAN TEORI	9
2.1 <i>Classification and Regression Trees (CART)</i>	9
2.1.1 Proses Pembentukan Pohon Klasifikasi	11
2.1.2 Pemangkasan Pohon Klasifikasi	15
2.1.3 Pohon Klasifikasi Optimal	16
2.2 <i>Boosting</i>	17
2.3 <i>Gradient Boosting</i>	19
2.4 <i>Hyperparameter Tuning</i>	22
2.5 <i>Confusion Matrix</i>	23
2.6 <i>Feature Importance</i>	25
2.7 <i>Stunting</i>	26
2.8 Indeks Khusus Penanganan <i>Stunting</i>	28
2.9 Kajian Integrasi <i>Stunting</i> dengan Al-Qur'an.....	30
2.10 Kajian <i>Stunting</i> dengan Teori Pendukung.....	35
BAB III METODE PENELITIAN	36
3.1 Jenis Penelitian.....	36
3.2 Data dan Sumber Data	36
3.3 Variabel Penelitian	37
3.4 Tahapan Penelitian	39
3.5 Diagram Alir Penelitian	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43

4.1	Analisis Deskriptif	43
4.2	Analisis CART	58
4.2.1	Penentuan Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i>	58
4.2.2	Pembentukan Pohon Klasifikasi	59
4.2.3	Hasil Klasifikasi Indeks Khusus Penanganan <i>Stunting</i>	65
	menggunakan Metode CART	65
4.2.4	<i>Confusion Matrix</i> Metode CART.....	66
4.3	Analisis Metode <i>Gradient Boosting</i>	70
4.3.1	Klasifikasi dengan Metode <i>Gradient Boosting</i>	73
4.3.2	<i>Confusion Matrix</i> pada Metode <i>Gradient Boosting</i>	76
4.3.3	<i>Variable Importance</i> pada Metode <i>Gradient Boosting</i>	79
4.4	Kajian Penelitian dalam Perspektif Islam	81
BAB V	PENUTUP	86
5.1	Kesimpulan	86
5.2	Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA		88
LAMPIRAN.....		91
RIWAYAT HIDUP		145

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Parameter pada Metode <i>Gradient Boosting</i>	22
Tabel 2.2	Tabel Dasar <i>Confusion Matrix</i>	23
Tabel 3.1	Variabel Penelitian	37
Tabel 4.1	Deskriptif Indikator Imunisasi (X1)	45
Tabel 4.2	Deskriptif Indikator Penolong Persalinan oleh Tenaga Kesehatan di Fasilitas Kesehatan (X2)	46
Tabel 4.3	Deskriptif Indikator Keluarga Berencana (KB) Modern (X3)	48
Tabel 4.4	Deskriptif Indikator ASI Eksklusif (X4)	49
Tabel 4.5	Deskriptif Indikator Makanan Pendamping ASI(MP-ASI)(X5)...	51
Tabel 4.6	Deskriptif Indikator Air Minum Layak (X6)	53
Tabel 4.7	Deskriptif Indikator Sanitasi Layak (X7)	54
Tabel 4.8	Deskriptif Indikator Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) (X8)...	55
Tabel 4.9	Deskriptif Indikator Pemanfaatan Jaminan Kesehatan (X9)	56
Tabel 4.10	Deskriptif Indikator Penerima KPS/KKS (X10)	57
Tabel 4.11	Akurasi Klasifikasi terhadap Kombinasi Data	59
Tabel 4.12	<i>Confusion Matrix</i> Metode CART pada Data <i>Training</i>	66
Tabel 4.13	Contoh Prediksi Klasifikasi Metode CART pada Data <i>Testing</i>	68
Tabel 4.14	<i>Confusion Matrix</i> Metode CART pada Data <i>Testing</i>	68
Tabel 4.15	Contoh Data pada 5 Kabupaten/Kota	71
Tabel 4.16	Hasil <i>Tuning Parameter</i> Metode <i>Gradient Boosting</i>	73
Tabel 4.17	Contoh Prediksi Klasifikasi Metode <i>Gradient Boosting</i>	74
Tabel 4.18	<i>Confusion Matrix</i> Metode Gradient Boosting pada Data <i>Training</i>	76
Tabel 4.19	<i>Confusion Matrix</i> Metode Gradient Boosting pada Data <i>Testing</i>	77
Tabel 4.20	Nilai <i>Feature Importance</i> pada <i>Variable Importance</i> Metode <i>Gradient Boosting</i>	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Decision Tree</i>	10
Gambar 2.2	Ilustrasi <i>Boosting</i>	18
Gambar 3.1	Diagram Alir	42
Gambar 4.1	Pie Chart Kategori Indeks Khusus Penanganan <i>Stunting</i> di Indonesia Tahun 2022	43
Gambar 4.2	Peta Klasifikasi Indeks Khusus Penanganan <i>Stunting</i> di Indonesia Tahun 2022	44
Gambar 4.3	Hasil Pohon Klasifikasi pada IKPS Kabupaten/Kota Tahun 2022.....	60
Gambar 4.4	Contoh Simpul Pohon CART.....	62
Gambar 4.5	Contoh Leaf Node Pohon CART	64
Gambar 4.6	Peta Klasifikasi Indeks Khusus Penanganan <i>Stunting</i> di Indonesia Tahun 2022 Menggunakan Metode CART	65
Gambar 4.7	Peta Klasifikasi Indeks Khusus Penanganan <i>Stunting</i> di Indonesia Tahun 2022 Menggunakan Metode <i>Gradient Boosting</i>	75
Gambar 4.8	Barplot <i>Variable Importance</i> Metode <i>Gradient Boosting</i>	79

DAFTAR SIMBOL

$i(t)$	: Fungsi heterogenitas pada <i>indeks gini</i>
$p(i t)$	: Proporsi kelas i pada simpul t
$p(j t)$	: Proporsi kelas j pada simpul t
$\emptyset(s, t)$	: Kriteria <i>goodness of split</i>
p_L	: Peluang data berada di <i>node</i> kiri
p_R	: Peluang data berada di <i>node</i> kanan
$i(t_L)$	: Nilai fungsi heterogenitas pada calon <i>node</i> kiri
$i(t_R)$	: Nilai fungsi heterogenitas pada calon <i>node</i> kanan
$N(t_L)$	: Jumlah pengamatan pada calon <i>node</i> kiri
$N(t_R)$	: Jumlah pengamatan pada calon <i>node</i> kanan
N	: Total seluruh pengamatan
$p(j_0 t)$	: Proporsi kelas ke j pada simpul t
$N_j(t)$	: Jumlah kelas ke j yang diamati terhadap <i>leaf node</i> t
$N(t)$	: Jumlah pengamatan pada <i>leaf node</i>
$R_\alpha(t)$	: <i>Resubstitution</i> pohon T terhadap kompleksitas α
$R(t)$	Pendugaan pengganti (<i>resubstitution estimate</i>)
α	: Parameter <i>cost complexity</i> untuk penambahan satu <i>node</i> pohon T
$\tilde{T}$	: Jumlah node pada <i>leaf node</i> pohon T
$R^{ts}(T_t)$	: Jumlah proporsi kesalahan pada <i>test sample estimate</i>
N_2	Jumlah pengamatan pada data <i>Training</i>
$X(.)$	: Hasil klasifikasi
$\mathbf{x}$	: Vektor variabel
$F_0(\mathbf{x})$	: Model prediksi awal
$\arg \min_\rho$	: Singkatan dari “argumen (nilai) minimum” yang digunakan untuk mencari nilai variabel yang membuat fungsi didalamnya mencapai nilai minimum
L	: Fungsi kerugian yang mengukur kesalahan prediksi
$\sum_{z=1}^n L(y_z, \rho)$	: Total fungsi kerugian

y_z	: Nilai target aktual data
ρ	: Prediksi model
$\tilde{y}_z$	: Selisih antara prediksi model dan nilai target aktual pada setiap titik data dalam dataset
$F(x_z)$	: Prediksi model pada iterasi ke $m - 1$
α_m	: nilai dari parameter α pada iterasi ke m yang menghasilkan kesalahan prediksi terkecil
$h(x_z; \mathbf{a})$	: Fungsi parameter sederhana dari variabel input $x = \{x_1, x_2, \dots\}$ yang ditandai dengan parameter $\mathbf{a}$
ρ_m	: Nilai parameter ρ yang menghasilkan kesalahan prediksi terkecil saat menggabungkan model sebelumnya dengan model baru
$F_m(\mathbf{x})$	: Nilai prediksi baru untuk masing-masing data <i>Training</i> pada perulangan ke- m
TP	: Jumlah data dengan nilai aktual positif dan nilai prediksi positif atau jika kelas aktual dan prediksi sama.
TN	: Jumlah data dengan nilai aktual negatif dan nilai prediksi negatif atau jika kelas aktual dan prediksi sama.
FN	: Jumlah data dengan nilai aktual positif dan nilai prediksi negatif.
FP	: Jumlah data dengan nilai aktual negatif dan nilai prediksi positif
$\hat{f}_j^2$	: <i>Relative influences</i>
I_t^2	: Peningkatan empiris (akurasi model) dengan melakukan pembagian (<i>splitting</i>) pada x_j di titik tersebut
x_j	: Variabel ke j
SX_i	: Nilai indikator yang telah dilakukan normalisasi
X_i	: Nilai indikator pada kejadian ke- i
i	: Indeks ke- i
X_{min}	: Nilai minimal indikator
X_{max}	: Nilai maksimal indikator

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Indeks Khusus Penanganan Stunting Menurut Kabupaten/Kota di Indonesia Tahun 2022.....	91
Lampiran 2	Script Pembagian Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i>	110
Lampiran 3	Script Proses Klasifikasi Metode CART	111
Lampiran 4	Script Proses Klasifikasi Metode Gradient Boosting	112
Lampiran 5	Script Penentuan <i>Variable Importance</i> Metode <i>Gradient Boosting</i>	114
Lampiran 6	Perhitungan Akurasi pada 5 Kombinasi Data <i>Training</i> dan <i>Testing</i>	115
Lampiran 7	Hasil Prediksi Klasifikasi CART.....	123
Lampiran 8	Hasil Prediksi Klasifikasi Metode <i>Gradient Boosting</i>	134

ABSTRAK

Janah, Putri Delfa Zahrotul. 2024. **Implementasi Metode *Gradient Boosting* pada Klasifikasi Indeks Khusus Penanganan *Stunting* di Indonesia**. Skripsi. Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Ria Dhea Layla Nur Kharisma, M.Si. (II) Erna Herawati, M.Pd.

Kata kunci: *Stunting*, Indeks Khusus Penanganan *Stunting*, *Classification and Regression Trees*, *Gradient Boosting*

Stunting adalah kondisi gagal tumbuh pada anak akibat kurangnya asupan gizi yang berdampak pada kesehatan dan perkembangan jangka panjang. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode *gradient boosting* dalam klasifikasi indeks khusus penanganan *stunting* (IKPS) pada kabupaten/kota di Indonesia. Sebelum melakukan klasifikasi dengan metode *gradient boosting*, diperlukan pembentukan pohon klasifikasi dasar dengan metode CART. Berdasarkan hasil klasifikasi menggunakan metode *gradient boosting* dengan parameter optimal, diperoleh hasil yaitu sebanyak 212 kabupaten/kota masuk pada kategori rendah, 267 kabupaten/kota masuk pada kategori sedang, dan 35 kabupaten/kota masuk pada kategori tinggi dengan tingkat *accuracy* sebesar 100%, *precision* 100%, *sensitivity* 100%, dan *specificity* 100% pada data *Training*. Kemudian pada data *Testing* mendapatkan hasil *accuracy* sebesar 87%, *precision* 82,7%, *sensitivity* 90,6%, dan *specificity* 92,3%. Selain itu didapatkan variabel paling berpengaruh dalam model adalah tingkat partisipasi pendidikan anak usia dini (PAUD), yang memiliki tingkat kepentingan sebesar 25,9%. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan pemerintah dalam menentukan kebijakan yang lebih fokus dan efektif guna percepatan penurunan *stunting* di Indonesia berdasarkan pengaruh variabel yang relevan, khususnya PAUD.

ABSTRACT

Janah, Putri Delfa Zahrotul. 2024. **Implementation of the Gradient Boosting Method for the Classification of the Special Stunting Handling Index in Indonesia.** Undergraduate Thesis. Mathematics Study Program, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang. Advisors: (I) Ria Dhea Layla Nur Kharisma, M.Si., (II) Erna Herawati, M.Pd.

Keywords: Stunting, Special Index of Stunting Handling, Classification and Regression Trees, Gradient Boosting

Stunting is a condition of failure to thrive in children due to lack of nutritional intake that impacts long-term health and development. This study aims to implement the gradient boosting method in the classification of the special index of stunting handling (*Indeks Khusus Penanganan Stunting*, IKPS) in regencies/cities in Indonesia. Before performing classification with the gradient boosting method, it is necessary to form a basic classification tree with the CART method. Based on the classification results using the gradient boosting method with optimal parameters, the results obtained are 212 regencies/cities in the low category, 267 regencies/cities in the medium category, and 35 regencies/cities in the high category with an accuracy level of 100%, precision 100%, sensitivity 100%, and specificity 100% on the Training data. Then on the Testing data, the accuracy results were 87%, precision 82.7%, sensitivity 90.6%, and specificity 92.3%. In addition, the most influential variable in the model is the level of participation in early childhood education (*Pendidikan Anak Usia Dini*, PAUD), which has an importance level of 25.9%. This study is expected to be a reference for the government in determining more focused and effective policies to accelerate stunting reduction in Indonesia based on the influence of relevant variables, especially PAUD.

مستخلص البحث

الجنة، بوتري ديلف زهرة. ٢٠٢٤. تنفيذ طريقة التعزيز التدرجي في تصنيف المؤشر الخاص لمعالجة التقزم في إندونيسيا. رسالة جامعية. برنامج دراسة الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية، مالانج. المشرفون: (١) ريا ديا ليلي نور حرسما، الماجستير. (٢) إيرنا هيراواتي، الماجستير.

كلمات المفتاحية : التقزم، مؤشر التدخل الخاص بالتقزم، أشجار التصنيف والانحدار ، التعزيز التدرجي

التقزم هو حالة من حالات عدم النمو لدى الأطفال بسبب نقص المدخول الغذائي الذي يؤثر على الصحة والنمو على المدى الطويل. تهدف هذه الدراسة إلى تطبيق طريقة تعزيز التدرج في تصنيف المؤشر الخاص في المقاطعات/المدن في إندونيسيا. قبل إجراء التصنيف باستخدام طريقة تعزيز (IKPS) لإدارة التقزم استنادًا إلى نتائج CART. التدرج، من الضروري تشكيل شجرة تصنيف أساسية باستخدام طريقة التصنيف باستخدام طريقة تعزيز التدرج مع المسميات المثلثية، فإن النتائج التي تم الحصول عليها هي ٢١٢ مقاطعة/مدينة في الفئة المنخفضة، و ٢٦٧ مقاطعة/مدينة في الفئة المتوسطة، و ٣٥ مقاطعة/مدينة في الفئة العالية بمستوى دقة ١٠٠ %، ودقة ١٠٠ %، وحساسية ١٠٠ %، وخصوصية ١٠٠ % على بيانات التدريب. ثم في بيانات الاختبار، كانت نتائج الدقة ٨٧ %، والدقة ٨٢,٧ %، والحساسية ٩٠,٦ %، والخصوصية ٩٢,٣ %. بالإضافة إلى ذلك، فإن المتغير الأكثر تأثيرًا في النموذج هو معدل المشاركة في التعليم ، والذي يبلغ مستوى أهميته ٢٥,٩ %. من المتوقع أن يكون هذا (PAUD) في مرحلة الطفولة المبكرة البحث مرجعًا للحكومة في تحديد سياسات أكثر تركيزًا وفعالية لتسريع الحد من التقزم في إندونيسيا بناءً على تأثير المتغيرات ذات الصلة، وخاصة معدل

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Klasifikasi merupakan istilah yang berasal dari bahasa latin yaitu “*classis*” yang artinya proses pengelompokan dengan mengumpulkan entitas yang sama dan memisahkan entitas yang berbeda (Sulistyo, 1991). Klasifikasi adalah proses menemukan model untuk menggambarkan dan membedakan kelas data sehingga dapat digunakan untuk memprediksi kelas dari objek yang belum diketahui label kelasnya (Kamber, 2006). Klasifikasi digunakan untuk membentuk model atau pola terbaik guna mengelompokkan data kedalam kelas tertentu. Pembagian data menjadi data *Training* dan data *Testing* perlu dilakukan agar dapat ditentukan model terbaik.

Boosting adalah teknik yang digunakan untuk meningkatkan kinerja model *machine learning* dengan menggabungkan beberapa model sederhana menjadi model yang lebih kompleks dan akurat. Algoritma *boosting*, setiap model sederhana diberi bobot pada setiap observasi dan mengubah bobot setelah *Training*. Bobot pada observasi model yang salah bertambah dan bobot pada observasi model yang benar berkurang. Pengamatan yang bobotnya telah dimodifikasi digunakan untuk melatih pengklasifikasi berikutnya. Terdapat beberapa metode *boosting*, diantaranya *adaptative boosting*, *gradient boosting*, *extreme gradient boosting*, *light gradient boosting* dan lain sebagainya.

Gradient boosting merupakan salah satu teknik *machine learning* yang digunakan dalam proses klasifikasi guna menghasilkan prediksi pada suatu data.

Algoritma gradient boosting dimulai dari pembuatan pohon klasifikasi awal kemudian terus menyesuaikan pohon klasifikasi baru dengan meminimalisir fungsi kerugian (Natekin, 2013). Fungsi kerugian dapat diartikan sebagai tingkat kesalahan model. Semakin besar fungsi kerugian, semakin besar pula kemungkinan model akan meleset. Karena tujuannya adalah untuk meminimalkan fungsi kerugian, maka pendekatan terbaik adalah menurunkan fungsi kerugian ke arah gradien. *gradient boosting* memiliki beberapa kelebihan diantaranya menghasilkan model yang akurat dan kuat terutama pada data yang kompleks dan tidak terstruktur, kemampuan menangani data tidak seimbang juga cukup tahan dalam penanganan *outlier*. Selain memiliki kelebihan, *gradient boosting* juga memiliki beberapa kekurangan diantaranya memerlukan jumlah data yang besar untuk memperoleh model akurat, memerlukan *tuning* parameter yang cermat untuk mendapatkan model optimal dan cenderung overfit pada data *Training* jika tidak dilakukan pengaturan parameter yang baik.

Stunting adalah terganggunya proses pertumbuhan akibat kurangnya asupan gizi pada anak. Anak yang mengalami *stunting* memiliki ciri-ciri antara lain memiliki berat dan tinggi badan yang tidak sesuai dengan anak seusianya, mudah terinfeksi penyakit, dan lain sebagainya. *World Health Organization* (WHO) menyatakan bahwa, *stunting* bisa dimulai dari kondisi seorang ibu hamil bahkan sebelum ibu mengalami kehamilan (Nurahadiyatika, 2022). Hal ini berarti bahwa kondisi kesehatan ibu sebelum hamil harus diperhatikan dan pada saat ibu mengalami kehamilan, asupan gizi harus seimbang karena akan berpengaruh pada kondisi kesehatan anak yang dilahirkan, ketika ibu hamil kekurangan asupan gizi maka dapat menyebabkan anak yang dilahirkan memiliki berat badan yang tidak

sesuai standart (2.500-4.000 gram) sehingga bisa menjadi penyebab terjadinya *stunting*. Kurangnya asupan gizi yang dikonsumsi oleh balita sejak dalam kandungan (9 bulan 10 hari) sampai dengan usia dua tahun juga merupakan penyebab *stunting*, ciri *stunting* mulai terlihat pada saat anak usia dua tahun, dimana tinggi rata-rata anak lebih rendah dari anak seusianya (Ilmi, 2023). Saat usia anak 0 sampai 2 tahun merupakan masa emas kehidupan, pada masa itu anak banyak mendapatkan imunisasi guna pencegahan berbagai penyakit, selain imunisasi yang cukup, asupan gizi yang diberikan harus lebih diperhatikan supaya tetap seimbang.

World Health Organization (WHO) memperkirakan bahwa secara internasional, anak yang mengalami *stunting* mencapai 149,2 juta pada tahun 2020. Menurut data Studi Status Gizi Indonesia (SSGI), nilai prevalensi *stunting* di Indonesia sebesar 21,6% pada tahun 2022 yang telah mengalami penurunan sebanyak 2,8% dari tahun sebelumnya dimana pada tahun 2021, nilai prevalensi *stunting* sebesar 24,4%. Standart WHO terhadap prevalensi *stunting* yaitu kurang dari 20%, sedangkan pemerintah Indonesia menargetkan nilai prevalensi sebesar 14% pada tahun 2024, Kementerian Kesehatan melakukan intervensi melalui 2 cara yaitu intervensi gizi pada ibu sebelum hamil dan pada saat hamil, serta intervensi gizi terhadap anak usia 6 sampai 2 tahun, posyandu merupakan salah satu program yang dilakukan.

Faktor yang mempengaruhi terjadinya *stunting* pada anak usia dini antara lain asupan gizi, berat badan pada saat lahir, tingkat pendidikan ibu, tingkat perekonomian keluarga, pola asuh dan keragaman pangan (Nugroho dkk., 2021). Anak yang berasal dari keluarga yang berpenghasilan tinggi, lebih mudah

mendapatkan keragaman pangan dibandingkan keluarga yang berpenghasilan rendah. Selain dari segi ekonomi, pengetahuan orang tua tentang gizi juga menjadi faktor penting dalam pencegahan *stunting* karena dengan pengetahuan tersebut dapat mengaplikasikannya pada pola makan anak sehingga anak mendapatkan asupan gizi seimbang.

Pemerintah memiliki beberapa instrumen untuk menangani kasus *stunting*, salah satunya adalah IKPS (Indeks Khusus Penanganan *Stunting*) (BPS, 2023). IKPS pertama kali disusun pada bulan maret tahun 2017 menggunakan data survey sosial ekonomi nasional (Susenas). Variabel yang diukur pada kasus ini meliputi akses pangan, kesehatan, nutrisi, perumahan, serta perlindungan sosial yang disusun untuk tingkat provinsi dan nasional. Selanjutnya pada tahun 2020, dilakukan perbaikan perhitungan IKPS menggunakan data tahun 2018-2019, penyempurnaan ini meliputi metodologi, pemilihan variabel, serta pengukuran indeks setelah mendapatkan masukan dari berbagai pakar di bidang kesehatan, gizi, serta pendidikan.

Dalam mencegah terjadinya kasus *stunting*, peran kedua orang tua sangat diperlukan terutama oleh seorang ibu. Hal ini tercantum dalam firman Allah surah Al-Baqarah ayat 233 (Kementrian Agama RI, 2022) yang berbunyi:

وَالْوَالِدَتُ يُرْضِعْنَ أَوْلَادَهُنَّ حَوْلَيْنِ كَامِلَيْنِ لِمَنْ أَرَادَ أَنْ يُنْمِ الرِّضَاعَةَ ۖ وَعَلَى الْمَوْلُودِ لَهُ رِزْقُهُنَّ وَكِسْوَتُهُنَّ بِالْمَعْرُوفِ لَا تُكَلَّفُ نَفْسٌ إِلَّا وُسْعَهَا ۚ لَا تُضَارَّ وَالِدَةٌ بِوَلَدِهَا وَلَا مَوْلُودٌ لَهُ بِوَلَدِهِ وَعَلَى الْوَارِثِ مِثْلُ ذَلِكَ ۚ فَإِنْ أَرَادَا فِصَالًا عَنْ تَرَاضٍ مِنْهُمَا وَتَشَاوُرٍ فَلَا جُنَاحَ عَلَيْهِمَا وَإِنْ أَرَدْتُمْ أَنْ تَسْتَرْضِعُوا أَوْلَادَكُمْ فَلَا جُنَاحَ عَلَيْكُمْ إِذَا سَلَّمْتُمْ مَا آتَيْتُم بِالْمَعْرُوفِ ۚ وَانْفُوا اللَّهَ ۚ وَاعْلَمُوا أَنَّ اللَّهَ بِمَا تَعْمَلُونَ بَصِيرٌ ﴿٢٣٣﴾

“Ibu-ibu hendaklah menyusui anak-anaknya selama dua tahun penuh, bagi yang ingin menyempurnakan penyusuan. Kewajiban ayah menanggung makan dan pakaian mereka dengan cara yang patut. Seseorang tidak dibebani, kecuali sesuai dengan kemampuannya. Janganlah seorang ibu dibuat menderita karena anaknya dan jangan pula ayahnya dibuat menderita karena anaknya. Ahli waris pun seperti itu pula. Apabila keduanya ingin menyapih (sebelum dua tahun) berdasarkan

persetujuan dan musyawarah antara keduanya, tidak ada dosa atas keduanya. Apabila kamu ingin menyusukan anakmu (kepada orang lain), tidak ada dosa bagimu jika kamu memberikan pembayaran dengan cara yang patut. Bertakwalah kepada Allah dan ketahuilah bahwa sesungguhnya Allah Maha Melihat apa yang kamu kerjakan.”

Pada ayat di atas dijelaskan bahwa pemberian ASI dianjurkan dilakukan selama 2 tahun, namun apabila ibu ingin menyapih sebelum 2 tahun juga diperbolehkan selama kecukupan gizinya tetap diperhatikan. Asi mempunyai peran penting bagi anak yaitu dapat meningkatkan ketahanan tubuh anak dikarenakan dapat mencegah bayi dari berbagai macam penyakit, sedangkan bagi ibu dapat menghilangkan trauma selepas melahirkan juga dapat meminimalkan resiko kanker payudara (Alfaridh dkk., 2021).

Salah satu penelitian terdahulu tentang *stunting* yang pernah dilakukan yaitu penelitian oleh (Titimeidara, 2021) yang membahas tentang klasifikasi status gizi *stunting* pada balita dengan menggunakan metode *naïve bayes classifier*. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa dengan menggunakan 300 data anak dengan status *stunting* maupun normal yang dibagi menjadi 275 sebagai data *Training* dan 25 sebagai data *Testing*, menghasilkan nilai *accuracy* sebesar 88%. Sedangkan penelitian dengan menggunakan metode *gradient boosting* juga pernah beberapa kali dilakukan. Pertama oleh (Yagin, dkk., 2021) yang berjudul “*Classification of stroke with gradient boosting tree using smote based oversampling method*”, dalam penelitian tersebut menggunakan metode *gradient boosting* untuk mengklasifikasi terdiagnosis penyakit stroke atau tidak, data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 95,1% pasien terdiagnosis tidak terkena stroke dan 4,9% terdiagnosis penyakit diabetes sehingga menggunakan *synthetic minority over-sampling technique (SMOTE)* untuk menyeimbangkan data

penelitian. Hasil yang didapatkan pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode *gradient boosting* menghasilkan nilai *accuracy* sebesar 93,39%, nilai *sensitivity* sebesar 97,72%, dan nilai *specificity* sebesar 8,87%. Kedua, penelitian oleh (Dahlia, 2022) tentang perbandingan metode *gradient boosting* dengan metode *light gradient boosting* dalam melakukan klasifikasi rumah sewa. Dalam penelitian tersebut, metode *gradient boosting* lebih baik dari pada metode *light gradient boosting* dengan nilai *accuracy* pada metode *gradient boosting* sebesar 84,38%, nilai *sensitivity* sebesar 87,53%, dan nilai *precision* sebesar 83,33%. Ketiga, penelitian oleh (Janjic, dkk., 2022) dengan judul “*Gradient Boosting Algorithm for Microwave Breast Lesion Classification*”. Pada penelitian tersebut menghasilkan nilai *accuracy* sebesar 81%, nilai *sensitivity* sebesar 80%, dan nilai *specificity* sebesar 83%.

Berdasarkan uraian di atas, maka akan dilakukan penelitian mengenai implementasi metode *gradient boosting* pada klasifikasi indeks khusus penanganan *stunting* di Indonesia. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada pemerintah untuk digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam penentuan kebijakan penanganan percepatan penurunan *stunting* di Indonesia. Penentuan variabel atau faktor yang berpengaruh terhadap indeks khusus penanganan *stunting* berdasarkan pada penyempurnaan hasil dari Susenas oleh BPS pada tahun 2021 - 2022.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil klasifikasi indeks khusus penanganan *stunting* di Indonesia menggunakan metode *gradient boosting*?

2. Berapa hasil tingkat akurasi yang diperoleh pada klasifikasi indeks khusus penanganan *stunting* di Indonesia menggunakan metode *gradient boosting*?
3. Apakah variabel yang paling berpengaruh pada klasifikasi indeks khusus penanganan *stunting* di Indonesia menggunakan metode *gradient boosting*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mendeskripsikan hasil klasifikasi indeks khusus penanganan *stunting* di Indonesia menggunakan metode *gradient boosting*.
2. Menganalisis tingkat akurasi yang diperoleh pada klasifikasi indeks khusus penanganan *stunting* di Indonesia menggunakan metode *gradient boosting*.
3. Mendapatkan variabel yang paling berpengaruh dalam proses klasifikasi indeks khusus penanganan *stunting* di Indonesia menggunakan metode *gradient boosting*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Penulis

Manfaat bagi penulis dalam pengerjaan skripsi adalah untuk memperdalam pengetahuan serta wawasan tentang penerapan metode *Gradient Boosting* terhadap klasifikasi indeks khusus penanganan *stunting* di Indonesia.

2. Bagi Instansi

Memberikan tambahan informasi terhadap dinas kesehatan mengenai variabel yang paling penting dalam proses klasifikasi indeks khusus

penanganan *stunting* di Indonesia sehingga lebih meningkatkan fokus terhadap variabel tersebut guna percepatan penanganan *stunting*.

3. Bagi Pembaca

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan tambahan referensi pembaca yang ingin melaksanakan penelitian dengan metode serupa, yaitu metode *Gradient Boosting*.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah data yang digunakan berupa data indeks khusus penanganan *stunting* pada tahun 2022 berdasarkan kabupaten/kota di Indonesia dengan 10 variabel indikator penanganan *stunting* berdasarkan laporan indeks khusus penanganan *stunting* kabupaten/kota tahun 2021-2022 yang telah diterbitkan oleh badan pusat statistik (BPS).

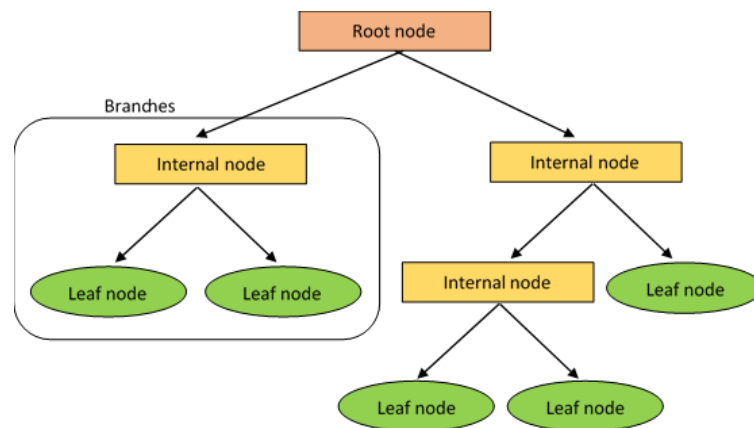
BAB II

KAJIAN TEORI

2.1 *Classification and Regression Trees (CART)*

Classification and Regression Trees (CART) merupakan metode analisis diskriminan yang dikembangkan oleh sekelompok ilmuwan amerika diantaranya Leo Breiman, Jerome Friedman, Richard Olsen, dan Charles Stone pada tahun 1984. CART menggambarkan hubungan antara variabel dependen dan variabel independen dalam bentuk pohon klasifikasi. Jika variabel dependen berbentuk kategorik dan memiliki skala nominal atau ordinal maka menggunakan metode klasifikasi pohon (*classification tree*) sehingga diperoleh pohon klasifikasi, namun jika variabel dependen berbentuk kontinu dan memiliki skala interval atau rasio maka menggunakan metode regresi pohon (*regression tree*) sehingga diperoleh pohon regresi. Metode ini merupakan *binary recursive partitioning*, istilah *binary* dapat diartikan bahwa tiap simpul hanya dapat dibagi menjadi 2 simpul baru sedangkan *recursive* dapat diartikan bahwa *binary partitioning process* dapat dilakukan berulang kali (Lewis, 2000). Pemilahan dilakukan guna memilah data menjadi 2 bagian yaitu simpul kiri dan simpul kanan serta dilakukan secara berulang sampai didapatkan simpul terminal/akhir. Data pada penelitian ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu data *Training* dan data *Testing* dimana data *Training* digunakan untuk membentuk pohon klasifikasi optimal, sedangkan data *Testing* digunakan untuk memvalidasi model yaitu seberapa besar kemampuan model dalam memprediksi data baru.

Metode ini menggunakan *decision tree* (pohon keputusan) guna memetakan data sehingga diperoleh output yang diinginkan. *Decision tree* (pohon keputusan) merupakan salah satu metode klasifikasi dan prediksi yang kuat juga terkenal yang mengubah fakta besar menjadi pohon keputusan yang mempresentasikan aturan, aturan dapat dipahami dengan mudah menggunakan bahasa alami (Byna, 2020). Metode CART menggunakan pohon keputusan yang memiliki beberapa bagian yaitu *root node*, *internal nodes*, simpul daun (*leaf node*), dan cabang (*branches*) dimana *root node* merupakan bagian paling atas dari *decision tree* dengan setiap *internal nodes* dalam struktur pohon menunjukkan keputusan, setiap cabang (*branch*) mewakili hasil keputusan, dan masing-masing simpul daun (*leaf node*) mempresentasikan hasil akhir / label kelas.



Gambar 2.1 *Decision Tree*

Berdasarkan gambar di atas, dapat diketahui bahwa *root node* merupakan pusat *decision tree* yang dibagi menjadi dua atau lebih simpul. Kemudian, pembagian *root node* menghasilkan dua atau lebih *internal root* yang terpecah menjadi *internal node* yang baru maupun menghasilkan *leaf node*. Sedangkan cabang (*branch*) adalah sub bagian pohon yang terdiri dari *internal node* dan *leaf*

node. Pada pohon keputusan (*decision tree*) optimasi berupa benar (*true*) atau salah (*false*).

Metode CART memiliki beberapa kelebihan, diantaranya (Lewis, 2000):

1. Metode ini bersifat nonparametrik sehingga asumsi distribusi yang terdapat pada variabel independen tidak harus terpenuhi.
2. Variabel dependen data dapat berbentuk kategorik maupun kontinu, sedangkan pada variabel independen dapat berbentuk kategorik, nominal, ordinal, atau rasio.
3. Sistem transformasi pada metode CART tidak berlaku, sehingga apabila data ditransformasi tidak mengubah hasil pohon keputusan.
4. Dapat diinterpretasikan serta dipahami dengan mudah oleh berbagai kalangan, dikarenakan hasil dari pohon keputusan yang berbentuk sederhana.

Selain memiliki kelebihan, CART juga memiliki beberapa kekurangan diantaranya (Febti dkk, 2014):

1. Metode CART mungkin tidak stabil dalam *decision tree* (pohon keputusan) dikarenakan CART sangat sensitif terhadap data baru. Jika sampel data *Training* dan *Testing* berubah maka pohon keputusan yang dihasilkan juga ikut berubah.
2. Setiap pemilihan bergantung pada nilai yang hanya berasal dari satu variabel penjelas.

2.1.1 Proses Pembentukan Pohon Klasifikasi

Proses pembentukan pohon klasifikasi, diawali dengan menentukan variabel pemilah atau nilai *threshold* yang digunakan untuk membagi data menjadi subset-

subset yang lebih homogen. Dalam proses ini membutuhkan data *Training* sebanyak sampel L yang terdiri dari N pengamatan. Terdapat 3 tahapan dalam proses pembentukan suatu pohon klasifikasi, antara lain sebagai berikut (Febti dkk, 2014):

1. Pemilihan Pemilah

Proses pemilihan pemilah dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi variansi dan menghindari *overfitting* dalam model. *Overfitting* terjadi ketika model yang terlalu rumit sehingga kinerjanya buruk terhadap data uji. Pemilah yang efektif dapat membentuk pohon yang lebih generalisasi dengan lebih baik terhadap data baru. Selain itu bertujuan untuk memaksimalkan pengurangan ketidakmurnian (*Impurity Reduction*).

Data *Training* yang masih bersifat heterogen digunakan untuk pembentukan pohon klasifikasi kemudian dilakukan proses pemilahan dengan pemilah yang dipilih adalah pemilah yang menghasilkan kelompok data paling homogen yang artinya data dalam setiap *node* (simpul) lebih seragam setelah pemisahan, proses pemilihan pemilah menggunakan nilai *goodness of split*. Metode yang digunakan dalam proses pemilihan pemilah menggunakan metode *impurity measure $i(t)$* . Beberapa fungsi *impurity measure $i(t)$* diantaranya *indeks gini*, *indeks entropi*, *indeks twoing*, dan indeks informasi. Metode pemilahan yang sering digunakan adalah *indeks gini* dikarenakan lebih mudah dan sesuai untuk diterapkan dalam berbagai kasus serta memiliki perhitungan yang sederhana dan cepat (Febti dkk, 2014). Sehingga pada penelitian ini menggunakan *indeks gini*. Secara umum persamaan *indeks gini* adalah sebagai berikut:

$$i(t) = \sum_{i=1, i \neq j}^k p(i|t)p(j|t) \quad (2.1)$$

dimana:

- $i(t)$: Fungsi heterogenitas pada *indeks gini*
 $p(i|t)$: Proporsi kelas i pada simpul t
 $p(j|t)$: Proporsi kelas j pada simpul t

Sehingga, pada kelas ke j pada simpul t indeks gini dapat didefinisikan dengan:

$$\begin{aligned}
 i(t) &= \sum_{i=1, i \neq j}^k p(i|t)p(j|t) \\
 &= \sum_{j=1}^k p(j|t) - p^2(j|t) \\
 &= \sum_{j=1}^k p(j|t) - \sum_{j=1}^k p^2(j|t) \\
 &= 1 - \sum_{j=1}^k p^2(j|t)
 \end{aligned} \quad (2.2)$$

Dalam persamaan di atas, $i \neq j$ dikarenakan indeks gini digunakan untuk mengukur impurity (ketidakmerataan) dalam pohon keputusan dengan membandingkan 2 kelas yang berbeda, jika $i = j$ maka perbandingan menghasilkan nilai 0 yang artinya tidak berkontribusi dalam pengukuran ketidakmerataan. Dalam menentukan pemilah terbaik menggunakan nilai *goodness of split* dimana pemilah terbaik merupakan pemilah yang memiliki nilai terbesar. *goodness of split* merupakan evaluasi seberapa baik suatu *node* memisahkan data sehingga dihasilkan pemisah terbaik yang digunakan dalam membangun model yang lebih akurat. Secara umum *goodness of split* dirumuskan sebagai berikut:

$$\emptyset(s, t) = \Delta i(s, t)$$

$$= i(t) - p_L \cdot i(t_L) - p_R \cdot i(t_R) \quad (2.3)$$

dimana:

- $\emptyset(s, t)$: Kriteria *goodness of split*
- p_L : Peluang data berada di *node* kiri
- p_R : Peluang data berada di *node* kanan
- $i(t_L)$: Nilai fungsi heterogenitas pada calon *node* kiri
- $i(t_R)$: Nilai fungsi heterogenitas pada calon *node* kanan

Sedangkan untuk menentukan peluang data pada *node* kiri dan kanan dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$p_L = \frac{N(t_L)}{N} \quad (2.4)$$

$$p_R = \frac{N(t_R)}{N} \quad (2.5)$$

dimana:

- $N(t_L)$: Jumlah pengamatan pada calon *node* kiri
- $N(t_R)$: Jumlah pengamatan pada calon *node* kanan
- N : Total seluruh pengamatan

2. Penentuan Terminal Node

Setelah dilakukan pemilihan pemilah terbaik, selanjutnya dilakukan pembentukan terminal *node*. Pada tahap ini akan ditentukan apakah *internal node* dilanjutkan untuk menjadi pemilah atau menjadi *leaf node*. *Internal node* dapat dijadikan *leaf node* apabila *node* tersebut sudah tidak mengalami penurunan yang tinggi pada heterogenitas. Terdapat parameter yang digunakan untuk menjadikan *leaf node*, pada umumnya jika minimal jumlah $n < 5$ pada

node dan pada pohon maksimum sudah mencapai level yang telah ditentukan maka proses pengembangan pohon akan dihentikan.

3. Penandaan Label Kelas

Penandaan label kelas pada *leaf node* dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh informasi mengenai klasifikasi juga karakteristik terhadap hasil pengamatan pada tiap kelas dari variabel dependen yang terbentuk. Penandaan label kelas pada *leaf node* dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$p(j_0|t) = \max_j p(j|t) = \max_j \frac{N_j(t)}{N(t)} \quad (2.6)$$

dimana:

- $p(j_0|t)$: Proporsi kelas ke j pada simpul t
- $N_j(t)$: Jumlah kelas ke j yang diamati terhadap *leaf node* t
- $N(t)$: Jumlah pengamatan pada *leaf node*

j_0 merupakan label kelas pada *leaf node*. Pada proses ini digunakan asumsi bahwa kesalahan klasifikasi pada tiap kelas memiliki besar yang sama, sehingga pemberian label kelas j_0 akan memberikan nilai dugaan kesalahan klasifikasi node minimum sebesar $r(t) = 1 - p(j_0|t)$.

2.1.2 Pemangkasan Pohon Klasifikasi

Pemangkasan dilakukan pada bagian pohon yang tidak memberikan kontribusi signifikan sehingga dihasilkan pohon klasifikasi yang optimal. Tujuan utama pemangkasan yaitu untuk menghindari *overfitting*, meningkatkan generalisasi model serta membuat model lebih interpretatif. Semakin banyak

pemilah yang digunakan dapat menyebabkan tingkat error pada nilai prediksi semakin kecil atau tingkat keakuratan yang semakin tinggi sehingga menyebabkan terjadinya *overfitting*. Metode *cost complexity* merupakan metode yang digunakan untuk memperoleh ukuran pohon yang layak dengan rumus sebagai berikut (Febti dkk, 2014):

$$R_{\alpha}(t) = R(t) + \alpha |\tilde{T}|$$

dimana:

- $R_{\alpha}(t)$: *Resubstitution* pohon T terhadap kompleksitas α
- $R(t)$: Pendugaan pengganti (*resubstitution estimate*)
- α : Parameter *cost complexity* untuk penambahan satu *node* pohon T
- $\tilde{T}$: Jumlah node pada *leaf node* pohon T

Beberapa tahapan dilakukan dalam proses pemangkasan pohon klasifikasi, yaitu dengan mengambil t_L dan t_R dari T_{max} yang dihasilkan dari *internal node*. Jika pada *child node* dan *internal node* memperoleh *node* yang memenuhi persamaan $R(t) = R(t_L) + R(t_R)$ maka dapat dilakukan pemangkasan sehingga didapatkan pohon T_1 yang dapat memenuhi persamaan $R(t_1) = R(t_{max})$. Pohon yang layak didapatkan dengan mengulang proses ini secara berulang sampai tidak dapat dilakukan pemangkasan lagi.

2.1.3 Pohon Klasifikasi Optimal

Pohon klasifikasi optimal dapat dilihat dari ukuran suatu pohon. Besarnya pohon yang mengalami *overfitting* dapat menyebabkan nilai *cost complexity* yang besar juga. Hal tersebut dikarenakan oleh terlalu kompleks struktur data yang ada

sehingga dibutuhkan pemilihan pemilah pengganti terkecil dari pohon optimal. Jika pengganti terkecil dilambangkan dengan $R(t)$ maka dipilih pohon terbesar karena memiliki nilai $R(t)$ yang kecil.

Proses penentuan pohon klasifikasi optimal menggunakan *metod test sample estimate*. Data dibagi menjadi data *Training* dan data *Testing* kemudian penentuan pohon klasifikasi menggunakan data *Training* dan penentuan nilai $R^{ts}(T_t)$ menggunakan data *Testing*. *metod test sample estimate* memiliki persamaan sebagai berikut:

$$R^{ts}(T_t) = \frac{1}{N_2} \sum_{i,j} X(d(i) \neq j) \quad (2.7)$$

dimana:

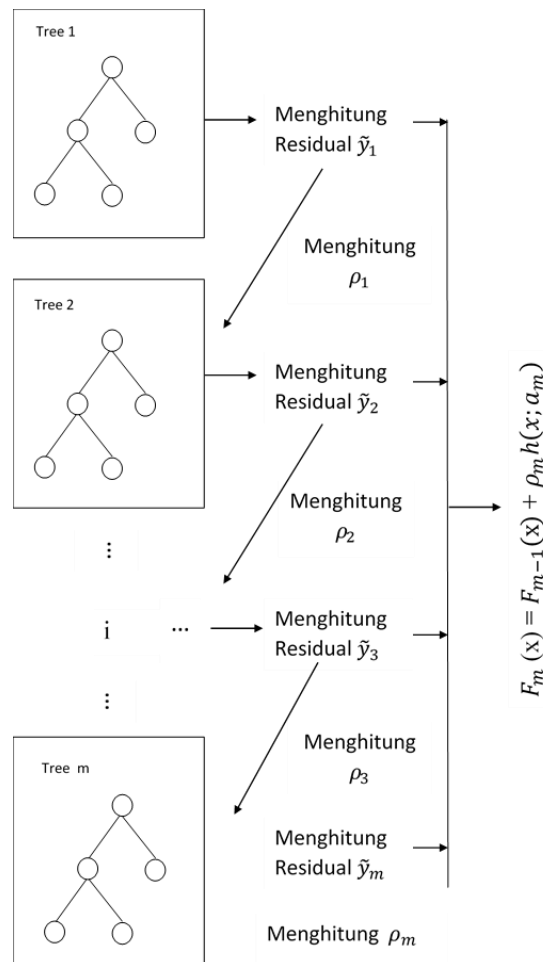
- $R^{ts}(T_t)$: Jumlah proporsi kesalahan pada *test sample estimate*
- N_2 : Jumlah pengamatan pada data *Training*
- $X(.)$: Hasil klasifikasi

Penentuan pohon klasifikasi optimal dilakukan untuk mengetahui proporsi kesalahan pada pohon klasifikasi, sehingga dipilih pohon optimal T_t dengan nilai $\min_t R^{ts}(T_t)$.

2.2 **Boosting**

Boosting merupakan salah satu teknik *machine learning* yang digunakan untuk meningkatkan performa model prediktif dengan cara menggabungkan beberapa hasil klasifikasi yang lemah menjadi klasifikasi yang kuat. Teknik boosting pertama kali diperkenalkan oleh Robert. E. Schapire dan Yoav Freund pada tahun 1995 melalui artikel yang berjudul “A *Decision Theoretic*

Generalization of Online Learning and an Application to Boosting” yang dipresentasikan pada konferensi Computational Learning Theory, artikel ini menjelaskan tentang dasar-dasar bagi pengembangan metode boosting termasuk variasi lain seperti *Gradient Boosting*, *Extreme Gradient Boosting*, *LightGBM*, dan lain sebagainya.



Gambar 2.2 Ilustrasi *Boosting*

Bagging merupakan teknik yang menggunakan model yang dibangun secara terpisah, sedangkan *boosting* menggunakan model baru yang dipengaruhi oleh model yang dibangun sebelumnya (Yaman, 2019). Meskipun memiliki perbedaan pada modelnya, namun keduanya memiliki persamaan yaitu sama-sama merupakan

ensemble learning yang menggabungkan beberapa model untuk membuat model yang lebih kuat dan umumnya menggunakan model base yang sama misalnya *decision tree*. Berdasarkan gambar di atas, dapat diketahui bahwa pada *boosting*, model pertama mempengaruhi model selanjutnya hingga didapatkan model akhir dan kemudian menggabungkan beberapa model yang dihasilkan.

2.3 Gradient Boosting

Gradient boosting adalah sebuah algoritma yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah klasifikasi, regresi juga perankingan dimana cara kerja algoritma ini dengan menyesuaikan parameter dengan berulang hingga dapat menurunkan mekanisme evaluasi sebuah model (Kraugusteeliana dkk., 2023). Metode ini bekerja menggunakan teknik *boosting* yang menggabungkan beberapa model prediksi yang lemah seperti *decision tree* menjadi satu model yang kuat. Selain itu, metode ini juga mengurangi kesalahan prediksi pada tiap iterasi sehingga model yang telah dihasilkan menjadi semakin akurat.

Berikut merupakan tahapan klasifikasi menggunakan algoritma *gradient boosting* (Friedman, 2001):

1. Nilai konstan awal dibentuk berdasarkan peluang prior pada masing-masing kelas:

$$F_0(\mathbf{x}) = \arg \min_{\rho} \sum_{z=1}^n L(y_z, \rho) \quad (2.8)$$

$$= \sum_{z=1}^n \frac{1}{2} (y - \rho)^2$$

$$\frac{\partial L}{\partial \rho} = \sum_{z=1}^n \frac{2}{2} (y - \rho)(-1)$$

dimana:

- $\mathbf{x}$: Vektor variabel
- $F_0(\mathbf{x})$: Model prediksi awal
- $\arg \min_{\rho}$: Singkatan dari “argumen (nilai) minimum” yang digunakan untuk mencari nilai variabel yang membuat fungsi didalamnya mencapai nilai minimum
- L : Fungsi kerugian yang mengukur kesalahan prediksi
- $\sum_{z=1}^n L(y_z, \rho)$: Total fungsi kerugian
- y_z : Nilai target aktual data
- ρ : Prediksi model

2. Untuk iterasi $m = 1$ sampai M akan dilakukan perhitungan arah gradient residual / pseudo residual pada persamaan berikut:

$$\tilde{y}_z = -\left[\frac{\partial L(y_z, F(\mathbf{x}_z))}{\partial F(\mathbf{x}_z)}\right]_{F(\mathbf{x}) = F_{m-1}(\mathbf{x})}, \text{ untuk } z = 1, 2, \dots, N \quad (2.9)$$

Karena $F(\mathbf{x}_z) = \rho$ maka $\frac{\partial L(y_z, F(\mathbf{x}_z))}{\partial F(\mathbf{x}_z)} = \frac{\partial L}{\partial \rho}$, sehingga

$$\frac{\partial L(y_z, F(\mathbf{x}_z))}{\partial F(\mathbf{x}_z)} = \sum_{z=1}^n \frac{2}{2} (y - \rho)(-1)$$

$$= -y + \rho$$

$$= -(y - \rho)$$

$$-\left[\frac{\partial L(y_z, F(\mathbf{x}_z))}{\partial F(\mathbf{x}_z)}\right] = (y - \rho)$$

dimana:

- $\tilde{y}_z$: Selisih antara prediksi model dan nilai target aktual pada setiap titik data dalam dataset
- $F(\mathbf{x}_z)$: Prediksi model pada iterasi ke $m - 1$
- L : Fungsi kerugian yang mengukur kesalahan prediksi

3. Pengklasifikasi dasar digunakan untuk menyesuaikan data sampel dan mendapatkan model awal. Menurut pendekatan kuadrat terkecil, parameter dari model diperoleh dan model $h(\mathbf{x}_i; \mathbf{a}_m)$, sehingga:

$$\mathbf{a}_m = \arg \min_{\mathbf{a}, \beta} \sum_{i=1}^N [\tilde{y}_z - \beta h(\mathbf{x}_z; \mathbf{a})]^2$$

dimana:

- $\mathbf{a}_m$: nilai dari parameter $\mathbf{a}$ pada iterasi ke m yang menghasilkan kesalahan prediksi terkecil
- $h(\mathbf{x}_z; \mathbf{a})$: Fungsi parameter sederhana dari variabel input $\mathbf{x} = \{x_1, x_2, \dots\}$ yang ditandai dengan parameter $\mathbf{a}$

4. Fungsi kerugian diminimalkan. Menurut persamaan, ukuran langkah baru model, yaitu bobot model saat ini dihitung:

$$\rho_m = \arg \min_{\rho} \sum_{z=1}^N L(y_z, F_{m-1}(\mathbf{x}_z) + \rho h(\mathbf{x}_z; \mathbf{a}_m))$$

dimana:

- ρ_m : Nilai parameter ρ yang menghasilkan kesalahan prediksi terkecil saat menggabungkan model sebelumnya dengan model baru

5. Model diperbarui:

$$F_m(\mathbf{x}) = F_{m-1}(\mathbf{x}) + \rho_m h(\mathbf{x}; \mathbf{a}_m) \quad (2.10)$$

dimana:

$F_m(\mathbf{x})$: Nilai prediksi baru untuk masing-masing data
Training pada perulangan ke- m

2.4 Hyperparameter Tuning

Dalam *learning algorithm*, penyesuaian parameter yang digunakan dapat mempengaruhi model yang dihasilkan. Oleh karena itu, pemilihan model tidak hanya memerlukan pemilihan *learning algorithm* tetapi juga diperlukan konfigurasi parameter untuk menghasilkan model dengan kinerja terbaik. Proses penentuan *hyperparameter* yang tepat disebut *hyperparameter tuning*. *Hyperparameter* adalah parameter yang sudah ditentukan sebelum proses pembentukan sebuah model dan bukan merupakan parameter yang dihasilkan melalui sebuah proses pelatihan.

Parameter yang digunakan untuk menentukan *hyperparameter* pada metode *gradient boosting* adalah:

Tabel 2.1 Parameter pada Metode *Gradient Boosting*

Hyperparameter	Keterangan
<i>Min_sample_split</i>	Jumlah minimum observasi yang digunakan untuk membuat <i>node</i> dalam pohon keputusan
<i>n_estimator</i>	Jumlah <i>tree</i>
<i>Max_depth</i>	Kedalaman maksimum pada <i>tree</i>
<i>Learning_rate</i>	Ukuran yang digunakan untuk mencegah terjadinya <i>overfitting</i>

Sumber: (Ensembles: *Gradient Boosting*, Random Forests, Bagging, Voting, Stacking, n.d.)

2.5 Confusion Matrix

Confusion matrix merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat keakuratan kinerja suatu metode klasifikasi (Satria dkk., 2020). Dalam sebuah penelitian, *confusion matrix* digunakan untuk mengevaluasi kinerja sebuah model klasifikasi dengan berdasarkan jumlah objek penelitian yang diprediksi benar dan diprediksi salah.

Menurut (Doreswamy, 2011), terdapat 4 bagian dasar dalam proses pengukuran kinerja menggunakan *confusion matrix*. Berikut merupakan tabel *confusion matrix* untuk masalah *multiclass* yang digunakan sebagai dasar perhitungan beberapa nilai dalam proses perhitungan keakuratan model (Markoulidakis dkk., 2021):

Tabel 2.2 Tabel Dasar *Confusion Matrix*

Prediksi	Aktual			
	c_1	c_2	...	c_N
c_1	TN	FN	TN	TN
c_2	FP	TP	...	FP
...	TN	...	TN	TN
c_N	TN	FN	TN	TN

dengan:

1. TP (*True Positive*) adalah jumlah data dengan nilai aktual positif dan nilai prediksi positif atau jika kelas aktual dan prediksi sama.
2. TN (*True Negative*) adalah jumlah data dengan nilai aktual negatif dan nilai prediksi negatif atau jika kelas aktual dan prediksi sama.
3. FN (*False Negative*) adalah jumlah data dengan nilai aktual positif dan nilai prediksi negatif.
4. FP (*False Positive*) adalah jumlah data dengan nilai aktual negatif dan nilai prediksi positif.

Selanjutnya dilakukan perhitungan 4 nilai evaluasi yaitu *accuracy*, *precision*, *sensitivity*, dan *specificity* berdasarkan nilai *confusion matrix*:

1. *Accuracy* adalah nilai presentase efektivitas dari keseluruhan hasil klasifikasi, *accuracy* merupakan matrix evaluasi yang mengukur seberapa baik model membuat prediksi yang benar dari total prediksi yang dilakukan dan dapat diukur dengan rumus:

$$Accuracy = \frac{\sum_{i=1}^N TP(c_i)}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (c_{ij})} \cdot 100\% \quad (2.11)$$

2. *Precision* adalah nilai presentase prediksi benar positif dibandingkan dengan semua data yang diprediksi positif. *Precision* merupakan proporsi prediksi untuk suatu kelas yang benar-benar termasuk dalam kelas tersebut dibandingkan dengan semua data yang diprediksi masuk dalam kelas tersebut. *Precision* bermanfaat untuk meningkatkan ketepatan deteksi positif dan mengurangi hasil positif palsu. Proses perhitungannya dapat dihitung dengan rumus:

$$Precision_{c_i} = \frac{TP(c_i)}{TP(c_i) + FP(c_i)} \cdot 100\% \quad (2.12)$$

3. *Sensitivity* adalah presentase prediksi benar positif dibandingkan dengan semua data observasi positif. *Sensitivity* merupakan proporsi prediksi untuk suatu kelas yang benar-benar termasuk dalam kelas tersebut dibandingkan dengan semua data yang aktualnya kelas tersebut. *Precision* bermanfaat untuk memaksimalkan deteksi positif. Proses perhitungannya dapat dihitung dengan rumus:

$$Sensitivity_{c_i} = \frac{TP(c_i)}{TP(c_i) + FN(c_i)} \cdot 100\% \quad (2.13)$$

4. *Specificity* adalah presentase kemampuan model dalam mengidentifikasi prediksi negatif dengan benar. *Specificity* digunakan untuk memastikan bahwa data yang seharusnya negatif tidak salah diklasifikasikan dalam kelas positif. Proses perhitungannya dapat dihitung dengan rumus:

$$Specificity_{c_i} = \frac{TN(c_i)}{TN(c_i) + FP(c_i)} \cdot 100\% \quad (2.14)$$

Sedangkan untuk nilai rata-rata *precision*, *sensitivity*, dan *specificity* secara keseluruhan data dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Precision = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Precision_{c_i} \quad (2.15)$$

$$Sensitivity = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Sensitivity_{c_i} \quad (2.16)$$

$$Specificity = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Specificity_{c_i} \quad (2.17)$$

2.6 Feature Importance

Feature importance merupakan konsep yang digunakan dalam *machine learning* untuk mengevaluasi kontribusi relatif dari setiap variabel dalam membuat prediksi model. *Feature importance* memberikan informasi tentang variabel paling berpengaruh (*variable importance*) dalam proses prediksi suatu model. Cara kerjanya adalah dengan cara mengukur seberapa besar perubahan *error* suatu model sebelum dilakukan permutasi dan sesudah dilakukan permutasi (Mercadier, 2019).

Variabel *importance* diperoleh berdasar pemecah terbaik yang diperoleh dari pemecahan masing-masing pohon dan diakumulasikan secara terpisah untuk setiap variabel. Dalam *gradient boosting*, proses ini dinamakan *relative influence*. Variabel dengan *relative influence* paling tinggi dianggap paling penting karena

memberikan memberikan lebih banyak informasi dalam memisahkan data. Menurut Friedman, *relative influence* diperoleh berdasarkan rumus (Ridgeway, 2007):

$$\hat{f}_j^2 = \sum_{splits\ on\ x_j} I_t^2 \quad (2.18)$$

dimana:

$\hat{f}_j^2$: *Relative influences*

I_t^2 : Peningkatan empiris (akurasi model) dengan melakukan pembagian (*splitting*) pada x_j di titik tersebut

x_j : Variabel ke j

2.7 Stunting

Stunting adalah kondisi gagal tumbuh pada anak yang diakibatkan oleh kurangnya gizi terutama pada 1.000 hari pertama kehidupan (Ilmi, 2023). Kekurangan gizi yang terjadi dimulai pada saat anak berada dalam kandungan hingga pada masa awal setelah anak dilahirkan. Namun, kondisi stunting baru nampak pada saat anak berusia 2 tahun (Kemenkes, 2022). Kondisi kegagalan pertumbuhan pada anak paling umum ditandai dengan tinggi badan yang lebih pendek dari standar tinggi badan anak seusianya, dikarenakan tinggi badan merupakan salah satu pemeriksaan antropometri yang dapat memberikan informasi status gizi seseorang. Ciri-ciri *stunting* lainnya yaitu pertumbuhan tulang yang tertunda, berat badan rendah, dan proporsi tubuh yang normal tetapi tampak lebih kecil untuk usianya. Selain menyebabkan kegagalan pertumbuhan, kekurangan gizi anak pada 1.000 hari pertama juga dapat menyebabkan anak rentan terhadap

penyakit dan dapat menghambat perkembangan kognitif yang akan berpengaruh pada tingkat kecerdasan anak.

Menurut (TNP2K, 2017), *stunting* tidak hanya disebabkan oleh faktor gizi buruk pada ibu hamil maupun anak balita, namun juga karena faktor multidimensi. Berikut rincian lebih lanjut mengenai faktor penyebab *stunting*:

1. Pola asuh anak yang kurang baik

Pengetahuan ibu tentang kesehatan dan gizi yang minim pada masa kehamilan sampai melahirkan merupakan salah satu penyebab terjadinya pola asuh yang kurang baik. Terdapat 60% anak usia 0 – 6 bulan yang tidak mendapatkan air susu ibu (ASI) secara eksklusif, selain itu 2 dari 3 anak usia 0-24 bulan yang tidak menerima MPASI. Pemberian MPASI dilakukan ketika anak berusia di atas 6 bulan. Fungsi MPASI untuk mengenalkan jenis-jenis makanan pada anak juga untuk mencukupi kebutuhan nutrisi pada tubuh yang sudah tidak dapat dipenuhi jika hanya diberikan ASI saja.

2. Terbatasnya layanan kesehatan termasuk juga layanan *ANC-Ante Natal Care* (pelayanan kesehatan ibu hamil) dan pembelajaran dini yang berkualitas.

Terdapat 2 dari 3 ibu hamil belum mengkonsumsi suplemen zat besi yang memadai, kurangnya tingkat kehadiran anak di posyandu, dan kurangnya akses yang memadai ke layanan imunisasi. Selain itu, kurangnya akses layanan pembelajaran dini yang berkualitas dimana baru 1 dari 3 anak usia 3-6 tahun yang belum terdaftar pada layanan pendidikan anak usia dini (PAUD).

3. Kurangnya akses sanitasi dan air bersih

Berdasarkan data yang diperoleh di lapangan, terdapat 1 dari 5 rumah tangga masih buang air besar (BAB) di ruang terbuka dan 1 dari 3 rumah tangga yang belum memiliki akses air minum bersih.

4. Kurangnya akses rumah tangga terhadap makanan bergizi

Hal ini disebabkan karena mahalnya makanan bergizi di Indonesia. Menurut hasil survei sosial ekonomi nasional (Susenas), komoditas makanan di Jakarta 94% lebih mahal dibandingkan di New Delhi, India. Selain itu, harga buah sayuran dan buah di Indonesia lebih mahal dari Singapura. Hal tersebut dapat menyebabkan 1 dari 3 ibu hamil di Indonesia mengalami anemia.

Beberapa faktor penyebab terjadinya *stunting* yang telah dijelaskan di atas menjadi penyebab tingginya prevalensi *stunting* di Indonesia. Sehingga perlu rencana intervensi komprehensif dari pemerintah yang dapat mengurangi prevalensi *stunting* di Indonesia.

2.8 Indeks Khusus Penanganan *Stunting*

Percepatan penurunan *stunting* merupakan program yang harus dilakukan oleh pemerintah, sehingga diperlukan instrumen evaluasi guna mengetahui sejauh mana program tersebut telah berhasil menurunkan angka prevalensi *stunting*. Indeks Khusus Penanganan *Stunting* (IKPS) merupakan salah satu instrumen yang digunakan untuk mengukur kinerja program percepatan penurunan *stunting* pada tingkat kabupaten/kota, provinsi, hingga nasional (BPS, 2023). Selain itu, penyusunan IKPS digunakan untuk memenuhi *Disbursement Linked Indicators*

(DLI) yang merupakan perjanjian kerja sama antara Pemerintah Indonesia dengan Bank Dunia.

Penyusunan IKPS pertama kali dilakukan pada tahun 2018, menggunakan data survei sosial ekonomi nasional (Susenas) maret 2017 (BPS, 2023). Selanjutnya pada tahun 2020 dilakukan penyempurnaan IKPS menggunakan data Susenas Maret 2018-2019, penyempurnaan tersebut dilakukan dengan penambahan dimensi pendidikan dengan indikator pendidikan anak usia dini (PAUD) sehingga menjadi 6 dimensi dengan 12 indikator. 6 dimensi IKPS meliputi dimensi gizi, perumahan, pendidikan, perlindungan sosial, pangan dan Kesehatan (BPS, 2023). IKPS yang disajikan pada tingkat nasional dan provinsi berbeda dengan tingkat kabupaten/kota dimana pada tingkat nasional dan provinsi terdiri dari 6 dimensi sedangkan pada tingkat kabupaten/kota hanya tersusun dari 5 dimensi tanpa mengikutsertakan dimensi pangan dikarenakan ketidakterediaan data.

Perhitungan indikator IKPS memerlukan proses normalisasi guna menyelaraskan rentang dan arah yang sama. Dari 12 indikator, terdapat 2 indikator yang memiliki arah negatif yaitu indikator mengalami kerawanan pangan dan ketidakcukupan konsumsi pangan, sedangkan 10 indikator lainnya memiliki arah positif. Normalisasi indikator dapat ditentukan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Indikator dengan arah positif

$$SX_i = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \cdot 100$$

2. Indikator dengan arah negatif

$$SX_i = 100 - \left(\frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \cdot 100 \right)$$

dimana:

SX_i : Nilai indikator yang telah dilakukan normalisasi

X_i : Nilai indikator pada kejadian ke— i

i : Indeks ke— i

X_{min} : Nilai minimal indikator

X_{max} : Nilai maksimal indicator

2.9 Kajian Integrasi *Stunting* dengan Al-Qur'an

Perkembangan anak dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, terutama pola asuh dari orang tua. Secara *epistimologi*, kata “pola” diartikan cara kerja sedangkan kata “asuh” memiliki arti merawat dan mendidik anak yang diharapkan menuju kemandirian. Secara *terminologi*, pola asuh orang tua merupakan cara terbaik yang dilakukan orang tua dalam mendidik anak sebagai bentuk perwujudan dari tanggung jawab kepada anak (Arjoni, 2017). Anak merupakan amanat yang diberikan oleh Allah SWT dan wajib dijaga dengan baik oleh para orang tua agar anak tidak menjadi lemah secara iman, pola pikir, maupun kesehatan. Hal tersebut sesuai dengan Al-Qur'an surah An-Nisa ayat 9 (Kementerian Agama RI, 2022):

وَلْيَخْشَ الَّذِينَ لَوْ تَرَكَوْا مِنْ خَلْفِهِمْ ذُرِّيَّةً ضِعَفًا خَافُوا عَلَيْهِمْ فَلْيَتَّقُوا اللَّهَ وَلْيَقُولُوا قَوْلًا سَدِيدًا ﴿٩﴾

“Hendaklah merasa takut orang-orang yang seandainya (mati) meninggalkan setelah mereka, keturunan yang lemah (yang) mereka khawatir terhadapnya. Maka, bertakwalah kepada Allah dan berbicaralah dengan tutur kata yang benar (dalam hal menjaga hak-hak keturunannya).”

Ayat di atas telah ditafsirkan oleh beberapa ulama', diantaranya:

1. Menurut Sayyid Qutub dalam tafsir Fi Dzilal Al-Qur'an menjelaskan bahwasannya, wasiat ini ditujukan kepada realita yang terjadi di arab

jahiliyah, yaitu penelantaran hak-hak orang lemah pada umumnya. Khususnya terhadap anak yatim dan wanita. Kebobrokan ini masih sering terjadi di beberapa golongan masyarakat muslim (yang merupakan pecahan asli dari masyarakat jahiliyah) saat itu, hingga pada akhirnya Al-Qur'an menjelaskannya, menghapusnya. Kemudian menumbuhkan semangat, perasaan, pengetahuan, dan kisah baru dalam kelompok muslim.

2. Abdul Lathif Al-Khatib dalam Audhah Al-Tafasir menjelaskan bahwa ayat ini diturunkan untuk para pewasiat, dimana makna dibaliknyalah: “wahai para pemberi wasiat, ingatlah pada anak turunku yang lemah. Bagaimana keadaan mereka setelah kepergianmu? Pergaulilah pula anak-anak yatim, mereka yang dititipkan kepadamu. Didiklah mereka diruanganmu sebagaimana kamu ingin bergaul dengan anak-anakmu selepas kepergianmu”
3. Sedangkan menurut tafsir Al Misbah, surah An-Nisa ayat 9 di atas merupakan pedoman bagi umat islam agar memperhatikan kesejahteraan anak-anak keturunannya. Ayat ini merupakan peringatan bagi para pemilik harta untuk membagikan hartanya kepada keturunannya supaya tidak meninggalkan keturunan yang lemah secara ekonomi.

Namun, terdapat makna tersirat dalam kata “ضِعْفًا” yang artinya “lemah” pada ayat tersebut. Bahwasannya lemah yang dimaksud juga termasuk lemah secara fisik dan non fisik. Lemah secara fisik berhubungan dengan kesehatan, orang tua diharuskan memperhatikan kesehatan anak dengan memberikan nutrisi yang cukup sejak dalam kandungan, nutrisi tersebut berupa makanan dengan kandungan gizi seimbang dan termasuk jenis makanan yang halal juga cara mendapatkannya pun dengan cara yang halal sehingga resiko *stunting* lebih kecil. Sedangkan secara non

fisik, meliputi keimanan, karakter, kesehatan mental, emosional serta dalam segi ekonomi. Pertama, dalam bidang keimanan, orang tua diwajibkan mendidik anak tentang ilmu keagamaan terutama sholat sejak anak usia dini. Kedua, karakter anak perlu dibentuk dengan pola asuh yang baik. Ketiga, kesehatan mental anak utamanya dipengaruhi oleh lingkungan keluarga, keluarga yang harmonis dapat memberikan pengaruh besar terhadap kesehatan mental anak sehingga tingkat emosionalnya lebih terkontrol. Terakhir, dalam segi ekonomi hendaknya anak diberikan pendidikan agar anak mendapatkan keahlian pada suatu bidang sehingga dengan keahlian tersebut dapat dijadikan sumber penghasilan untuk masa depan.

Menurut ringkasan kemenag, ayat ini menganjurkan para orang tua untuk senantiasa memperhatikan kesejahteraan anak-anak keturunan mereka agar dikemudian hari mereka tidak hidup dalam keadaan yang lemah, tidak terurus dan hidup dalam kemiskinan. Dalam hal kesehatan, orang tua dianjurkan memberikan gizi yang cukup kepada anak supaya menjadi generasi yang sehat dan kuat. Gizi yang diberikan kepada anak harusnya 4 sehat 5 sempurna yang meliputi karbohidrat, sayuran, buah-buahan, lauk pauk serta makanan tambahan seperti susu, madu, minyak zaitun dan lain sebagainya. Selain itu, makanan yang 4 sehat 5 sempurna itu juga harus dipastikan halal baik secara jenisnya maupun cara mendapatkannya. Namun, pemberian air susu ibu kepada anaknya juga tidak kalah penting, karena dapat memberikan dampak pada kesehatan anak dan keberhasilannya di masa depan dikarenakan pada dasarnya tidak ada yang lebih baik dari pada air susu ibu. Secara psikologis, menyusui dapat menumbuhkan rasa kedekatan anak terhadap ibunya serta merupakan bentuk rasa kasih sayang ibu terhadap anaknya. Dianjurkan ibu dapat menyusui anaknya selama 2 tahun, hal

tersebut dijelaskan dalam firman Allah SWT Q.S. Luqman ayat 14 (Kementerian Agama RI, 2022):

وَوَصَّيْنَا الْإِنْسَانَ بِوَالِدَيْهِ حَمَلَتْهُ أُمُّهُ وَهْنًا عَلَى وَهْنٍ وَفِصَالَهُ فِي عَامَيْنِ أَنِ اشْكُرْ لِي وَلِوَالِدَيْكَ إِلَيَّ الْمَصِيرُ ۝١٤

“Kami mewasiatkan kepada manusia (agar berbuat baik) kepada kedua orang tua. Ibunya telah mengandungnya dalam keadaan lemah yang bertambah-tambah dan menyapihnya dalam dua tahun. (Wasiat kami) “Bersyukurlah kepadaku dan kepada kedua orang tuamu”. Hanya kepadaku kamu kembali”

Pada ayat ini terdapat pesan bahwa hendaklah seorang anak berbakti kepada kedua orang tuanya terutama kepada ibu yang telah mengandung anaknya selama 9 bulan kemudian menyusui dan menyapihnya sampai usia 2 tahun. Dalam proses tersebut, terkadang ibu mengalami banyak rintangan bahkan membuat fisiknya melemah. Sehingga bakti seorang anak kepada orang tuanya sudah selayaknya dilakukan sebagai bentuk balas budi atas perjuangan kedua orang tua. Hal tersebut sesuai dengan firman Allah SWT dalam Q. S. Al-Ahqaf ayat 15 (Kementerian Agama RI, 2022):

وَوَصَّيْنَا الْإِنْسَانَ بِوَالِدَيْهِ إِحْسَانًا حَمَلَتْهُ أُمُّهُ كُرْهًا وَوَضَعَتْهُ كُرْهًا وَحَمْلُهُ وَفِصَالُهُ ثَلَاثُونَ شَهْرًا حَتَّىٰ إِذَا بَلَغَ أَشُدَّهُ وَبَلَغَ أَرْبَعِينَ سَنَةً قَالَ رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَىٰ وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأَصْلِحْ لِي فِي ذُرِّيَّتِي إِنِّي تُبْتُ إِلَيْكَ وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ ۝١٥

“Kami wasiatkan kepada manusia agar berbuat baik kepada kedua orang tuanya. Ibunya telah mengandungnya dengan susah payah dan melahirkannya dengan susah payah (pula). Mengandung sampai menyapihnya itu selama tiga puluh bulan. Sehingga, apabila telah dewasa dan umurnya mencapai empat puluh tahun, dia (anak itu) berkata, “Wahai tuhanku, berilah petunjuk agar aku dapat mensyukuri nikmatmu yang telah engkau anugerahkan kepadaku dan kepada kedua orang tuaku, dapat beramal sholeh yang engkau ridhoi, dan berikanlah kesholehan kepadaku hingga kepada anak cucuku. Sesungguhnya aku bertobat kepadamu dan sesungguhnya aku termasuk orang-orang muslim”

Dalam ayat ini, dijelaskan bahwa masa hamil dan menyusui dilakukan selama 30 bulan. Sehubungan dengan hal ini, Ibnu ‘Abbas berkata, “Apabila seorang wanita mengandung selama 9 bulan maka ia cukup menyusui anaknya selama 21

bulan, apabila ia mengandung selama 7 bulan maka cukup ia menyusui anaknya selama 23 bulan, dan jika ia mengandung selama 6 bulan, ia menyusui anaknya selama 24 bulan”. Oleh karena itu, lebih baik apabila seorang anak disusui dengan air susu ibu (ASI), sesuai dengan ajaran Al Qur’an serta sesuai dengan anjuran ilmu kedokteran, kecuali jika dalam keadaan tidak memungkinkan dapat diganti menggunakan susu hewani maupun nabati. Sehingga ibulah yang paling banyak berhubungan dengan anak dalam merawat dan mendidiknya sampai ia sanggup mandiri. Hal ini menunjukkan bahwa kesukaran dan perjuangan ibu mulai mengandung, merawat, dan mendidik anaknya jauh lebih berat dibandingkan ayah. Maka dari itu hendaknya seorang anak taat kepada ibunya 3 kali lebih utama dibandingkan ayah sesuai dengan hadist (Kementerian Agama RI, 2022):

عَنْ بَهْزِ بْنِ حَكِيمٍ عَنْ أَبِيهِ عَنْ جَدِّهِ قَالَ: قُلْتُ يَا رَسُولَ اللَّهِ مَنْ أَبَرُّ قَالَ أُمُّكَ قُلْتُ ثُمَّ مَنْ قَالَ أُمُّكَ قُلْتُ ثُمَّ مَنْ قَالَ أُمُّكَ قُلْتُ ثُمَّ مَنْ قَالَ أَبُوكَ ثُمَّ الْأَقْرَبُ فَلَاقْرَبُ .
(حديث رواية ابوداود والترمذي)

Dari bahz bin hakim, dari bapaknya, dari kakeknya, “Aku bertanya ya Rasulullah, kepada siapakah aku wajib berbakti?” Rasulullah menjawab, “Kepada ibumu”. Aku bertanya, “Kemudian kepada siapa?” Rasulullah menjawab, “Kepada ibumu”. Aku bertanya, “Kemudian kepada siapa?” Rasulullah menjawab, “Kepada ibumu”. Aku bertanya, “Kemudian kepada siapa?” Rasulullah menjawab, “Kepada bapakmu. Kemudian kerabat yang lebih dekat. Kemudian kerabat yang lebih dekat”. (Hadist riwayat Abu Dawud dan At-Tirmidzi)

Islam telah mengatur semua aspek kehidupan manusia, dari permasalahan yang terkecil hingga yang terbesar. Permasalahan *stunting* pun telah diatur dalam ayat AL-Qur’an. Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, dapat diambil kesimpulan bahwa pemberian ASI merupakan hal penting bagi kesehatan bayi supaya terbentuk anak yang tidak lemah sesuai dengan Al-Qur’an surah An-Nisa ayat 9 dan surah Luqman ayat 14, sehingga dapat mengurangi resiko terjadinya *stunting*.

2.10 Kajian *Stunting* dengan Teori Pendukung

Stunting merupakan gangguan tumbuh kembang anak yang disebabkan utamanya karena kekurangan gizi dan dapat menimbulkan dampak jangka panjang yang buruk. Upaya percepatan penurunan *stunting* menjadi program prioritas pemerintah sebagaimana tercantum dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024. Mengacu pada Peraturan Presiden no. 42 tahun 2013 tentang gerakan nasional percepatan perbaikan gizi, pemerintah membuat beberapa program yang salah satunya adalah pembentukan IKPS yang terdiri dari 6 dimensi dan 11 indikator.

Indikator yang terdapat pada susunan IKPS akan dilakukan proses klasifikasi sehingga diperoleh hasil dan dapat menentukan kategori rendah, sedang, atau tinggi untuk kabupaten/kota di Indonesia. Metode yang digunakan dalam proses pengklasifikasian IKPS adalah metode *gradient boosting*, karena metode ini dapat membantu tingkat akurasi juga kestabilan prediksi dalam pohon klasifikasi.

Langkah pertama setelah mendapatkan data IKPS yaitu menentukan variabel dependen dan variabel independen. Selanjutnya, melakukan analisis statistika deskriptif guna memperoleh nilai dari variabel-variabel yang memungkinkan untuk dilakukan klasifikasi. Lalu membagi data menjadi dua bagian yaitu data *Training* dan data *Testing* untuk selanjutnya dibentuk model *gradient boosting*. Setelah muncul prediksi hasil *gradient boosting*, langkah selanjutnya dilakukan pengukuran tingkat ketepatan klasifikasi dengan melihat nilai akurasi yang diperoleh berdasarkan *confusion matrix*. Langkah terakhir yaitu melakukan analisis hasil prediksi klasifikasi yang telah terbentuk.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Pada penelitian ini, jenis pendekatan penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dan studi literatur. Pendekatan deskriptif kuantitatif merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menganalisis suatu sampel dari populasi yang bersifat numerik dengan menggunakan ilmu statistika. Jenis penelitian ini memberikan landasan pemahaman tentang karakteristik serta hubungan antar variabel pada suatu fenomena. Sedangkan studi literatur merupakan pendekatan yang dilakukan dengan cara mempelajari dan mengkaji teori dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, website serta berbagai sumber referensi lainnya yang berhubungan dengan topik penelitian.

3.2 Data dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder. Data sekunder merupakan jenis data yang diperoleh dari sumber data yang telah tersedia sehingga peneliti tidak mengambil data secara langsung di lapangan. Sumber data pada penelitian ini didapatkan dengan mengakses *website* Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia. Sedangkan data yang digunakan adalah data indeks khusus penanganan stunting pada 514 kabupaten/kota di Indonesia tahun 2022.

3.3 Variabel Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 1 variabel *dependent* (Y) dan 10 variabel *independent* (X). Berikut merupakan rincian variabel yang digunakan pada penelitian (BPS, 2022):

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

No.	Dimensi	Indikator		Nilai	Dasar Penentuan
1.	-	Indeks Khusus Penanganan Stunting (IKPS) menurut kabupaten/kota di Indonesia	Y	Rendah: 53,9-65,5 Sedang: 65,5-77,2 Tinggi: 77,3-88,9	Laporan Indeks Khusus Penanganan Stunting (IKPS) tahun 2021-2022
2.	Kesehatan	Imunisasi	X_1	0-90	RPJMN
		Penolong persalinan oleh tenaga kesehatan di fasilitas kesehatan	X_2	0-100	Kesepakatan pakar
		Keluarga Berencana (KB) modern	X_3	0-80	Kesepakatan pakar
3.	Gizi	ASI eksklusif	X_4	0-80	Rancangan perpres dan kesepakatan pakar
		Makanan pendamping ASI (MP-ASI)	X_5	0-80	Kesepakatan pakar
4.	Perumahan	Air minum layak	X_6	0-100	Rancangan perpres dan kesepakatan pakar
		Sanitasi layak	X_7	0-100	Kesepakatan pakar
5.	Pendidikan	Pendidikan anak usia dini (PAUD)	X_8	0-90	Kesepakatan pakar
6.	Perlindungan Sosial	Pemanfaatan jaminan kesehatan	X_9	0-80	Kesepakatan pakar
		Penerima KPS/KKS	X_{10}	0-80	Kesepakatan pakar

Berikut merupakan penjelasan secara rinci pada masing-masing variabel:

1. Imunisasi (X_1)

Merupakan presentase anak usia 12-23 bulan yang menerima imunisasi dasar secara lengkap.

2. Penolong persalinan oleh tenaga kesehatan di fasilitas kesehatan (X_2)

Merupakan perempuan pernah kawin (PPK) dengan usia 15-49 tahun dimana proses melahirkan terakhirnya ditolong oleh tenaga kesehatan terlatih di fasilitas kesehatan.

3. Keluarga Berencana (KB) modern (X_3)

Merupakan presentase perempuan dengan usia reproduksi 15-49 tahun atau yang memiliki pasangan aktif secara seksual dan ingin menunda untuk memiliki anak atau tidak ingin memiliki anak lagi sehingga menggunakan alat kontrasepsi modern.

4. ASI eksklusif (X_4)

Merupakan presentase bayi dengan usia kurang dari 6 bulan yang mendapatkan asupan ASI eksklusif.

5. Makanan pendamping ASI (MP-ASI) (X_5)

Merupakan presentase anak dengan usia 6-23 bulan yang mendapatkan makanan pendamping ASI.

6. Air minum layak (X_6)

Merupakan presentase rumah tangga yang memiliki akses terhadap pelayanan sumber air minum layak.

7. Sanitasi layak (X_7)

Merupakan presentase rumah tangga yang memiliki akses terhadap layanan sanitasi layak dan berkelanjutan.

8. Pendidikan anak usia dini (PAUD) (X_8)

Merupakan presentase angka partisipasi kasar (APK) PAUD usia 3-6 tahun

9. Pemanfaatan jaminan kesehatan (X_9)

Merupakan presentase penduduk yang memiliki JKN/jamkesda

10. Penerima KPS/KKS (X_{10})

Merupakan presentase rumah tangga yang menerima KPS/KKS atau bantuan pangan.

3.4 Tahapan Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

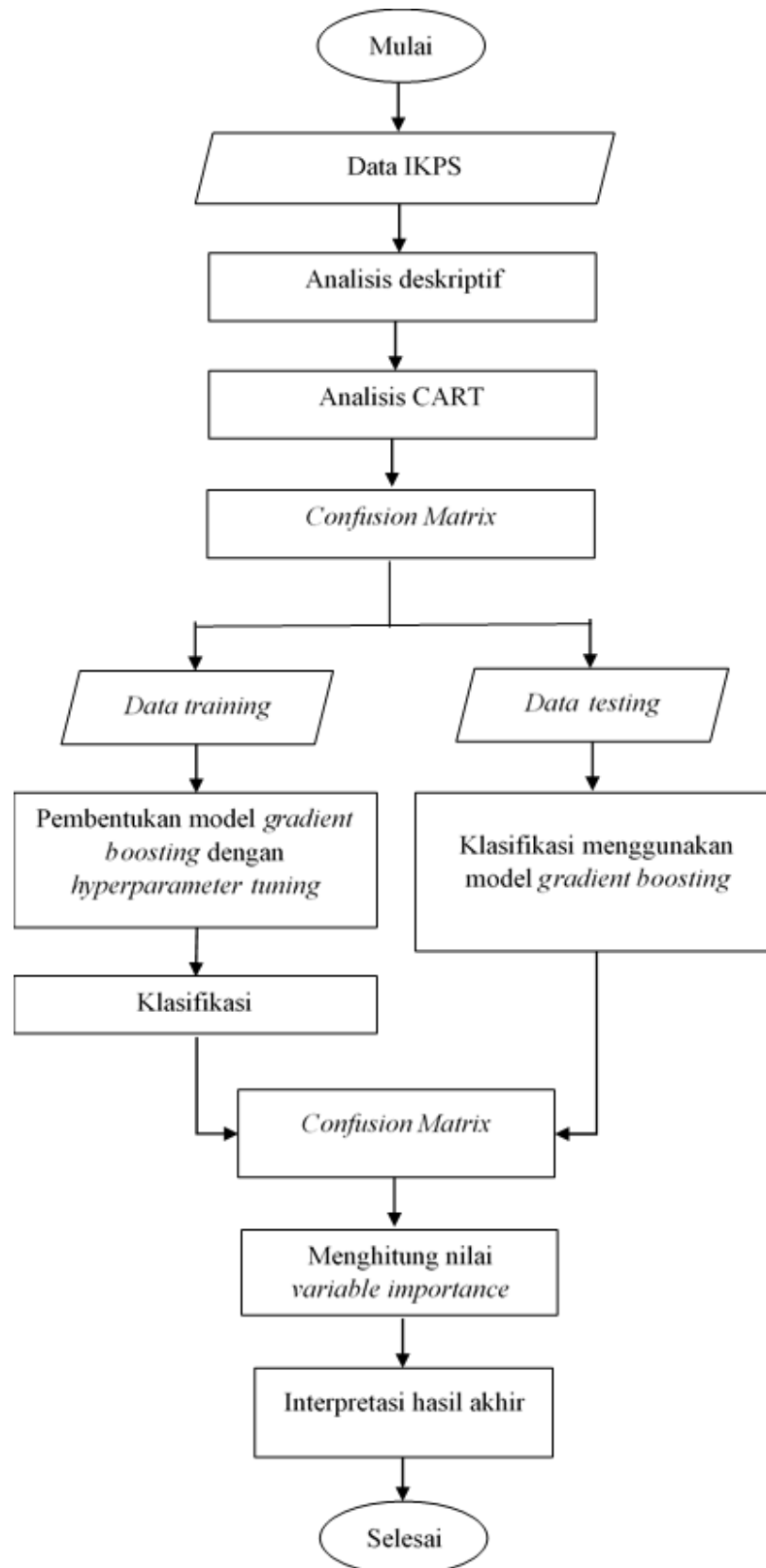
1. Mengumpulkan data sekunder dari badan pusat statistika (BPS) yang berupa data indeks khusus penanganan *stunting* (IKPS) kabupaten/kota pada tahun 2022 yang terdiri dari 1 variabel dependent (Y) dan 10 variabel independent (X).
2. Melakukan analisis deskriptif pada data untuk memperoleh informasi karakteristik indeks khusus penanganan *stunting*.
3. Membagi data menjadi 2 bagian yaitu data *training* dan data *testing*. Data *training* digunakan untuk melatih data yang sudah diberi label guna membentuk model, sedangkan data *testing* digunakan untuk memprediksi kelas dan untuk mengecek keakuratan model yang telah terbentuk. Pembagian data pada penelitian ini terdiri dari 70%, 75%, 80%, 85%, 90% data *training* dan 30%, 25%, 20%, 15%, 10% data *testing*, kemudian

dilakukan perhitungan akurasi pada masing-masing kombinasi data menggunakan metode CART. Kemudian melakukan pembentukan pohon klasifikasi berdasarkan kombinasi data terbaik yang telah didapatkan dengan metode CART:

- a. Pemilihan pemilah pada variabel independen dengan menggunakan kaidah *goodness of split* dan indeks gini berdasarkan persamaan 2.1, dimana nilai *goodness of split* terbesar akan dijadikan *internal node* berdasarkan persamaan 2.2, persamaan 2.3, persamaan 2.4, dan persamaan 2.5.
 - b. Penentuan terminal node (simpul akhir) / *leaf node*
 - c. Penandaan label kelas berdasarkan nilai $p(j|t)$ terbesar berdasarkan persamaan 2.6
 - d. Pemangkasan pada pohon klasifikasi
 - e. Penentuan jumlah pohon klasifikasi optimal
4. Melakukan klasifikasi menggunakan metode *gradient boosting* dengan *tuning parameter* guna menentukan nilai parameter optimal menggunakan parameter *subsample*, *n_estimators*, *max_depth*, dan *learning_rate*. Proses yang dilakukan sebagai berikut:
- a. Menentukan nilai konstan awal berdasarkan peluang prior pada masing-masing kelas dengan rumus pada persamaan 2.8
 - b. Menghitung nilai residual dengan membandingkan prediksi awal dari model sebelumnya dengan nilai target aktual dengan rumus pada persamaan 2.9
 - c. Meminimalkan residual

- d. Residual yang tersisa di perbarui berdasarkan prediksi dari model terbaru pada persamaan
 - e. Menggabungkan nilai prediksi dari semua model yang telah dibentuk dengan rumus pada persamaan 2.10
5. Setelah didapatkan model menggunakan data *training* dengan metode *gradient boosting* kemudian melakukan klasifikasi dengan data *training* dan data *testing*.
 6. Selanjutnya melakukan pengecekan kinerja klasifikasi dengan *confusion matrix* yang terdiri dari nilai *accuracy* berdasarkan persamaan 2.13, *precision* berdasarkan persamaan 2.17, *sensitivity* berdasarkan persamaan 2.18, dan *specificity* berdasarkan persamaan 2.19.
 7. Tahap terakhir, yaitu menghitung nilai *features importance* yang digunakan untuk mengetahui variabel paling berpengaruh (*variable Importance*) terjadinya *stunting* dengan persamaan 2.20.

3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Deskriptif

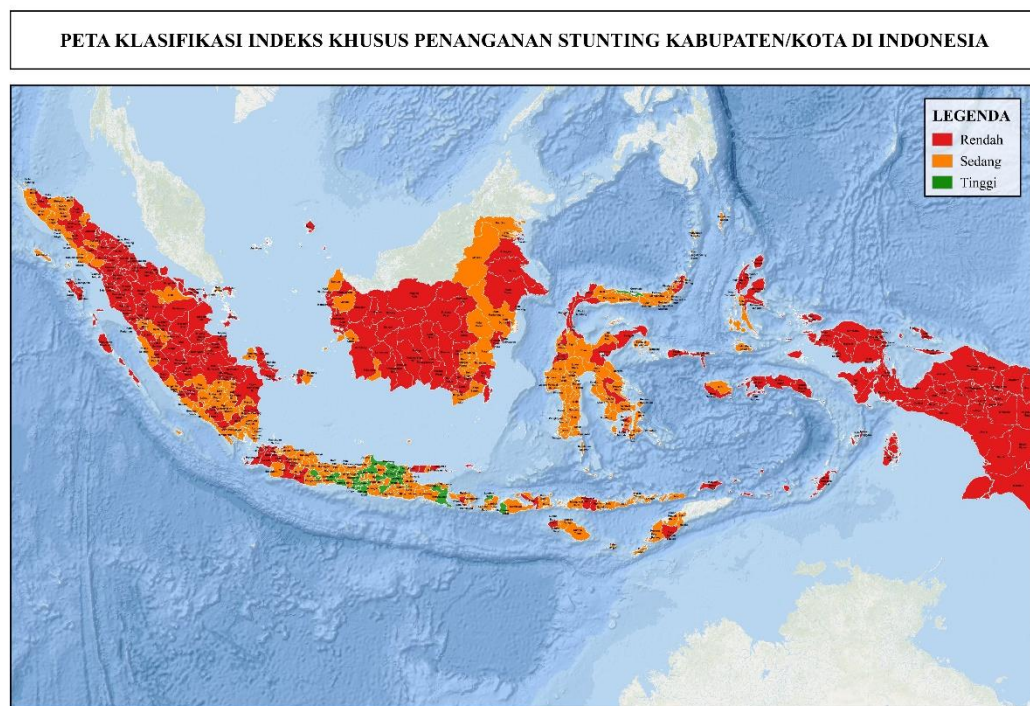
Tahapan penelitian yang dilakukan sebelum melakukan analisis data adalah analisis deskriptif. Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan karakteristik masing-masing variabel pada data. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Indeks Khusus Penanganan Stunting (IKPS) yang diambil dari website BPS dengan variabel dependent (Y) yaitu indeks khusus penanganan stunting (IKPS) menurut 514 kabupaten/kota di Indonesia pada tahun 2022. Kabupaten/kota dikategorikan memiliki presentase IKPS kelas rendah apabila berada pada rasio 53,9 – 65,5. Jika presentase IKPS berada pada rasio 65,6 – 77,2 maka dikategorikan dalam kelas sedang. Sedangkan apabila presentase IKPS berada pada rasio 77,3 – 88,9 maka dikategorikan dalam kelas tinggi.



Gambar 4.1 Pie Chart Kategori Indeks Khusus Penanganan Stunting di Indonesia Tahun 2022

Berdasarkan Gambar 4.1, menunjukkan bahwa dari 514 kabupaten/kota di Indonesia, terdapat 43% atau sebanyak 219 kabupaten/kota yang termasuk dalam

kelas rendah. Selanjutnya, pada kelas sedang terdapat 50% atau sebanyak 259 kabupaten/kota. Sedangkan sisanya sebesar 7% atau sebanyak 36 kabupaten/kota tergolong dalam kategori kelas tinggi. Berikut merupakan peta klasifikasi indeks khusus penanganan *stunting* kabupaten/kota di Indonesia:



Gambar 4.2 Peta Klasifikasi Indeks Khusus Penanganan *Stunting* di Indonesia Tahun 2022

Berdasarkan peta klasifikasi di atas, pulau Papua merupakan pulau paling rendah tingkat penanganan *stunting*nya, dimana semua kabupaten/kota pada pulau tersebut berwarna merah semua yang artinya masuk dalam kelas rendah sedangkan pulau Jawa merupakan pulau yang paling baik tingkat penanganan *stunting*nya, dimana pada pulau tersebut warna merah atau kelas rendah terhitung sedikit dan warna hijau atau kelas tinggi paling banyak terdapat pada kelas tersebut. Hal tersebut dapat terjadi karena di pulau Papua masih banyak pernikahan dini yang menjadi salah satu penyebab terjadinya *stunting*, selain itu kurangnya pemahaman

masyarakatnya terkait pentingnya asupan gizi pada anak dalam mendukung masa pertumbuhannya.

Terdapat 10 indikator yang mempengaruhi nilai indeks khusus penanganan *stunting* menurut kabupaten/kota di Indonesia, diantaranya imunisasi (X_1), Penolong persalinan oleh tenaga kesehatan di fasilitas kesehatan (X_2), Keluarga Berencana (KB) modern (X_3), ASI eksklusif (X_4), Makanan pendamping ASI (MP-ASI) (X_5), Air minum layak (X_6), Sanitasi layak (X_7), Pendidikan anak usia dini (PAUD) (X_8), Pemanfaatan jaminan kesehatan (X_9), Penerima KPS/KKS (X_{10}) yang menjadi variabel independent (X). Indikator pertama yaitu presentase anak usia 12 – 23 bulan yang menerima imunisasi dasar lengkap. Berikut merupakan deskriptif indikator imunisasi dengan rasio berdasarkan kategori kelas rendah, sedang, dan tinggi pada variabel dependent (Y).

Tabel 4.1 Deskriptif Indikator Imunisasi (X_1)

Variabel	Mean	Standar Deviasi	Minimum	Maksimum
Rendah	54,78	23,99	0	100
Sedang	74,18	19,53	3,4	100
Tinggi	88,1	10,9	51,6	100

Berdasarkan tabel 4.1, diketahui bahwa indikator imunisasi pada Indeks Khusus Penanganan Stunting (IKPS) memiliki nilai presentase rata-rata sebesar 54,78% pada kelas rendah, dengan nilai standar deviasi 23,99%, serta nilai minimum 0% yang dimiliki oleh daerah pegunungan Arfak, Puncak Jaya, Yahukimo, Puncak, serta Dogiyai, dan nilai maksimum 100% yang dimiliki oleh daerah Tolikara, Banggai, Minahasa Utara, Barito Selatan, Bangkalan, Kepahiang. Selanjutnya, nilai rata-rata sebesar 74,18% pada kelas sedang, dengan nilai standar deviasi 19,53%, serta nilai minimum 3,4% yang dimiliki oleh daerah Aceh Utara dan nilai maksimum 100% yang dimiliki oleh daerah Bangka Barat, Belitung

Timur, Pangandaran, Pacitan, Trenggalek, Madiun, Gianyar, Karangasem. Terakhir, nilai rata-rata pada kelas tinggi sebesar 88,1%, dengan standar deviasi 10,9% juga nilai minimum 51,6% pada daerah Sumbawa Barat dan nilai maksimum 100% pada daerah Purbalingga, Klaten, Kota Surakarta, Kulon Progo, Bantul, Ngawi, Kota Blitar, Kota Batu.

Nilai indeks 0% pada kelas rendah berarti bahwa dengan menggunakan sampel rumah tangga sebanyak 345.000 sampel yang diambil, di kabupaten/kota tersebut masyarakatnya tidak mengikuti kegiatan imunisasi, sedangkan nilai indeks sebesar 100% pada variabel ini menunjukkan bahwa nilai indeksnya telah mencapai batas atas yaitu sebesar 90 dimana batas tersebut digunakan berdasarkan RPJMN 2020-2024. Berdasarkan nilai minimum yang didapatkan dari masing-masing kelas, dapat disimpulkan bahwa besarnya nilai indeks imunisasi dapat mempengaruhi tingkat penanganan *stunting*. Nilai presentasi yang semakin tinggi pada indikator imunisasi, menunjukkan bahwa semakin lengkap imunisasi yang diterima oleh anak-anak di Indonesia. Sehingga hal ini dapat mewujudkan tujuan imunisasi yaitu untuk membentuk kekebalan anak supaya tahan terhadap serangan penyakit.

Tabel 4.2 Deskriptif Indikator Penolong Persalinan oleh Tenaga Kesehatan di Fasilitas Kesehatan (X_2)

Variabel	Mean	Standar Deviasi	Minimum	Maksimum
Rendah	75,76	21,35	0	100
Sedang	91,88	9,09	54,3	100
Tinggi	98,11	2,6	88,5	100

Pada Tabel 4.2 memuat analisis deskriptif penolong persalinan oleh tenaga kesehatan di fasilitas kesehatan yang merupakan presentase perempuan pernah kawin (PPK) pada usia 15-49 tahun yang proses melahirkan terakhirnya ditolong oleh tenaga kesehatan terlatih di fasilitas kesehatan. Kelas rendah pada indikator ini, memperoleh nilai rata-rata sebesar 75,76% dengan nilai standar deviasi 21,35%

serta nilai minimum 0% pada daerah Dogiyaidan nilai maksimum 100% pada daerah Deiyai, Puncak, Ngada, Klungkung. Selanjutnya, pada kelas sedang diperoleh nilai rata-rata 91,88% dengan nilai standar deviasi 9,09% juga nilai minimum dan maksimum secara berurutan sebesar 54,3% pada daerah Kayong Utara dan 100% pada daerah Aceh Barat, Tanah Datar, Kota Solok, Kota Sawah Lunto, Kota Padang Panjang, Kota Bukittinggi, Kota Payakumbuh, Bengkulu Selatan, Kota Bandar Lampung, Kota Pangkal Pinang, Kepulauan Seribu, Kota Bekasi, Kota Banjar, Banjarnegara, Wonosobo, Blora, Kendal, Pekalongan, Tegal, Kota Salatiga, Kota Pekalongan, Kota Tegal, Pacitan, Pacitan, Magetan, Kota Probolinggo, Kota Tangerang, Jembrana, Badung, Gianyar, Bangli, Kota Mataram, Nagekeo, Sidenreng Rappang, Kota Pare-Pare. Sedangkan pada kelas tinggi diperoleh nilai rata-rata 98,11%, dengan standar deviasi 2,6% juga nilai minimum 88,5% pada daerah Sumbawa Barat dan nilai maksimum 100% pada daerah Banyumas, Sukoharjo, Rembang, Kota Surakarta, Sleman, Ngawi, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Mojokerto, Kota Madiun, Kota Batu, Gorontalo Utara.

Nilai indeks 0% pada kelas rendah berarti bahwa berdasarkan sampel rumah tangga yang diambil sebanyak 345.000 sampel, di kabupaten/kota tersebut tidak terdapat penolong persalinan oleh tenaga kesehatan di fasilitas kesehatan, sedangkan nilai indeks sebesar 100% pada variabel ini menunjukkan bahwa nilai indeksnya telah mencapai batas atas yaitu sebesar 100. Berdasarkan nilai minimum yang didapatkan dari masing-masing kelas, dapat disimpulkan bahwa besarnya nilai indeks penolong persalinan oleh tenaga kesehatan di fasilitas kesehatan dapat mempengaruhi tingkat penanganan *stunting*. Nilai presentase penolong persalinan oleh tenaga kesehatan di fasilitas kesehatan yang tinggi dipengaruhi oleh

pengetahuan ibu, ekonomi, tradisi atau kebiasaan serta layanan dan tenaga kesehatan yang tersedia di daerah tersebut. Semakin tinggi faktor-faktor tersebut maka semakin besar pula keputusan untuk memilih proses persalinan yang ditolong oleh tenaga kesehatan.

Tabel 4.3 Deskriptif Indikator Keluarga Berencana (KB) Modern (X_3)

Variabel	Mean	Standar Deviasi	Minimum	Maksimum
Rendah	57	22,78	0,3	96,4
Sedang	65,97	15,12	18,6	96,5
Tinggi	70,6	11,81	43,9	88,5

Berdasarkan tabel 4.3, diketahui bahwa indikator keluarga berencana (KB) modern pada Indeks Khusus Penanganan Stunting (IKPS) yang merupakan proporsi perempuan usia reproduksi 15-49 tahun atau memiliki pasangan yang aktif secara seksual dan ingin menunda memiliki anak atau tidak ingin menambah anak lagi sehingga menggunakan alat kontrasepsi metode modern memiliki nilai presentase rata-rata sebesar 57% pada kelas rendah, dengan nilai standar deviasi 22,78%, serta nilai minimum 0,3% pada daerah Puncak Jaya dan nilai maksimum 96,4% pada daerah Lampung Barat. Selanjutnya, nilai rata-rata sebesar 65,97% pada kelas sedang, dengan nilai standar deviasi 15,12%, serta nilai minimum 18,6% pada daerah Nagekeo dan nilai maksimum 96,5% pada daerah Penukal Abab Lematang Ilir. Terakhir, nilai rata-rata pada kelas tinggi sebesar 70,6%, dengan standar deviasi 11,81% juga nilai minimum 43,9% pada daerah Kota Surakarta dan nilai maksimum 88,5% pada daerah Lombok Utara.

Berdasarkan nilai minimum yang didapatkan dari masing-masing kelas, dapat disimpulkan bahwa besarnya nilai indeks keluarga berencana (KB) modern dapat mempengaruhi tingkat penanganan *stunting*. Nilai presentase yang semakin tinggi

pada indikator keluarga berencana (KB) modern dapat menekan laju pertumbuhan penduduk sehingga menciptakan generasi yang lebih berkualitas.

Tabel 4.4 Deskriptif Indikator ASI Eksklusif (X_4)

Variabel	Mean	Standar Deviasi	Minimum	Maksimum
Rendah	77,56	23,27	0	100
Sedang	87,94	16,94	0	100
Tinggi	88,75	17,61	21	100

Pada Tabel 4.4 memuat analisis deskriptif ASI eksklusif yang merupakan presentase bayi usia kurang dari enam bulan yang mendapatkan ASI eksklusif. Kelas rendah pada indikator ini, memperoleh nilai rata-rata sebesar 77,56% dengan nilai standar deviasi 23,27% serta nilai minimum 0% pada daerah Anambas, Tabanan dan nilai maksimum 100% pada daerah Tapanuli Utara, Langkat, Padang Lawas, Padang Lawas Utara, Kepulauan Mentawa, Bengkalis, Merangin, Tanjung Jabung Timur, Tebo, Musi Rawas Utara, Kota Pagar Alam, Kota Lubuklinggau, Bengkulu Tengah, Lampung Barat, Tulang Bawang Barat, Bangka, Cianjur, Lebak, Dompu, Manggarai Timur, Bengkayang, Mempawah, Kapuas Hulu, Sekadau, Melawi, Kota Singkawang, Gunung Mas, Barito Kuala, Paser, Mahakam Hulu, Bulungan, Toli-Toli, Kepulauan Aru, Buru Selatan, Kota Tual, Halmahera Tengah, Kota Ternate, Teluk Binturi, Jayawijaya, Nabire, Biak Numfor, Puncak Jaya, Mimika, Boven Digoel, Mappi, Asmat, Yahukimo, Pegunungan Bintang, Tolikara, Keerom, Waropen, Supiori, Nduga, Mamberamo Tengah, Yalimo, Puncak, Intan Jaya. Selanjutnya, pada kelas sedang diperoleh nilai rata-rata 87,94% dengan nilai standar deviasi 16,94% juga nilai minimum dan maksimum secara berurutan sebesar 0% pada daerah Balangan dan 100% pada daerah Simeulue, Aceh Singkil, Aceh Utara, Aceh Barat Daya, Aceh Tamiang, Kota Sabang, Kota Subulussalam, Karo, Kota Pemantang Siantar, Sijunjung, Tanah datar, Dharmasraya, Kota Solok,

Kota Sawah Lunto, Kota Padang Panjang, Kota Bukittinggi, Kota Payakumbuh, Kota Pariaman, Siak, Kerinci, Kota Sungai Penuh, Ogan Komering Ulu, Musi Rawas, Ogan Komering Ulu Timur, Ogan Ilir, Penulak Abab Lematang Ilir, Kota Prabumulih, Bengkulu Utara, Seluma, Lampung Utara, Way Kanan, Tulangbawang, Pesawaran, Pringsewu, Mesuji, Pesisir Barat, Belitung Timur, Sukabumi, Bandung, Karawang, Kota Bandung, Kota Bekasi, Kota Depok, Cilacap, Banjarnegara, Wonosobo, Wonogiri, Karanganyar, Sragen, Jepara, Temanggung, Kendal, Tegal, Kota Semarang, Pacitan, Tulungagung, Malang, Kota Malang, Jemberana, Gianyar, Lombok Tengah, Kota Bima, Sumba Barat, Sumba Timur, Kupang, Timor Timur Utara, Flores Timur, Sikka, Manggarai, Rote Ndao, Sumba Tengah, Sabu Raijua, Kayong Utara, Barito Timur, Kutai Barat, Kutai Kartanegara, Panajam Paser Utara, Kota Bontang, Malinau, Tana Tidung, Nunukan, Kepulauan Talaud, Minahasa Tenggara, Bolaang Mongondow Selatan, Boolang Mongondow Timur, Kota Tomohon, Buol, Sigi, Banggai Laut, Kepulauan Selayar, Bantaeng, Jeneponto, Takalar, Maros, Barru, Wajo, Sidenreng Rappang, Pinrang, Enrekang, Luwu, Luwu Utara, Toraja Utara, Kota Parepare, Kota Palopo, Wakatobi, Kolaka Utara, Buton Utara, Gorontalo, Mamasa, Mamuju, Buru, Kota Tidore. Sedangkan pada kelas tinggi diperoleh nilai rata-rata 88,75%, dengan standar deviasi 17,61% juga nilai minimum 21% pada daerah Kota Pasuruan dan nilai maksimum 100% pada daerah Kota Metro, Ciamis, Banyumas, Purbalingga, Sukoharjo, Pati, Kota Surakarta, Kulon Progo, Gunung Kidul, Sleman, Kota Yogyakarta, Ponorogo, Ngawi, Bojonegoro, Lamongan, Sumbawa Barat, Lombok Utara, Gorontalo Utara.

Nilai indeks 0% pada kelas rendah dan sedang berarti bahwa berdasarkan sampel rumah tangga yang diambil sebanyak 345.000, di kabupaten/kota tersebut para ibu tidak memberikan ASI eksklusif pada anak, sedangkan nilai indeks sebesar 100% pada variabel ini menunjukkan bahwa nilai indeksnya telah mencapai batas atas yaitu sebesar 80 dimana dasar penentuannya pada rancangan perpres dan kesepakatan pakar. Berdasarkan nilai minimum yang didapatkan dari masing-masing kelas, dapat disimpulkan bahwa besarnya nilai ASI Eksklusif dapat mempengaruhi tingkat penanganan *stunting*. Nilai presentase ASI eksklusif yang tinggi dipengaruhi oleh pengetahuan ibu mengenai pemberian ASI eksklusif, kondisi ASI pada ibu, dukungan keluarga serta perilaku inisiasi menyusui dini (IMD) sesaat setelah melahirkan. Semakin tinggi faktor-faktor tersebut maka semakin besar pula keputusan untuk memberikan ASI eksklusif pada anak.

Tabel 4.5 Deskriptif Indikator Makanan Pendamping ASI (MP-ASI) (X_5)

Variabel	Mean	Standar Deviasi	Minimum	Maksimum
Rendah	79,81	17,06	0	100
Sedang	87,29	8,2	52,5	100
Tinggi	91,56	10,62	71	100

Berdasarkan tabel 4.5, diketahui bahwa indikator makanan pendamping ASI (MP-ASI) pada Indeks Khusus Penanganan Stunting (IKPS) yang merupakan presentase anak usia 6-23 bulan yang mendapatkan makanan pendamping ASI memiliki nilai presentase rata-rata sebesar 79,81% pada kelas rendah, dengan nilai standar deviasi 17,06%, serta nilai minimum 0% pada daerah Dogiyai dan nilai maksimum 100% pada daerah Pidie, Gayo Lues, Pidie Jaya, Padang Lawas Utara, Padang Lawas, Pasaman Barat, Kuantan Singingi, Pelalawan, Rokan Hulu, Sarolangun, Tebo, Bungo, Musi Rawas Utara, Kota Pagar Alam, Tulang Bawang Barat, Bogor, Cianjur, Manggarai Timur, Sintang, Sekadau, Melawi, Sorong,

Jayawijaya, Pegunungan Bintang, Tolikara, Mamberamo, Nduga, Lanny Jaya, Yalimo, Puncak. Selanjutnya, nilai rata-rata sebesar 87,29% pada kelas sedang, dengan nilai standar deviasi 8,2%, serta nilai minimum 52,5% pada daerah Bone Bolango dan nilai maksimum 100% pada daerah Aceh Selatan, Aceh Barat, Aceh Barat Daya, Nagan Raya, Aceh Jaya, Tanah Datar, Dharmasraya, Kota Bukittinggi, Kota Payakumbuh, Kota Sungai Penuh, Ogan Komering Ulu, Musi Rawas, Bengkulu Selatan, Bengkulu Utara, Lampung Selatan, Lampung Utara, Bandung, Tasikmalaya, Kota Bandung, Cilacap, Purworejo, Wonosobo, Boyolali, Blora, Batang, Pekalongan, Pemalang, Tegal, Brebes, Kota Tegal, Kota Malang, Lombok Barat, Flores Timur, Ende, Manggarai, Sambas, Tabalong, Balangan, Kota Kotamobagu, Kepulauan Selayar, Sinjai, Enrekang, Boalemo, Maluku Barat Daya. Terakhir, nilai rata-rata pada kelas tinggi sebesar 91,56%, dengan standar deviasi 10,62% juga nilai minimum 71% pada daerah Gorontalo Utara dan nilai maksimum 100% pada daerah Ciamis, Banyumas, Purbalingga, Kebumen, Magelang, Sukoharjo, Rembang, Pati, Sleman, Ngawi, Tuban, Lombok Utara.

Nilai indeks 0% pada kelas rendah berarti bahwa berdasarkan sampel rumah tangga yang diambil sebanyak 345.000, di kabupaten/kota tersebut para ibu tidak memberikan makanan pendamping ASI pada anak, sedangkan nilai indeks sebesar 100% pada variabel ini menunjukkan bahwa nilai indeksnya telah mencapai batas atas yaitu sebesar 80 dimana dasar penentuannya berdasarkan kesepakatan pakar. Berdasarkan nilai minimum yang didapatkan dari masing-masing kelas, dapat disimpulkan bahwa besarnya nilai makanan pendamping ASI dapat mempengaruhi tingkat penanganan *stunting*. Nilai presentase yang semakin tinggi pada indikator makanan pendamping ASI (MP-ASI) membuat anak dapat tumbuh dan

berkembang dengan baik dikarenakan kebutuhan energi serta nutrisinya yang tercukupi.

Tabel 4.6 Deskriptif Indikator Air Minum Layak (X_6)

Variabel	Mean	Standar Deviasi	Minimum	Maksimum
Rendah	80,07	17,67	0,2	99,7
Sedang	90,56	9,59	35,1	100
Tinggi	94,98	5,17	78,6	100

Pada Tabel 4.6 memuat analisis deskriptif Air minum layak yang merupakan presentase rumah tangga yang memiliki akses terhadap layanan sumber air minum layak. Kelas rendah pada indikator ini, memperoleh nilai rata-rata sebesar 80,07% dengan nilai standar deviasi 17,67% serta nilai minimum 0,2% pada daerah Mamberamo Tengah dan nilai maksimum 99,7% pada daerah Kota Tebing Tinggi. Selanjutnya, pada kelas sedang diperoleh nilai rata-rata 90,56% dengan nilai standar deviasi 9,59% juga nilai minimum dan maksimum secara berurutan sebesar 35,1% pada daerah Mamasa dan 100% pada daerah Kota Probolinggo, Karangasem, Denpasar, Kota Mataram, Kota Baubau, Kota Gorontalo. Sedangkan pada kelas tinggi diperoleh nilai rata-rata 94,98%, dengan standar deviasi 5,17% juga nilai minimum 78,6% pada daerah Lamongan dan nilai maksimum 100% pada daerah Kota Pasuruan.

Nilai indeks sebesar 100% pada variabel ini menunjukkan bahwa nilai indeksnya telah mencapai batas atas yaitu sebesar 100 artinya semua sampel rumah tangga yang digunakan dalam penelitian sudah mengonsumsi air minum layak. Berdasarkan nilai minimum yang didapatkan dari masing-masing kelas, dapat disimpulkan bahwa besarnya nilai air minum layak dapat mempengaruhi tingkat penanganan *stunting*. Nilai presentase air minum layak yang tinggi dipengaruhi oleh pengetahuan masyarakat tentang pentingnya penggunaan sumber air minum

layak, keadaan ekonomi serta lokasi tempat tinggal yang tidak mudah mendapatkan sumber air minum layak. Semakin tinggi faktor-faktor tersebut maka semakin besar pula kemungkinan masyarakat mendapatkan air minum layak.

Tabel 4.7 Deskriptif Indikator Sanitasi Layak (X_7)

Variabel	Mean	Standar Deviasi	Minimum	Maksimum
Rendah	69,67	21,77	0,6	98,1
Sedang	83,03	10,37	49,9	100
Tinggi	88,68	9,26	51,6	98,8

Berdasarkan tabel 4.7, diketahui bahwa indikator sanitasi layak pada Indeks Khusus Penanganan Stunting (IKPS) yang merupakan presentase rumah tangga yang memiliki akses terhadap layanan sanitasi layak dan berkelanjutan memiliki nilai presentase rata-rata sebesar 69,67% pada kelas rendah, dengan nilai standar deviasi 21,77%, serta nilai minimum 0,6% pada daerah Yalimo dan nilai maksimum 98,1% pada daerah Kota Pontianak. Selanjutnya, nilai rata-rata sebesar 83,03% pada kelas sedang, dengan nilai standar deviasi 10,37%, serta nilai minimum 49,9% pada daerah Kota Bandung dan nilai maksimum 100% pada daerah Denpasar. Terakhir, nilai rata-rata pada kelas tinggi sebesar 88,68%, dengan standar deviasi 9,26% juga nilai minimum 51,6% pada daerah Bondowoso dan nilai maksimum 98,8% pada daerah Kota Metro.

Nilai indeks sebesar 100% pada variabel ini menunjukkan bahwa nilai indeksnya telah mencapai batas atas yaitu sebesar 100 artinya semua sampel rumah tangga yang digunakan dalam penelitian sudah mendapatkan sanitasi layak. Berdasarkan nilai minimum yang didapatkan dari masing-masing kelas, dapat disimpulkan bahwa besarnya nilai sanitasi layak dapat mempengaruhi tingkat penanganan *stunting*. Nilai presentase yang semakin tinggi pada indikator sanitasi

layak membuat masyarakat lebih terhindar dari penyebaran penyakit sehingga tercipta masyarakat yang sehat.

Tabel 4.8 Deskriptif Indikator Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) (X_8)

Variabel	Mean	Standar Deviasi	Minimum	Maksimum
Rendah	28,51	11,54	0	58,1
Sedang	42,4	12,45	15,7	75,2
Tinggi	63,78	10,62	40,4	83,4

Pada Tabel 4.8 memuat analisis deskriptif pendidikan anak usia dini (PAUD) yang merupakan angka partisipasi kasar (APK) PAUD usia 3-6 tahun. Kelas rendah pada indikator ini, memperoleh nilai rata-rata sebesar 28,51% dengan nilai standar deviasi 11,54% serta nilai minimum 0% pada daerah Dogiyai dan nilai maksimum 58,1% pada daerah Pulau Taliabu. Selanjutnya, pada kelas sedang diperoleh nilai rata-rata 42,4% dengan nilai standar deviasi 12,45% juga nilai minimum dan maksimum secara berurutan sebesar 15,7% pada daerah Muara Enim dan 75,2% pada daerah Bone Bolango. Sedangkan pada kelas tinggi diperoleh nilai rata-rata 63,78%, dengan standar deviasi 10,62% juga nilai minimum 40,4% pada daerah Banyumas dan nilai maksimum 83,4% pada daerah Kulon Progo.

Nilai indeks 0% pada kelas rendah berarti bahwa berdasarkan sampel rumah tangga yang diambil sebanyak 345.000, di kabupaten/kota tersebut tidak terdapat anak yang mendapatkan pendidikan anak usia dini (PAUD). Berdasarkan nilai minimum yang didapatkan dari masing-masing kelas, dapat disimpulkan bahwa besarnya nilai pendidikan anak usia dini (PAUD) dapat mempengaruhi tingkat penanganan *stunting*. Nilai presentase pendidikan anak usia dini (PAUD) yang tinggi dipengaruhi oleh pemahaman masyarakat yang menganggap pentingnya pendidikan anak usia dini (PAUD) sebelum anak masuk sekolah dasar, keadaan ekonomi, serta tersedianya PAUD di daerah tersebut. Semakin tinggi faktor-faktor

tersebut maka semakin besar pula kemungkinan tingkat partisipasi anak untuk mengikuti pendidikan anak usia dini (PAUD).

Tabel 4.9 Deskriptif Indikator Pemanfaatan Jaminan Kesehatan (X_9)

Variabel	Mean	Standar Deviasi	Minimum	Maksimum
Rendah	65,35	18,79	16,5	100
Sedang	74,55	15,79	34,1	100
Tinggi	81,15	13,47	55,8	99,2

Berdasarkan tabel 4.9, diketahui bahwa indikator pemanfaatan jaminan kesehatan pada Indeks Khusus Penanganan Stunting (IKPS) yang merupakan presentase penduduk yang memiliki JKN/jamkesda memiliki nilai presentase rata-rata sebesar 65,35% pada kelas rendah, dengan nilai standar deviasi 18,79%, serta nilai minimum 16,5% pada daerah Pulau Taliabu dan nilai maksimum 100% pada daerah Paniai, Yahukimo, Pegunungan Bintang, Tolikara, Nduga, Mamberamo Tengah, Puncak. Selanjutnya, nilai rata-rata sebesar 74,55% pada kelas sedang, dengan nilai standar deviasi 15,79%, serta nilai minimum 34,1% pada daerah Ogan Komering Ulu Timur dan nilai maksimum 100% pada daerah Kayong Utara. Terakhir, nilai rata-rata pada kelas tinggi sebesar 81,15%, dengan standar deviasi 13,47% juga nilai minimum 55,8% pada daerah Ponorogo dan nilai maksimum 99,2% pada daerah Bojonegoro.

Nilai indeks sebesar 100% pada variabel ini menunjukkan bahwa nilai indeksnya telah mencapai batas atas yaitu sebesar 100 artinya semua sampel rumah tangga yang digunakan dalam penelitian sudah mendapatkan pemanfaatan jaminan kesehatan. Berdasarkan nilai minimum yang didapatkan dari masing-masing kelas, dapat disimpulkan bahwa besarnya nilai pemanfaatan jaminan kesehatan dapat mempengaruhi tingkat penanganan *stunting*. Nilai presentase yang semakin tinggi

pada indikator pemanfaatan jaminan kesehatan membuat lebih terjaminnya pengobatan pada masyarakat yang mengalami suatu penyakit.

Tabel 4.10 Deskriptif Indikator Penerima KPS/KKS (X_{10})

Variabel	Mean	Standar Deviasi	Minimum	Maksimum
Rendah	29,05	16,29	0	89,3
Sedang	45,84	17,39	3,1	96,3
Tinggi	61,21	15,5	24,5	89,8

Pada Tabel 4.10 memuat analisis deskriptif penerima KPS/KKS yang merupakan presentase rumah tangga yang menerima KPS/KKS atau bantuan pangan (penduduk 40 persen terbawah). Kelas rendah pada indikator ini, memperoleh nilai rata-rata sebesar 29,05% dengan nilai standar deviasi 16,29% serta nilai minimum 0% pada daerah Paniai, Puncak Jaya, Yahukimo, Pegunungan Bintang, Puncak, Deiyai dan nilai maksimum 89,3% pada daerah Nias Barat. Selanjutnya, pada kelas sedang diperoleh nilai rata-rata 45,84% dengan nilai standar deviasi 17,39% juga nilai minimum dan maksimum secara berurutan sebesar 3,1% pada daerah Kota Tangerang dan 96,3% pada daerah Sumba Tengah. Sedangkan pada kelas tinggi diperoleh nilai rata-rata 61,21%, dengan standar deviasi 15,5% juga nilai minimum 24,5% pada daerah Kota Batu dan nilai maksimum 89,8% pada daerah Banyumas.

Nilai indeks 0% pada kelas rendah berarti bahwa berdasarkan sampel rumah tangga yang diambil sebanyak 345.000, di kabupaten/kota tersebut tidak terdapat penerima KPS/KKS. Berdasarkan nilai minimum yang didapatkan dari masing-masing kelas, dapat disimpulkan bahwa besarnya nilai penerima KPS/KKS dapat mempengaruhi tingkat penanganan *stunting*. Kriteria penerima KPS/KKS diantaranya penyandang disabilitas dan lanjut usia yang bertempat tinggal di panti, gelandangan dan pengemis yang bertempat tinggal di panti atau tempat yang tak

layak huni, korban penyalahgunaan napza yang bertempat tinggal di panti atau lembaga kesejahteraan sosial (LKS), dan bekas warga binaan lembaga pemasyarakatan (BWBLP).

4.2 Analisis CART

Analisis CART adalah analisis yang digunakan untuk mengetahui hasil klasifikasi indeks khusus penanganan stunting (IKPS) menurut kabupaten/kota di Indonesia dengan 3 kategori kelas yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Langkah pertama yang dilakukan adalah membagi data menjadi data *Training* dan data *Testing* terhadap 514 data pada IKPS tahun 2022 dengan beberapa macam kombinasi data yang telah ditentukan.

4.2.1 Penentuan Data *Training* dan Data *Testing*

Presentase pembagian data *Training* dan *Testing* pada penelitian ini menggunakan 5 kombinasi data, yaitu (70%:30%), (75%:25%), (80%:20%), (85%:15%), (90%:10%). Dari kelima kombinasi data tersebut, selanjutnya dilakukan pembentukan model pada masing-masing kombinasi, kemudian dihitung tingkat akurasi klasifikasinya. Setelah hasil akurasi pada masing-masing kombinasi presentase data didapatkan, kemudian dilakukan tahap perbandingan. Data *Training* digunakan untuk membentuk pohon klasifikasi, sedangkan data *Testing* digunakan untuk menguji keakuratan model. Perhitungan akurasi pada kelima kombinasi data tercantum dalam lampiran 6, selanjutnya dibandingkan dalam tabel berikut:

Tabel 4.11 Akurasi Klasifikasi terhadap Kombinasi Data

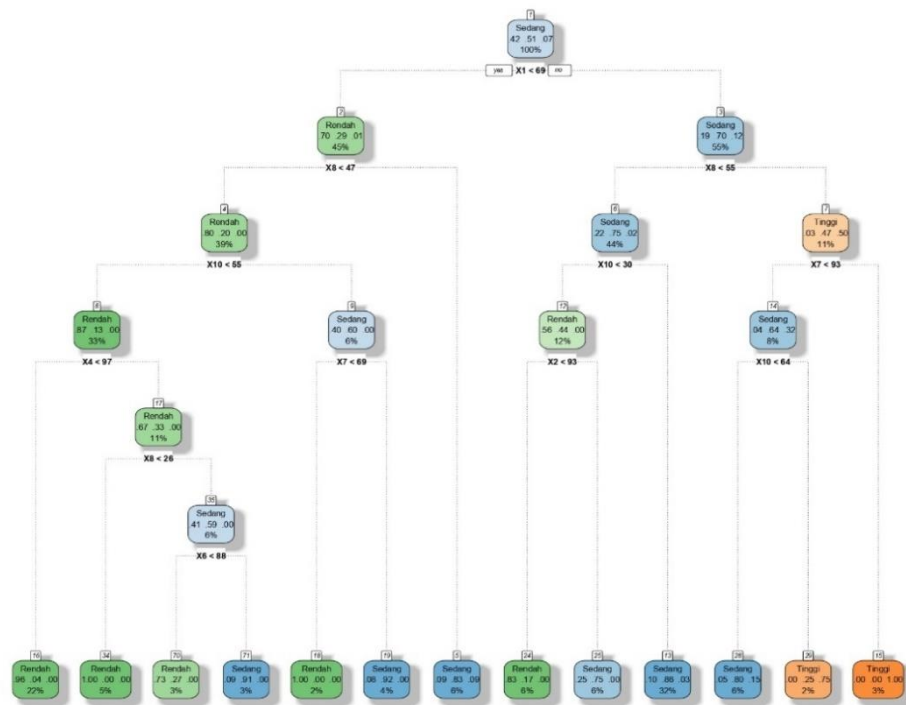
No.	Presentase Data (%)		Akurasi Klasifikasi Data	
	<i>Training</i>	<i>Testing</i>	<i>Training</i>	<i>Testing</i>
1.	70	30	0,88	0,75
2.	75	25	0,85	0,70
3.	80	20	0,87	0,67
4.	85	15	0,87	0,68
5.	90	10	0,87	0,73

Berdasarkan tabel 4.11, didapatkan hasil akurasi paling tinggi pada data *Training* dan data *Testing* yaitu pada kombinasi 70% data *Training* dan 30% data *Testing*. Akurasi yang dihasilkan dari kombinasi data tersebut yaitu 0,88 pada data *Training* dan 0,75 pada data *Testing*. Perbandingan yang dilakukan pada kelima kombinasi data dengan melihat presentase akurasi data *Testing*, dikarenakan data *Testing* digunakan untuk melihat kebaikan model yang dibentuk data *Training*. Sehingga pada tahap selanjutnya, menggunakan kombinasi data 70% data *Training* dan 30% data *Testing*.

4.2.2 Pembentukan Pohon Klasifikasi

Setelah didapatkan kombinasi data *Training* dan *Testing* terbaik, kemudian dilakukan pembentukan pohon klasifikasi. Gambar 4.3 merupakan hasil pohon klasifikasi berdasarkan data IKPS kabupaten/kota di Indonesia pada tahun 2022 dengan *root node* yang memiliki label sedang dikarenakan sebanyak 51% data *Training* menunjukkan IKPS yang memiliki kategori sedang, selanjutnya sebanyak 42% menunjukkan kategori rendah, dan sebanyak 7% menunjukkan kategori tinggi. Kemudian dilakukan pembagian simpul menjadi simpul kanan dan simpul kiri. Pada simpul kanan dihasilkan 45% data dengan Indikator Imunisasi (X_1) lebih kecil dari 69, sedangkan pada simpul kiri dihasilkan 55% data dengan indikator imunisasi (X_1) lebih besar sama dengan 69. Kedua simpul

tersebut kemudian masih dibagi lagi menjadi *internal node* selanjutnya sampai didapatkan *leaf node* yang merupakan simpul keputusan akhir dan sudah homogen.



Gambar 4.3 Hasil Pohon Klasifikasi pada IKPS Kabupaten/Kota Tahun 2022

Karakteristik masing-masing simpul dalam proses klasifikasi dalam pohon keputusan secara rinci adalah sebagai berikut:

1. *Internal node* 1 yang merupakan simpul kanan dihasilkan 70% kabupaten/kota memiliki kategori rendah, selanjutnya sebanyak 29% kabupaten/kota memiliki kategori sedang, dan sebanyak 1% kabupaten/kota memiliki kategori rendah. Sehingga pada simpul ini diberi label rendah dengan karakteristik kabupaten/kota yang memiliki indikator imunisasi (X_1) lebih kecil dari 69. *Internal node* 1 kemudian dibagi lagi menjadi *internal node* 3 dan *leaf node* 7 dengan rincian sebagai berikut:

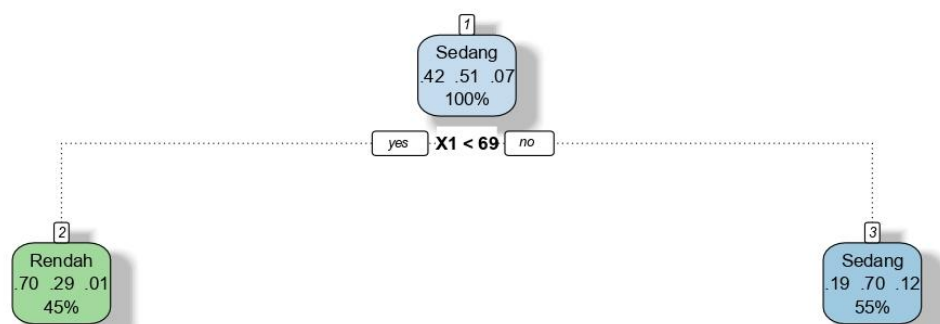
- a. *Internal node* 3 dibagi menjadi 2 simpul yang terdiri dari *internal node* 6 dengan karakteristik kabupaten/kota yang memiliki indikator penerima KPS/KKS (X_{10}) lebih kecil dari 55 dengan label rendah dan *internal node* 7 dengan karakteristik kabupaten/kota yang memiliki indikator penerima KPS/KKS (X_{10}) lebih besar sama dengan 55 dengan label sedang. Kemudian *internal node* 6 dibagi menjadi *leaf node* 1 label rendah dan *internal node* 10 dengan karakteristik kabupaten/kota yang memiliki indikator ASI eksklusif (X_4) lebih besar sama dengan 97. Selanjutnya *internal node* 10 dibagi menjadi *leaf node* 2 dengan label rendah dan *internal node* 11 dengan karakteristik kabupaten/kota yang memiliki indikator pendidikan anak usia dini (PAUD) (X_8) lebih besar sama dengan 26. *Internal node* 11 dibagi menjadi *leaf node* 3 dengan label rendah dan *leaf node* 4 dengan label sedang. Sedangkan *internal node* 7 dibagi menjadi *leaf node* 5 dengan label rendah dan *leaf node* 6 dengan label sedang.
 - b. *Leaf node* 7 dengan karakteristik kabupaten/kota yang memiliki indikator pendidikan anak usia dini (PAUD) (X_8) lebih besar sama dengan 47 dan diberikan label sedang dikarenakan sebanyak 83% datanya merupakan kelas sedang.
2. *Internal node* 2 yang merupakan simpul kanan dihasilkan 19% kabupaten/kota memiliki kategori rendah, selanjutnya sebanyak 70% kabupaten/kota memiliki kategori sedang, dan sebanyak 12% kabupaten/kota memiliki kategori sedang. Sehingga pada simpul ini diberi label rendah dengan karakteristik kabupaten/kota yang memiliki indikator

imunisasi (X_1) lebih besar sama dengan 69. *Internal node* 2 kemudian dibagi lagi menjadi *internal node* 4 dan *internal node* 5 dengan rincian sebagai berikut:

- Internal node* 4 dibagi menjadi 2 simpul yang terdiri dari *internal node* 8 dengan karakteristik kabupaten/kota yang memiliki indikator penerima KPS/KKS (X_{10}) lebih kecil dari 30 dengan label rendah dan *leaf node* 10 dengan label sedang. Kemudian *internal node* 8 dibagi menjadi *leaf node* 8 label rendah dan *leaf node* 9 dengan label sedang.
- Internal node* 5 dibagi menjadi 2 simpul yang terdiri dari *internal node* 9 dengan karakteristik kabupaten/kota yang memiliki indikator sanitasi layak (X_7) lebih kecil dari 93 dengan label sedang dan *leaf node* 13 dengan label tinggi. Kemudian *internal node* 9 dibagi menjadi *leaf node* 11 label sedang dan *leaf node* 12 dengan label tinggi.

Dengan pohon klasifikasi yang telah dihasilkan, kita dapat melakukan perhitungan manual dengan rincian sebagai berikut:

- Pemilihan pemilah pada variabel independen dengan menggunakan kaidah *goodness of split* dan indeks gini, dimana nilai *goodness of split* terbesar akan dijadikan *internal node*.



Gambar 4.4 Contoh Simpul Pohon CART

Rendah: 70% = 113 data

Rendah: 19% = 37 data

Sedang: 29% = 47 data

Sedang: 70% = 138 data

Tinggi: 1% = 2 data

Tinggi: 12% = 23 data

Persamaan indeks gini berdasarkan persamaan (2.1):

$$p(1|t) \cdot p(2|t) = 0,42 \cdot 0,51 = 0,2142$$

$$p(1|t) \cdot p(3|t) = 0,42 \cdot 0,07 = 0,0294$$

$$p(2|t) \cdot p(1|t) = 0,51 \cdot 0,42 = 0,2142$$

$$p(2|t) \cdot p(3|t) = 0,51 \cdot 0,07 = 0,0357$$

$$p(3|t) \cdot p(1|t) = 0,07 \cdot 0,42 = 0,0294$$

$$p(3|t) \cdot p(2|t) = 0,07 \cdot 0,51 = 0,0357$$

sehingga,

$$i(t) = \sum_{i=1, i \neq j}^k p(i|t)p(j|t) = 0,5586$$

Nilai indeks gini berkisar antara 0 sampai 1, dimana apabila nilainya mendekati 0 artinya pemisahan semakin sempurna. Berdasarkan perhitungan di atas dihasilkan nilai indeks gini 0,5586, sehingga perlu dilakukan pemisahan berikutnya guna dihasilkan pemisahan yang semakin baik. Selanjutnya dilakukan perhitungan persamaan *goodness of split* untuk melakukan evaluasi seberapa baik suatu simpul memisahkan data. Dalam perhitungan tersebut, langkah pertama yaitu dilakukan perhitungan berdasarkan persamaan (2.2):

$$\begin{aligned} i(t_L) &= 1 - \sum_{i=1}^k p^2(i|t) & i(t_R) &= 1 - \sum_{j=1}^k p^2(j|t) \\ &= 1 - \left(\left(\frac{113}{162} \right)^2 + \left(\frac{47}{162} \right)^2 + \left(\frac{2}{162} \right)^2 \right) & &= 1 - \left(\left(\frac{37}{198} \right)^2 + \left(\frac{138}{198} \right)^2 + \left(\frac{23}{198} \right)^2 \right) \\ &= 1 - ((0,698)^2 + (0,29)^2 + (0,01235)^2) & &= 1 - ((0,187)^2 + (0,697)^2 + (0,116)^2) \\ &= 1 - (0,4872 + 0,0754 + 0,00015) & &= 1 - (0,035 + 0,4858 + 0,0135) \\ &= 1 - 0,56275 & &= 1 - 0,5343 \end{aligned}$$

$$= 0,43725$$

$$= 0,4657$$

Selanjutnya untuk menghitung nilai peluang data pada node kiri (P_L) dan node kanan (P_R) berdasarkan persamaan (2.4) dan (2.5):

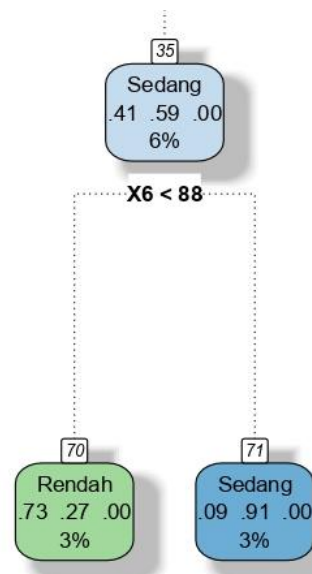
$$\begin{aligned} P_L &= \frac{N(t_L)}{N} \\ &= \frac{162}{360} \\ &= 0,45 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_R &= \frac{N(t_R)}{N} \\ &= \frac{198}{360} \\ &= 0,55 \end{aligned}$$

sehingga didapatkan nilai *goodness of split* sesuai persamaan (2.3):

$$\begin{aligned} \emptyset(s, t) &= \Delta i(s, t) \\ &= i(t) - P_L \cdot i(t_L) - P_R \cdot i(t_R) \\ &= 0,5586 - 0,45 \cdot 0,43725 - 0,55 \cdot 0,4657 \\ &= 0,5586 - 0,1968 - 0,256 \\ &= 0,1058 \end{aligned}$$

- b. Penandaan label kelas berdasarkan nilai $p(j|t)$ terbesar. Dalam contoh perhitungan ini menggunakan potongan *leaf node* yang diambil dari pohon klasifikasi CART yang telah dihasilkan di atas dan dihitung berdasarkan persamaan (2.6) dengan rincian sebagai berikut:



Gambar 4.5 Contoh *Leaf Node* Pohon CART

$$\begin{aligned}
 P(i_0|t) &= \max_i \frac{N_i(t)}{N(t)} \\
 &= \frac{73}{100} \cdot 11 \\
 &= 8
 \end{aligned}$$

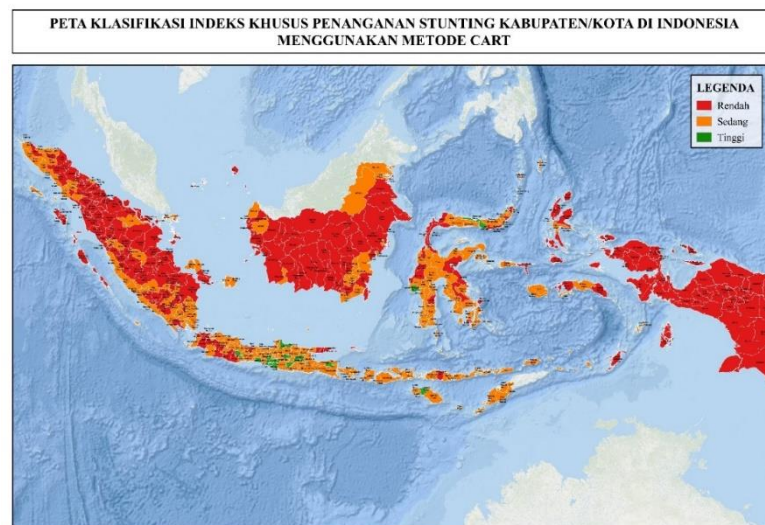
$$\begin{aligned}
 P(j_0|t) &= \max_j \frac{N_j(t)}{N(t)} \\
 &= \frac{91}{100} \cdot 11 \\
 &= 10
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan penandaan label kelas di atas, didapatkan nilai paling besar pada simpul kiri yaitu kelas rendah sebanyak 8 data dari jumlah keseluruhan 11 data pada simpul ini, maka data yang masuk pada simpul ini dikategorikan kelas rendah. Begitu juga dengan simpul kanan didapatkan nilai paling besar pada simpul ini yaitu kelas sedang sebanyak 10 data dari jumlah keseluruhan 11 data pada simpul ini, maka data yang masuk pada simpul ini dikategorikan dalam kelas sedang.

4.2.3 Hasil Klasifikasi Indeks Khusus Penanganan *Stunting*

menggunakan Metode CART

Berikut merupakan hasil klasifikasi indeks khusus penanganan *stunting* kabupaten/kota di Indonesia:



Gambar 4.6 Peta Klasifikasi Indeks Khusus Penanganan *Stunting* di Indonesia Tahun 2022 menggunakan metode CART

Berdasarkan gambar 4.6 di atas, dapat disimpulkan bahwa terdapat 82 kabupaten/kota yang belum diprediksi dengan tepat menggunakan metode CART. Kabupaten/kota tersebut diantaranya kabupaten Aceh Tamiang dimana data aktualnya masuk dalam kelas sedang tetapi menggunakan metode CART diprediksi masuk dalam kelas rendah, kabupaten Bener meriah dimana data aktualnya masuk dalam kelas sedang tetapi menggunakan metode CART diprediksi masuk dalam kelas rendah, Kabupaten Dairi dimana data aktualnya masuk dalam kelas rendah tetapi menggunakan metode CART diprediksi masuk dalam kelas sedang, dan kabupaten/kota lainnya.

4.2.4 *Confusion Matrix* Metode CART

Perhitungan tingkat akurasi ketepatan klasifikasi menggunakan metode CART pada pohon klasifikasi data IKPS kabupaten/kota di Indonesia tahun 2022 menggunakan data *Training* dan data *Testing* adalah sebagai berikut:

Tabel 4.12 *Confusion Matrix* Metode CART pada Data *Training*

Prediksi	Aktual			Total
	Rendah	Sedang	Tinggi	
Rendah	128	10	0	138
Sedang	22	173	9	204
Tinggi	0	2	16	18
Total	150	185	25	360

Berdasarkan tabel 4.12 *confusion matrix* metode CART pada data *Training* di atas diperoleh hasil bahwa sebanyak 128 kabupaten/kota yang aktualnya masuk dalam kategori IKPS rendah telah diprediksi masuk dalam kategori IKPS rendah, 173 kabupaten/kota yang aktualnya masuk dalam kategori IKPS sedang telah diprediksi masuk dalam kategori IKPS sedang, dan sebanyak 16 kabupaten/kota yang aktualnya masuk dalam kategori IKPS tinggi juga telah diprediksi masuk

dalam kategori IKPS tinggi dengan benar. Sedangkan sisa data *Training* sebanyak 43 data, kategori kelas aktualnya dengan kategori kelas prediksinya belum diprediksi dengan tepat. Sehingga, berdasarkan tabel tersebut dapat dihitung nilai *accuracy* berdasarkan persamaan 2.13, *precision* berdasarkan persamaan 2.17, *sensitivity* berdasarkan persamaan 2.18, dan *specificity* berdasarkan persamaan 2.19 dengan rincian sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Accuracy &= \frac{\sum_{i=1}^N TP(c_i)}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (c_{i,j})} \cdot 100\% \\
 &= \frac{128+173+16}{360} \cdot 100\% \\
 &= \frac{317}{360} \cdot 100\% \\
 &= 88\% \\
 Precision &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Precision_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (88,4\% + 84,8\% + 88,8\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 262\% \\
 &= 87,3\% \\
 Sensitivity &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Sensitivity_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (85,3\% + 93,5\% + 64\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 242,8\% \\
 &= 80,9\% \\
 Specificity &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Specificity_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (95,2\% + 82,3\% + 99,4\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 276,9\% \\
 &= 92,3\%
 \end{aligned}$$

Nilai *accuracy* pada data *Training* metode CART diperoleh nilai sebesar 88%, nilai *precision* sebesar 87,3%, nilai *sensitivity* sebesar 80,9%, dan nilai *specificity* sebesar 92,3%. Setelah didapatkan hasil *confusion matrix* menggunakan data *Training*, kemudian menguji ketepatan model yang telah terbentuk dengan menguji data *Testing* sebesar 30% ke pohon klasifikasi CART. Berikut merupakan contoh hasil prediksi klasifikasi menggunakan data *Testing* pada tabel 4.13:

Tabel 4.13 Contoh Prediksi Klasifikasi Metode CART pada Data *Testing*

Kabupaten/Kota	Aktual	Prediksi
Aceh Selatan	Sedang	Sedang
Aceh Tenggara	Rendah	Rendah
Aceh Tengah	Sedang	Rendah
Pidie	Rendah	Rendah
Bireuen	Sedang	Sedang
Bener Meriah	Sedang	Rendah
Pidie Jaya	Rendah	Sedang
Kota Banda Aceh	Sedang	Rendah
Kota Langsa	Sedang	Rendah
Kota Lhokseumawe	Rendah	Rendah

Berdasarkan tabel 4.13, menunjukkan bahwa tidak semua kabupaten/kota dapat diprediksi masuk pada kategori yang benar, seperti contohnya pada Kabupaten Aceh Tengah yang memiliki karakteristik $X_1 = 39,3$, $X_2 = 97$, $X_3 = 71,8$, $X_4 = 70,5$, $X_5 = 99,1$, $X_6 = 97,1$, $X_7 = 89,7$, $X_8 = 23,8$, $X_9 = 96,3$, $X_{10} = 29,3$. Dimana pada hasil aktual atau data sebenarnya, Kabupaten Aceh Tengah tergolong dalam kategori sedang, sedangkan setelah dilakukan prediksi dengan menggunakan pohon klasifikasi CART, kabupaten dengan karakteristik tersebut diklasifikasikan dalam kategori rendah. Hasil prediksi lebih lengkap pada seluruh data tersaji dalam lampiran 7.

Tabel 4.14 *Confusion Matrix* Metode CART pada Data *Testing*

Prediksi	Aktual			Total
	Rendah	Sedang	Tinggi	
Rendah	52	15	0	67
Sedang	17	57	5	79
Tinggi	0	2	6	8
Total	69	74	11	154

Pada tabel 4.14, dapat diketahui bahwa dari 30% atau sebanyak 154 data *Testing*, diperoleh hasil 52 data yang aktualnya masuk dalam kategori IKPS rendah telah diprediksi masuk dalam kategori IKPS rendah, 57 data yang aktualnya masuk dalam kategori IKPS sedang telah diprediksi masuk dalam

kategori IKPS sedang, dan 6 data yang aktualnya masuk dalam kategori IKPS tinggi telah diprediksi masuk dalam kategori IKPS tinggi dengan benar, kemudian sisanya sebanyak 39 data belum diprediksi dengan tepat. Sehingga untuk nilai *accuracy* berdasarkan persamaan 2.13, *precision* berdasarkan persamaan 2.17, *sensitivity* berdasarkan persamaan 2.18, dan *specificity* berdasarkan persamaan 2.19 dengan melihat tabel 4.14 dapat dihitung dengan rincian sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Accuracy &= \frac{\sum_{i=1}^N TP(c_i)}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (c_{i,j})} \cdot 100\% \\
 &= \frac{52+57+6}{154} \cdot 100\% \\
 &= \frac{115}{154} \cdot 100\% \\
 &= 75\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Precision &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Precision_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (77,6\% + 72,2\% + 75\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 224,8\% \\
 &= 74,9\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Sensitivity &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Sensitivity_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (75,4\% + 77\% + 54,5\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 206,9\% \\
 &= 69\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Specificity &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Specificity_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (82,4\% + 72,5\% + 98,6\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 253,5\% \\
 &= 84,5\%
 \end{aligned}$$

Nilai *accuracy* pada data *Testing* metode CART diperoleh sebesar 75%, nilai *precision* sebesar 74,9%, nilai *sensitivity* sebesar 69%, dan nilai *specificity* sebesar 84,5%. Setelah diketahui nilai *confusion matrix* pada data *Training* dan

data *Testing* metode CART juga didapatkan model pohon keputusan menggunakan metode CART kemudian dengan pohon keputusan tersebut dilakukan pembentukan model dan proses klasifikasi menggunakan metode *gradient boosting*, diharapkan dengan metode ini dapat meningkatkan tingkat ketepatan klasifikasi data IKPS.

4.3 Analisis Metode *Gradient Boosting*

Gradient boosting merupakan teknik dalam *machine learning* yang digunakan untuk meningkatkan kinerja model prediktif dimana cara kerjanya dengan menggabungkan beberapa model lemah menjadi model akhir yang lebih kuat. Dalam metode *gradient boosting*, menggunakan pohon awal yang dibentuk dengan metode CART, selanjutnya pada pohon pertama dilakukan perhitungan residual dan didapatkan nilai model baru sehingga menghasilkan pohon keputusan baru, kemudian dilakukan perhitungan residual kembali hingga beberapa kali sehingga dihasilkan pohon keputusan terbaik yang digunakan dalam proses klasifikasi. Dalam proses klasifikasi dengan metode *gradient boosting* kali ini menggunakan kombinasi data 70% data *Training* dan 30% data *Testing* berdasarkan perbandingan kombinasi data dengan metode CART yang telah dilakukan pada penjelasan di atas. Sebelum dilakukan proses klasifikasi menggunakan metode ini, terlebih dahulu menentukan kombinasi nilai parameter terbaik guna didapatkan hasil model terbaik. Berikut merupakan contoh perhitungan manual dengan metode *gradient boosting*:

Tabel 4.15 Contoh Data pada 5 Kabupaten/Kota

No	Kab/Kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	IKPS	Kelas
1	Aceh Tenggara	66,6	74,1	54,4	50,9	93,8	93,8	62,9	9,3	97,8	13	56,1	Rendah
2	Aceh Timur	7,2	91,2	64,4	93,3	96,9	82,8	69,1	20,8	98,2	37,6	62,8	Rendah
3	Simeulue	94	97	44,4	100	100	83,7	70,2	48,2	99	38	74,4	Sedang
4	Aceh Singkil	42,8	82,6	53	100	81	84,4	78,9	41,1	94,3	72,1	71,2	Sedang
5	Kota Metro	93,7	95,4	72,8	100	85,4	96,2	98,8	54,6	96,9	54,3	81,5	Tinggi

1. Menentukan nilai konstan awal berdasarkan peluang prior pada masing masing kelas dengan rumus pada persamaan 2.8

$$\begin{aligned}
 F_0(\mathbf{x}) &= \arg \min_{\rho} \sum_{z=1}^n L(y_z, \rho) \\
 \sum_{z=1}^n L(y_z, \rho) &= \sum_{z=1}^n \frac{1}{2} (y_z - \rho)^2 \\
 \frac{\partial L}{\partial \rho} &= \sum_{z=1}^n \frac{2}{2} (y_z - \rho)(-1) \\
 &= \sum_{z=1}^n -y_z + \rho \\
 &= -56,1 + \rho - 62,8 + \rho - 74,4 + \rho - 71,2 + \rho - 81,5 + \rho \\
 &= -346 + 5\rho \\
 5\rho &= 346 \\
 \rho &= 69,2 \text{ (model dasar)}
 \end{aligned}$$

2. Menghitung nilai residual dengan membandingkan prediksi awal dari model sebelumnya dengan nilai target aktual dengan rumus pada persamaan 2.9

$$\begin{aligned}
 \tilde{y}_z &= -\left[\frac{\partial L(y_z, F(\mathbf{x}_z))}{\partial F(\mathbf{x}_z)}\right]_{F(\mathbf{x}) = F_{m-1}(\mathbf{x})} \\
 &= (y_z - \rho) \\
 \text{Ket: } F(\mathbf{x}_z) &= \rho \\
 \tilde{y}_1 &= 56,1 - 69,2 = -13,1 \\
 \tilde{y}_2 &= 62,8 - 69,2 = -6,4 \\
 \tilde{y}_3 &= 74,4 - 69,2 = 5,2 \\
 \tilde{y}_4 &= 71,2 - 69,2 = 2
 \end{aligned}$$

$$\tilde{y}_5 = 81,5 - 69,2 = 12,3$$

3. Menggabungkan nilai prediksi dari semua model yang telah dibentuk dengan rumus pada persamaan 2.12

$$F_m(\mathbf{x}) = F_{m-1}(\mathbf{x}) + \rho_m h(\mathbf{x}; \mathbf{a}_m)$$

Learning rate (eta) dipilih nilai 0 to 1 atau lebih,

Gradient boosting biasanya bekerja baik dengan learning rate di sekitar 10^{-2} hingga 10^{-1}

$$\begin{aligned} F_1(\mathbf{x}_1) &= 69,2 + (-13,1) \cdot 0,1 \\ &= 69,2 + (-1,31) \\ &= 67,89 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_1(\mathbf{x}_2) &= 69,2 + (-6,4) \cdot 0,1 \\ &= 69,2 + (-0,64) \\ &= 68,56 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_1(\mathbf{x}_3) &= 69,2 + (5,2) \cdot 0,1 \\ &= 69,2 + 0,52 \\ &= 69,72 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_1(\mathbf{x}_4) &= 69,2 + (2) \cdot 0,1 \\ &= 69,2 + 0,2 \\ &= 69,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_1(\mathbf{x}_5) &= 69,2 + (12,3) \cdot 0,1 \\ &= 69,2 + 1,23 \\ &= 70,43 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan manual di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa pada iterasi pertama diperoleh nilai model data 1 sebesar 67,89 sehingga dikategorikan masuk dalam kelas sedang, nilai model data 2 sebesar 68,56 sehingga dikategorikan masuk dalam kelas sedang, nilai model data 3 sebesar 69,72 sehingga dikategorikan masuk dalam kelas sedang, nilai model data 4 sebesar 69,4

sehingga dikategorikan masuk dalam kelas sedang, dan nilai model data 5 sebesar 70,43 sehingga dikategorikan masuk dalam kelas sedang. Selanjutnya dilakukan iterasi kembali sampai didapatkan model terbaik.

4.3.1 Klasifikasi dengan Metode *Gradient Boosting*

Berikut merupakan langkah awal sebelum dilakukannya proses klasifikasi menggunakan metode *gradient boosting*, yaitu dengan melakukan *hyperparameter tuning*. Berikut merupakan hasil *hyperparameter tuning* yang telah dilakukan:

Tabel 4.16 Hasil *Tuning Parameter* Metode *Gradient Boosting*

<i>Hyperparameter</i>	Keterangan	<i>Grid Search Values</i>	<i>Best Parameter</i>
<i>Min_sample_split</i>	Jumlah minimum observasi yang digunakan untuk membuat <i>node</i> dalam pohon keputusan	5, 10, 15	15
<i>n_estimator</i>	Jumlah <i>tree</i>	100, 200, 300, 400, 500	500
<i>Max_depth</i>	Kedalaman maksimum pada <i>tree</i>	4, 5, 6, 7, 8	4
<i>Learning_rate</i>	Ukuran yang digunakan untuk mencegah terjadinya <i>overfitting</i>	0,01, 0,02, 0,03, 0,04, 0.05	0,03

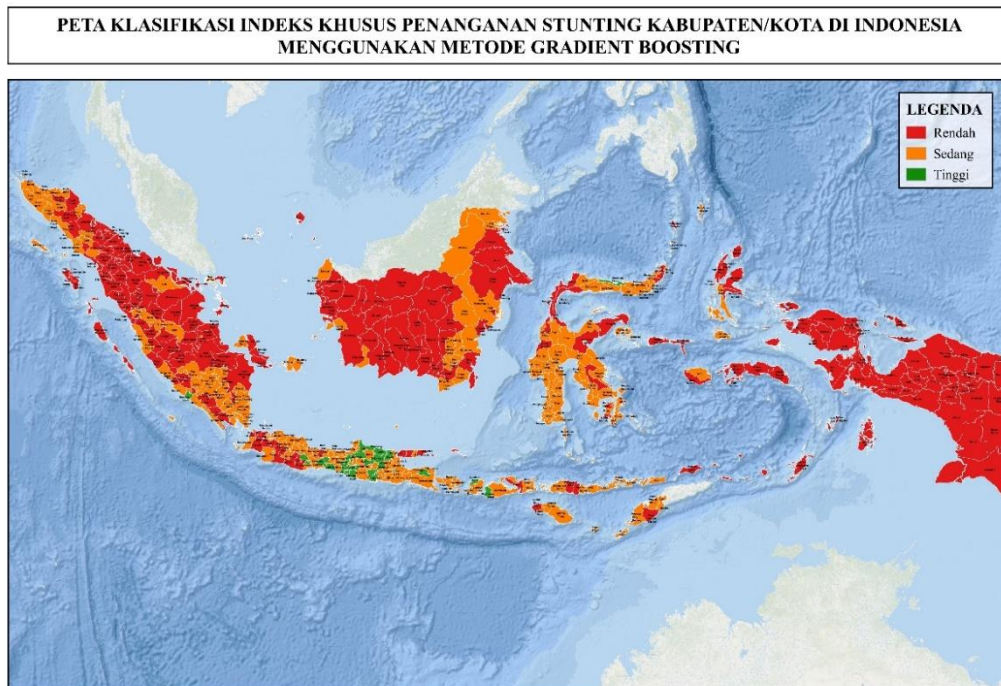
Tabel 4.16 merupakan hasil *hyperparameter tuning* dari seluruh parameter yang telah diujikan sehingga didapatkan *best parameter*. Nilai parameter terbaik yang telah didapatkan kemudian akan digunakan dalam menentukan model klasifikasi. Pada klasifikasi dengan metode *gradient boosting* akan menggunakan *Min_sample_split* sebanyak 500 pohon dimana *Max_depth* / kedalaman pohonnya sebesar 4. Kemudian parameter *Learning_rate* yang merupakan ukuran untuk mencegah terjadinya *overfitting* menggunakan nilai sebesar 0,03 dan

Min_sample_split / jumlah minimum observasi yang digunakan untuk membuat *node* dalam pohon keputusan sebesar 15 kali. Setelah didapatkan *best parameter*, selanjutnya dapat dilakukan proses klasifikasi dengan metode *gradient boosting*.

Tabel 4.17 Contoh Prediksi Klasifikasi Metode *Gradient Boosting*

Kabupaten/Kota	Aktual	Prediksi
Aceh Selatan	Sedang	Sedang
Aceh Tenggara	Rendah	Rendah
Aceh Tengah	Sedang	Sedang
Pidie	Rendah	Sedang
Bireuen	Sedang	Sedang
Bener Meriah	Sedang	Rendah
Pidie Jaya	Rendah	Sedang
Kota Banda Aceh	Sedang	Sedang
Kota Langsa	Sedang	Sedang
Kota Lhokseumawe	Rendah	Sedang

Pada tabel 4.17 merupakan contoh hasil klasifikasi metode *gradient boosting* dengan menggunakan data *Training* sebesar 70% dimana data tersebut diuji menggunakan model yang telah terbentuk, untuk hasil keseluruhan data dapat dilihat pada lampiran 8. Kemudian untuk melihat tingkat ketepatan klasifikasi model maka dilakukan perhitungan nilai *confusion matrix*. Namun, sebelum kita menghitung nilai *confusion matrix*, berikut merupakan visualisasi klasifikasi indeks khusus penanganan stunting kabupaten/kota di Indonesia menggunakan metode *gradient boosting*:



Gambar 4.7 Peta Klasifikasi Indeks Khusus Penanganan *Stunting* di Indonesia Tahun 2022 menggunakan metode *gradient boosting*

Berdasarkan gambar 4.7 di atas, dapat disimpulkan bahwa terdapat 20 kabupaten/kota yang belum diprediksi dengan tepat menggunakan metode *gradient boosting*. Kabupaten/kota tersebut diantaranya kabupaten Pidie dimana data aktualnya masuk dalam kelas rendah tetapi menggunakan metode *gradient boosting* diprediksi masuk dalam kelas sedang, kabupaten Bener meriah dimana data aktualnya masuk dalam kelas sedang tetapi menggunakan metode *gradient boosting* diprediksi masuk dalam kelas rendah, Kabupaten Pidie Jaya dimana data aktualnya masuk dalam kelas rendah tetapi menggunakan metode *gradient boosting* diprediksi masuk dalam kelas sedang, dan kabupaten/kota lainnya. Metode ini lebih sedikit prediksi tidak tepatnya dibandingkan dengan klasifikasi dengan metode CART, dimana pada metode CART terdapat 82 kabupaten/kota yang belum

diprediksi dengan tepat sedangkan dengan metode *gradient boosting* kabupaten/kota yang diprediksi belum tepat hanya 20 kabupaten/kota.

4.3.2 Confusion Matrix pada Metode Gradient Boosting

Setelah didapatkan model *gradient boosting* beserta hasil klasifikasinya, selanjutnya dilakukan perhitungan *confusion matrix*, berikut merupakan tabel *confusion matrix* metode *gradient boosting*:

Tabel 4.18 *Confusion Matrix* Metode *Gradient Boosting* pada Data *Training*

Prediksi	Aktual			Total
	Rendah	Sedang	Tinggi	
Rendah	150	0	0	150
Sedang	0	185	0	185
Tinggi	0	0	25	25
Total	150	185	25	360

Pada tabel 4.18 diketahui bahwa terdapat 360 kabupaten/kota yang digunakan sebagai data *Training* dimana 150 kabupaten/kota yang aktualnya masuk dalam kategori IKPS rendah telah diprediksi masuk dalam kategori IKPS rendah, 185 kabupaten/kota yang aktualnya masuk dalam kategori IKPS sedang telah diprediksi masuk dalam kategori IKPS rendah, dan 25 kabupaten/kota yang aktualnya masuk dalam kategori IKPS tinggi telah diprediksi masuk dalam kategori IKPS tinggi dengan benar. Selanjutnya untuk nilai *accuracy* berdasarkan persamaan 2.13, *precision* berdasarkan persamaan 2.17, *sensitivity* berdasarkan persamaan 2.18, dan *specificity* berdasarkan persamaan 2.19 dengan acuan tabel 4.17 dapat dihitung dengan rincian sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Accuracy &= \frac{\sum_{i=1}^N TP(c_i)}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (c_{ij})} \cdot 100\% \\
 &= \frac{150+185+25}{360} \cdot 100\% \\
 &= \frac{360}{360} \cdot 100\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 100\% \\
\text{Precision} &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \text{Precision}_{c_i} \\
&= \frac{1}{N} \cdot (100\% + 100\% + 100\%) \\
&= \frac{1}{3} \cdot 300\% \\
&= 100\% \\
\text{Sensitivity} &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \text{Sensitivity}_{c_i} \\
&= \frac{1}{N} \cdot (100\% + 100\% + 100\%) \\
&= \frac{1}{3} \cdot 300\% \\
&= 100\% \\
\text{Specificity} &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \text{Specificity}_{c_i} \\
&= \frac{1}{N} \cdot (100\% + 100\% + 100\%) \\
&= \frac{1}{3} \cdot 300\% \\
&= 100\%
\end{aligned}$$

Nilai *accuracy* pada data *Testing* metode CART diperoleh sebesar 100%, nilai *precision* sebesar 100%, nilai *sensitivity* sebesar 100%, dan nilai *specificity* sebesar 100%. Setelah didapatkan model terbaik dengan menggunakan *best parameter*, selanjutnya dilakukan evaluasi untuk mengidentifikasi keakuratan model dengan menggunakan data *Testing*:

Tabel 4.19 *Confusion Matrix* Metode *Gradient Boosting* pada Data *Testing*

Prediksi	Aktual			Total
	Rendah	Sedang	Tinggi	
Rendah	59	3	0	62
Sedang	10	68	4	82
Tinggi	0	3	7	10
Total	69	74	11	154

Pada tabel 4.19 diketahui bahwa terdapat 154 kabupaten/kota yang digunakan sebagai data *Testing*, dimana 59 kabupaten/kota yang aktualnya masuk dalam kategori IKPS rendah telah diprediksi masuk dalam kategori IKPS rendah, 68 kabupaten/kota yang aktualnya masuk dalam kategori IKPS sedang telah

diprediksi masuk dalam kategori IKPS sedang, dan 7 kabupaten/kota yang aktualnya masuk dalam kategori IKPS tinggi telah diprediksi masuk dalam kategori IKPS tinggi dengan benar. Sedangkan sisanya sebanyak 20 kabupaten/kota belum diprediksi dengan tepat. Selanjutnya untuk nilai *accuracy* berdasarkan persamaan 2.13, *precision* berdasarkan persamaan 2.17, *sensitivity* berdasarkan persamaan 2.18, dan *specificity* berdasarkan persamaan 2.19 dengan acuan tabel 4.18 dapat dihitung dengan rincian sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Accuracy &= \frac{\sum_{i=1}^N TP(c_i)}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (c_{ij})} \cdot 100\% \\
 &= \frac{59+68+7}{154} \cdot 100\% \\
 &= \frac{134}{154} \cdot 100\% \\
 &= 87\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Precision &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Precision_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (95,2\% + 83\% + 70\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 248,2\% \\
 &= 82,7\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Sensitivity &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Sensitivity_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (85,5\% + 91,9\% + 94,4\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 271,8\% \\
 &= 90,6\%
 \end{aligned}$$

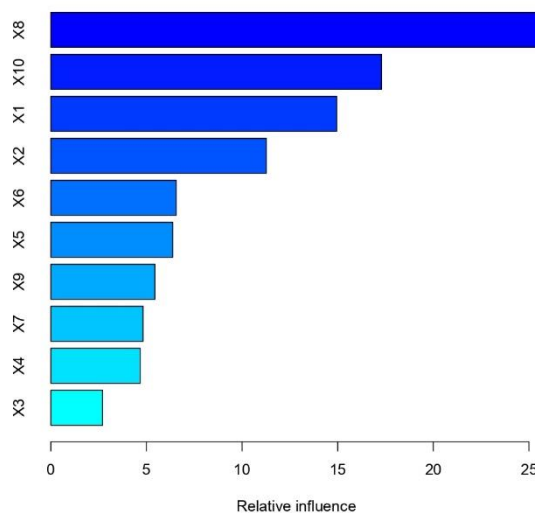
$$\begin{aligned}
 Specificity &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Specificity_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (96,5\% + 82,5\% + 97,9\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 276,9\% \\
 &= 92,3\%
 \end{aligned}$$

Nilai *accuracy* pada data *Testing* metode *gradient boosting* diperoleh sebesar 87% dimana hasil tersebut lebih besar dibandingkan nilai *accuracy* metode CART yang diperoleh sebesar 75% sehingga dapat dikatakan metode

gradient boosting dapat membuat model yang lebih baik. Selanjutnya nilai *precision* sebesar 82,7%, nilai *sensitivity* sebesar 90,6%, dan nilai *specificity* sebesar 92,3%.

4.3.3 Variable Importance pada Metode Gradient Boosting

Dalam proses klasifikasi indeks khusus penanganan *stunting* menggunakan metode *gradient boosting*, dapat diketahui *variable importance* atau variabel-variabel paling berpengaruh dalam proses klasifikasi. Secara rinci, besaran pengaruh 10 variabel dalam proses klasifikasi dapat dilihat dalam gambar 4.3 barplot sebagai berikut:



Gambar 4.8 Barplot Variable Importance Metode Gradient Boosting

Selain visualisasi tingkat kepentingan masing-masing variabel, dengan menggunakan software R Studio dapat dilihat juga nilai tingkat kepentingan variabel-variabel berdasarkan persamaan 2.18, dimana I_t merupakan rata-rata residual dari *node* pohon klasifikasi yang dihasilkan dalam proses klasifikasi menggunakan metode *gradient boosting*. Dengan akumulasi nilai I_t dari

banyaknya pohon yang telah dibentuk, dihasilkan nilai masing-masing variabel dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 4.20 Nilai *Feature Importance* pada *Variable Importance* Metode *Gradient Boosting*

No.	Variabel	<i>Relative Influence</i>	Tingkat Kepentingan
1.	Pendidikan anak usia dini (X_8)	25,923	25,9%
2.	Penerima KPS/KKS (X_{10})	17,289	17,3%
3.	Imunisasi (X_1)	14,952	15%
4.	Penolong persalinan oleh tenaga kesehatan di fasilitas kesehatan (X_2)	11,268	11,3%
5.	Air minum layak (X_6)	6,557	6,6%
6.	Makanan pendamping ASI (X_5)	6,375	6,4%
7.	Pemanfaatan jaminan kesehatan (X_9)	5,441	5,4%
8.	Sanitasi layak (X_7)	4,820	4,8%
9.	ASI eksklusif (X_4)	4,672	4,7%
10.	Keluarga berencana (KB) modern (X_3)	2,704	2,7%

Berdasarkan tabel 4.20, dapat diketahui bahwa variabel pendidikan anak usia dini (PAUD) (X_8) merupakan variabel paling penting dalam proses klasifikasi IKPS kabupaten/kota di Indonesia tahun 2022 menggunakan metode gradient boosting dengan tingkat kepentingan 25,9%. Selain itu, variabel lainnya juga memiliki pengaruh dalam proses klasifikasi dengan tingkat kepentingan variabel penerima KPS/KKS (X_{10}) sebesar 17,3%, variabel imunisasi (X_1) sebesar 15%, variabel penolong persalinan oleh tenaga kesehatan di fasilitas kesehatan (X_2) sebesar 11,3%, variabel air minum layak (X_6) sebesar 6,6%, variabel makanan pendamping ASI (MP-ASI) (X_5) sebesar 6,4%, variabel pemanfaatan jaminan kesehatan (X_9) sebesar 5,4%, variabel sanitasi layak (X_7) sebesar 4,8%, variabel ASI eksklusif (X_4) sebesar 4,7%, dan variabel keluarga berencana (KB) modern (X_3) sebesar 2,7%.

Pendidikan anak usia dini (PAUD) merupakan variabel paling penting dalam penanganan *stunting*, dikarenakan dalam proses pembelajarannya dapat mendukung perkembangan kognitif dan motorik serta emosional dan sosial pada anak, selain itu juga dapat memberikan edukasi kepada para orang tua tentang pentingnya asupan gizi seimbang pada anak, sehingga anak-anak yang mengalami *stunting* dapat teratasi.

4.4 Kajian Penelitian dalam Perspektif Islam

Dalam upaya penanganan *stunting*, gizi menjadi salah satu indikator IKPS. Indikator tersebut meliputi variabel ASI eksklusif dan MP-ASI. Pemberian ASI pada anak penting dilakukan karena memiliki banyak manfaat, salah satunya dapat mencegah terjadinya *stunting*. ASI eksklusif dianjurkan diberikan pada enam bulan pertama kehidupan anak, kemudian dapat dilanjutkan sampai usia dua tahun atau lebih dengan tambahan MP-ASI. Pemenuhan kebutuhan gizi dan nutrisi adalah salah satu faktor penting dalam pertumbuhan dan perkembangan anak balita, asupan makanan bergizi dapat menentukan pencapaian tingkat kesehatan yang juga dikenal sebagai status gizi (Juliana dkk., 2022). Pertumbuhan adalah setiap perubahan tubuh yang berkaitan dengan peningkatan ukuran tubuh secara fisik dan struktural, sedangkan perkembangan adalah meningkatnya kemampuan dalam struktur dan fungsi tubuh anak yang lebih kompleks (Mayar, 2021).

Al-Qur'an juga telah memerintahkan manusia untuk memperhatikan makanan yang dikonsumsi, hal tersebut sesuai dengan firman Allah SWT dalam Q.S 'Abasa ayat 24 – 32 (Kementrian Agama RI, 2022).

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ ﴿٢٤﴾ أَنَا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا ﴿٢٥﴾ ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا ﴿٢٦﴾ فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ﴿٢٧﴾ وَعَبَبْنَا وَقَضَبًا ﴿٢٨﴾ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ﴿٢٩﴾ وَحَدَائِقَ غُلْبًا ﴿٣٠﴾ وَفَاكِهَةً وَأَبًّا ﴿٣١﴾ مَتَاعًا لَّكُمْ وَلِأَنْعَامِكُمْ ﴿٣٢﴾

“(Maka, hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya. Sesungguhnya kami telah mencurahkan air (dari langit) dengan berlimpah. Kemudian, kami belah bumi dengan sebaik-baiknya. Lalu, kami tumbuhkan padanya biji-bijian, anggur, sayur-sayuran, zaitu, pohon kurma, kebun-kebun yang rindang, buah-buahan, dan rerumputan. (Semua itu disediakan) untuk kesenanganmu dan hewan-hewan ternakmu.”

Berdasarkan surat ‘Abasa di atas, membuktikan bahwa Allah SWT telah menciptakan berbagai jenis makanan seperti biji-bijian, anggur, sayur-sayuran, zaitun, pohon kurma, kebun-kebun yang rindang, buah-buahan untuk memenuhi kebutuhan gizi nabati makhluk ciptaannya. Selain gizi nabati, Allah SWT juga telah berfirman tentang penciptaan gizi hewani yang tercantum dalam firman Allah SWT surat Al Mu’minun ayat 21 (Kementrian Agama RI, 2022).

وَأَنَّ لَكُمْ فِي الْأَنْعَامِ لَعِبْرَةً ۖ نُسْقِيكُمْ مِمَّا فِي بُطُونِهَا وَلَكُمْ فِيهَا مَنَافِعُ كَثِيرَةٌ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ ﴿٢١﴾
“Sesungguhnya pada hewan-hewan ternak benar-benar terdapat pelajaran bagimu. Kami memberi minum kamu dari sebagian apa yang ada dalam perutnya (air susu), padanya terdapat banyak manfaat untukmu, dan sebagian darinya kamu makan.”

Pada ayat di atas, dapat dimaknai bahwa Allah SWT dengan kekuasaannya telah menciptakan hewan ternak yang dapat dimanfaatkan manusia sebagai bahan makanan guna pemenuhan gizi yang seimbang. Pada hewan mengandung protein yang lebih tinggi dibanding tumbuhan. Secara umum, protein berfungsi untuk pertumbuhan, pembentukan, komponen struktural, pengangkut penyimpan zat gizi, enzim, pembentuk antibodi, dan sebagai sumber energi (Andriyani, 2019).

Selain pemenuhan gizi, terdapat faktor paling berpengaruh dalam proses klasifikasi indeks khusus penanganan *stunting* menggunakan metode *gradient*

boosting, yaitu faktor pendidikan anak usia dini (PAUD). Berikut merupakan pengaruh pendidikan anak usia dini terhadap penanganan *stunting*:

1. Selain memberikan pendidikan bagi anak, PAUD juga berfokus pada kesehatan dan gizi anak. Agar para orang tua murid memahami pentingnya pemenuhan gizi seimbang pada anak, lembaga PAUD seringkali memberikan penyuluhan kepada orang tua mengenai pentingnya pemberian makanan bergizi seimbang untuk anak-anak mereka terutama pada 1000 hari pertama kehidupan (HPK) guna mencegah terjadinya *stunting* pada anak, diharapkan penyuluhan tersebut dapat memberikan motivasi dalam memilih dan memberikan makanan yang tepat untuk menunjang pertumbuhan anak.
2. Sebagai stimulasi dini untuk perkembangan kognitif dan motorik. Anak yang mengalami *stunting* tidak hanya terhambat secara fisik namun juga mengalami keterlambatan perkembangan kognitif dan motorik. Perkembangan kognitif adalah kemampuan berfikir untuk memecahkan masalah dan memahami sekitar, hal ini melibatkan fungsi mental seperti ingatan, logika, perhatian dan bahasa. Sedangkan perkembangan motorik adalah kemampuan pengendalian tubuh, dimana kemampuan tersebut dibagi menjadi dua bagian yaitu motorik kasar dan motorik halus. Motorik kasar meliputi bayi yang belajar tengkurap, duduk, merangkak, dan berjalan, selanjutnya anak-anak mulai berlari, melompat dan lain sebagainya. Sedangkan motorik halus meliputi gerakan yang lebih halus dan terkoordinasi seperti memegang sendok, menggunakan pensil dan lain sebagainya. Melalui kegiatan di lembaga PAUD, anak-anak yang mengalami *stunting* bisa mendapatkan stimulasi yang dapat membantu perkembangan otak mereka.

3. Pengembangan emosional dan sosial pada anak. *Stunting* dapat mempengaruhi perkembangan emosional dan sosial pada anak, maka dari itu lembaga PAUD menyediakan lingkungan yang dapat mendukung ketrampilan emosional dan sosial anak seperti kemampuan berinteraksi dengan teman sebaya, mengelola emosi serta dapat membangun rasa percaya diri sehingga ini merupakan kesempatan untuk berkembang secara optimal.

Hal tersebut juga sudah dijelaskan dalam firman Allah SWT surat Maryam ayat 12 (Kementrian Agama RI, 2022)

يَا يَحْيَىٰ خُذِ الْكِتَابَ بِقُوَّةٍ ۖ وَآتَيْنَاهُ الْحُكْمَ صَبِيًّا ۝١

Allah SWT berfirman, “Wahai Yahya, ambilah (pelajarilah) Kitab (Taurat) itu dengan sungguh sungguh”. Kami menganugerahkan hikmah kepadanya (Yahya) selagi dia masih kanak-kanak.

Menurut tafsir Al Muyasar, saat Nabi Yahya dilahirkan dan sudah mencapai usia yang dapat memahami perintah, Allah memerintahkan kepadanya supaya mengambil kitab Taurat dengan sungguh-sungguh dengan memelihara lafalnya, memahami maknanya, dan mengamalkannya serta diberikan pula kepadanya hikmah dan pemahaman yang baik saat ia masih kanak-kanak. Sehingga kita dapat mengambil kesimpulan bahwa pentingnya pendidikan diberikan dari masa kanak-kanak.

Allah SWT telah menciptakan semua hal yang dibutuhkan oleh manusia guna pemenuhan gizi seimbang. Oleh karena itu, diharapkan dapat dimanfaatkan untuk mencegah terjadinya berbagai macam penyakit seperti *stunting*. Kecukupan gizi sejak lahir yang didapatkan dengan mengonsumsi ASI eksklusif serta makanan pendamping ASI pada usia yang sudah cukup. Selain itu, juga harus diimbangi

dengan pendidikan anak usia dini (PAUD) guna membantu pengembangan otak yang akan berpengaruh pada kemampuan kognitif, motorik, emosional dan sosial pada anak. Sehingga kasus *stunting* dapat menurun jumlahnya dan nilai indeks khusus penanganan stunting dapat lebih meningkat lagi.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat dan pembahasan masalah pada bab sebelumnya, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil klasifikasi indeks khusus penanganan *stunting* di Indonesia menggunakan metode *gradient boosting* dengan parameter terbaik didapatkan sebanyak 212 kabupaten/kota diklasifikasikan dalam kategori rendah, 267 kabupaten/kota diklasifikasikan dalam kategori sedang, dan 35 kabupaten/kota diklasifikasikan dalam kategori tinggi.
2. Tingkat akurasi pada klasifikasi indeks khusus penanganan *stunting* di Indonesia menggunakan metode *gradient boosting* menghasilkan akurasi yang baik, dimana dihasilkan rincian nilainya sebagai berikut: hasil *accuracy* sebesar 100%, *precision* 100%, *sensitivity* 100%, dan *specificity* 100%. Kemudian pada data *Testing* mendapatkan hasil *accuracy* sebesar 87%, *precision* 82,7%, *sensitivity* 90,6%, dan *specificity* 92,3%. Dari hasil yang telah didapatkan, dapat disimpulkan bahwa metode *gradient boosting* cukup baik digunakan dalam proses klasifikasi data indeks khusus penanganan *stunting* menurut kabupaten/kota di Indonesia tahun 2022.
3. Variabel yang paling berpengaruh pada penanganan *stunting* di Indonesia yaitu variabel pendidikan anak usia dini (PAUD) (X_8) dengan tingkat kepentingan terbesar yaitu 25,9%. Artinya dalam proses klasifikasi indeks khusus penanganan *stunting*, variabel pendidikan anak usia dini (PAUD) (X_8)

menjadi prioritas utama untuk diperhatikan dan diteliti lebih dalam karena memiliki pengaruh yang paling signifikan dibandingkan variabel lainnya.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya diberikan dalam upaya penyempurnaan penelitian lebih lanjut, oleh karena itu penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Mengembangkan penelitian selanjutnya dengan metode yang sama namun dengan penambahan *Synthetic Minority Oversampling Technique* (SMOTE) guna mengatasi masalah ketidakseimbangan kelas.
2. Menggunakan metode klasifikasi yang berbeda untuk dapat diketahui perbandingan tingkat akurasi antar metode.
3. Bagi instansi terkait yang menangani kasus *stunting*, seperti Kemenkes yang bertanggungjawab atas layanan kesehatan ibu dan anak serta program pencegahan dan penanganan *stunting*, Kemendikbudristek yang bertanggungjawab atas edukasi pola asuh dan pendidikan anak usia dini (PAUD) sebagai upaya mencegah *stunting*, dan Kemensos yang bertanggungjawab atas penyediaan bantuan sosial disarankan melakukan evaluasi dan memberikan perhatian lebih terhadap daerah-daerah dengan kategori rendah, terutama pada daerah yang memiliki indeks 0 pada variabel imunisasi, penolong persalinan oleh tenaga kesehatan di fasilitas kesehatan, ASI eksklusif, makanan pendamping ASI (MP-ASI), pendidikan anak usia dini (PAUD) (X_8), dan penerima KPS/KKS, diantaranya pada Kabupaten Dogiyai, Kabupaten Anambas, Puncak Jaya, dan lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfaridh, A. Y., Azizah, A. N., Ramadhaningtyas, A., Maghfiroh, D. F., Amaria, H., Mubarakah, K., Arifatuddina, M., Shafira, N., Widyasanti, N., Kumala, S. S., Program, A. N., Ilmu, S., Maskarakat, K., & Masyarakat, K. (2021). Peningkatan Kesadaran Dan Pengetahuan Tentang Asi Eksklusif Pada Remaja Dan Ibu Dengan Penyuluhan Serta Pembentukan Kader Melalui Komunitas “Citalia.” *Jurnal Pengabdian Kesehatan Masyarakat (Pengmaskesmas)*, 1(2), 119–127.
- Andriyani, A. (2019). Kajian Literatur Pada Makanan Dalam Perspektif Islam Dan Kesehatan (Literature Analysis On Food In Islam And Health Perspective). *Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, 15(2), 178.
- Arjoni. (2017). Pola Asuh Demokratis Sebagai Solusi Alternatif Pencegahan Tindak Kekerasan Seksual Pada Anak Arjoni. *Humanisma: Journal Of Gender Studies*, 1(1), 1–12.
- Bps. (2023). *Indeks Khusus Penanganan Stunting 2021-2022*. Badan Pusat Statistik.
- Byna, A. (2020). *Monograf Analisis Komparatif Machine Learning Untuk* (Issue July). <https://doi.org/10.31237/osf.io/dtcaz>
- Dahlia, R., & Agustyaningrum, C. I. (2022). Perbandingan Gradient Boosting Dan Light Gradient Boosting Dalam Melakukan Klasifikasi Rumah Sewa. *Jurnal Nasional Komputasi Dan Teknologi Informasi (Jnkti)*, 5(6), 1016–1020. <https://doi.org/10.32672/jnkti.v5i6.5460>
- Doreswamy, & Hemanth, K. S. (2011). Performance Evaluation Of Predictive Engineering Materials Data Sets. *Artificial Intelligent Systems Ans Machine Learning*, 3(3), 1–8.
- Ensembles: Gradient Boosting, Random Forests, Bagging, Voting, Stacking*. (N.D.).
- Friedman, J. H. (2001). Greedy Function Approximation: A Gradient Boosting Machine. *Annals Of Statistics*, 29(5), 1189–1232. <https://doi.org/10.1214/aos/1013203451>
- Ilmi, B. (2023). Analisis Strategi Penurunan Angka Stunting Kabupaten Aceh Tenggara Tahun 2021. *Jurnal Penelitian Progresif*, 2(1), 7308446. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7308446>
- Janjic, A., Akduman, I., Cayoren, M., Bugdayci, O., & Aribal, M. E. (2022). Gradient-Boosting Algorithm For Microwave Breast Lesion Classification— Safe Clinical Investigation. *Diagnostics*, 12(12), 1–11. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12123151>
- Juliana, E., Nataliningsih, N., & Aisyah, I. (2022). Pemenuhan Kebutuhan Gizi Dan

- Perkembangan Anak. *Sadeli: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Winaya Mukti*, 2(1), 11–19.
- Kamber, M., & Han, J. (2006). Data Mining: Concepts And Techniques : Concepts And Techniques. In *The Fundamentals Of Political Science Research* (Second).
- Kemenkes. (2022). Hasil Survei Status Gizi Indonesia (Ssgi) 2022. *Kemenkes*, 1–150.
- Kementrian Agama Ri. (2022). *Quran Kemenag*. Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an.
- Kraugusteeliana, K., Muis, S., Nugroho, F., Karim, A., & Siagian, Y. (2023). Data Mining Klasifikasi Breast Cancer Menerapkan Algoritma Gradient Boosted Trees. *Jurnal Media Informatika Budidarma Volume 7, Nomor 2, April 2023, Page 881-890*, 7(April), 881–890. <https://doi.org/10.30865/Mib.V7i2.6095>
- Lewis, R. J., Ph, D., & Street, W. C. (2000). An Introduction To Classification And Regression Tree (Cart) Analysis. *2000 Annual Meeting Of The Society For Academic Emergency Medicine*, 310, 14p.
- Markoulidakis, I., Kopsiaftis, G., Rallis, I., & Georgoulas, I. (2021). Multi-Class Confusion Matrix Reduction Method And Its Application On Net Promoter Score Classification Problem. *Acm International Conference Proceeding Series*, 412–419. <https://doi.org/10.1145/3453892.3461323>
- Mayar, F., & Astuti, Y. (2021). Peran Gizi Terhadap Pertumbuhan Dan Perkembangan Anak Usia Dini. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 5(3), 9695–9704.
- Mercadier, M. (2019). Credit Spread Approximation And Improvement Using Random Forest Regression. *European Journal Of Operational Research*. <https://doi.org/10.1016/J.Ejor.2019.02.005>
- Natekin, A. K. (2013). Gradient Boosting Machines, A Tutorial. *Frontiers In Neurorobotics*.
- Nugroho, M. R., Sasongko, R. N., & Kristiawan, M. (2021). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kejadian Stunting Pada Anak Usia Dini Di Indonesia. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 5(2), 2269–2276. <https://doi.org/10.31004/obsesi.V5i2.1169>
- Nurahadiyatika, F., & Himmawan, M. F. (2022). Literature Review: The Description Of The Stunting Memory Program Evaluation As An Effort To Optimize The Decline In The Stunting Incidence In The Pandemic Covid-19 Era. *Amerta Nutrition*, 6(1sp), 336–342. <https://doi.org/10.20473/Amnt.V6i1sp.2022.336-342>
- Ridgeway, G. (2007). Generalized Boosted Models: A Guide To The Gbm

Package.Package “Gbm”, Version 1.5-7. *Update*, 1(1), 1–15.

Satria, F., Zamhariri, Z., & Syaripudin, M. A. (2020). Prediksi Ketepatan Waktu Lulus Mahasiswa Menggunakan Algoritma C4.5 Pada Fakultas Dakwah Dan Ilmu Komunikasi Uin Raden Intan Lampung. *Jurnal Ilmiah Matrik*, 22(1), 28–35. <https://doi.org/10.33557/Jurnalmatrik.V22i1.836>

Sulistyo, B. (1991). *Pengantar Ilmu Perpustakaan*. Gramedia Pustaka Utama.

Titimeidara, M. Y., & Hadikurniawati, W. (2021). Implementasi Metode Naïve Bayes Classifier Untuk Klasifikasi Status Gizi Stunting Pada Balita. *Jurnal Ilmiah Informatika*, 9(01), 54–59. <https://doi.org/10.33884/Jif.V9i01.3741>

Tnp2k. (2017). 100 Kabupaten/Kota Prioritas Untuk Intervensi Anak Kerdil (Stunting). *Sekretarial Wakil Presiden Republik Indonesia*.

Yagin, F., Cicek, I., & Kucukakcali, Z. (2021). Classification Of Stroke With Gradient Boosting Tree Using Smote-Based Oversampling Method. *Medicine Science | International Medical Journal*, 10(4), 1510. <https://doi.org/10.5455/Medscience.2021.09.322>

Yaman, E., & Subasi, A. (2019). Comparison Of Bagging And Boosting Ensemble Machine Learning Methods For Automated Emg Signal Classification. *Biomed Research International*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/9152506>

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Indeks Khusus Penanganan *Stunting* Menurut Kabupaten/Kota di Indonesia Tahun 2022

No	Kabupaten/kota	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	Kelas
1	Simeulue	94	97	44,4	100	100	83,7	70,2	48,2	99	38	Sedang
2	Aceh Singkil	42,8	82,6	53	100	81	84,4	78,9	41,1	94,3	72,1	Sedang
3	Aceh Selatan	46,9	92,1	58,4	80,8	100	77,5	70,8	73	95,8	53,4	Sedang
4	Aceh Tenggara	66,6	74,1	54,4	50,9	93,8	93,8	62,9	9,3	97,8	13	Rendah
5	Aceh Timur	7,2	91,2	64,4	93,3	96,9	82,8	69,1	20,8	98,2	37,6	Rendah
6	Aceh Tengah	39,3	97	71,8	70,5	99,1	97,1	89,7	23,8	96,3	29,3	Sedang
7	Aceh Barat	21,4	100	55,5	80,1	100	95,5	88,4	47,3	98,5	31,5	Sedang
8	Aceh Besar	7,4	98,5	47	77,9	91,9	90,4	83,5	43,2	96,7	58,3	Sedang
9	Pidie	18,7	95,4	39,3	74	100	89,2	54,7	26	97,3	75,5	Rendah
10	Bireuen	5,2	96,7	45,8	74,3	89,8	94,8	85,4	41,7	98,4	62,5	Sedang
11	Aceh Utara	3,4	85,7	53,5	100	88,4	91,3	78,9	26,1	98,2	52,5	Sedang
12	Aceh Barat Daya	25,4	98,3	64,8	100	100	89,1	65,9	52,3	99,1	64	Sedang
13	Gayo Lues	65,7	54,8	78,4	87,3	100	86,2	46,3	23,2	98	19,4	Rendah
14	Aceh Tamiang	48,7	94,5	56,4	100	90,9	83,8	82,7	30,2	89	32,1	Sedang
15	Nagan Raya	25,6	91,5	59,3	54,4	100	90,5	80	48,9	98,5	33,3	Sedang
16	Aceh Jaya	6,3	96,4	64,5	8,8	100	83,1	78	65,2	99,5	45,3	Sedang
17	Bener Meriah	30,3	90,2	86,3	95,3	88,1	88,5	81,6	19,3	96,2	31,3	Sedang
18	Pidie Jaya	11,3	94,2	46,1	44	100	90,4	73,5	34,9	96,9	62,6	Rendah
19	Kota Banda Aceh	18,8	97,8	37,6	68,9	92,8	95,7	96,9	33,6	97,8	34,4	Sedang
20	Kota Sabang	69,8	96	43,4	100	86,6	92,6	89,5	39,1	99,6	28,9	Sedang
21	Kota Langsa	55,3	96,3	48,5	95	83,4	98,5	91,9	36,3	98,3	46,6	Sedang
22	Kota Lhokseumawe	38,4	96,6	37,4	72,5	91,4	98,7	90,3	26,6	94,7	39,4	Rendah
23	Kota Subulussalam	72,3	83,1	47,1	100	95,8	56	72,5	35,9	96	42,3	Sedang
24	Nias	44,6	68,3	66,4	76,4	72,4	51,6	28,2	24,8	61,6	62,1	Rendah
25	Mandailing Natal	43,3	72,4	39,9	51,6	88,3	75,5	39,6	16,2	34,4	21,1	Rendah

No	Kabupaten/kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	Kelas
26	Tapanuli Selatan	29,8	68,5	51,1	66	97,3	73,2	52,9	20,1	50,9	34,3	Rendah
27	Tapanuli Tengah	45,3	87,6	44,9	84,9	76,9	79,3	58,5	30,9	64,9	51,5	Rendah
28	Tapanuli Utara	64	90,9	52	100	84,5	92,9	87,8	23,1	49,8	38,8	Rendah
29	Toba Samosir	72,4	73,1	43,1	90,4	65,8	96	89,4	33,3	65,4	27,6	Rendah
30	Labuhan Batu	56	85,4	53,9	45,5	81,4	93,7	80,4	32,3	46,9	36,9	Rendah
31	Asahan	38,4	91,9	54	85,5	86,5	92,9	89,3	18,1	55	33,3	Rendah
32	Simalungun	66	90,7	54,3	76,3	76,4	98,7	91,2	21	47,4	35,5	Rendah
33	Dairi	90,6	95,9	61,5	56,6	81	96,7	94,1	26	62,2	35,8	Rendah
34	Karo	86	98,7	41,6	100	87,8	91,5	85,3	26,7	63	27,6	Sedang
35	Deli Serdang	53,6	95,1	50,6	63,8	85,1	97,4	91,1	32,9	50,8	13	Rendah
36	Langkat	45,8	93,9	60,8	100	73,3	92,7	86,5	25,8	54,2	35,6	Rendah
37	Nias Selatan	19	31,9	34,9	3,6	67	66,7	12,2	20,8	35	45	Rendah
38	Humbang Hasundutan	72	97,3	46	85	94,4	90,5	93,9	34,9	65,5	46,8	Sedang
39	Pakpak Bharat	58,9	93,3	58,9	95,8	93,8	81,9	89	45,7	86,1	34,8	Sedang
40	Samosir	42,6	98,1	40,8	63,8	78,9	74,7	89,5	25,1	82,7	48,6	Rendah
41	Serdang Bedagai	59,6	93,1	63,9	51	77,3	99,3	92	16,9	48,2	32	Rendah
42	Batu Bara	35,3	89,2	54	47,1	93,6	97	88,2	22,2	51,8	59,6	Rendah
43	Padang Lawas Utara	15,2	62,8	70,5	100	100	82,1	71	12,8	39,1	21	Rendah
44	Padang Lawas	16,2	76,7	64,6	100	100	83,7	65,5	28,4	48,3	26,9	Rendah
45	Labuhan Batu Selatan	44,3	72,4	62,9	28	71,4	91,3	85,1	32,9	47,3	13,1	Rendah
46	Labuhan Batu Utara	60,3	84,4	58,8	41,6	78,1	93	81,8	24,7	48,1	38,3	Rendah
47	Nias Utara	10,8	53,4	51,1	67,9	48	69,8	41,2	37,7	69,8	75,3	Rendah
48	Nias Barat	26	69,1	55,5	74,9	73,8	70,7	39,9	30,8	83,4	89,3	Rendah
49	Kota Sibolga	10,1	95,9	68,3	89,9	72,4	97,7	42,1	21,6	87,5	50,4	Rendah
50	Kota Tanjung Balai	29,3	91,8	67,9	16,8	55,6	87,6	93,5	26,7	67,9	51,1	Rendah
51	Kota Pemantang Siantar	54,6	81,1	43,4	100	89,6	99,8	92,3	20	72,8	56,9	Sedang

No	Kabupaten/kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	Kelas
52	Kota Tebing Tinggi	42,8	100	53,1	57,5	53,4	99,7	90,6	37,7	89	49,3	Rendah
53	Kota Medan	40,2	96,4	39,5	68,9	58,4	98,5	92,2	22,3	68,4	24,5	Rendah
54	Kota Binjai	76,1	98,1	58	70,4	82,6	98,8	95,5	29,2	65	20,9	Rendah
55	Kota Padangsidimpuan	5,2	95,7	48,3	73,5	93,1	63,5	45,6	25,7	56,8	41,4	Rendah
56	Kota Gunungsitoli	44,9	96,6	59,6	79,4	56,8	77,2	50,3	32,1	77,9	67,4	Rendah
57	Kepulauan Mentawai	43	46,4	65,6	100	95,4	63,2	69,1	33,6	62,3	34,8	Rendah
58	Pesisir Selatan	46,3	99,5	72,3	84,9	88,6	85,8	73,7	31,4	98,7	59,3	Sedang
59	Solok	46,3	100	64	68	98,3	81	57,3	34,8	43,2	28,4	Rendah
60	Sijunjung	76,1	90,9	68,4	100	85,6	70,3	74,1	39,1	61,7	35	Sedang
61	Tanah Datar	45,6	100	52,8	100	100	87,8	57,5	37,9	67,3	44,3	Sedang
62	Padang Pariaman	23,2	98,6	39,6	96,3	87,6	88,2	59,8	27,1	50,9	38,4	Rendah
63	Agam	41,2	98,7	47,6	93,3	89	92,8	74,8	26,4	65,3	33,6	Rendah
64	Lima Puluh Kota	48,1	98,5	64,4	86,5	74,8	71,3	64,2	47,2	60,8	49,6	Rendah
65	Pasaman	46,6	92	46,1	79	98,6	75,8	42,8	23,4	96	49,5	Rendah
66	Solok Selatan	25,4	86,8	70,9	98,3	86,5	77,5	55,3	22,7	66,7	36,4	Rendah
67	Dharmasraya	55,4	93	80	100	100	69,6	81,1	43,7	54,8	41,5	Sedang
68	Pasaman Barat	31,4	86,4	40,6	97	100	77,8	69	24,2	59	38,8	Rendah
69	Kota Padang	21,7	99,4	39,1	71	85,4	97,9	76,1	26,4	76,1	31	Rendah
70	Kota Solok	85,4	100	71,6	100	89,3	97,2	92,5	37	95,5	42,9	Sedang
71	Kota Sawah Lunto	89,1	100	87,6	100	99,1	92,7	86,9	52,4	84,9	7,8	Sedang
72	Kota Padang Panjang	91,4	100	66,5	100	70,9	98,1	77,4	51,6	90,6	44,5	Sedang
73	Kota Bukittinggi	56,8	100	62,9	100	100	98,6	85,1	33,3	87,4	23,6	Sedang
74	Kota Payakumbuh	68,8	100	61,9	100	100	98,8	87,1	25,1	78,9	51,1	Sedang
75	Kota Pariaman	78,3	99,3	52,6	100	96	95,5	82,9	28,3	85,7	38	Sedang
76	Kuantan Singingi	34,2	88,8	69,3	85,3	100	82,5	87	34,1	54,7	38,5	Rendah
77	Indragiri Hulu	45,8	78	64,4	86,6	83,6	72,9	84,6	20,1	90,9	26,8	Rendah
78	Indragiri Hilir	39,1	65,1	70,3	79,5	89,4	88,8	56,3	27,2	43,3	19,6	Rendah
79	Pelalawan	16,9	73,5	50,6	84,9	100	86,1	83,8	23,3	64,6	13,9	Rendah

No	Kabupaten/kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	Kelas
80	Siak	71,4	95	54	100	85,9	91,6	93,5	36,2	54,9	20,6	Sedang
81	Kampar	65,3	87,5	59,3	89,5	86,1	91,4	83	28,4	77,9	25,6	Rendah
82	Rokan Hulu	25,7	82,2	65,6	78,8	100	91,1	90,1	27,3	33	20,3	Rendah
83	Bengkalis	57,4	96,6	55,5	100	90,4	94,2	87	19,7	63,4	30,4	Rendah
84	Rokan Hilir	36,7	86,7	69,1	75,6	70,8	86,4	81,2	28,1	49,3	42,8	Rendah
85	Kepulauan Meranti	45,2	87,1	59,8	64,9	64	94,6	57	31,1	74,8	70,1	Rendah
86	Kota Pekanbaru	76,4	99,2	42,8	94,9	97,8	98,6	96,7	16	82,3	15,3	Sedang
87	Kota Dumai	25,2	93	48,4	43,5	81,6	90	91,4	20,4	74,3	33,1	Rendah
88	Kerinci	50,4	92,8	93,9	100	94,6	81,2	68,1	61,1	38,7	27,4	Sedang
89	Merangin	65,1	68,6	79,9	100	92,4	51,3	75,7	31,8	42,8	19,3	Rendah
90	Sarolangun	45,2	86,3	90,9	88,4	100	72	79,1	24	55,4	27,8	Rendah
91	Batang Hari	69	83,4	83,4	66,9	89,1	83,3	80,3	29,2	65,3	24,6	Rendah
92	Muaro Jambi	66,6	79	77,6	97	81,5	74,2	83,4	37,3	50,4	8,6	Rendah
93	Tanjung Jabung Timur	52,2	52,1	84,4	100	84,8	83,7	69,8	31,7	88,9	30,3	Rendah
94	Tanjung Jabung Barat	65,6	70,3	69,1	91,8	84,4	92,9	73,5	29,3	43	31	Rendah
95	Tebo	56,7	83	79,9	100	100	74,2	78,3	36,4	39	22	Rendah
96	Bungo	53	82,6	79,9	80	100	77,3	79,6	39,4	43,2	30,8	Rendah
97	Kota Jambi	67,7	98,8	64,5	68,1	69	95,3	92,8	31,1	70,7	33,6	Rendah
98	Kota Sungai Penuh	15,7	91,8	86,8	100	100	93,7	77,7	49,4	75,7	26	Sedang
99	Ogan Komering Ulu	81,6	77,7	84,9	100	100	82,8	84,4	27,6	43,3	52,5	Sedang
100	Ogan Komering Ilir	61	84,5	80,1	88,1	91,1	78,5	63,9	25,1	28,1	33	Rendah
101	Muara Enim	43,3	78,5	75,3	92,6	82,9	91,5	84,2	15,7	93,5	49,8	Sedang
102	Lahat	57,2	86,9	84,3	98,4	82,9	84,3	70,4	30	74,9	40	Sedang
103	Musi Rawas	60,4	93,6	86,8	100	100	93,2	73,7	31,8	45,9	36,8	Sedang
104	Musi Banyuasin	29,3	82,8	78,1	92,3	88,5	81,8	80,7	21,2	61,9	34	Rendah
105	Banyuasin	80,4	83,8	80,4	89,4	93,6	78,3	72,8	26,6	65,6	25,8	Rendah

No	Kabupaten/kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	Kelas
106	Ogan Komering Ulu Selatan	82,8	58,5	82,9	93,3	99,5	76,5	57,5	30,4	33	29,5	Rendah
107	Ogan Komering Ulu Timur	82,3	84,5	78,8	100	95,8	94,1	87,5	33,1	34,1	28,1	Sedang
108	Ogan Ilir	72	79,7	91,4	100	94,1	71,9	71,5	40,3	65	57,6	Sedang
109	Empat Lawang	98,3	72,5	84,9	96	67,5	64,8	66,9	22,4	48,5	23,3	Rendah
110	Penukal Abab Lematang Ilir	71,6	95	96,5	100	85,8	85,8	89,4	23,6	96,5	35,1	Sedang
111	Musi Rawas Utara	50,3	77	89,3	100	100	87,1	65,7	23	41,3	21,6	Rendah
112	Kota Palembang	47,4	93,9	49	51,5	79,8	98	92,7	32,3	70,6	30,5	Rendah
113	Kota Prabumulih	53,6	94,8	72,1	100	76,3	98,4	97,6	42,6	72,7	33,5	Sedang
114	Kota Pagar Alam	30,8	90,1	79,9	100	100	85,8	62,1	24,2	48,5	30,5	Rendah
115	Kota Lubuklinggau	84	98,6	75,3	100	68,4	96,4	87,6	17,4	67,6	56,1	Rendah
116	Bengkulu Selatan	76,7	100	82,6	76	100	65	84,1	37,6	74	70,1	Sedang
117	Rejang Lebong	86,2	92	79,5	93,8	97,9	57,2	70,2	23,6	45,2	35,3	Rendah
118	Bengkulu Utara	100	90,5	69,6	100	100	82,6	83,4	29,2	60,3	49,6	Sedang
119	Kaur	82,7	87,5	81	90,5	96,9	83,9	81,2	33,8	66,1	54,9	Sedang
120	Seluma	83,8	88,6	87,1	100	90,4	71,6	86,2	30,1	72,6	53,5	Sedang
121	Mukomuko	87,1	91,4	75,5	71,8	94,5	75,7	79,1	35,1	56	32,6	Rendah
122	Lebong	78,7	85,2	94,4	37,5	83,5	54,9	51,9	26,8	50,5	39,8	Rendah
123	Kepahiang	100	89,8	86,1	72,4	95,1	61,8	64,6	19,6	51,3	27,6	Rendah
124	Bengkulu Tengah	94,4	82,5	88,8	100	88,4	51,9	74,6	23,4	69,9	35,3	Rendah
125	Kota Bengkulu	45	95	56,4	59,6	93,1	94,5	94,5	32,4	77,6	43,1	Sedang
126	Lampung Barat	82,6	86,7	96,4	100	84,1	65,1	83,7	29,4	47,3	38	Rendah
127	Tenggamus	85,8	87,8	83,3	75,6	90,9	59,8	64	31,3	93,4	58	Sedang
128	Lampung Selatan	89,3	90,4	80,6	99,8	100	90,8	94,3	30,6	78,3	49,8	Sedang
129	Lampung Timur	83,1	91,1	79,1	85,6	87,4	85,8	85,3	47,4	53	40,1	Sedang
130	Lampung Tengah	81,3	97,3	83,1	93,1	56,8	83,3	81,2	36,3	49,3	37,1	Rendah
131	Lampung Utara	90,4	95,6	91	100	100	70,3	80,8	24,8	61,6	60,8	Sedang

No	Kabupaten/kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	Kelas
132	Way Kanan	69,6	79,9	87,1	100	91,8	63,3	73,9	32,8	58,3	60	Sedang
133	Tulangbawang	91	93,1	87,3	100	81	81,5	85,6	34,3	42,9	38,5	Sedang
134	Pesawaran	83,1	82,7	77	100	81,5	88,4	86,2	39,2	57,4	63,4	Sedang
135	Pringsewu	94,3	97,6	72,9	100	83,8	93,4	84,2	44,9	50,3	57,1	Sedang
136	Mesuji	100	90,4	83,4	100	83	80,8	84,6	37,1	47,3	46,5	Sedang
137	Tulang Bawang Barat	93,3	92,4	85,5	100	100	51,9	77,9	33,9	35,4	22,5	Rendah
138	Pesisir Barat	80,4	77	88	100	80,1	68,5	77,7	33,3	66,3	58	Sedang
139	Kota Bandar Lampung	74,7	100	63,8	76,8	87,1	98,3	89,1	22	86,9	55	Sedang
140	Kota Metro	93,7	95,4	72,8	100	85,4	96,2	98,8	54,6	96,9	54,3	Tinggi
141	Bangka	92,6	98,8	73,3	100	48,9	72,2	94,2	34,7	69,4	18,6	Rendah
142	Belitung	83,3	97,8	78,9	56,3	66,9	85,2	92,7	38,2	85,3	10,1	Rendah
143	Bangka Barat	100	96,5	80,3	95,9	72,3	84	91	32,3	74,6	20,5	Sedang
144	Bangka Tengah	56,2	91,2	73,6	58,5	71,1	85,4	93,8	33,8	60,7	18,1	Rendah
145	Bangka Selatan	66,2	86,8	82,6	59,3	65,8	74,2	86,5	35,2	46,1	11	Rendah
146	Belitung Timur	100	97,4	85,3	100	71,1	75,4	89,9	44,1	84,8	30	Sedang
147	Kota Pangkal Pinang	58,9	100	54,6	75,3	98,9	94	91,5	36	76,2	28,9	Sedang
148	Karimun	55	100	58,5	82,6	68,3	85,2	97	30	63,5	17	Rendah
149	Bintan	47,4	96,6	54,5	76	90,8	85,5	87,6	43,8	74,3	19,4	Rendah
150	Natuna	50,1	72,6	80	35	47,1	87,2	76,4	42,6	90,4	15,1	Rendah
151	Lingga	41,7	76,2	75,5	16,9	85,3	83,5	65,5	34,6	80,9	37,3	Rendah
152	Anambas	41,6	78,1	72,8	0	70,1	28,6	29,1	54,8	94,2	13,6	Rendah
153	Kota Batam	89,6	97,3	42	83,3	90,8	95,3	89,2	29,4	65,9	22	Sedang
154	Kota Tanjung Pinang	49,8	99,5	45,5	92,6	91,4	93,4	91,7	35,8	79,6	24,3	Sedang
155	Kapulauan Seribu	72,4	100	71,3	48,5	70	87	85,7	74,9	99	16,5	Sedang
156	Kota Jakarta Selatan	68,3	97,1	46,5	82,9	89,9	98	95,5	36	85,8	11,9	Sedang
157	Kota Jakarta Timur	68,9	95,6	65,9	68,3	72,5	98,1	94,3	44,2	84,8	7	Sedang
158	Kota Jakarta Pusat	58	98,9	57,8	76,9	93,9	98,1	92,4	39,9	90,3	21	Sedang

No	Kabupaten/kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	Kelas
159	Kota Jakarta Barat	84,8	94,2	64,4	96,3	83,5	98,9	91,7	49,9	86,5	6	Sedang
160	Kota Jakarta Barat	59,2	99,5	55,8	75,6	78,6	96,1	88,9	31,3	85,4	15,6	Rendah
161	Bogor	54,1	73,4	69,6	94,5	100	92,3	73,5	24,7	58,7	41	Rendah
162	Sukabumi	91,2	84,5	77,1	100	90	85,7	63,3	33,3	53,7	39	Sedang
163	Cianjur	41,7	68,6	76,4	100	100	80,8	61,8	36,4	46,9	54,8	Rendah
164	Bandung	85	83,8	84,1	100	100	93,8	70,8	43,4	54	43,6	Sedang
165	Garut	51,7	68	81,8	94	96,3	78,2	51,9	32,1	42,2	53	Rendah
166	Tasikmalaya	86,3	77,2	77,8	78,9	100	89,3	54,4	49,6	41	55,4	Sedang
167	Ciamis	82,1	93,2	77,8	100	100	93,8	75,5	56	56,6	83,3	Tinggi
168	Kuningan	59,2	95,9	73,3	99,6	98,9	95,5	69,3	37,7	68,7	65,5	Sedang
169	Cirebon	73,2	84,6	62,5	77,9	92,6	95	86,8	40,2	65,5	46,4	Sedang
170	Majalengka	64,3	91,8	79,4	76,4	96,9	95,7	81,3	35,9	48,3	64,3	Sedang
171	Sumedang	94,3	97,5	90,8	59	93,4	95,8	80,6	32,8	57,6	58,3	Sedang
172	Indramayu	50,6	90,6	74,4	90,3	89,1	95,3	86,6	36,6	49	56,3	Sedang
173	Subang	75,9	86	75,9	91,6	93,8	98	80	38,8	46,8	40,9	Sedang
174	Puwakarta	83,6	62,7	68,1	89,6	90,4	92,6	82,5	32,1	57	44,9	Sedang
175	Karawang	65	89,4	69,6	100	82,9	98,2	85,1	38,2	68,3	36,3	Sedang
176	Bekasi	55	94,9	62,5	97,6	82,8	94,9	90	27,7	90,6	26,6	Sedang
177	Bandung Barat	56,6	82,5	82,6	87	93,3	86,6	51	33,7	47,7	59,9	Rendah
178	Pangandaran	100	85,8	78,8	86,1	85	84,1	83	43,9	96,9	52	Sedang
179	Kota Bogor	75,6	86,9	55,6	91	91,9	98,7	67,9	41,7	76,3	45,6	Sedang
180	Kota Sukabumi	78,4	97,2	55,5	83,9	83,4	97,8	45,8	36,7	68,7	46,1	Rendah
181	Kota Bandung	77,7	95,6	67,5	100	100	99	49,9	34,8	74,3	38,4	Sedang
182	Kota Cirebon	89,7	99,8	63,4	64,9	99,6	99	90,6	35,3	82,5	68,9	Sedang
183	Kota Bekasi	93,8	100	50,5	100	77	98,3	90,8	31,9	72	16,9	Sedang
184	Kota Depok	65,8	99,4	59,8	100	92,4	99,4	96,2	48,7	78,9	34,9	Sedang
185	Kota Cimahi	87,4	90,8	68,8	90,4	98	97,8	77,2	47,2	73,9	42,6	Sedang
186	Kota Tasikmalaya	75,6	92,1	72,4	78,5	92,9	96,8	52,6	47,9	58,6	95,5	Sedang
187	Kota Banjar	88,6	100	75	77,1	72,1	97,7	88,3	52	96,6	44,3	Sedang

No	Kabupaten/kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	Kelas
188	Cilacap	80	94,3	71,6	100	100	90,6	79,1	41,2	52,2	63,1	Sedang
189	Banyumas	84,7	100	72,1	100	100	90	79,8	40,4	72,9	89,8	Tinggi
190	Purbalingga	100	98,2	74,3	100	100	88,6	78,6	43,7	66,7	76	Tinggi
191	Banjarnegara	85,2	100	91,9	100	99,3	89,2	51,7	59,8	53,6	58	Sedang
192	Kebumen	91,6	97,1	57,3	99,5	100	87,4	93,5	61,8	67,8	70	Tinggi
193	Purworejo	100	95,8	68,5	83,3	100	89,1	80,2	65,4	63,4	45,6	Sedang
194	Wonosobo	90,2	100	91	100	100	90,3	55,3	54,9	61	57,4	Sedang
195	Magelang	91	95,2	72,6	72,5	100	94,7	80,5	62	60,5	68,8	Tinggi
196	Boyolali	90,8	98,1	76,8	83	100	96,4	92,4	47,4	64,9	31,5	Sedang
197	Klaten	100	98,8	59,1	91,4	81,5	98	95	56,2	76,8	45,6	Tinggi
198	Sukoharjo	88,4	100	46,6	100	100	99,5	96,1	66,2	68,6	36,8	Tinggi
199	Wonogiri	87,1	98,3	65,1	100	90,3	94,7	94,6	36,1	59,3	54,4	Sedang
200	Karanganyar	75,2	99	59,6	100	96,4	98,2	96,3	52,4	64,6	47,1	Sedang
201	Sragen	85,8	98,4	68,1	100	88,1	96,8	93,1	50,1	55,1	47,4	Sedang
202	Grobogan	94,6	94,1	79,8	92,9	91,9	81,9	87,9	49,1	93,4	60,1	Tinggi
203	Blora	65	100	88,4	79,3	100	93,4	91,5	52,3	52,3	51,3	Sedang
204	Rembang	88,6	100	79,4	85,6	100	96,4	92,9	58,1	77,4	66,6	Tinggi
205	Pati	80	98,7	77,6	100	100	96,7	93,8	55,6	63,7	45,6	Tinggi
206	Kudus	71,3	96,5	57,3	68,9	81	95,7	92,8	59,3	66,3	26,4	Sedang
207	Jepara	80	92,9	69,8	100	93,6	83,5	68,1	53,3	56,4	45,3	Sedang
208	Demak	69	96,6	75,3	75,6	94	93,6	91,6	38,7	92,4	66,9	Sedang
209	Semarang	84,1	98,7	65,1	99,5	98,6	93,7	85,9	62,6	92,7	41,9	Tinggi
210	Temanggung	73,1	98,7	81,5	100	81,4	94,2	75,3	65,8	54	63,1	Sedang
211	Kendal	69,4	100	69,4	100	87,8	95,1	82,6	52,9	59,5	43,5	Sedang
212	Batang	81	98,8	85,8	84,3	100	93,6	67,3	54,3	64,5	41,3	Sedang
213	Pekalongan	83,6	100	66,1	80	100	91,6	77,8	48,8	66,1	63,1	Sedang
214	Pemalang	50,3	91,9	66,8	65,9	100	95,6	77,7	45,7	60,5	67,6	Sedang
215	Tegal	71,6	100	64,9	100	100	99,3	85,8	45	61	39,8	Sedang
216	Brebes	66,9	93,7	75,9	98,5	100	89,7	80,7	35,8	68,7	66,9	Sedang

No	Kabupaten/kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	Kelas
217	Kota Magelang	80,4	97,2	50,9	18,5	86,5	99,7	82,3	59,6	90,2	58,8	Sedang
218	Kota Surakarta	100	100	43,9	100	72,5	98,7	87,5	55,3	88,1	58,5	Tinggi
219	Kota Salatiga	100	100	64,4	69,9	78,5	98	97,7	62,6	87,6	36,3	Sedang
220	Kota Semarang	99,3	98,6	53,1	100	83,9	99,4	92,5	61,7	77,4	19,6	Sedang
221	Kota Pekalongan	63,2	100	58	63,4	94,3	100	86,8	61,6	74,1	54,4	Sedang
222	Kota Tegal	96,4	100	57,8	82,8	100	99,4	93,6	38,2	74,8	36,1	Sedang
223	Kulon Progo	100	98,7	72,1	100	89	88,4	96,4	83,4	83,3	80,6	Tinggi
224	Bantul	100	97,2	56,6	58,5	94	96,9	96	73,3	77,4	68,4	Tinggi
225	Gunung Kidul	92,9	98,8	74,8	100	87,1	97,2	96,6	68,1	85,4	86,6	Tinggi
226	Sleman	82,3	100	54,1	100	100	97,5	97,4	64,3	80,1	64,6	Tinggi
227	Kota Yogyakarta	89,3	97,9	46,8	100	76	98,8	92,8	68,7	86,4	60,5	Tinggi
228	Pacitan	100	100	81,6	100	90,3	83,9	72,6	51,7	44	43	Sedang
229	Ponorogo	89,7	99,1	68,4	100	88,4	91,5	86,8	57,7	55,8	69,6	Tinggi
230	Trenggalek	100	99	82	91,9	91,6	81,2	79,3	51,4	51,7	69,6	Sedang
231	Tulungagung	90,9	98	67,6	100	91,4	96,4	83,6	62,3	46,1	42,8	Sedang
232	Blitar	98,1	97,4	76,3	82,5	84,9	96,4	80,1	65,8	43,9	50,5	Sedang
233	Kediri	80,7	95,9	71,6	84,9	85,6	92,2	88,7	52,6	55,4	54	Sedang
234	Malang	86,7	98,7	81,5	100	85,6	96	81,8	56,3	45,9	50,3	Sedang
235	Lumajang	69,6	97,4	80,1	55,4	86,6	97,4	78	67	55,6	38,9	Sedang
236	Jember	79,1	93,9	84,4	91,6	81,1	95,4	65,9	43,6	47,4	48,6	Sedang
237	Banyuwangi	90,4	99,1	75,5	89	97	96	78,1	50,4	99,1	45,1	Tinggi
238	Bondowoso	75,6	92,6	86,9	98,5	93	93,3	51,6	65,2	63,7	72,1	Tinggi
239	Situbondo	55,1	94,2	90	86,1	68,3	99,2	54,5	70,1	49,7	39,3	Sedang
240	Probolinggo	52,2	92	92,1	60	69,6	95,9	62,4	59,1	62,2	73,5	Sedang
241	Pasuruan	91,6	92,1	86,4	97,8	85,3	96,9	83,4	44,8	51,3	54,8	Sedang
242	Sidoarjo	91,2	98,5	67,3	81,4	83,4	95,9	89,5	56	68,7	35,8	Sedang
243	Mojokerto	94,6	100	80,3	55,9	95,4	97,1	89,9	58	65,7	50,6	Sedang
244	Jombang	94,8	96,3	88,1	69,4	77,6	99,1	93,7	71,6	72,5	60,6	Tinggi
245	Nganjuk	91,3	98,5	81,1	90	87,8	98,7	83,4	69,1	95,6	65	Tinggi

No	Kabupaten/kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	Kelas
246	Madiun	100	99,1	71,8	70,4	83,9	94,8	89,4	61,8	58,9	56,3	Sedang
247	Magetan	93,6	100	70,1	71,6	89,9	98,7	91	69,8	56	48,5	Sedang
248	Ngawi	100	100	84	100	100	99,2	84,3	56	69,9	66,1	Tinggi
249	Bojonegoro	79	98,2	85,1	100	89,9	96,5	91	81,6	99,2	54,8	Tinggi
250	Tuban	77,7	99,7	77,4	75,9	100	97,5	81	70,3	98,6	46,1	Tinggi
251	Lamongan	65,2	99,4	80,9	100	87,5	78,6	90,7	82,2	65,3	49,8	Tinggi
252	Gresik	80,6	98,4	73,5	88	77,9	91,5	90,3	65,8	61,6	49,4	Sedang
253	Bangkalan	100	91,2	58,8	89,1	93,8	93,9	53,5	47,2	20,2	42,6	Rendah
254	Sampang	66,4	79,9	64,1	78,3	89	93,2	79,3	37,6	35,8	44,6	Rendah
255	Pamekasan	84,6	88,1	72,4	66	82,8	95,2	65,9	55,3	60,2	76,5	Sedang
256	Sumenep	49,2	87,6	69,3	60,8	78,1	94,6	67,7	44,3	50,4	57,6	Rendah
257	Kota Kediri	85,1	100	68,9	59,4	95	99,8	95,9	71	93,7	80,9	Tinggi
258	Kota Blitar	100	100	62,4	78,1	90,1	99,1	95,9	76,9	95,8	40,1	Tinggi
259	Kota Malang	89,9	94,5	52,5	100	100	96,8	82,6	58,7	73,4	28	Sedang
260	Kota Probolinggo	61,4	100	75,5	61,4	56,3	100	89,3	55,1	87,7	60,1	Sedang
261	Kota Pasuruan	90,8	99,5	70,5	21	93,1	100	89,3	71	94	63,8	Tinggi
262	Kota Mojokerto	88,6	100	71,6	71,8	92,9	98,7	95,6	75,4	85,7	48,5	Tinggi
263	Kota Madiun	96,3	100	57,8	73,4	73,8	98,5	95,4	67,8	91,9	44,3	Tinggi
264	Kota Surabaya	80,8	98,4	59,9	89,9	63	95,7	96,4	52,4	82,2	16,6	Sedang
265	Kota Batu	100	100	77,5	68,5	89,4	99,1	94,4	68,2	92,7	24,5	Tinggi
266	Padeglang	35,4	72,9	78,6	99	69,8	77,3	62,1	29,2	45,7	54,3	Rendah
267	Lebak	46,2	67,4	81,9	100	89,8	73,3	67,4	26,8	58,6	55,3	Rendah
268	Tangerang	43,1	93,6	80,3	79,6	83	98,5	86,6	22,7	68,2	21,1	Rendah
269	Serang	62,2	72	73,4	65,9	85,5	91,9	82,4	38,3	41,8	23,1	Rendah
270	Kota Tangerang	91,9	97,9	61	99,1	63,6	95,6	94,4	40,2	75,7	24,9	Sedang
271	Kota Cirebon	69,2	93,6	68,4	91	84,1	99,1	87,7	46,2	94,8	35,5	Sedang
272	Kota Serang	42,3	67	67,8	94	81	97,6	91,6	24,2	55,9	21,6	Rendah
273	Kota Tangerang	67,7	100	61,3	98,3	85,5	98,6	97,6	33,1	85,1	3,1	Sedang
274	Jembrana	89,9	100	67,9	100	88,3	97,2	95,2	30,6	88,6	33	Sedang

No	Kabupaten/kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	Kelas
275	Tabanan	89,3	100	63	0	81,8	94,6	93,3	37,2	75,8	36,1	Rendah
276	Badung	98,7	100	60,5	70,1	81	98,8	97,5	34,1	89,9	13,3	Sedang
277	Gianyar	100	100	62,5	100	92,6	99	99,9	39,1	95,8	28,4	Sedang
278	Klungkung	98,1	100	51,5	18,6	71,9	98,2	96	32,2	92,9	26,9	Rendah
279	Bangli	89,7	100	73,5	72,8	95,5	93,1	92,4	23,3	81,9	32,8	Sedang
280	Karangasem	100	99,7	70	97,9	80	100	90,2	26,9	87	44,9	Sedang
281	Buleleng	88,1	93,1	64,1	82	75,8	99	92,4	24,2	80,3	33,3	Sedang
282	Denpasar	74,9	98	49,4	80,8	73,9	100	100	38,1	72,8	6,3	Sedang
283	Lombok Barat	92,4	98,3	75,4	95,6	100	91,1	75,7	45,6	50	45,5	Sedang
284	Lombok Tengah	67,1	95,3	70,9	100	97,4	90,4	82,1	43,8	46,6	55,6	Sedang
285	Lombok Timur	84,6	98,3	70,6	96,5	97,5	98	83,4	49,7	56,4	54	Sedang
286	Sumbawa	72,4	96,1	75,5	86,1	94,8	96,8	84,5	61	60,2	49,4	Sedang
287	Dompu	19,6	86,7	74,1	100	79,9	98,3	78,1	37,8	60	39	Rendah
288	Bima	81	87	58,4	94,5	97	98,2	83,3	53,7	61,4	63,4	Sedang
289	Sumbawa Barat	51,6	88,5	63,1	100	93,5	99	97,2	69,8	98,1	61	Tinggi
290	Lombok Utara	83,3	99,2	88,5	100	100	90,7	81,4	46	82,4	68,9	Tinggi
291	Kota Mataram	81,4	100	72,1	91,1	94,3	100	91,4	27,3	97,7	63,1	Sedang
292	Kota Bima	29,4	93,8	61,6	100	80	99,4	90,2	49,9	92,2	61	Sedang
293	Sumba Barat	74,1	91,3	46,3	100	71,1	81,5	52,8	52,4	90,1	80	Sedang
294	Sumba Timur	85,8	89,1	38	100	78,6	74,9	59,8	42,8	74,9	63,1	Sedang
295	Kupang	81,4	75,6	50,3	100	75,5	83,1	78,2	30,9	74	53	Sedang
296	Timor Timur Selatan	75,2	82,6	53,8	59,9	66,4	70,8	60,5	41,6	60,8	58,5	Rendah
297	Timor Timur Utara	77,4	88,4	50,9	100	82,5	87,4	82	42,8	59,4	77,1	Sedang
298	Belu	90,6	91,6	43,8	82,5	78,3	92,5	84	40,7	82,7	40,1	Sedang
299	Alor	72	66,4	46,9	90,8	86,9	90,5	81,6	38,4	72,9	80,4	Sedang
300	Lembata	90,3	97,3	50,5	95,1	96	94,1	88,4	26,1	68,4	54,9	Sedang
301	Flores Timur	100	98,6	25,8	100	100	97,9	88	45,9	64,5	32	Sedang
302	Sikka	88,8	95,1	37,1	100	98,8	96,7	79,2	51,7	75,5	45,6	Sedang
303	Ende	70	93,8	23,4	91	100	98,9	88,1	37,7	74,8	56	Sedang

No	Kabupaten/kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	Kelas
304	Ngada	86,6	100	50,6	83,9	91,4	95,8	86,7	13,8	47,1	19,6	Rendah
305	Manggarai	76,9	93,8	66,5	100	100	96,7	62,1	35,8	67,8	64,4	Sedang
306	Rote Ndao	79,3	79,6	57,3	100	89,4	82,1	88,8	41,1	81,3	43,4	Sedang
307	Manggarai Barat	95,6	90,6	71,5	86,6	91,9	85,8	78,1	16,1	77	92,6	Sedang
308	Sumba Tengah	96,2	94,3	42,9	100	58,5	61,2	54,3	58,8	96,3	96,3	Sedang
309	Sumba Barat Daya	69,2	74,3	50,5	97,1	80,9	80,4	45,8	33,6	62,4	56,4	Rendah
310	Nagekeo	100	100	18,6	97,3	86,4	93,1	88,3	23,7	55,1	45,1	Sedang
311	Manggarai Timur	61,8	61,1	76,5	100	100	80,4	51,8	20,7	56,3	61	Rendah
312	Sabu Raijua	59,1	60,3	40,1	100	78,9	60	69,6	50,6	93,1	82,1	Sedang
313	Malaka	77,3	82,4	41,8	37,4	87,8	89,7	70,9	47,9	91,1	52,8	Sedang
314	Kota Kupang	95	96	36,1	89,8	79,1	94,1	82,7	23,8	76,8	31,1	Rendah
315	Sambas	93,8	99,8	77,5	70,9	100	97,1	90,4	24	46,8	35,5	Sedang
316	Bengkayang	77,4	92,7	64,6	100	91,8	82,6	79,5	23,3	61,3	29,4	Rendah
317	Landak	87,2	82,5	80,3	92,9	98	65,1	66	19,2	68,1	64,9	Sedang
318	Mempawah	59,7	81,2	69,1	100	81,5	85,2	79,4	17,2	56,9	29,9	Rendah
319	Sanggau	65,9	67,3	84,1	83,1	95,8	80,3	65	29	41,6	26,3	Rendah
320	Ketapang	45,2	48,1	80	66,3	82,5	67,5	74,1	30,1	46,5	11,5	Rendah
321	Sintang	41,3	72,9	89,6	84,5	100	74,8	73,6	20,6	50,1	30,3	Rendah
322	Kapuas Hulu	44	74,8	84,5	100	95,3	68,6	60,3	26,1	38,1	19,3	Rendah
323	Sekadau	63,2	46	94,6	100	100	51,7	72,3	25,4	45,9	25,9	Rendah
324	Melawi	76,4	58,5	81,4	100	100	48,5	65,5	25,9	48,6	23,5	Rendah
325	Kayong Utara	71	54,3	84,9	100	84,5	96,7	77,9	28,2	100	24,9	Sedang
326	Kubu Raya	20,3	79,5	72,5	70,9	79,3	94,6	73,5	17,3	93,2	38,6	Rendah
327	Kota Pontianak	45,4	96,3	59,8	92,9	77	97,2	98,1	18,4	56,8	29	Rendah
328	Kota Singkawang	58,8	97,8	58,1	100	66	89,7	93,7	18,1	72,9	37,9	Rendah
329	Kotawaringin Barat	79,2	86,3	76,5	48,1	83	93,8	88,1	38,1	55,8	16,8	Rendah
330	Kotawaringin Timur	46,7	88,9	80,5	86,6	67,5	78,7	73,2	41,1	52,1	23,1	Rendah
331	Kapuas	22,4	43,1	84,5	69,5	88,3	64,7	53,3	32,3	41,1	10,3	Rendah
332	Barito Selatan	100	50	84	36	88,8	58,8	57,6	51,1	45,6	17,8	Rendah

No	Kabupaten/kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	Kelas
333	Barito Utara	72	62,8	84,9	21,9	71,4	74	75	46,7	36,9	17,1	Rendah
334	Sukamara	93,9	71,9	80,4	97,5	96,3	85,7	80	60,7	76	17,5	Sedang
335	Lamandau	58	77,7	63,8	95,9	73,4	81,9	75,2	44,8	52,1	10,3	Rendah
336	Seruyan	73,6	74,7	73,1	85,3	68,4	64,9	70,8	31,6	68	11,8	Rendah
337	Katingan	80,7	71	86,6	50	81,9	87,3	84,6	28,1	57,8	17,9	Rendah
338	Pulang Pisau	55,7	66	79,5	82,5	91	85,5	60,7	39	46,6	16,9	Rendah
339	Gunung Mas	71,6	39,4	74,3	100	85,1	57,6	92,9	36,1	43,8	7	Rendah
340	Barito Timur	87,9	85,1	79,1	100	89,6	66,6	84,2	36,3	59,6	27	Sedang
341	Murung Raya	69,7	34,2	79,9	36	85,4	55,2	64,9	42,2	67,6	7,4	Rendah
342	Kota Palangkaraya	46,1	88,1	59,3	48,8	76,4	99,4	90,6	26,1	65,5	22,8	Rendah
343	Tanah Laut	88,9	94,7	90,5	78,9	99	66,6	77	46,7	79,2	14,8	Sedang
344	Kota Baru	90	62,6	83,8	84,9	85,6	66	71,6	43	50,6	16,8	Rendah
345	Banjar	57	79,1	82,1	86,8	99,9	72,9	81,4	33,4	47,1	20,9	Rendah
346	Barito Kuala	71,9	87,2	95,1	100	97,9	61,1	52,8	40	46,9	26,8	Rendah
347	Tapin	76,9	70,4	88,3	61,3	85	76,7	79,8	49,6	55,8	12,4	Rendah
348	Hulu Sungai Selatan	81,1	94,5	91,1	64,8	97,9	68,7	80,9	61,7	91,4	40,8	Sedang
349	Hulu Sungai Tengah	71,4	94,2	89,5	70,4	67,4	88,2	79,8	48,8	84	36,8	Sedang
350	Hulu Sungai Utara	83,7	97,8	85,6	62	88,1	83,4	90,6	65,8	88,2	47,4	Sedang
351	Tabalong	81,8	88,3	86,8	85,8	100	73,5	95,1	50,7	76,1	34,4	Sedang
352	Tanah Bumbu	89,7	96,9	84,9	90,4	83,3	64	90,9	54,9	61,5	13,3	Sedang
353	Balangan	48,1	97	94,3	0	100	86,2	91,8	68,8	91,9	26,1	Sedang
354	Kota Banjarmasin	80	91,5	72,1	85,6	84,9	98,1	90	49,8	65,4	30,1	Sedang
355	Kota Banjarbaru	77,4	93	71,1	82,8	78,9	68,2	92,4	40,4	68,8	18,9	Rendah
356	Paser	68,3	90,8	73,5	100	90,1	69,7	82,3	30,6	78,7	18	Rendah
357	Kutai Barat	89,8	89,2	72,4	100	89,5	82,3	88,1	28,3	82	21,9	Sedang
358	Kutai Kartanegara	84,3	86,1	73,1	100	79,1	82,1	89	38,8	69,1	24,9	Sedang
359	Kutai Timur	69	83,4	63,5	67,5	85,5	78	88,7	32,4	61,5	27,9	Rendah
360	Berau	63,2	98	63,5	63,8	56,3	82,9	87,4	37,8	50,1	19,8	Rendah
361	Panajam Paser Utara	85,7	93,7	68,8	100	92,1	86,4	86,8	35,1	91,4	47,9	Sedang

No	Kabupaten/kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	Kelas
362	Mahakam Hulu	21	89,9	69,4	100	60,6	45,5	90,3	43,4	94	19,1	Rendah
363	Kota Balikpapan	75	95,9	57,8	72,9	90,4	97,2	89,9	19,8	76,6	17,1	Rendah
364	Kota Samarinda	93,4	100	57,9	91,5	69,5	94,3	97,5	19,3	80,2	12,4	Rendah
365	Kota Bontang	90	99,9	58,8	100	69	99,9	88,3	49,6	87,3	45,6	Sedang
366	Malinau	42	79,3	49,3	100	99,1	74,7	89,9	52	92,8	28,8	Sedang
367	Bulungan	76,9	92,6	58,5	100	71,3	73,9	92,4	37	80,4	11	Rendah
368	Tana Tidung	66,8	84,3	52,9	100	78,5	93,1	70,9	56,6	88,4	35,9	Sedang
369	Nunukan	83,7	96,1	61,5	100	75	94,4	72,6	48,7	77	24,1	Sedang
370	Kota Tarakan	89,7	99,9	39,5	77	88,3	99,6	83,9	18,4	83,2	31,5	Rendah
371	Bolaang Mongondow	85,7	87,4	94,1	81	81,1	92,9	72,5	31,2	61,6	47,6	Sedang
372	Minahasa	78,2	93,1	75,4	79,8	69,4	91,7	91,6	44,8	87,2	27,5	Sedang
373	Kepulauan Sangihe	94,4	82	83,8	56,3	69,8	93,6	78,2	41,4	82,8	37,5	Sedang
374	Kepulauan Talaud	38,3	71,4	62,6	100	62	86,5	89,5	59,3	74,4	40,3	Sedang
375	Minahasa Selatan	77,1	90,5	77	58,5	32,9	96,5	81	25	65,9	60	Rendah
376	Minahasa Utara	100	84,9	70,6	56,1	39,9	95,8	81,7	27,7	80,2	18,8	Rendah
377	Bolaang Mongondow Utara	46,1	89,5	77	91,1	83,9	91	70,9	51,1	73	34,8	Sedang
378	Siau Tagulandang Biaro	53,3	88	70,1	77,9	72,9	98,4	91,8	30,8	59,8	18,4	Rendah
379	Minahasa Tenggara	48,3	76,5	79,4	100	73,8	85,7	86,2	58,8	66,5	26,6	Sedang
380	Bolaang Mongondow Selatan	47,8	79,3	74,5	100	83,8	87,7	68,6	41,8	73,7	52,8	Sedang
381	Bolaang Mongondow Timur	63	87,3	81,4	100	86	91,4	70,1	40,6	78,4	24,1	Sedang
382	Kota Manado	95,6	99,2	68,3	71,4	62	95,7	87,2	23,9	77,2	13,5	Rendah
383	Kota Bitung	66,3	96,8	69,1	74,3	61,1	98,1	95,8	17,9	81,9	60,6	Sedang
384	Kota Tomohon	81	98,7	64,1	100	70,3	99,2	94,3	38,6	85,4	48,3	Sedang
385	Kota Kotamobagu	71,6	99,8	74,3	86,5	100	97	70,9	31	73,2	39,6	Sedang
386	Banggai Kepulauan	60,4	56,7	75,1	80,3	82,6	95,9	75,1	45,7	61,9	56,4	Sedang

No	Kabupaten/kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	Kelas
387	Banggai	100	92,1	81,5	48,8	51,4	95,6	81,1	43,8	63,9	44,4	Rendah
388	Morowali	90,9	89,2	70,6	85,4	69,4	91,9	76,6	51,2	75	20,1	Sedang
389	Poso	46,3	98,3	70	96,1	86,8	91,9	91,5	32,4	73,1	66,5	Sedang
390	Donggala	44,2	75,1	53,6	86,5	71,3	79,5	64,4	31,2	59,4	33,6	Rendah
391	Toli-Toli	53,4	91,8	66	100	75,8	76	64,5	33,7	74,2	52,6	Rendah
392	Buol	77,4	93,7	72,1	100	83,6	85	73,5	43	91,7	54,3	Sedang
393	Parigi	60,2	74,1	71	80	85,9	78,2	67,5	43,6	65,8	52,6	Rendah
394	Tojo Una-Una	87,2	81,5	83	83,8	68,5	95,1	68,4	50	86,8	64,6	Sedang
395	Sigi	86,6	89,3	65	100	96,1	80,2	71,8	47,7	66,2	30,4	Sedang
396	Banggai Laut	97,3	70,9	65,3	100	91,9	88,5	63,2	59,1	47	28,6	Sedang
397	Morowali Utara	69,7	86,1	68,4	19,9	66,9	76,4	86,7	55	82,6	27,5	Rendah
398	Kota Palu	92,1	99,1	42	71,3	88,5	96,7	83,7	32	80,2	43	Sedang
399	Kepulauan Selayar	70	94,9	55	100	100	96,4	80,8	44,6	96,3	38,5	Sedang
400	Bulukumba	78,4	96,4	52,5	75,6	91,1	84,6	87,8	37	67,3	30,5	Sedang
401	Bantaeng	39,4	96,1	75,1	100	92	97,8	88,8	37,2	92,6	38,3	Sedang
402	Jeneponto	38,4	97,5	77	100	94,5	97,8	83,2	28,4	74,5	71	Sedang
403	Takalar	70,8	95,5	71,5	100	83,3	96	92	23,8	76,9	62	Sedang
404	Gowa	78,8	98,3	65,5	83,1	78,9	93,2	96,2	25,7	71	51	Sedang
405	Sinjai	58,7	93	53,6	87,5	100	89,2	89,2	51	97	61,5	Sedang
406	Maros	88,8	95,7	48,6	100	82,6	87,6	92,7	34,6	73,7	46,4	Sedang
407	Pangkajene	46,8	91,3	58,6	94,6	70,4	92,2	90,5	28,4	79,4	69,1	Sedang
408	Barru	81,1	95,1	49,4	100	82,6	97,6	96,9	51,9	87,8	51,8	Sedang
409	Bone	70,9	94,6	60,5	94,5	75,8	91,3	94,6	31,9	78,9	70	Sedang
410	Soppeng	98	99,3	57,9	69,3	93,9	92,7	95	34,2	71,2	39,6	Sedang
411	Wajo	65,9	97	55,6	100	89,8	86,3	94	41,4	69,8	45,5	Sedang
412	Sidenreng Rappang	73,8	100	58,9	100	72,5	97,9	94,1	36,9	62,7	40,5	Sedang
413	Pinrang	86,6	96,4	59,5	100	94	92	92,1	28,7	69	45	Sedang
414	Enrekang	76,7	93,3	56,5	100	100	86,6	94,8	32,3	84,5	66	Sedang
415	Luwu	70,1	88,1	44	100	81,9	84,8	89	26,8	86,6	80,6	Sedang

No	Kabupaten/kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	Kelas
416	Tana Toraja	89,3	84,6	58	76	77,8	73,6	85,4	43,8	81,3	51,8	Sedang
417	Luwu Utara	78,1	94,7	68,1	100	92	90,5	93,1	34,7	77,1	70,9	Sedang
418	Luwu Timur	78,8	95,2	62,6	86,3	92,5	86,5	93,2	24,2	98,3	62,3	Sedang
419	Toraja Utara	95,6	92,4	51,3	100	89,9	77,2	89,8	24,4	82,4	60	Sedang
420	Kota Makassar	88,9	99,6	51,6	65	74,6	98,1	93,8	42,9	78	21,6	Sedang
421	Kota Parepare	84,9	100	50,6	100	77,5	98,2	95,5	21	93,5	34,1	Sedang
422	Kota Palopo	78,2	97,9	49,1	100	77,4	97,4	94,6	29,6	93,3	55,3	Sedang
423	Buton	74,4	59,6	51,5	99	74,4	98,5	82,9	37,2	66	53,4	Sedang
424	Muna	79,4	75,7	41,1	56,8	72,5	96,1	80,9	45,2	79	56,6	Sedang
425	Konawe	56,7	78,4	74	57,9	63,5	86,3	88	34,2	69,7	40,4	Rendah
426	Kolaka	87	93,1	67,5	82,5	63,4	97,7	89,1	27	60,2	55,1	Sedang
427	Konawe Selatan	96,2	95,9	67,6	68,5	75,8	89,8	87,9	37,7	64,1	43,4	Sedang
428	Bombana	84,4	86,4	56,6	91,4	82,3	98,7	82,3	35,7	65,4	74,4	Sedang
429	Wakatobi	59,4	77,5	30,3	100	96,3	97,4	86,7	48,4	96,2	61,6	Sedang
430	Kolaka Utara	63,8	94,4	58,6	100	74,1	92,3	91,1	32,8	64,5	80,3	Sedang
431	Buton Utara	77,1	73,2	37,4	100	63,4	95,7	69,7	52,4	87,1	66,6	Sedang
432	Konawe Utara	63	80,9	67,4	52,1	75,4	89	86,6	56,1	84,4	47,3	Sedang
433	Kolaka Timur	94,3	76,8	67,3	55,8	83	97,6	91,3	37,4	66,7	46,9	Sedang
434	Konawe Kepulauan	81,3	71,6	62,4	90,6	86	89	74,5	37,1	91,5	24,8	Sedang
435	Muna Barat	94,1	63,2	35	29,6	77,4	96,1	67,7	40,9	87,2	39,1	Rendah
436	Buton Tengah	58,1	87,8	30,1	68,9	79,1	96,1	83,3	42,3	68,5	41,8	Rendah
437	Buton Selatan	81,3	74	46,8	96,4	80,4	98,4	86,5	46,2	76,5	52,3	Sedang
438	Kota Kendari	77,8	92,6	40,4	89,8	61,6	95,3	94,7	34,9	72,7	39,4	Sedang
439	Kota Baubau	71,8	94,8	34,4	69,4	85	100	91,7	27	83,2	51,1	Sedang
440	Boalemo	59,6	98,4	74,9	46,8	100	95,1	74,6	70,6	68,5	82,6	Sedang
441	Gorontalo	82,4	94,8	70,3	100	68,4	96,8	75,1	50,1	79	79,6	Sedang
442	Pohuwato	61,3	93,5	77,3	77,8	57,4	95,9	78,3	52,9	75,6	48,4	Sedang
443	Bone Bolango	78,7	92,5	63,3	25,4	52,5	94,9	76,7	75,2	88,5	65	Sedang
444	Gorontalo Utara	68,8	100	71,9	100	71	89,5	81,8	66,4	72,6	84,4	Tinggi

No	Kabupaten/kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	Kelas
445	Kota Gorontalo	96,6	93,7	53,8	25,9	70,8	100	92,1	41,6	88	45	Sedang
446	Majene	43,3	88,8	44,9	74,4	92,6	94,6	83,3	58,1	86,6	78,4	Sedang
447	Polewali	68,8	89,9	46,6	93,1	80	86,2	83,6	62,2	99,6	66,9	Sedang
448	Mamasa	73,6	81,1	80,5	100	96,8	35,1	64,7	48,4	85,7	52,5	Sedang
449	Mamuju	64,3	88,6	62,4	100	80	82,1	74,6	35,9	92,5	33	Sedang
450	Mamuju Utara	72,8	89,6	64,5	87,8	89,6	86,8	81,2	32,8	69,6	41,1	Sedang
451	Mamuju Tengah	49,2	89,6	59,9	86,4	69,6	78,2	83,6	38,4	71,2	24	Rendah
452	Maluku Tenggara Barat	74,9	54,7	35,3	72,5	68,8	91,5	87	42,8	74,8	45	Rendah
453	Maluku Tenggara	89,7	43,6	34,4	60,6	66	91,4	72	56,4	76,9	42,3	Rendah
454	Maluku Tengah	80,7	43,3	53,4	48,3	92,8	93,1	74	21,7	46,7	42,3	Rendah
455	Buru	48	68	64	100	90,6	93,1	71,9	48,4	51,6	45	Sedang
456	Kapulauan Aru	29,9	20,3	40,1	100	88	85,2	33,2	46,7	68,1	25,5	Rendah
457	Seram Bagian Barat	52,3	49,8	39,1	55,1	79,5	81,8	64,7	34	48,2	35,5	Rendah
458	Seram Bagian Timur	61,8	20,2	45	96,8	91,9	79	71,9	36,2	44,5	25,4	Rendah
459	Maluku Barat Daya	45	55,8	35,1	91,6	100	96,5	76,7	35,8	96,3	63,3	Sedang
460	Buru Selatan	28,2	16	36,3	100	73,9	87,6	61,7	48,6	55,7	43,5	Rendah
461	Kota Ambon	84,9	62,6	32,9	55,4	74,4	98,3	90,8	22,9	61,7	18,8	Rendah
462	Kota Tual	83,1	51	42	100	72,8	90,4	83,4	30,6	82,9	36,8	Rendah
463	Halmahera Barat	49,7	60,3	64,6	88,9	83	93,9	72,7	43,7	65,4	32	Rendah
464	Halmahera Tengah	38,2	64,7	52,5	100	75,5	67,6	84,6	54,8	66,7	20,5	Rendah
465	Kepulauan Sula	30	30,5	39	65,1	82,8	90,3	82,1	38,1	29	10	Rendah
466	Halmahera Selatan	91,6	63,4	65,9	70,3	92,3	84,1	71	52,9	99,4	25,8	Sedang
467	Halmahera Utara	42,9	53,2	62,3	71,4	71,9	84,9	68,6	35,7	58,8	24	Rendah
468	Halmahera Timur	39,8	66,7	66,6	89,3	65,8	69,9	81,8	46,8	90	31,5	Rendah
469	Pulau Morotai	25,7	88,6	52,4	87,6	77,8	90,3	71,4	42	90,1	27,6	Rendah
470	Pulau Taliabu	18	29,5	54,6	50,8	70,8	80,4	68,2	58,1	16,5	5,3	Rendah
471	Kota Ternate	75,3	94,3	49	100	62,5	99,5	95,9	29,6	60,2	14,6	Rendah
472	Kota Tidore	68,4	94,4	56,8	100	88,4	97,7	89,6	41,6	62,3	9,4	Sedang

No	Kabupaten/kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	Kelas
473	Fakfak	70,9	76,7	45	78,8	80,8	98,5	69,2	35,3	74	41,8	Rendah
474	Kaimana	77,6	51,4	27,9	62	65,4	85,9	76,5	23,9	62,4	29,7	Rendah
475	Teluk Wondama	44,2	45,5	27,9	63,4	64,9	24	53	35,8	82,1	38,1	Rendah
476	Teluk Binturi	68,2	71,3	42,8	100	75,8	87,5	78,6	25,8	99,9	24,4	Rendah
477	Manokwari	62,9	88,7	49,3	77,1	76,8	81,1	82,6	29,8	60	15,9	Rendah
478	Sorong Selatan	38,3	37,7	41,3	66,9	79,5	46,3	33,7	12,7	78,7	52	Rendah
479	Sorong	61,8	71,9	46,3	62,1	100	80,9	87,9	26,8	62,4	35,4	Rendah
480	Raja Ampat	50,2	26,2	38,3	64,4	88,8	77,5	56,6	30,2	74,9	37,4	Rendah
481	Tambrau	59,4	51,5	16,3	31	90,1	69,9	83,3	14,4	71,9	3,4	Rendah
482	Maybrat	78,4	86,1	23	89,6	41,4	49,5	68,2	38,2	89,4	24,6	Rendah
483	Manokwari Selatan	70,9	79	39,9	80,3	58,1	89,3	88,4	39,4	73,4	25,4	Rendah
484	Pegunungan Arfak	0	43,6	3,8	95,6	100	77,2	35	2,4	44	7,8	Rendah
485	Kota Sorong	59,4	83,7	26	91,4	57	92,7	77,8	26,6	68,3	26,5	Rendah
486	Merauke	66,3	85,1	50,3	77,6	76,6	77,3	72,9	23,7	80,9	11,8	Rendah
487	Jayawijaya	53,8	75,7	8,4	100	100	46,3	26,8	8	86,3	19,6	Rendah
488	Jayapura	53	80,9	35,4	65,3	46,1	73	66,8	28,7	70,5	26,6	Rendah
489	Nabire	40,9	87,4	53,5	100	76,8	82,8	85,5	34	59,8	6,9	Rendah
490	Kepulauan Yaben	39,1	47,2	22,6	98,3	80,6	75,9	56,7	15,2	81	2,1	Rendah
491	Biak Numfor	66,1	85,2	36,6	100	69,9	87,7	82,1	26,3	77,5	35,6	Rendah
492	Paniai	11,7	35,9	10	0	67,9	95,8	32,1	0,9	100	0	Rendah
493	Puncak Jaya	0	73,3	0,3	100	13,9	55,1	12,4	0,7	79,1	0	Rendah
494	Mimika	49,8	79,1	42,5	100	85,6	92,3	80,5	17,8	49,3	11,3	Rendah
495	Boven Digoel	78,3	71,8	36,9	100	93,3	62	62,9	14,9	79,5	4	Rendah
496	Mappi	95,2	55,9	25,3	100	86,1	49,7	33,5	8,7	97,1	13	Rendah
497	Asmat	42	71,5	10,3	100	64	98	29,5	4,1	98,8	17,9	Rendah
498	Yahukimo	0	38,2	10,8	100	69,8	46,3	12	3	100	0	Rendah
499	Pegunungan Bintang	23,3	27,5	6,3	100	100	88,8	28,3	7,7	100	0	Rendah
500	Tolikara	100	17,8	1,1	100	100	9,9	2,1	2,6	100	29,5	Rendah
501	Sarmi	62,3	86,5	29,3	97,3	75,5	89	63,6	17,1	83,9	4	Rendah

No	Kabupaten/kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	Kelas
502	Keerom	66,2	81,6	54,4	100	87	79,3	69,4	20,4	78,5	42	Rendah
503	Waropen	51,4	31,8	36,9	100	59,1	84,8	83,3	35,1	64,7	2,6	Rendah
504	Supiori	49,4	56,2	22,1	100	91,6	59,9	73,3	32	98,4	23,4	Rendah
505	Mamberamo	25,7	27	9,3	53,5	100	85,1	44,6	31,9	99,9	9,4	Rendah
506	Nduga	4,7	18,6	1,3	100	100	14,2	5,4	2,2	100	4,8	Rendah
507	Lanny Jaya	68,7	18	2,8	47,6	100	1,3	0,7	3,4	96,1	18,3	Rendah
508	Mamberamo Tengah	58,9	82,7	2,8	100	45,1	0,2	1,5	4,4	100	45,9	Rendah
509	Yalimo	48,7	47,1	1,3	100	100	58,9	0,6	3,3	95,1	25,6	Rendah
510	Puncak	0	100	8,1	100	100	99,1	11,5	2,6	100	0	Rendah
511	Dogiyai	0	0	9,4	88	0	83,2	10,6	0	59,5	0,5	Rendah
512	Intan Jaya	42,9	57,8	5,1	100	48,3	93,7	8,8	1,8	94	1,9	Rendah
513	Deiyai	24,7	100	3,3	54,5	0	99,3	67,5	1,3	95,6	0	Rendah
514	Kota Jayapura	33,1	94,3	30,8	72	56,5	91,8	78,3	24,9	73,2	13	Rendah

Lampiran 2 Script Pembagian Data *Training* dan Data *Testing*

```
#pembagian data Training dan Testing
library(rpart)
library(rpart.plot)
library(ggplot2)
library(lattice)
library(caret)
library(rattle)
library(tibble)
library(bitops)
data=read.csv("C:/Users/ACER/Documents/DataCoba1.csv")
data = data[2:12]
data$Y <- as.factor(data$Y)
n = round(nrow(data)*0.7);n
set.seed(99999)
sampel = sample(1:nrow(data) ,n)
data.Training = data[sampel,]
data.Testing = data[-sampel,]
dim(data.Training)
dim(data.Testing)
set.seed(99999)
train = sample(1:nrow(data) ,360)
data.train = data[train,]
data.test = data[-train,]
```

Lampiran 3 Script Proses Klasifikasi Metode CART

```
#pembentukan pohon klasifikasi metode CART
fit = rpart(Y ~ ., data = data.train, method = "class")
summary(fit)
fancyRpartPlot(fit)
prediksi = predict(fit, newdata = data.Testing, type =
"class")
cm = table(prediksi, data.Testing$Y)
confusionMatrix(cm)

#Menampilkan hasil prediksi dan data Testing
test_results <- data.frame(Actual = data.Testing$Y,
Predicted = prediksi)
print(test_results)

#Prediksi pada data Training
prediksi_train = predict(fit, newdata = data.Training, type
= "class")
cm_train = table(prediksi_train, data.Training$Y)
confusionMatrix(cm_train)

#Menampilkan hasil prediksi dan data Training
train_results <- data.frame(Actual = data.Training$Y,
Predicted = prediksi_train)
print(train_results)

#pembentukan pohon klasifikasi metode CART
fit = rpart(Y ~ ., data = data.train, method = "class")
summary(fit)
fancyRpartPlot(fit)
prediksi = predict(fit, newdata = data.Testing, type =
"class")
cm = table(prediksi, data.Testing$Y)
confusionMatrix(cm)
```

Lampiran 4 Script Proses Klasifikasi Metode *Gradient Boosting*

```
#Pemilihan Parameter Terbaik
hyper_grid <- expand.grid(
  n.trees = c(100, 200, 300, 400, 500), # Jumlah pohon
  interaction.depth = c(4, 5, 6, 7, 8), # Kedalaman interaksi
  shrinkage = c(0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05), # Tingkat
                                                    pembelajaran
  n.minobsinnode = c(5, 10, 15) # Jumlah minimum observasi
                                dalam node
)

#Menyiapkan kontrol validasi silang
ctrl <- trainControl(method = "cv", number = 10)

#Melakukan pencarian hyperparameter
model <- train(
  Y ~ .,
  data = data.Training,
  method = "gbm",
  trControl = ctrl,
  tuneGrid = hyper_grid
)

#Menampilkan model terbaik
print(model)

#Mendefinisikan model Gradient Boosting
set.seed(99999)
gbm.fit <- gbm(Y ~ .,
  data = data.train,
  distribution = "multinomial",
  n.trees = 500, # Number of trees
  interaction.depth = 4, # Max depth of each
                        tree
  shrinkage = 0.03, # Learning rate
  n.minobsinnode = 15, # Minimum observations
                       in terminal nodes
  cv.folds = 10, # Cross-validation folds
  keep.data = FALSE,
  verbose = FALSE)
summary(gbm.fit)
predictions <- predict(gbm.fit, newdata = data.test, n.trees
= gbm.fit$n.trees, type = "response")
predicted.classes <-
colnames(predictions)[apply(predictions, 1, which.max)]
predicted.classes <- factor(predicted.classes, levels =
levels(data$Y))
cm <- confusionMatrix(predicted.classes, data.test$Y)
print(cm)
```

```
test_results <- data.frame(Actual = data.test$Y, Predicted =
predicted.classes)
print(test_results)
predictions_train <- predict(gbm.fit, newdata = data.train,
n.trees = gbm.fit$n.trees, type = "response")
predicted.classes_train <-
colnames(predictions_train)[apply(predictions_train, 1,
which.max)]
predicted.classes_train <- factor(predicted.classes_train,
levels = levels(data$Y))
cm_train <- confusionMatrix(predicted.classes_train,
data.train$Y)
print(cm_train)
train_results <- data.frame(Actual = data.train$Y, Predicted
= predicted.classes_train)
print(train_results)
```

Lampiran 5 Script Penentuan Variable Importance Metode Gradient Boosting

```
#Menghitung dan menampilkan variabel importance
var_importance <- summary(gbm.fit)
print(var_importance)

#Visualisasi variabel importance
importance_plot <- as.data.frame(var_importance)
colnames(importance_plot) <- c("Variable", "Importance")
ggplot(importance_plot, aes(x = reorder(Variable,
Importance), y = Importance)) +
  geom_bar(stat = "identity") +
  coord_flip() +
  xlab("Variable") +
  ylab("Importance") +
  ggtitle("Variable Importance in Gradient Boosting Model")
```

Lampiran 6 Perhitungan Akurasi pada 5 Kombinasi Data *Training* dan *Testing*

1. Kombinasi 70% dan 30%

Data *Training*

Prediksi	Aktual			Total
	Rendah	Sedang	Tinggi	
Rendah	128	10	0	138
Sedang	22	173	9	204
Tinggi	0	2	16	18
Total	150	185	25	360

$$\begin{aligned}
 Accuracy &= \frac{\sum_{i=1}^N TP(c_i)}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (c_{ij})} \cdot 100\% \\
 &= \frac{128+173+16}{360} \cdot 100\% \\
 &= \frac{317}{360} \cdot 100\% \\
 &= 88\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Precision &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Precision_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (88,4\% + 84,8\% + 88,8\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 262\% \\
 &= 87,3\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Sensitivity &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Sensitivity_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (85,3\% + 93,5\% + 64\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 242,8\% \\
 &= 80,9\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Specificity &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Specificity_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (95,2\% + 82,3\% + 99,4\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 276,9\% \\
 &= 92,3\%
 \end{aligned}$$

Data *Testing*

Prediksi	Aktual			Total
	Rendah	Sedang	Tinggi	
Rendah	52	15	0	67
Sedang	17	57	5	79
Tinggi	0	2	6	8
Total	69	74	11	154

$$\begin{aligned}
 \text{Accuracy} &= \frac{\sum_{i=1}^N TP(c_i)}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (c_{i,j})} \cdot 100\% \\
 &= \frac{52+57+6}{154} \cdot 100\% \\
 &= \frac{115}{154} \cdot 100\% \\
 &= 75\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Precision} &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \text{Precision}_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (77,6\% + 72,2\% + 75\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 224,8\% \\
 &= 74,9\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sensitivity} &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \text{Sensitivity}_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (75,4\% + 77\% + 54,5\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 206,9\% \\
 &= 69\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Specificity} &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \text{Specificity}_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (82,4\% + 72,5\% + 98,6\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 253,5\% \\
 &= 84,5\%
 \end{aligned}$$

2. Kombinasi 75% dan 25%

Data Training

Prediksi	Aktual			Total
	Rendah	Sedang	Tinggi	
Rendah	135	13	0	148
Sedang	24	181	13	218
Tinggi	0	6	14	20
Total	159	200	27	386

$$\begin{aligned}
 \text{Accuracy} &= \frac{\sum_{i=1}^N TP(c_i)}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (c_{i,j})} \cdot 100\% \\
 &= \frac{135+181+14}{386} \cdot 100\% \\
 &= \frac{330}{386} \cdot 100\% \\
 &= 85\%
 \end{aligned}$$

$$\text{Precision} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \text{Precision}_{c_i}$$

$$= \frac{1}{N} \cdot (91\% + 83\% + 70\%)$$

$$= \frac{1}{3} \cdot 244\%$$

$$= 81\%$$

$$\begin{aligned} \text{Sensitivity} &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \text{Sensitivity}_{c_i} \\ &= \frac{1}{N} \cdot (85\% + 90\% + 52\%) \\ &= \frac{1}{3} \cdot 227\% \\ &= 76\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Specificity} &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \text{Specificity}_{c_i} \\ &= \frac{1}{N} \cdot (94\% + 80\% + 98\%) \\ &= \frac{1}{3} \cdot 272\% \\ &= 91\% \end{aligned}$$

Data Testing

Prediksi	Aktual			Total
	Rendah	Sedang	Tinggi	
Rendah	43	13	0	56
Sedang	17	42	4	63
Tinggi	0	4	5	9
Total	60	59	9	128

$$\begin{aligned} \text{Accuracy} &= \frac{\sum_{i=1}^N TP(c_i)}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (c_{ij})} \cdot 100\% \\ &= \frac{43+42+5}{128} \cdot 100\% \\ &= \frac{90}{128} \cdot 100\% \\ &= 70\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Precision} &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \text{Precision}_{c_i} \\ &= \frac{1}{N} \cdot (77\% + 67\% + 56\%) \\ &= \frac{1}{3} \cdot 200\% \\ &= 67\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sensitivity} &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \text{Sensitivity}_{c_i} \\ &= \frac{1}{N} \cdot (72\% + 70\% + 56\%) \\ &= \frac{1}{3} \cdot 198\% \end{aligned}$$

$$= 66\%$$

$$\begin{aligned} \text{Specificity} &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \text{Specificity}_{c_i} \\ &= \frac{1}{N} \cdot (81\% + 70\% + 97\%) \\ &= \frac{1}{3} \cdot 248\% \\ &= 83\% \end{aligned}$$

3. Kombinasi 80% dan 20%

Data Training

Prediksi	Aktual			Total
	Rendah	Sedang	Tinggi	
Rendah	148	19	0	167
Sedang	22	191	11	224
Tinggi	0	3	17	20
Total	170	213	28	411

$$\begin{aligned} \text{Accuracy} &= \frac{\sum_{i=1}^N TP(c_i)}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (c_{ij})} \cdot 100\% \\ &= \frac{148+191+17}{411} \cdot 100\% \\ &= \frac{356}{411} \cdot 100\% \\ &= 87\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Precision} &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \text{Precision}_{c_i} \\ &= \frac{1}{N} \cdot (89\% + 85\% + 85\%) \\ &= \frac{1}{3} \cdot 259\% \\ &= 86\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sensitivity} &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \text{Sensitivity}_{c_i} \\ &= \frac{1}{N} \cdot (87\% + 90\% + 61\%) \\ &= \frac{1}{3} \cdot 238\% \\ &= 80\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Specificity} &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \text{Specificity}_{c_i} \\ &= \frac{1}{N} \cdot (92\% + 83\% + 99\%) \\ &= \frac{1}{3} \cdot 274\% \\ &= 91\% \end{aligned}$$

Data Testing

Prediksi	Aktual			Total
	Rendah	Sedang	Tinggi	
Rendah	36	12	0	48
Sedang	13	32	7	52
Tinggi	0	2	1	3
Total	49	46	8	103

$$\begin{aligned}
 Accuracy &= \frac{\sum_{i=1}^N TP(c_i)}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (c_{i,j})} \cdot 100\% \\
 &= \frac{36+32+1}{103} \cdot 100\% \\
 &= \frac{69}{103} \cdot 100\% \\
 &= 67\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Precision &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Precision_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (75\% + 62\% + 33\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 170\% \\
 &= 57\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Sensitivity &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Sensitivity_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (73\% + 70\% + 12,5\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 155,5\% \\
 &= 52\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Specificity &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Specificity_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (78\% + 65\% + 98\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 241\% \\
 &= 80\%
 \end{aligned}$$

4. Kombinasi 85% dan 15%

Data Training

Prediksi	Aktual			Total
	Rendah	Sedang	Tinggi	
Rendah	147	8	0	155
Sedang	33	214	10	257
Tinggi	1	5	19	25
Total	181	227	29	437

$$\begin{aligned}
 Accuracy &= \frac{\sum_{i=1}^N TP(c_i)}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (c_{ij})} \cdot 100\% \\
 &= \frac{147+214+19}{437} \cdot 100\% \\
 &= \frac{380}{437} \cdot 100\% \\
 &= 87\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Precision &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Precision_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (95\% + 83\% + 76\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 254\% \\
 &= 85\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Sensitivity &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Sensitivity_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (81\% + 94\% + 66\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 241\% \\
 &= 80\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Specificity &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Specificity_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (97\% + 80\% + 99\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 276\% \\
 &= 92\%
 \end{aligned}$$

Data Testing

Prediksi	Aktual			Total
	Rendah	Sedang	Tinggi	
Rendah	25	8	0	33
Sedang	13	22	2	37
Tinggi	0	2	5	7
Total	38	32	7	77

$$\begin{aligned}
 Accuracy &= \frac{\sum_{i=1}^N TP(c_i)}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (c_{ij})} \cdot 100\% \\
 &= \frac{25+22+5}{77} \cdot 100\% \\
 &= \frac{52}{77} \cdot 100\% \\
 &= 68\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Precision &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Precision_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (76\% + 59\% + 71\%)
 \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{3} \cdot 206\%$$

$$= 69\%$$

$$\begin{aligned} \text{Sensitivity} &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \text{Sensitivity}_{c_i} \\ &= \frac{1}{N} \cdot (66\% + 69\% + 71\%) \\ &= \frac{1}{3} \cdot 206\% \\ &= 69\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Specificity} &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \text{Specificity}_{c_i} \\ &= \frac{1}{N} \cdot (79\% + 67\% + 97\%) \\ &= \frac{1}{3} \cdot 243\% \\ &= 81\% \end{aligned}$$

5. Kombinasi 90% dan 10%

Data Training

Prediksi	Aktual			Total
	Rendah	Sedang	Tinggi	
Rendah	171	18	1	190
Sedang	28	212	8	248
Tinggi	0	5	20	25
Total	199	235	29	463

$$\begin{aligned} \text{Accuracy} &= \frac{\sum_{i=1}^N TP(c_i)}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (c_{ij})} \cdot 100\% \\ &= \frac{171+212+20}{463} \cdot 100\% \\ &= \frac{403}{463} \cdot 100\% \\ &= 87\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Precision} &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \text{Precision}_{c_i} \\ &= \frac{1}{N} \cdot (90\% + 85\% + 80\%) \\ &= \frac{1}{3} \cdot 255\% \\ &= 85\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sensitivity} &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \text{Sensitivity}_{c_i} \\ &= \frac{1}{N} \cdot (86\% + 90\% + 69\%) \\ &= \frac{1}{3} \cdot 245\% \\ &= 82\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Specificity} &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \text{Specificity}_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (93\% + 84\% + 99\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 276\% \\
 &= 92\%
 \end{aligned}$$

Data Testing

Prediksi	Aktual			Total
	Rendah	Sedang	Tinggi	
Rendah	15	4	0	19
Sedang	5	18	3	26
Tinggi	0	2	4	6
Total	20	24	7	51

$$\begin{aligned}
 \text{Accuracy} &= \frac{\sum_{i=1}^N TP(c_i)}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (c_{ij})} \cdot 100\% \\
 &= \frac{15+18+4}{51} \cdot 100\% \\
 &= \frac{37}{51} \cdot 100\% \\
 &= 73\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Precision} &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \text{Precision}_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (79\% + 69\% + 67\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 215\% \\
 &= 71\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sensitivity} &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \text{Sensitivity}_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (75\% + 75\% + 57\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 207\% \\
 &= 69\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Specificity} &= \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \text{Specificity}_{c_i} \\
 &= \frac{1}{N} \cdot (87\% + 70\% + 95\%) \\
 &= \frac{1}{3} \cdot 252\% \\
 &= 84\%
 \end{aligned}$$

Lampiran 7 Hasil Prediksi Klasifikasi CART

Data Training

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
1	Halmahera Selatan	Sedang	Rendah
2	Paser	Rendah	Rendah
3	Bolaang Mongondow Timur	Sedang	Sedang
4	Pasaman	Rendah	Rendah
5	Nagekeo	Sedang	Sedang
6	Konawe Utara	Sedang	Sedang
7	Karimun	Rendah	Rendah
8	Kota Palembang	Rendah	Rendah
9	Kota Palangkaraya	Rendah	Rendah
10	Kepulauan Meranti	Rendah	Rendah
11	Nganjuk	Tinggi	Tinggi
12	Morowali Utara	Rendah	Rendah
13	Kutai Timur	Rendah	Rendah
14	Kota Jakarta Timur	Sedang	Sedang
15	Kota Sorong	Rendah	Rendah
16	Kota Batam	Sedang	Sedang
17	Panajam Paser Utara	Sedang	Sedang
18	Sidenreng Rappang	Sedang	Sedang
19	Bekasi	Sedang	Sedang
20	Fakfak	Rendah	Sedang
21	Anambas	Rendah	Sedang

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
181	Maluku Tengah	Rendah	Sedang
182	Toli-Toli	Rendah	Rendah
183	Kota Serang	Rendah	Rendah
184	Empat Lawang	Rendah	Rendah
185	Sumenep	Rendah	Rendah
186	Kota Tangerang	Sedang	Sedang
187	Kota Tebing Tinggi	Rendah	Rendah
188	Bengkulu Tengah	Rendah	Sedang
189	Karanganyar	Sedang	Sedang
190	Bulungan	Rendah	Rendah
191	Mahakam Hulu	Rendah	Rendah
192	Kota Bandar Lampung	Sedang	Sedang
193	Sukabumi	Sedang	Sedang
194	Tojo Una-Una	Sedang	Sedang
195	Kapulauan Seribu	Sedang	Sedang
196	Bandung	Sedang	Sedang
197	Indragiri Hulu	Rendah	Rendah
198	Karo	Sedang	Sedang
199	Jepara	Sedang	Sedang
200	Paniai	Rendah	Rendah
201	Aceh Barat Daya	Sedang	Sedang

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
22	Parigi	Rendah	Rendah
23	Kota Madiun	Tinggi	Tinggi
24	Subang	Sedang	Sedang
25	Badung	Sedang	Sedang
26	Raja Ampat	Rendah	Rendah
27	Ngawi	Tinggi	Tinggi
28	Labuhan Batu Selatan	Rendah	Rendah
29	Majalengka	Sedang	Sedang
30	Kota Bitung	Sedang	Sedang
31	Siak	Sedang	Sedang
32	Pemalang	Sedang	Sedang
33	Pringsewu	Sedang	Sedang
34	Kota Bima	Sedang	Sedang
35	Langkat	Rendah	Rendah
36	Kota Banjar	Sedang	Sedang
37	Buton Utara	Sedang	Sedang
38	Mamuju	Sedang	Rendah
39	Barito Timur	Sedang	Rendah
40	Tapin	Rendah	Rendah
41	Ogan Komering Ulu Timur	Sedang	Rendah
42	Sumba Timur	Sedang	Sedang
43	Nagan Raya	Sedang	Sedang
44	Berau	Rendah	Rendah
45	Aceh Timur	Rendah	Rendah
46	Bintan	Rendah	Rendah

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
202	Sarolangun	Rendah	Rendah
203	Seram Bagian Timur	Rendah	Rendah
204	Batu Bara	Rendah	Sedang
205	Solok	Rendah	Rendah
206	Halmahera Timur	Rendah	Rendah
207	Kota Prabumulih	Sedang	Sedang
208	Deli Serdang	Rendah	Rendah
209	Lampung Timur	Sedang	Sedang
210	Ponorogo	Tinggi	Tinggi
211	Rote Ndao	Sedang	Sedang
212	Nias Utara	Rendah	Rendah
213	Kuantan Singingi	Rendah	Rendah
214	Boalemo	Sedang	Sedang
215	Mamuju Tengah	Rendah	Rendah
216	Pulau Morotai	Rendah	Rendah
217	Belu	Sedang	Sedang
218	Musi Rawas Utara	Rendah	Rendah
219	Majene	Sedang	Sedang
220	Hulu Sungai Tengah	Sedang	Sedang
221	Banggai Laut	Sedang	Sedang
222	Kota Bukittinggi	Sedang	Sedang
223	Kepulauan Sula	Rendah	Rendah
224	Kota Probolinggo	Sedang	Sedang
225	Kepulauan Selayar	Sedang	Sedang
226	Lombok Utara	Tinggi	Sedang

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
47	Ogan Komering Ulu	Sedang	Sedang
48	Kota Jakarta Barat	Sedang	Sedang
49	Serdang Bedagai	Rendah	Rendah
50	Lumajang	Sedang	Sedang
51	Sambas	Sedang	Sedang
52	Temanggung	Sedang	Sedang
53	Kota Bogor	Sedang	Sedang
54	Kota Jayapura	Rendah	Rendah
55	Kota Pekalongan	Sedang	Sedang
56	Tapanuli Utara	Rendah	Rendah
57	Penukal Abab Lematang Ilir	Sedang	Sedang
58	Bojonegoro	Tinggi	Sedang
59	Luwu	Sedang	Sedang
60	Puncak Jaya	Rendah	Rendah
61	Sukoharjo	Tinggi	Tinggi
62	Hulu Sungai Selatan	Sedang	Sedang
63	Bima	Sedang	Sedang
64	Pesisir Selatan	Sedang	Sedang
65	Karawang	Sedang	Sedang
66	Simalungun	Rendah	Rendah
67	Tana Toraja	Sedang	Sedang
68	Labuhan Batu Utara	Rendah	Rendah
69	Sumedang	Sedang	Sedang
70	Kota Medan	Rendah	Rendah
71	Bantul	Tinggi	Tinggi

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
227	Sampang	Rendah	Rendah
228	Bone	Sedang	Sedang
229	Lamongan	Tinggi	Sedang
230	Bantaeng	Sedang	Sedang
231	Polewali	Sedang	Tinggi
232	Sleman	Tinggi	Tinggi
233	Tenggamus	Sedang	Sedang
234	Kota Bekasi	Sedang	Sedang
235	Siau Tagulandanf Biaro	Rendah	Rendah
236	Merauke	Rendah	Rendah
237	Aceh Singkil	Sedang	Sedang
238	Yalimo	Rendah	Rendah
239	Banjar	Rendah	Rendah
240	Pacitan	Sedang	Sedang
241	Maybrat	Rendah	Rendah
242	Mukomuko	Rendah	Sedang
243	Konawe Kepulauan	Sedang	Rendah
244	Puwakarta	Sedang	Sedang
245	Buru Selatan	Rendah	Sedang
246	Kota Mojokerto	Tinggi	Tinggi
247	Rembang	Tinggi	Tinggi
248	Konawe	Rendah	Rendah
249	Pesawaran	Sedang	Sedang
250	Bangka Selatan	Rendah	Rendah
251	Jeneponto	Sedang	Sedang

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
72	Rokan Hulu	Rendah	Rendah
73	Kota Metro	Tinggi	Sedang
74	Bengkayang	Rendah	Rendah
75	Kaimana	Rendah	Rendah
76	Serang	Rendah	Rendah
77	Banggai	Rendah	Sedang
78	Maros	Sedang	Sedang
79	Pati	Tinggi	Tinggi
80	Mamberamo	Rendah	Rendah
81	Lampung Utara	Sedang	Sedang
82	Mamberamo Tengah	Rendah	Rendah
83	Wonosobo	Sedang	Sedang
84	Mimika	Rendah	Rendah
85	Maluku Tenggara	Rendah	Sedang
86	Magetan	Sedang	Sedang
87	Luwu Timur	Sedang	Sedang
88	Dogiyai	Rendah	Rendah
89	Sukamara	Sedang	Sedang
90	Tanah Laut	Sedang	Sedang
91	Deiyai	Rendah	Rendah
92	Maluku Tenggara Barat	Rendah	Sedang
93	Pangandaran	Sedang	Sedang
94	Biak Numfor	Rendah	Rendah
95	Ciamis	Tinggi	Tinggi
96	Dompu	Rendah	Sedang
97	Kota Sawah Lunto	Sedang	Sedang

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
252	Tabalong	Sedang	Sedang
253	Kota Pagar Alam	Rendah	Rendah
254	Samosir	Rendah	Rendah
255	Seram Bagian Barat	Rendah	Rendah
256	Batang	Sedang	Sedang
257	Natuna	Rendah	Rendah
258	Buol	Sedang	Sedang
259	Bengkalis	Rendah	Rendah
260	Muna	Sedang	Sedang
261	Kota Jambi	Rendah	Rendah
262	Hulu Sungai Utara	Sedang	Sedang
263	Ketapang	Rendah	Rendah
264	Kota Solok	Sedang	Sedang
265	Pangkajene	Sedang	Sedang
266	Ngada	Rendah	Sedang
267	Tambrau	Rendah	Rendah
268	Lima Puluh Kota	Rendah	Rendah
269	Lampung Tengah	Rendah	Sedang
270	Pohuwato	Sedang	Sedang
271	Musi Banyuasin	Rendah	Rendah
272	Katingan	Rendah	Rendah
273	Aceh Tamiang	Sedang	Rendah
274	Bangli	Sedang	Sedang
275	Mesuji	Sedang	Sedang
276	Kuningan	Sedang	Sedang
277	Pegunungan Bintang	Rendah	Rendah

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
98	Kota Padang	Rendah	Rendah
99	Kota Jakarta Selatan	Sedang	Rendah
100	Malang	Sedang	Sedang
101	Barito Utara	Rendah	Rendah
102	Soppeng	Sedang	Sedang
103	Kota Mataram	Sedang	Sedang
104	Wakatobi	Sedang	Sedang
105	Lingga	Rendah	Rendah
106	Banyumas	Tinggi	Sedang
107	Tanah Bumbu	Sedang	Sedang
108	Kota Gunungsitoli	Rendah	Rendah
109	Kota Gorontalo	Sedang	Sedang
110	Labuhan Batu	Rendah	Rendah
111	Minahasa	Sedang	Sedang
112	Kepahiang	Rendah	Rendah
113	Toraja Utara	Sedang	Sedang
114	Denpasar	Sedang	Sedang
115	Kolaka Utara	Sedang	Sedang
116	Merangin	Rendah	Rendah
117	Kota Singkawang	Rendah	Rendah
118	Kota Pontianak	Rendah	Rendah
119	Demak	Sedang	Sedang
120	Musi Rawas	Sedang	Sedang
121	Mamuju Utara	Sedang	Sedang
122	Kolaka	Sedang	Sedang
123	Mandailing Natal	Rendah	Rendah

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
278	Indragiri Hilir	Rendah	Rendah
279	Sikka	Sedang	Sedang
280	Agam	Rendah	Rendah
281	Buton	Sedang	Sedang
282	Tanjung Jabung Barat	Rendah	Rendah
283	Cilacap	Sedang	Sedang
284	Jayapura	Rendah	Rendah
285	Kota Baubau	Sedang	Sedang
286	Lahat	Sedang	Rendah
287	Manokwari	Rendah	Rendah
288	Puncak	Rendah	Rendah
289	Manggarai Timur	Rendah	Rendah
290	Aceh Jaya	Sedang	Sedang
291	Nias	Rendah	Rendah
292	Kota Banjarbaru	Rendah	Rendah
293	Batang Hari	Rendah	Rendah
294	Sumba Barat	Sedang	Sedang
295	Kotawaringin Barat	Rendah	Rendah
296	Muara Enim	Sedang	Rendah
297	Kota Tegal	Sedang	Sedang
298	Kota Parepare	Sedang	Sedang
299	Pegunungan Arfak	Rendah	Rendah
300	Simeulue	Sedang	Sedang
301	Kotawaringin Timur	Rendah	Rendah
302	Kota Manado	Rendah	Sedang
303	Landak	Sedang	Sedang

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
124	Balangan	Sedang	Sedang
125	Kota Sabang	Sedang	Sedang
126	Karangasem	Sedang	Sedang
127	Tanah Datar	Sedang	Sedang
128	Padeglang	Rendah	Rendah
129	Boyolali	Sedang	Sedang
130	Buton Tengah	Rendah	Rendah
131	Kota Magelang	Sedang	Sedang
132	Tanjung Jabung Timur	Rendah	Rendah
133	Asahan	Rendah	Rendah
134	Gayo Lues	Rendah	Rendah
135	Cirebon	Sedang	Sedang
136	Boven Digoel	Rendah	Rendah
137	Kota Malang	Sedang	Sedang
138	Manggarai	Sedang	Sedang
139	Sorong Selatan	Rendah	Rendah
140	Semarang	Tinggi	Sedang
141	Keerom	Rendah	Rendah
142	Aceh Barat	Sedang	Sedang
143	Waropen	Rendah	Rendah
144	Timor Timur Utara	Sedang	Sedang
145	Kota Banjarmasin	Sedang	Sedang
146	Way Kanan	Sedang	Sedang
147	Kolaka Timur	Sedang	Sedang
148	Kota Sungai Penuh	Sedang	Sedang
149	Seluma	Sedang	Sedang

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
304	Kota Kendari	Sedang	Sedang
305	Gowa	Sedang	Sedang
306	Mappi	Rendah	Rendah
307	Kota Pariaman	Sedang	Sedang
308	Bangka	Rendah	Sedang
309	Padang Lawas Utara	Rendah	Rendah
310	Padang Pariaman	Rendah	Rendah
311	Muna Barat	Rendah	Sedang
312	Kota Tomohon	Sedang	Sedang
313	Gorontalo Utara	Tinggi	Tinggi
314	Kepulauan Sangihe	Sedang	Sedang
315	Pekalongan	Sedang	Sedang
316	Bogor	Rendah	Rendah
317	Kampar	Rendah	Rendah
318	Aceh Utara	Sedang	Sedang
319	Bulukumba	Sedang	Sedang
320	Sanggau	Rendah	Rendah
321	Sorong	Rendah	Rendah
322	Maluku Barat Daya	Sedang	Sedang
323	Barito Selatan	Rendah	Rendah
324	Kota Surabaya	Sedang	Sedang
325	Kota Ternate	Rendah	Sedang
326	Gorontalo	Sedang	Sedang
327	Konawe Selatan	Sedang	Sedang
328	Kota Tarakan	Rendah	Sedang
329	Kota Tual	Rendah	Sedang

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
150	Kota Kotamobagu	Sedang	Sedang
151	Lembata	Sedang	Sedang
152	Kota Cimahi	Sedang	Sedang
153	Donggala	Rendah	Rendah
154	Sumbawa	Sedang	Sedang
155	Alor	Sedang	Sedang
156	Minahasa Tenggara	Sedang	Sedang
157	Lampung Selatan	Sedang	Sedang
158	Sintang	Rendah	Rendah
159	Sigi	Sedang	Sedang
160	Kota Jakarta Barat	Rendah	Rendah
161	Tulungaung	Sedang	Sedang
162	Sumbawa Barat	Tinggi	Sedang
163	Rejang Lebong	Rendah	Sedang
164	Kota Semarang	Sedang	Sedang
165	Intan Jaya	Rendah	Rendah
166	Buleleng	Sedang	Sedang
167	Grobogan	Tinggi	Sedang
168	Bandung Barat	Rendah	Rendah
169	Kudus	Sedang	Sedang
170	Kepulauan Yaben	Rendah	Rendah
171	Aceh Besar	Sedang	Sedang
172	Situbondo	Sedang	Sedang
173	Jembrana	Sedang	Sedang
174	Sumba Tengah	Sedang	Tinggi
175	Kota Tidore	Sedang	Sedang

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
330	Blora	Sedang	Sedang
331	Kota Bandung	Sedang	Sedang
332	Klaten	Tinggi	Tinggi
333	Sinjai	Sedang	Sedang
334	Lanny Jaya	Rendah	Rendah
335	Kota Tasikmalaya	Sedang	Sedang
336	Sijunjung	Sedang	Sedang
337	Pinrang	Sedang	Sedang
338	Kota Kediri	Tinggi	Tinggi
339	Barru	Sedang	Sedang
340	Kota Samarinda	Rendah	Sedang
341	Kota Bontang	Sedang	Sedang
342	Lombok Tengah	Sedang	Sedang
343	Luwu Utara	Sedang	Sedang
344	Tegal	Sedang	Sedang
345	Kota Padang Panjang	Sedang	Sedang
346	Bangkalan	Rendah	Sedang
347	Bondowoso	Tinggi	Tinggi
348	Mempawah	Rendah	Rendah
349	Buru	Sedang	Sedang
350	Tangerang	Rendah	Rendah
351	Sarmi	Rendah	Rendah
352	Halmahera Utara	Rendah	Rendah
353	Bengkulu Utara	Sedang	Sedang
354	Tuban	Tinggi	Sedang
355	Pamekasan	Sedang	Sedang

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
176	Kebumen	Tinggi	Tinggi
177	Banyuasin	Rendah	Rendah
178	Bombana	Sedang	Sedang
179	Ogan Ilir	Sedang	Sedang
180	Flores Timur	Sedang	Sedang

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
356	Kota Bengkulu	Sedang	Rendah
357	Bolaang Mongondow	Sedang	Sedang
358	Madiun	Sedang	Sedang
359	Barito Kuala	Rendah	Rendah
360	Kota Tanjung Balai	Rendah	Rendah

Data Testing

No.	Kabupaten	Aktual	Prediksi
1	Aceh Selatan	Sedang	Sedang
2	Aceh Tenggara	Rendah	Rendah
3	Aceh Tengah	Sedang	Rendah
4	Pidie	Rendah	Rendah
5	Bireuen	Sedang	Sedang
6	Bener Meriah	Sedang	Rendah
7	Pidie Jaya	Rendah	Sedang
8	Kota Banda Aceh	Sedang	Rendah
9	Kota Langsa	Sedang	Rendah
10	Kota Lhokseumawe	Rendah	Rendah
11	Kota Subulussalam	Sedang	Sedang
12	Tapanuli Selatan	Rendah	Rendah
13	Tapanuli Tengah	Rendah	Rendah
14	Toba Samosir	Rendah	Rendah
15	Dairi	Rendah	Sedang
16	Nias Selatan	Rendah	Rendah
17	Humbang Hasundutan	Sedang	Sedang
18	Pakpak Bharat	Sedang	Rendah
19	Padang Lawas	Rendah	Rendah

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
78	Jember	Sedang	Sedang
79	Banyuwangi	Tinggi	Sedang
80	Probolinggo	Sedang	Sedang
81	Pasuruan	Sedang	Sedang
82	Sidoarjo	Sedang	Sedang
83	Mojokerto	Sedang	Sedang
84	Jombang	Tinggi	Tinggi
85	Gresik	Sedang	Sedang
86	Kota Blitar	Tinggi	Tinggi
87	Kota Pasuruan	Tinggi	Sedang
88	Kota Batu	Tinggi	Tinggi
89	Lebak	Rendah	Rendah
90	Kota Cirebon	Sedang	Sedang
91	Kota Tangerang	Sedang	Sedang
92	Tabanan	Rendah	Sedang
93	Gianyar	Sedang	Sedang
94	Klungkung	Rendah	Sedang
95	Lombok Barat	Sedang	Sedang
96	Lombok Timur	Sedang	Sedang

No.	Kabupaten	Aktual	Prediksi
20	Nias Barat	Rendah	Rendah
21	Kota Sibolga	Rendah	Rendah
22	Kota Pematang Siantar	Sedang	Sedang
23	Kota Binjai	Rendah	Sedang
24	Kota Padangsidimpuan	Rendah	Rendah
25	Kepulauan Mentawai	Rendah	Rendah
26	Solok Selatan	Rendah	Rendah
27	Dharmasraya	Sedang	Rendah
28	Pasaman Barat	Rendah	Rendah
29	Kota Payakumbuh	Sedang	Sedang
30	Pelalawan	Rendah	Rendah
31	Rokan Hilir	Rendah	Rendah
32	Kota Pekanbaru	Sedang	Sedang
33	Kota Dumai	Rendah	Rendah
34	Kerinci	Sedang	Sedang
35	Muaro Jambi	Rendah	Rendah
36	Tebo	Rendah	Rendah
37	Bungo	Rendah	Rendah
38	Ogan Komering Ilir	Rendah	Rendah
39	Ogan Komering Ulu Selatan	Rendah	Rendah
40	Kota Lubuklinggau	Rendah	Sedang
41	Bengkulu Selatan	Sedang	Sedang
42	Kaur	Sedang	Sedang
43	Lebong	Rendah	Sedang
44	Lampung Barat	Rendah	Sedang
45	Tulangbawang	Sedang	Sedang
46	Tulang Bawang Barat	Rendah	Rendah

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
97	Kupang	Sedang	Sedang
98	Timor Timur Selatan	Rendah	Sedang
99	Ende	Sedang	Sedang
100	Manggarai Barat	Sedang	Sedang
101	Sumba Barat Daya	Rendah	Sedang
102	Sabu Raijua	Sedang	Sedang
103	Malaka	Sedang	Sedang
104	Kota Kupang	Rendah	Sedang
105	Kapuas Hulu	Rendah	Rendah
106	Sekadau	Rendah	Rendah
107	Melawi	Rendah	Rendah
108	Kayong Utara	Sedang	Rendah
109	Kubu Raya	Rendah	Rendah
110	Kapuas	Rendah	Rendah
111	Lamandau	Rendah	Rendah
112	Seruyan	Rendah	Rendah
113	Pulang Pisau	Rendah	Rendah
114	Gunung Mas	Rendah	Rendah
115	Murung Raya	Rendah	Rendah
116	Kota Baru	Rendah	Rendah
117	Kutai Barat	Sedang	Rendah
118	Kutai Kartanegara	Sedang	Rendah
119	Kota Balikpapan	Rendah	Sedang
120	Malinau	Sedang	Sedang
121	Tana Tidung	Sedang	Sedang
122	Nunukan	Sedang	Sedang
123	Kepulauan Talaud	Sedang	Sedang

No.	Kabupaten	Aktual	Prediksi
47	Pesisir Barat	Sedang	Sedang
48	Belitung	Rendah	Sedang
49	Bangka Barat	Sedang	Sedang
50	Bangka Tengah	Rendah	Rendah
51	Belitung Timur	Sedang	Sedang
52	Kota Pangkal Pinang	Sedang	Rendah
53	Kota Tanjung Pinang	Sedang	Rendah
54	Kota Jakarta Pusat	Sedang	Rendah
55	Cianjur	Rendah	Rendah
56	Garut	Rendah	Rendah
57	Tasikmalaya	Sedang	Sedang
58	Indramayu	Sedang	Sedang
59	Kota Sukabumi	Rendah	Sedang
60	Kota Cirebon	Sedang	Sedang
61	Kota Depok	Sedang	Sedang
62	Purbalingga	Tinggi	Sedang
63	Banjarnegara	Sedang	Sedang
64	Purworejo	Sedang	Sedang
65	Magelang	Tinggi	Tinggi
66	Wonogiri	Sedang	Sedang
67	Sragen	Sedang	Sedang
68	Kendal	Sedang	Sedang
69	Brebes	Sedang	Sedang
70	Kota Surakarta	Tinggi	Sedang
71	Kota Salatiga	Sedang	Tinggi
72	Kulon Progo	Tinggi	Tinggi
73	Gunung Kidul	Tinggi	Tinggi

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
124	Minahasa Selatan	Rendah	Sedang
125	Minahasa Utara	Rendah	Rendah
126	Bolaang Mongondow Utara	Sedang	Sedang
127	Bolaang Mongondow Selatan	Sedang	Rendah
128	Banggai Kepulauan	Sedang	Sedang
129	Morowali	Sedang	Rendah
130	Poso	Sedang	Sedang
131	Kota Palu	Sedang	Sedang
132	Takalar	Sedang	Sedang
133	Wajo	Sedang	Rendah
134	Enrekang	Sedang	Sedang
135	Kota Makassar	Sedang	Sedang
136	Kota Palopo	Sedang	Sedang
137	Buton Selatan	Sedang	Sedang
138	Bone Bolango	Sedang	Tinggi
139	Mamasa	Sedang	Sedang
140	Kapulauan Aru	Rendah	Rendah
141	Kota Ambon	Rendah	Rendah
142	Halmahera Barat	Rendah	Rendah
143	Halmahera Tengah	Rendah	Sedang
144	Pulau Taliabu	Rendah	Sedang
145	Teluk Wondama	Rendah	Rendah
146	Teluk Binturi	Rendah	Rendah
147	Manokwari Selatan	Rendah	Rendah
148	Jayawijaya	Rendah	Rendah
149	Nabire	Rendah	Rendah
150	Asmat	Rendah	Rendah

No.	Kabupaten	Aktual	Prediksi
74	Kota Yogyakarta	Tinggi	Sedang
75	Trenggalek	Sedang	Sedang
76	Blitar	Sedang	Sedang
77	Kediri	Sedang	Sedang

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
151	Yahukimo	Rendah	Rendah
152	Tolikara	Rendah	Rendah
153	Supiori	Rendah	Rendah
154	Nduga	Rendah	Rendah

Lampiran 8 Hasil Prediksi Klasifikasi Metode *Gradient Boosting*

Data Training

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
1	Halmahera Selatan	Sedang	Sedang
2	Paser	Rendah	Rendah
3	Bolaang Mongondow Timur	Sedang	Sedang
4	Pasaman	Rendah	Rendah
5	Nagekeo	Sedang	Sedang
6	Konawe Utara	Sedang	Sedang
7	Karimun	Rendah	Rendah
8	Kota Palembang	Rendah	Rendah
9	Kota Palangkaraya	Rendah	Rendah
10	Kepulauan Meranti	Rendah	Rendah
11	Nganjuk	Tinggi	Tinggi
12	Morowali Utara	Rendah	Rendah
13	Kutai Timur	Rendah	Rendah
14	Kota Jakarta Timur	Sedang	Sedang
15	Kota Sorong	Rendah	Rendah
16	Kota Batam	Sedang	Sedang
17	Panajam Paser Utara	Sedang	Sedang
18	Sidenreng Rappang	Sedang	Sedang
19	Bekasi	Sedang	Sedang
20	Fakfak	Rendah	Rendah
21	Anambas	Rendah	Rendah

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
181	Maluku Tengah	Rendah	Rendah
182	Toli-Toli	Rendah	Rendah
183	Kota Serang	Rendah	Rendah
184	Empat Lawang	Rendah	Rendah
185	Sumenep	Rendah	Rendah
186	Kota Tangerang	Sedang	Sedang
187	Kota Tebing Tinggi	Rendah	Rendah
188	Bengkulu Tengah	Rendah	Rendah
189	Karanganyar	Sedang	Sedang
190	Bulungan	Rendah	Rendah
191	Mahakam Hulu	Rendah	Rendah
192	Kota Bandar Lampung	Sedang	Sedang
193	Sukabumi	Sedang	Sedang
194	Tojo Una-Una	Sedang	Sedang
195	Kapulauan Seribu	Sedang	Sedang
196	Bandung	Sedang	Sedang
197	Indragiri Hulu	Rendah	Rendah
198	Karo	Sedang	Sedang
199	Jepara	Sedang	Sedang
200	Paniai	Rendah	Rendah
201	Aceh Barat Daya	Sedang	Sedang

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
22	Parigi	Rendah	Rendah
23	Kota Madiun	Tinggi	Tinggi
24	Subang	Sedang	Sedang
25	Badung	Sedang	Sedang
26	Raja Ampat	Rendah	Rendah
27	Ngawi	Tinggi	Tinggi
28	Labuhan Batu Selatan	Rendah	Rendah
29	Majalengka	Sedang	Sedang
30	Kota Bitung	Sedang	Sedang
31	Siak	Sedang	Sedang
32	Pemalang	Sedang	Sedang
33	Pringsewu	Sedang	Sedang
34	Kota Bima	Sedang	Sedang
35	Langkat	Rendah	Rendah
36	Kota Banjar	Sedang	Sedang
37	Buton Utara	Sedang	Sedang
38	Mamuju	Sedang	Sedang
39	Barito Timur	Sedang	Sedang
40	Tapin	Rendah	Rendah
41	Ogan Komering Ulu Timur	Sedang	Sedang
42	Sumba Timur	Sedang	Sedang
43	Nagan Raya	Sedang	Sedang
44	Berau	Rendah	Rendah
45	Aceh Timur	Rendah	Rendah
46	Bintan	Rendah	Rendah

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
202	Sarolangun	Rendah	Rendah
203	Seram Bagian Timur	Rendah	Rendah
204	Batu Bara	Rendah	Rendah
205	Solok	Rendah	Rendah
206	Halmahera Timur	Rendah	Rendah
207	Kota Prabumulih	Sedang	Sedang
208	Deli Serdang	Rendah	Rendah
209	Lampung Timur	Sedang	Sedang
210	Pnorogo	Tinggi	Tinggi
211	Rote Ndao	Sedang	Sedang
212	Nias Utara	Rendah	Rendah
213	Kuantan Singingi	Rendah	Rendah
214	Boalemo	Sedang	Sedang
215	Mamuju Tengah	Rendah	Rendah
216	Pulau Morotai	Rendah	Rendah
217	Belu	Sedang	Sedang
218	Musi Rawas Utara	Rendah	Rendah
219	Majene	Sedang	Sedang
220	Hulu Sungai Tengah	Sedang	Sedang
221	Banggai Laut	Sedang	Sedang
222	Kota Bukittinggi	Sedang	Sedang
223	Kepulauan Sula	Rendah	Rendah
224	Kota Probolinggo	Sedang	Sedang
225	Kepulauan Selayar	Sedang	Sedang
226	Lombok Utara	Tinggi	Tinggi

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
47	Ogan Komering Ulu	Sedang	Sedang
48	Kota Jakarta Barat	Sedang	Sedang
49	Serdang Bedagai	Rendah	Rendah
50	Lumajang	Sedang	Sedang
51	Sambas	Sedang	Sedang
52	Temanggung	Sedang	Sedang
53	Kota Bogor	Sedang	Sedang
54	Kota Jayapura	Rendah	Rendah
55	Kota Pekalongan	Sedang	Sedang
56	Tapanuli Utara	Rendah	Rendah
57	Penukal Abab Lematang Ilir	Sedang	Sedang
58	Bojonegoro	Tinggi	Tinggi
59	Luwu	Sedang	Sedang
60	Puncak Jaya	Rendah	Rendah
61	Sukoharjo	Tinggi	Tinggi
62	Hulu Sungai Selatan	Sedang	Sedang
63	Bima	Sedang	Sedang
64	Pesisir Selatan	Sedang	Sedang
65	Karawang	Sedang	Sedang
66	Simalungun	Rendah	Rendah
67	Tana Toraja	Sedang	Sedang
68	Labuhan Batu Utara	Rendah	Rendah
69	Sumedang	Sedang	Sedang
70	Kota Medan	Rendah	Rendah
71	Bantul	Tinggi	Tinggi

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
227	Sampang	Rendah	Rendah
228	Bone	Sedang	Sedang
229	Lamongan	Tinggi	Tinggi
230	Bantaeng	Sedang	Sedang
231	Polewali	Sedang	Sedang
232	Sleman	Tinggi	Tinggi
233	Tenggamus	Sedang	Sedang
234	Kota Bekasi	Sedang	Sedang
235	Siau Tagulandang Biaro	Rendah	Rendah
236	Merauke	Rendah	Rendah
237	Aceh Singkil	Sedang	Sedang
238	Yalimo	Rendah	Rendah
239	Banjar	Rendah	Rendah
240	Pacitan	Sedang	Sedang
241	Maybrat	Rendah	Rendah
242	Mukomuko	Rendah	Rendah
243	Konawe Kepulauan	Sedang	Sedang
244	Puwakarta	Sedang	Sedang
245	Buru Selatan	Rendah	Rendah
246	Kota Mojokerto	Tinggi	Tinggi
247	Rembang	Tinggi	Tinggi
248	Konawe	Rendah	Rendah
249	Pesawaran	Sedang	Sedang
250	Bangka Selatan	Rendah	Rendah
251	Jeneponto	Sedang	Sedang

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
72	Rokan Hulu	Rendah	Rendah
73	Kota Metro	Tinggi	Tinggi
74	Bengkayang	Rendah	Rendah
75	Kaimana	Rendah	Rendah
76	Serang	Rendah	Rendah
77	Banggai	Rendah	Rendah
78	Maros	Sedang	Sedang
79	Pati	Tinggi	Tinggi
80	Mamberamo	Rendah	Rendah
81	Lampung Utara	Sedang	Sedang
82	Mamberamo Tengah	Rendah	Rendah
83	Wonosobo	Sedang	Sedang
84	Mimika	Rendah	Rendah
85	Maluku Tenggara	Rendah	Rendah
86	Magetan	Sedang	Sedang
87	Luwu Timur	Sedang	Sedang
88	Dogiyai	Rendah	Rendah
89	Sukamara	Sedang	Sedang
90	Tanah Laut	Sedang	Sedang
91	Deiyai	Rendah	Rendah
92	Maluku Tenggara Barat	Rendah	Rendah
93	Pangandaran	Sedang	Sedang
94	Biak Numfor	Rendah	Rendah
95	Ciamis	Tinggi	Tinggi
96	Dompu	Rendah	Rendah

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
252	Tabalong	Sedang	Sedang
253	Kota Pagar Alam	Rendah	Rendah
254	Samosir	Rendah	Rendah
255	Seram Bagian Barat	Rendah	Rendah
256	Batang	Sedang	Sedang
257	Natuna	Rendah	Rendah
258	Buol	Sedang	Sedang
259	Bengkalis	Rendah	Rendah
260	Muna	Sedang	Sedang
261	Kota Jambi	Rendah	Rendah
262	Hulu Sungai Utara	Sedang	Sedang
263	Ketapang	Rendah	Rendah
264	Kota Solok	Sedang	Sedang
265	Pangkajene	Sedang	Sedang
266	Ngada	Rendah	Rendah
267	Tambrau	Rendah	Rendah
268	Lima Puluh Kota	Rendah	Rendah
269	Lampung Tengah	Rendah	Rendah
270	Pohuwato	Sedang	Sedang
271	Musi Banyuasin	Rendah	Rendah
272	Katingan	Rendah	Rendah
273	Aceh Tamiang	Sedang	Sedang
274	Bangli	Sedang	Sedang
275	Mesuji	Sedang	Sedang
276	Kuningan	Sedang	Sedang

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
97	Kota Sawah Lunto	Sedang	Sedang
98	Kota Padang	Rendah	Rendah
99	Kota Jakarta Selatan	Sedang	Sedang
100	Malang	Sedang	Sedang
101	Barito Utara	Rendah	Rendah
102	Soppeng	Sedang	Sedang
103	Kota Mataram	Sedang	Sedang
104	Wakatobi	Sedang	Sedang
105	Lingga	Rendah	Rendah
106	Banyumas	Tinggi	Tinggi
107	Tanah Bumbu	Sedang	Sedang
108	Kota Gunungsitoli	Rendah	Rendah
109	Kota Gorontalo	Sedang	Sedang
110	Labuhan Batu	Rendah	Rendah
111	Minahasa	Sedang	Sedang
112	Kepahiang	Rendah	Rendah
113	Toraja Utara	Sedang	Sedang
114	Denpasar	Sedang	Sedang
115	Kolaka Utara	Sedang	Sedang
116	Merangin	Rendah	Rendah
117	Kota Singkawang	Rendah	Rendah
118	Kota Pontianak	Rendah	Rendah
119	Demak	Sedang	Sedang
120	Musi Rawas	Sedang	Sedang
121	Mamuju Utara	Sedang	Sedang

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
277	Pegunungan Bintang	Rendah	Rendah
278	Indragiri Hilir	Rendah	Rendah
279	Sikka	Sedang	Sedang
280	Agam	Rendah	Rendah
281	Buton	Sedang	Sedang
282	Tanjung Jabung Barat	Rendah	Rendah
283	Cilacap	Sedang	Sedang
284	Jayapura	Rendah	Rendah
285	Kota Baubau	Sedang	Sedang
286	Lahat	Sedang	Sedang
287	Manokwari	Rendah	Rendah
288	Puncak	Rendah	Rendah
289	Manggarai Timur	Rendah	Rendah
290	Aceh Jaya	Sedang	Sedang
291	Nias	Rendah	Rendah
292	Kota Banjarbaru	Rendah	Rendah
293	Batang Hari	Rendah	Rendah
294	Sumba Barat	Sedang	Sedang
295	Kotawaringin Barat	Rendah	Rendah
296	Muara Enim	Sedang	Sedang
297	Kota Tegal	Sedang	Sedang
298	Kota Parepare	Sedang	Sedang
299	Pegunungan Arfak	Rendah	Rendah
300	Simeulue	Sedang	Sedang
301	Kotawaringin Timur	Rendah	Rendah

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
122	Kolaka	Sedang	Sedang
123	Mandailing Natal	Rendah	Rendah
124	Balangan	Sedang	Sedang
125	Kota Sabang	Sedang	Sedang
126	Karangasem	Sedang	Sedang
127	Tanah Datar	Sedang	Sedang
128	Padeglang	Rendah	Rendah
129	Bojolali	Sedang	Sedang
130	Buton Tengah	Rendah	Rendah
131	Kota Magelang	Sedang	Sedang
132	Tanjung Jabung Timur	Rendah	Rendah
133	Asahan	Rendah	Rendah
134	Gayo Lues	Rendah	Rendah
135	Cirebon	Sedang	Sedang
136	Boven Digoel	Rendah	Rendah
137	Kota Malang	Sedang	Sedang
138	Manggarai	Sedang	Sedang
139	Sorong Selatan	Rendah	Rendah
140	Semarang	Tinggi	Tinggi
141	Keerom	Rendah	Rendah
142	Aceh Barat	Sedang	Sedang
143	Waropen	Rendah	Rendah
144	Timor Timur Utara	Sedang	Sedang
145	Kota Banjarmasin	Sedang	Sedang
146	Way Kanan	Sedang	Sedang

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
302	Kota Manado	Rendah	Rendah
303	Landak	Sedang	Sedang
304	Kota Kendari	Sedang	Sedang
305	Gowa	Sedang	Sedang
306	Mappi	Rendah	Rendah
307	Kota Pariaman	Sedang	Sedang
308	Bangka	Rendah	Rendah
309	Padang Lawas Utara	Rendah	Rendah
310	Padang Pariaman	Rendah	Rendah
311	Muna Barat	Rendah	Rendah
312	Kota Tomohon	Sedang	Sedang
313	Gorontalo Utara	Tinggi	Tinggi
314	Kepulauan Sangihe	Sedang	Sedang
315	Pekalongan	Sedang	Sedang
316	Bogor	Rendah	Rendah
317	Kampar	Rendah	Rendah
318	Aceh Utara	Sedang	Sedang
319	Bulukumba	Sedang	Sedang
320	Sanggau	Rendah	Rendah
321	Sorong	Rendah	Rendah
322	Maluku Barat Daya	Sedang	Sedang
323	Barito Selatan	Rendah	Rendah
324	Kota Surabaya	Sedang	Sedang
325	Kota Ternate	Rendah	Rendah
326	Gorontalo	Sedang	Sedang

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
147	Kolaka Timur	Sedang	Sedang
148	Kota Sungai Penuh	Sedang	Sedang
149	Seluma	Sedang	Sedang
150	Kota Kotamobagu	Sedang	Sedang
151	Lembata	Sedang	Sedang
152	Kota Cimahi	Sedang	Sedang
153	Donggala	Rendah	Rendah
154	Sumbawa	Sedang	Sedang
155	Alor	Sedang	Sedang
156	Minahasa Tenggara	Sedang	Sedang
157	Lampung Selatan	Sedang	Sedang
158	Sintang	Rendah	Rendah
159	Sigi	Sedang	Sedang
160	Kota Jakarta Barat	Rendah	Rendah
161	Tulungaung	Sedang	Sedang
162	Sumbawa Barat	Tinggi	Tinggi
163	Rejang Lebong	Rendah	Rendah
164	Kota Semarang	Sedang	Sedang
165	Intan Jaya	Rendah	Rendah
166	Buleleng	Sedang	Sedang
167	Grobogan	Tinggi	Tinggi
168	Bandung Barat	Rendah	Rendah
169	Kudus	Sedang	Sedang
170	Kepulauan Yaben	Rendah	Rendah
171	Aceh Besar	Sedang	Sedang

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
327	Konawe Selatan	Sedang	Sedang
328	Kota Tarakan	Rendah	Rendah
329	Kota Tual	Rendah	Rendah
330	Blora	Sedang	Sedang
331	Kota Bandung	Sedang	Sedang
332	Klaten	Tinggi	Tinggi
333	Sinjai	Sedang	Sedang
334	Lanny Jaya	Rendah	Rendah
335	Kota Tasikmalaya	Sedang	Sedang
336	Sijunjung	Sedang	Sedang
337	Pinrang	Sedang	Sedang
338	Kota Kediri	Tinggi	Tinggi
339	Barro	Sedang	Sedang
340	Kota Samarinda	Rendah	Rendah
341	Kota Bontang	Sedang	Sedang
342	Lombok Tengah	Sedang	Sedang
343	Luwu Utara	Sedang	Sedang
344	Tegal	Sedang	Sedang
345	Kota Padang Panjang	Sedang	Sedang
346	Bangkalan	Rendah	Rendah
347	Bondowoso	Tinggi	Tinggi
348	Mempawah	Rendah	Rendah
349	Buru	Sedang	Sedang
350	Tangerang	Rendah	Rendah
351	Sarmi	Rendah	Rendah

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
172	Situbondo	Sedang	Sedang
173	Jembrana	Sedang	Sedang
174	Sumba Tengah	Sedang	Sedang
175	Kota Tidore	Sedang	Sedang
176	Kebumen	Tinggi	Tinggi
177	Banyuasin	Rendah	Rendah
178	Bombana	Sedang	Sedang
179	Ogan Ilir	Sedang	Sedang
180	Flores Timur	Sedang	Sedang

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
352	Halmahera Utara	Rendah	Rendah
353	Bengkulu Utara	Sedang	Sedang
354	Tuban	Tinggi	Tinggi
355	Pamekasan	Sedang	Sedang
356	Kota Bengkulu	Sedang	Sedang
357	Bolaang Mongondow	Sedang	Sedang
358	Madiun	Sedang	Sedang
359	Barito Kuala	Rendah	Rendah
360	Kota Tanjung Balai	Rendah	Rendah

Data Testing

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
1	Aceh Selatan	Sedang	Sedang
2	Aceh Tenggara	Rendah	Rendah
3	Aceh Tengah	Sedang	Sedang
4	Pidie	Rendah	Sedang
5	Bireuen	Sedang	Sedang
6	Bener Meriah	Sedang	Rendah
7	Pidie Jaya	Rendah	Sedang
8	Kota Banda Aceh	Sedang	Sedang
9	Kota Langsa	Sedang	Sedang
10	Kota Lhokseumawe	Rendah	Sedang
11	Kota Subulussalam	Sedang	Sedang
12	Tapanuli Selatan	Rendah	Rendah

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
78	Jember	Sedang	Sedang
79	Banyuwangi	Tinggi	Sedang
80	Probolinggo	Sedang	Sedang
81	Pasuruan	Sedang	Sedang
82	Sidoarjo	Sedang	Sedang
83	Mojokerto	Sedang	Sedang
84	Jombang	Tinggi	Sedang
85	Gresik	Sedang	Sedang
86	Kota Blitar	Tinggi	Tinggi
87	Kota Pasuruan	Tinggi	Tinggi
88	Kota Batu	Tinggi	Tinggi
89	Lebak	Rendah	Rendah

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
13	Tapanuli Tengah	Rendah	Rendah
14	Toba Samosir	Rendah	Rendah
15	Dairi	Rendah	Sedang
16	Nias Selatan	Rendah	Rendah
17	Humbang Hasundutan	Sedang	Sedang
18	Pakpak Bharat	Sedang	Sedang
19	Padang Lawas	Rendah	Rendah
20	Nias Barat	Rendah	Rendah
21	Kota Sibolga	Rendah	Rendah
22	Kota Pematang Siantar	Sedang	Sedang
23	Kota Binjai	Rendah	Sedang
24	Kota Padangsidimpuan	Rendah	Rendah
25	Kepulauan Mentawai	Rendah	Rendah
26	Solok Selatan	Rendah	Rendah
27	Dharmasraya	Sedang	Sedang
28	Pasaman Barat	Rendah	Rendah
29	Kota Payakumbuh	Sedang	Sedang
30	Pelalawan	Rendah	Rendah
31	Rokan Hilir	Rendah	Rendah
32	Kota Pekanbaru	Sedang	Rendah
33	Kota Dumai	Rendah	Rendah
34	Kerinci	Sedang	Sedang
35	Muaru Jambi	Rendah	Rendah
36	Tebo	Rendah	Rendah
37	Bungo	Rendah	Rendah
38	Ogan Komering Ilir	Rendah	Rendah

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
90	Kota Cirebon	Sedang	Sedang
91	Kota Tangerang	Sedang	Sedang
92	Tabanan	Rendah	Sedang
93	Gianyar	Sedang	Sedang
94	Klungkung	Rendah	Sedang
95	Lombok Barat	Sedang	Sedang
96	Lombok Timur	Sedang	Sedang
97	Kupang	Sedang	Sedang
98	Timor Timur Selatan	Rendah	Rendah
99	Ende	Sedang	Sedang
100	Manggarai Barat	Sedang	Sedang
101	Sumba Barat Daya	Rendah	Rendah
102	Sabu Raijua	Sedang	Sedang
103	Malaka	Sedang	Sedang
104	Kota Kupang	Rendah	Rendah
105	Kapuas Hulu	Rendah	Rendah
106	Sekadau	Rendah	Rendah
107	Melawi	Rendah	Rendah
108	Kayong Utara	Sedang	Sedang
109	Kubu Raya	Rendah	Rendah
110	Kapuas	Rendah	Rendah
111	Lamandau	Rendah	Rendah
112	Seruyan	Rendah	Rendah
113	Pulang Pisau	Rendah	Rendah
114	Gunung Mas	Rendah	Rendah
115	Murung Raya	Rendah	Rendah

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
39	Ogan Komering Ulu Selatan	Rendah	Rendah
40	Kota Lubuklinggau	Rendah	Sedang
41	Bengkulu Selatan	Sedang	Tinggi
42	Kaur	Sedang	Sedang
43	Lebong	Rendah	Rendah
44	Lampung Barat	Rendah	Rendah
45	Tulangbawang	Sedang	Sedang
46	Tulang Bawang Barat	Rendah	Rendah
47	Pesisir Barat	Sedang	Sedang
48	Belitung	Rendah	Sedang
49	Bangka Barat	Sedang	Sedang
50	Bangka Tengah	Rendah	Rendah
51	Belitung Timur	Sedang	Sedang
52	Kota Pangkal Pinang	Sedang	Sedang
53	Kota Tanjung Pinang	Sedang	Sedang
54	Kota Jakarta Pusat	Sedang	Sedang
55	Cianjur	Rendah	Rendah
56	Garut	Rendah	Rendah
57	Tasikmalaya	Sedang	Sedang
58	Indramayu	Sedang	Sedang
59	Kota Sukabumi	Rendah	Sedang
60	Kota Cirebon	Sedang	Sedang
61	Kota Depok	Sedang	Sedang

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
116	Kota Baru	Rendah	Rendah
117	Kutai Barat	Sedang	Sedang
118	Kutai Kartanegara	Sedang	Sedang
119	Kota Balikpapan	Rendah	Rendah
120	Malinau	Sedang	Sedang
121	Tana Tidung	Sedang	Sedang
122	Nunukan	Sedang	Sedang
123	Kepulauan Talaud	Sedang	Rendah
124	Minahasa Selatan	Rendah	Rendah
125	Minahasa Utara	Rendah	Rendah
126	Bolaang Mongondow Utara	Sedang	Sedang
127	Bolaang Mongondow Selatan	Sedang	Sedang
128	Banggai Kepulauan	Sedang	Sedang
129	Morowali	Sedang	Sedang
130	Poso	Sedang	Sedang
131	Kota Palu	Sedang	Sedang
132	Takalar	Sedang	Sedang
133	Wajo	Sedang	Sedang
134	Enrekang	Sedang	Sedang
135	Kota Makassar	Sedang	Sedang
136	Kota Palopo	Sedang	Sedang
137	Buton Selatan	Sedang	Sedang
138	Bone Bolango	Sedang	Sedang

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
62	Purbalingga	Tinggi	Tinggi
63	Banjarnegara	Sedang	Sedang
64	Purworejo	Sedang	Sedang
65	Magelang	Tinggi	Tinggi
66	Wonogiri	Sedang	Sedang
67	Sragen	Sedang	Sedang
68	Kendal	Sedang	Sedang
69	Brebes	Sedang	Sedang
70	Kota Surakarta	Tinggi	Sedang
71	Kota Salatiga	Sedang	Tinggi
72	Kulon Progo	Tinggi	Tinggi
73	Gunung Kidul	Tinggi	Tinggi
74	Kota Yogyakarta	Tinggi	Sedang
75	Trenggalek	Sedang	Tinggi
76	Blitar	Sedang	Sedang
77	Kediri	Sedang	Sedang

No	Kabupaten	Aktual	Prediksi
139	Mamasa	Sedang	Sedang
140	Kapulauan Aru	Rendah	Rendah
141	Kota Ambon	Rendah	Rendah
142	Halmahera Barat	Rendah	Rendah
143	Halmahera Tengah	Rendah	Rendah
144	Pulau Taliabu	Rendah	Rendah
145	Teluk Wondama	Rendah	Rendah
146	Teluk Binturi	Rendah	Rendah
147	Manokwari Selatan	Rendah	Rendah
148	Jayawijaya	Rendah	Rendah
149	Nabire	Rendah	Rendah
150	Asmat	Rendah	Rendah
151	Yahukimo	Rendah	Rendah
152	Tolikara	Rendah	Rendah
153	Supiori	Rendah	Rendah
154	Nduga	Rendah	Rendah

RIWAYAT HIDUP



Putri Delfa Zahrotul Janah, biasa dipanggil Putri lahir di Kabupaten Tulungagung pada 15 April 2002. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Suraji dan Ibu Sumijah.

Penulis telah menempuh pendidikan mulai dari TK Kartika Putri Campurdarat yang lulus pada tahun 2008, dilanjutkan dengan menempuh pendidikan sekolah dasar di SDN 3 Campurdarat yang lulus pada tahun 2014. Kemudian melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMPN 1 Campurdarat dan lulus pada tahun 2017. Selanjutnya menempuh pendidikan sekolah menengah atas di SMAN 1 Gondang Tulungagung dan lulus pada tahun 2020. Lalu, penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang pada Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi.

Selama menempuh pendidikan tinggi, penulis bergabung dalam organisasi HMPS “Integral” Matematika selama 2 periode sebagai anggota Divisi Penalaran dan Divisi Kewirausahaan. Selain itu penulis juga mengikuti kegiatan relawan di luar kampus.

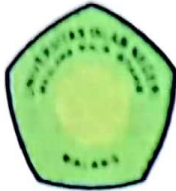


KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No.50 Dinoyo Malang Telp. / Fax. (0341)558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Putri Delfa Zahrotul Janah
NIM : 200601110014
Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Matematika
Judul Skripsi : Implementasi Metode *Gradient Boosting* pada Klasifikasi Indeks Khusus Penanganan *Stunting* di Indonesia
Pembimbing I : Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si.
Pembimbing II : Erna Herawati, M.Pd.

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	15 Januari 2024	Konsultasi Topik dan Data	1.
2.	25 Januari 2024	Konsultasi Bab I, II, dan III	2.
3.	26 Februari 2024	Konsultasi Bab I, II, dan III	3.
4.	7 Maret 2024	ACC Bab I, II, dan III	4.
5.	6 Februari 2024	Konsultasi Kajian Agama Bab I dan II	5.
6.	19 Februari 2024	Konsultasi Kajian Agama Bab I dan II	6.
7.	7 Maret 2024	ACC Kajian Agama Bab I dan II	7.
8.	7 Maret 2024	ACC Seminar Proposal	8.
9.	20 Juni 2024	Konsultasi Revisi Seminar Proposal	9.
10.	9 September 2024	Konsultasi Bab IV dan V	10.
11.	26 September 2024	ACC Bab IV dan V	11.
12.	17 September 2024	Konsultasi Kajian Agama Bab IV	12.
13.	18 September 2024	Konsultasi Kajian Agama Bab IV	13.
14.	26 September 2024	ACC Kajian Agama Bab IV	14.
15.	26 September 2024	ACC Seminar Hasil	15.



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No.50 Dinoyo Malang Telp. / Fax. (0341)558933

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
16.	11 November 2024	Konsultasi Revisi Seminar Hasil	16.
17.	28 November 2024	ACC Matriks Revisi Seminar Hasil	17.
18.	6 Desember 2024	ACC Sidang Skripsi	18.
19	10 Desember 2024	ACC Keseluruhan	19.

Malang, 10 Desember 2024

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



Dr. Elly Susanti, M.Sc.

NIP. 19741129 200012 2 005