

**IMPLEMENTASI *SPECTRAL CLUSTERING*
UNTUK PENGELOMPOKAN KABUPATEN/KOTA
DI INDONESIA BERDASARKAN INDEKS KHUSUS
PENANGANAN *STUNTING***

SKRIPSI

**OLEH:
RAMA ADI SAPUTRA
NIM. 210601110079**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2025**

**IMPLEMENTASI *SPECTRAL CLUSTERING*
UNTUK PENGELOMPOKAN KABUPATEN/KOTA
DI INDONESIA BERDASARKAN INDEKS KHUSUS
PENANGANAN *STUNTING***

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
RAMA ADI SAPUTRA
NIM. 210601110079**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2025**

**IMPLEMENTASI *SPECTRAL CLUSTERING*
UNTUK PENGELOMPOKAN KABUPATEN/KOTA
DI INDONESIA BERDASARKAN INDEKS KHUSUS
PENANGANAN *STUNTING***

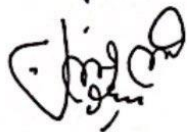
SKRIPSI

**Oleh
Rama Adi Saputra
NIM. 210601110079**

Telah Disetujui Untuk Diuji

Malang, 21 Mei 2025

Dosen Pembimbing I



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

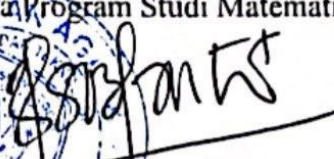
Dosen Pembimbing II



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 *SPECTRAL CLUSTERING*
UNTUK PENGELOMPOKAN KABUPATEN/KOTA
DI INDONESIA BERDASARKAN INDEKS KHUSUS
PENANGANAN *STUNTING***

SKRIPSI

**Oleh
Rama Adi Saputra
NIM. 210601110079**

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

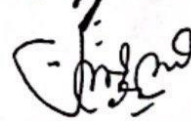
Tanggal, 16 Juni 2025

Ketua Penguji : Prof. Dr. Hj. Sri Harini, 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 : Rama Adi Saputra
NIM : 210601110079
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Implementasi *Spectral Clustering* untuk
Pengelompokan Kabupaten/Kota di Indonesia
Berdasarkan Indeks Khusus Penanganan *Stunting*

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, 16 Juni 2025

Yang membuat pernyataan,



Rama Adi Saputra
NIM. 210601110079

MOTO

“Skripsi yang baik adalah skripsi yang selesai”

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

Keluarga tercinta, khususnya kepada Bapak Sarengat dan Ibu Pairum yang telah memberikan segala pengorbanan, kasih sayang, dan doa untuk penulis agar bisa mendapatkan gelar sarjana. Kakak tercinta, Nia Dewi Purwati yang telah memberikan semangat dan bantuan. Diri saya sendiri yang telah berusaha, berjuang, dan bekerja keras untuk menyelesaikan skripsi. Semoga skripsi ini menjadi berkah dan jalan menuju pintu rezeki yang tak terhingga.

KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “implementasi *spectral clustering* untuk pengelompokkan kabupaten/kota di Indonesia berdasarkan indeks khusus penanganan *stunting*”. Skripsi ini disusun sebagai syarat kelulusan dan memperoleh gelar Sarjana dalam bidang Matematika di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penulis menyadari bahwa selama penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin memberikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A., selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
2. Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si., selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim dan ketua penguji dalam ujian skripsi yang telah memberikan saran, arahan, dan nasihat yang bermanfaat bagi penulis.
3. Dr. Elly Susanti, M.Sc., selaku ketua Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
4. Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan arahan kepada penulis.
5. Erna Herawati, M.Pd., selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan arahan kepada penulis.
6. Abdul Aziz, M.Si., selaku anggota penguji I dalam ujian skripsi yang telah memberikan saran, arahan, dan nasihat yang bermanfaat bagi penulis.
7. Seluruh dosen Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

8. Seluruh keluarga, terutama kedua orang tua yang selalu sabar menasehati, mendoakan, dan memberikan dukungan serta semangat kepada penulis hingga saat ini.
9. Seluruh teman-teman di Program Studi Matematika angkatan 2021 yang telah memberikan bantuan serta semangat.
10. Semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT. membalas semua kebaikan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis. Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri dan juga bagi pembaca.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Malang, 16 Juni 2025

Rama Adi Saputra

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
مستخلص البحث	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Masalah	7
1.6 Definisi Istilah	8
BAB II KAJIAN TEORI	10
2.1 Teori Pendukung	10
2.1.1 Statistika Deskriptif	10
2.1.2 <i>Clustering</i>	10
2.1.3 Metode Perhitungan Jarak	11
2.1.4 <i>Spectral Clustering</i>	12
2.1.5 Evaluasi <i>Silhouette Score</i>	22
2.1.6 Indeks Khusus Penanganan <i>Stunting</i>	24
2.2 Kajian Integrasi <i>Stunting</i> dengan Al-Quran/Hadits	27
2.3 Kajian <i>Stunting</i> dengan Teori Pendukung	32
BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1 Jenis Penelitian	34
3.2 Data dan Sumber Data	34
3.3 Teknik Pengumpulan Data	35
3.4 Teknik Analisis Data	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Analisis Statistika Deskriptif	40
4.2 Implementasi <i>Spectral Clustering</i>	44
4.3 Evaluasi Hasil <i>Clustering</i>	64
4.4 Interpretasi Hasil <i>Clustering</i>	68

4.5 Kajian Hasil Penelitian dalam Prespektif Islam	82
BAB V PENUTUP	88
5.1 Kesimpulan	88
5.2 Saran	89
DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN.....	96
RIWAYAT HIDUP	123

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori dan Batasan Nilai IKPS Kabupaten/Kota Tahun 2022 ..	27
Tabel 3.1 Variabel Penelitian Data IKPS Kabupaten/Kota Tahun 2022	34
Tabel 4.1 Analisis Statistika Deskriptif	40
Tabel 4.3 Keanggotaan <i>Nearest Neighbors</i>	46
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Jarak Iterasi 1	56
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Jarak Iterasi 2	58
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Jarak Iterasi 3	60
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Jarak Iterasi 4	62
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Jarak Iterasi 5	63
Tabel 4.9 Rata-Rata Data Asli IKPS Tahun 2022 Setiap Klaster	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Alur Penelitian.....	39
Gambar 4.1 Peta Sebaran Capaian IKPS Tahun 2022	72

DAFTAR SIMBOL

X_1	: Imunisasi
X_2	: Penolongan persalinan oleh tenaga kesehatan
X_3	: KB modern
X_4	: ASI eksklusif
X_5	: Makanan pendamping ASI
X_6	: Air minum layak
X_7	: Sanitasi layak
X_8	: PAUD
X_9	: Kepemilikan JKN/Jamkesda
X_{10}	: Penerima KPS/KKS
x	: Data ke-
$d(x_i, x_j)$	: Jarak Manhattan data ke- i dengan ke- j
p	: Banyak variabel
k	: Banyak <i>nearest neighbors</i>
σ	: Nilai <i>bandwidth nearest neighbors</i>
$s(x_i, x_j)$	: Nilai <i>gaussian kernel</i> data ke- i dengan ke- j
$\mathbf{A}$	: Matriks similaritas
A_{ij}	: Similaritas baris ke- i kolom ke- j
$\mathbf{D}$	: Matriks derajat
D_{ii}	: Derajat baris ke- i kolom ke- j
$\mathbf{L}$	: Matriks Laplace
$\mathbf{I}$	: Matriks Identitas
$\mathbf{D}^{-\frac{1}{2}}$	: <i>Invers</i> akar kuadrat matriks derajat
λ	: <i>Eigen value</i>
$\mathbf{U}$	: Matriks <i>eigen vector</i>
U_{ij}	: <i>Eigen vector</i> baris ke- i kolom ke- j
T_{ij}	: Normalisasi <i>eigen vector</i> baris ke- i kolom ke- j
$\mathbf{T}$	: Matriks normalisasi
y_{ij}	: Pusat klaster ke- i kolom ke- j
n	: Banyak data
$a(x_i)$	: Jarak rata-rata klaster data ke- i
n_g	: Banyak data klaster ke- g
$B(x_i, C_h)$	: Jarak data ke- i dengan data klaster lain ke- h
C_h	: Klaster ke- h
n_h	: Banyak data klaster ke- h
$b(x_i)$	: Jarak rata-rata terkecil data ke- i
$S(x_i)$	: <i>Silhouette coefisient</i> data ke- i
SC	: <i>Silhouette score</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data IKPS Kabupaten/Kota Tahun 2022.....	96
Lampiran 2. Hasil Matriks <i>Eigen Vector</i> (U)	111
Lampiran 3. Normalisasi <i>Eigen Vector</i> T	112
Lampiran 4. Hasil <i>Clustering</i> Iterasi ke-5/Terakhir	113
Lampiran 5. Rata-Rata Data Asli IKPS Tahun 2022 Setiap Klaster	114
Lampiran 6. Hasil <i>Clustering</i>	115
Lampiran 7. Peta Asli Sebaran IKPS Provinsi Tahun 2022	118
Lampiran 8. <i>Syntax Code Phyton Spectral Clustering</i>	119

ABSTRAK

Saputra, Rama Adi. 2025. **Implementasi *Spectral Clustering* untuk Pengelompokan Kabupaten/Kota di Indonesia Berdasarkan Indeks Khusus Penanganan *Stunting***. Skripsi. Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
Pembimbing: (I) Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si. (II) Erna Herawati, M.Pd.

Kata kunci: *Clustering*, *Spectral*, Indeks Khusus Penanganan *Stunting*.

Stunting menjadi masalah serius bagi pemerintah Indonesia. Indeks Khusus Penanganan *Stunting* (IKPS) digunakan untuk menilai efektivitas skema akselerasi pengurangan *stunting* pada level nasional, provinsi, dan kabupaten/kota. Pengelompokan kabupaten/kota berdasarkan IKPS dapat memberikan wawasan untuk merancang strategi yang lebih tepat untuk menanggulangi masalah *stunting* di Indonesia. Penelitian ini menggunakan algoritma *Spectral clustering* yang dievaluasi menggunakan *Silhouette score*. *Spectral clustering* merupakan algoritma yang menggabungkan konsep analisis matriks *spectral* dan teknik *clustering* dalam pengelompokan data yang memiliki ruang dimensi besar ke sebuah klaster yang lebih kecil. Kelebihan metode ini dapat mengatasi banyak keterbatasan pada metode tradisional, kuat, flexibel, mengurangi dampak *noise* dan *outlier* sehingga menghasilkan pengelompokan yang lebih stabil dan akurat. Hasil penelitian ini menunjukkan tiga klaster optimal, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Klaster 1 terdiri dari 287 kabupaten/kota dengan capaian IKPS tinggi. Klaster 2 mencakup 174 kabupaten/kota dengan capaian IKPS sedang. Sementara itu, Klaster 3 terdiri dari 53 kabupaten/kota dengan capaian IKPS rendah. Tingkat akurasi hasil *clustering* dengan *Silhouette score* menghasilkan nilai sebesar 0,528 dengan kategori baik sehingga dapat digunakan menyusun rencana yang lebih baik dan tepat untuk mempercepat penurunan prevalensi *stunting*.

ABSTRACT

Saputra, Rama Adi. 2025. **Implementation of Spectral Clustering for Grouping Regencies/Cities in Indonesia Based on a Special Index for Handling Stunting**. Thesis. Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si. (II) Erna Herawati, M.Pd.

Keywords: Clustering, Spectral, Special Index for Handling Stunting.

Stunting is a serious issue for the Indonesian government. Special index for handling stunting (IKPS) is used to assess the effectiveness of stunting reduction acceleration schemes at the national, provincial, and district/city levels. Clustering districts/cities based on the IKPS can provide insights for designing more appropriate strategies to address stunting issues in Indonesia. This study uses the Spectral clustering algorithm and evaluated using the Silhouette score. Spectral clustering is an algorithm that combines the concepts of spectral matrix analysis and clustering techniques to group data with high dimensional space into smaller clusters. The advantages of this method include overcoming many limitations of traditional methods, being robust and flexible, reducing the impact of noise and outliers, thereby producing more stable and accurate clustering. The results of this study indicate three optimal clusters: low, moderate, and high. Cluster 1 consists of 287 districts/cities with high IKPS achievement. Cluster 2 includes 174 districts/cities with moderate IKPS achievement. Meanwhile, Cluster 3 consists of 53 districts/cities with low IKPS achievements. The accuracy level of the clustering results using the Silhouette score produced a value of 0,528 which is categorized as good, so it can be used to formulate better and more appropriate plans to accelerate the reduction of stunting prevalence.

مستخلص البحث

سبوترا، راما ادي. ٢٠٢٥. تطبيق التجميع الطيفي لتصنيف منطقة او المدن في إندونيسيا بناءً على مؤشر خاص لمعالجة التقرم. البحث العلمي. قسم الرياضيات, كلية العلوم والتكنولوجيا جامعة مولان مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالان. المشرفة: (١) ريا ديا ليلي نور كرسما, فحالعلوم. (٢) إيرنا هيراواتي, الماجستير في التعلم اللغة العربية.

الكلمات الاساسية: التجميع، الطيفي، الفهرس الخاص لإدارة التقرم.

يعتبر ان التقرم هو مشكلة خطيرة بالنسبة للحكومة اندونيسيا. تم استخدام مؤشر خاص للتعامل مع التقرم (IKPS) لتقييم فعالية مخططات تسريع الحد من التقرم على المستويات الوطنية والإقليمية والمحلية او المدينة. إن تجميع المناطق او المدن على أساس المؤشر الخاص للتعامل مع التقرم (IKPS) يمكن أن يوفر رؤى لتصميم استراتيجيات أكثر ملاءمة لمعالجة قضايا التقرم في إندونيسيا. استخدم هذه الدراسة خوارزمية التجميع الطيفي و تم تقييمها باستخدام درجة *Silhouette*. التجميع الطيفي هو خوارزمية تجمع بين مفاهيم تحليل المصفوفة الطيفية وتقنيات التجميع لتجميع البيانات الى المساحة عالية الأبعاد في مجموعات أصغر. تشمل مزايا هذه الطريقة التغلب على العديد من القيود المفروضة على الطرق التقليدية، وكونها قوية ومرنة، وتقليل تأثير الضوضاء والقيم المتطرفة، وبالتالي إنتاج مجموعات أكثر استقرارًا ودقة. و نتائج هذه الدراسة إلى ثلاث مجموعات مثالية: منخفضة، ومتوسطة، وعالية. تتكون المجموعة ١ من ٢٨٧ منطقة او مدينة ذات مؤشر خاص مرتفع للتعامل مع التقرم (IKPS). تتضمن المجموعة ٢ من ١٧٤ منطقة او مدينة ذات مؤشر خاص معتدل للتعامل مع التقرم (IKPS). وفي الوقت نفسه، تتكون المجموعة ٣ من ٥٣ منطقة او مدينة ذات مؤشر خاص منخفض لإنجازات التعامل مع التقرم (IKPS). وقد أنتج مستوى دقة نتائج التجميع باستخدام درجة *Silhouette* قيمة قدرها ٠,٥٢٨، والتي تم تصنيفها على أنها جيدة، وبالتالي يمكن استخدامها لصياغة خطط أفضل وأكثر ملاءمة لتسريع الحد من انتشار التقرم.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Clustering diperkenalkan pada tahun 1957 oleh Lloyd. *Clustering* merupakan tahap pengelompokkan data ke sejumlah kelompok atau kluster yang terdapat kesamaan data yang tinggi di dalam satu kluster dan kesamaan data yang rendah di antara kluster lainnya (Rahayu dkk., 2024). Dalam *clustering* terdapat dua metode utama, yakni *hierarki* dan *non-hierarki*. Metode *hierarki* dalam *clustering* menciptakan sebuah dekomposisi bertingkat dari kumpulan data sesuai dengan karakteristik objek yang sama. *Single*, *complete*, *average*, *centroid*, dan *ward* termasuk dalam metode *hierarki*. Sementara itu, metode *non-hierarki* dipakai untuk mengelompokkan objek dengan banyak kluster yang bisa ditentukan terlebih dahulu. Metode *non-hierarki* yang sering dipakai dalam *clustering*, yaitu *K-means*, *K-medoids*, dan lain-lain. Seiring berjalannya waktu, terdapat suatu pengembangan metode *clustering* yang dinamakan *spectral clustering*.

Spectral clustering merupakan algoritma *clustering* yang menggabungkan konsep analisis matriks *spectral* dan teknik *clustering* dalam pengelompokkan data yang memiliki ruang dimensi besar ke sebuah kluster yang lebih kecil (Luxburg, 2007). Kelebihan dari *spectral clustering*, yaitu dapat menangani data yang besar dan kompleks, mampu menyesuaikan terhadap berbagai kernel yang digunakan, dapat menangkap struktur kluster yang kompleks, dan tidak terdapat asumsi bentuk kluster tertentu. Namun, *spectral clustering* juga memiliki kelemahan seperti memerlukan komputasi intensif untuk kumpulan data besar dan pemilihan matriks

similaritas yang digunakan dapat mempengaruhi hasil klaster secara signifikan (Rokach, 2024).

Adapun evaluasi keakuratan hasil *clustering* yang digunakan ialah *Silhouette score*. Metode ini merupakan salah satu algoritma optimasi klaster yang mengacu pada metode interpretasi dan validasi konsistensi dalam sebuah kelompok data. *Silhouette score* memiliki kelebihan seperti memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Davies Bouldin Index* (DBI). Namun, *Silhouette score* memiliki kekurangan seperti kurang akurat untuk klaster yang tidak seimbang dan bergantung pada skala serta metode perhitungan jarak (Chanafi dkk., 2019).

Salah satu implementasi *spectral clustering* ialah untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Indonesia berdasarkan Indeks Khusus Penanganan *Stunting* (IKPS). *Stunting* menjadi masalah serius bagi pemerintah Indonesia. *Stunting* merupakan kondisi seorang anak mengalami kekurangan gizi yang nantinya akan menyebabkan pertumbuhan anak menjadi lambat dan lebih pendek daripada teman seusianya (Faujia dkk., 2022). *Stunting* tidak hanya memengaruhi perkembangan tubuh anak, tetapi juga berdampak pada fungsi tubuh yang krusial seperti kekebalan tubuh dan perkembangan otak. Anak yang mengalami *stunting* berisiko mengalami penurunan tingkat kecerdasan, lebih mudah sakit, dan akhirnya dapat mengurangi tingkat potensi di masa depan (BPS, 2023).

Menurut Kementerian Kesehatan, frekuensi *stunting* pada tahun 2022 mencapai 21,6%. Hal tersebut, menunjukkan bahwa frekuensi *stunting* turun sebesar 2,8% daripada tahun 2021. Namun, penurunan ini masih jauh dari target yang ditetapkan. Tahun 2024, pemerintah Indonesia berharap dapat mengurangi frekuensi *stunting* menjadi 14%. Presiden Jokowi menyatakan bahwa target 14%

dapat tercapai jika semua pihak bekerja sama secara efektif (Kementerian Kesehatan, 2023).

Pemerintah menunjukkan komitmennya dalam mengatasi masalah *stunting* di Indonesia dengan menerbitkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 72 Tahun 2021 mengenai Percepatan Penurunan *Stunting*. Demi mewujudkan hal tersebut, pemerintah membuat instrumen evaluasi untuk mengetahui informasi tentang percepatan penurunan *stunting* yang dinamakan indeks khusus penanganan *stunting* (IKPS). IKPS juga digunakan untuk memenuhi perjanjian kerja sama antara pemerintah Indonesia dengan bank dunia, yaitu *Disbursement Linked Indicators* (DLI) 8 dari program *Investing in Nutrition and Early Years* (INEY). Dalam penyusunan dan penyempurnaan IKPS, Badan Pusat Statistik (BPS) dan Sekretariat Wakil Presiden Republik Indonesia (Setwapres RI) turut bekerja sama dengan kementerian/lembaga dan para pakar. Diharapkan dengan adanya kerja sama tersebut menghasilkan saran yang berguna untuk perhitungan IKPS yang mencakup pemilihan indikator, metodologi, sampai pengukuran indeks (BPS, 2023).

Pemerintah memperhitungkan bahwa percepatan penurunan angka *stunting* penting untuk menciptakan sumber daya manusia yang cerdas, bugar, dan produktif. Upaya percepatan pengurangan *stunting* di Indonesia diselenggarakan dengan *konvergen*, menyeluruh, terintegrasi, bersinergi, dan dengan standar yang tinggi melalui koordinasi, serta sinkronisasi antara berbagai instansi seperti departemen, pemerintah daerah provinsi, kabupaten/kota, desa, dan *stakeholders* terkait. Upaya ini dilakukan dengan mengimplementasikan intervensi gizi spesifik yang bertujuan mengatasi penyebab langsung dan tidak langsung dari *stunting*.

Al-Qur'an menjelaskan tentang tata cara mencegah dan menangani *stunting* sebagaimana dalam Q.S Al-Baqarah ayat 233 (Kemenag, 2024a).

وَالْوَالِدَتُ يُرْضِعْنَ أَوْلَادَهُنَّ حَوْلَيْنِ كَامِلَيْنِ لِمَنْ أَرَادَ أَنْ يُنِيْمَ الرِّضَاعَةَ وَعَلَى الْمَوْلُودِ لَهُ رِزْقُهُنَّ وَكِسْوَتُهُنَّ بِالْمَعْرُوفِ لَا تُكَلَّفُ نَفْسٌ إِلَّا وُسْعَهَا لَا تُضَارَّ وَالِدَةٌ وَلَا مَوْلُودٌ لَهُ بِوَلَدِهِ وَعَلَى الْوَارِثِ مِثْلُ ذَلِكَ فَإِنْ أَرَادَا فِصَالًا عَنْ تَرَاضٍ مِّنْهُمَا وَتَشَاوُرٍ فَلَا جُنَاحَ عَلَيْهِمَا وَإِنْ أَرَدْتُمْ أَنْ تَسْرِعُوا أَوْلَادَكُمْ فَلَا جُنَاحَ عَلَيْكُمْ إِذَا سَلَّمْتُمْ مَا آتَيْتُم بِالْمَعْرُوفِ وَاتَّقُوا 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.”

Menurut Az-Zuhaili dalam Tafsir Al-Munir hal. 565, perintah menyusui dalam ayat tersebut adalah perintah yang berfungsi sebagai penekanan agar dilaksanakan. ASI mengandung nutrisi paling baik yang mendukung tumbuh kembang anak, termasuk antibodi untuk memperkuat sistem kekebalan tubuh. Selain itu, ayah juga harus memberikan nafkah kepada istri dan anak. Nafkah ini mencakup segala kebutuhan hidup, seperti makanan, pakaian, dan tempat tinggal yang harus diberikan dengan cara yang halal, baik, adil, dan sesuai dengan kemampuan finansial suami. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya pemberian ASI eksklusif, gizi seimbang, serta lingkungan yang sehat bagi anak diawal kehidupannya. Dengan demikian, anak dapat tumbuh dengan optimal dan terhindar dari masalah kesehatan.

Penelitian terdahulu tentang analisis virus *mers-cov* menggunakan *spectral clustering* dan *K-means* oleh Wulandari & Novita (2021). Hasil penelitian *spectral clustering* menunjukkan hasil tiga klaster dan lebih homogen dibanding *K-means*. Penelitian oleh Putri dkk., (2022) tentang implementasi *spectral clustering* untuk pengelompokkan sasaran vaksinasi covid-19 di Indonesia. Diperoleh hasil tiga klaster dengan tingkat vaksinasi tinggi, sedang, dan rendah. Adapun, pengelompokkan puskesmas berdasarkan kasus *stunting* di Kabupaten Paser menggunakan *K-medoids clustering* oleh Puspita dkk., (2023). Hasil penelitian diperoleh dua klaster optimal dengan nilai DBI sebesar 0,977. Penelitian lain tentang pengelompokan ulasan video game *elden ring* pada platform *steam* dengan *spectral clustering* menggunakan *principal component analysis* berbasis *similarity gaussian* oleh Febriansyah & Qoiriah, (2024). Penelitian menghasilkan tiga klaster optimal dengan nilai *Silhouette score* 0,507.

Berdasarkan penjelasan yang sudah dipaparkan, penulis ingin melaksanakan sebuah penelitian tentang implementasi *spectral clustering* untuk pengelompokkan kabupaten/kota di Indonesia berdasarkan indeks khusus penanganan *stunting*. Diharapkan dengan adanya penelitian ini, dapat meningkatkan pemahaman tentang persebaran wilayah capaian indeks khusus penanganan *stunting* kabupaten/kota di Indonesia. Hasilnya dapat memberikan wawasan kepada pemangku kepentingan, seperti pemerintah, dinas kesehatan, dan organisasi non-pemerintah untuk mempercepat penurunan dan merancang strategi yang lebih tepat untuk menanggulangi masalah *stunting* di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah berdasarkan latar belakang, yaitu:

1. Bagaimana analisis hasil *spectral clustering* untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Indonesia berdasarkan indeks khusus penanganan *stunting*?
2. Bagaimana analisis keakuratan hasil *spectral clustering* untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Indonesia berdasarkan indeks khusus penanganan *stunting*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah, yaitu:

1. Menganalisis hasil pengelompokkan *spectral clustering* untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Indonesia berdasarkan indeks khusus penanganan *stunting*.
2. Menganalisis keakuratan hasil *spectral clustering* untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Indonesia berdasarkan indeks khusus penanganan *stunting*.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini, maka manfaatnya adalah sebagai berikut.

1. Bagi penulis

Dapat meningkatkan pengetahuan mengenai penggunaan metode *spectral clustering* untuk mengelompokkan data.

2. Bagi prodi matematika

Penelitian berpotensi memerankan studi kasus yang berguna bagi pembaca dan referensi untuk mahasiswa serta pustaka dalam membantu dalam memperluas pengetahuan tentang *spectral clustering*.

3. Bagi dinas terkait

Memberikan informasi tentang capaian indeks khusus penanganan *stunting* dan pemetaan wilayah. Informasi tersebut membantu dalam pengalokasian sumber daya secara lebih tepat, termasuk tenaga medis, program edukasi gizi, serta bantuan pangan bergizi. Dengan demikian, dinas terkait dapat melakukan koordinasi yang lebih baik dengan pihak lain, seperti pemerintah daerah dan lembaga sosial untuk memastikan program pencegahan dan penanganan *stunting* berjalan optimal serta berkelanjutan. Selain itu, juga dapat memberikan informasi beberapa faktor penyebab tinggi rendahnya Indeks Khusus Penanganan *Stunting* (IKPS) dari variabel yang digunakan dalam algoritma *spectral clustering*.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang terdapat pada penelitian ini, yaitu:

1. Metode perhitungan jarak yang digunakan ialah jarak Manhattan.
2. Menggunakan *k-nearest neighbors* dan *gaussian kernel* untuk membentuk matriks similaritas dalam algoritma *spectral clustering*.
3. *Silhouette score* sebagai evaluasi keakuratan hasil *clustering*.

4. Merujuk pada pengkategorian publikasi BPS tentang Indeks Khusus Penanganan *Stunting* (IKPS), maka ditetapkan banyak klaster menjadi 3 kategori, yaitu rendah, sedang, dan tinggi.

1.6 Definisi Istilah

Penelitian ini menggunakan beberapa istilah sebagai berikut.

Statistika deskriptif	: Prosedur statistika yang berfungsi untuk mengatur, meringkas, dan menjadikan data mudah dipahami.
<i>Clustering</i>	: Metode <i>unsupervised learning</i> yang mempartisi dataset menjadi kelompok atau klaster yang berbeda berdasarkan ukuran kesamaan tertentu.
Jarak Manhattan	: Jarak dari suatu titik ke titik yang lain yang digunakan untuk menentukan kemiripan data.
<i>Spectral clustering</i>	: Metode pengelompokan data yang memanfaatkan spektrum (<i>eigenvalues</i>) dari matriks similaritas data untuk mereduksi dimensi ke yang lebih rendah sebelum melakukan <i>clustering</i> .
Matriks similaritas	: Matriks persegi yang paling sering digunakan untuk merepresentasikan graf.

<i>Nearest neighbors</i>	: Metode dalam statistik dan <i>machine learning</i> yang digunakan untuk menjalankan klasifikasi atau estimasi yang merujuk pada pencarian data atau titik-titik terdekat dalam suatu ruang fitur.
<i>Bandwidth nearest neighbors</i>	: Parameter yang merepresentasikan lebar dari <i>neighborhood</i> .
<i>Gaussian kernel</i>	: Pemberi bobot berdasarkan nilai jarak.
Matriks derajat	: Matriks Diagonal yang berisi informasi tentang derajat titik sudut.
<i>Kohesi internal</i>	: Kepadatan antar anggota dalam satu klaster.
<i>Separasi eksternal</i>	: Jarak atau perbedaan dengan anggota di klaster lainnya.
<i>Stunting</i>	: Kurangnya nutrisi gizi yang berkepanjangan mulai masa kehamilan sampai berumur dua tahun sehingga menyebabkan kegagalan pertumbuhan anak.

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1 Teori Pendukung

2.1.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah suatu prosedur statistika yang berfungsi untuk mengatur, meringkas, dan menjadikan data mudah dipahami. Statistika deskriptif menggambarkan ringkasan atau penyajian data dalam bentuk grafik dan numerik. Statistika deskriptif berguna untuk memberikan informasi karakteristik dan dukungan terhadap suatu variabel penelitian. Statistika deskriptif yang sering ditampilkan seperti nilai maksimum dan minimum, *mean* (rata-rata), *median*, standar deviasi, dan sebagainya (Wahyuni, 2020).

2.1.2 *Clustering*

Clustering adalah salah satu metode *unsupervised learning*, yang mana dataset akan dipartisi menjadi kelompok atau klaster yang berbeda berdasarkan ukuran kesamaan tertentu. Metode ini akan mengelompokkan objek ke sebuah klaster berdasarkan karakteristik kemiripan yang dimiliki di klaster tersebut dan mempunyai perbedaan cukup besar jika objek berada dalam klaster yang berbeda. *Clustering* berbeda dengan klasifikasi karena tidak melibatkan variabel target dalam pelaksanaannya.

Hierarchical dan *non-hierarchical* merupakan jenis metode *clustering*. *Hierarchical clustering* ialah metode yang diawali dengan pengelompokan dua atau bahkan lebih objek yang mempunyai kemiripan paling dekat, kemudian

bersambung dengan objek lain yang mempunyai tingkat kemiripan berikutnya. Proses ini berlanjut hingga terbentuk pohon dengan *hierarki* yang nyata. *Centroid*, *median*, *ward*, *average*, *complete*, dan *single linkage* adalah beberapa contoh *hierarchical clustering*. Sedangkan, *non-hierarchical clustering* harus menentukan banyak klaster terlebih dahulu. Setelah mengetahui banyak klaster, dilanjut pengklasteran dengan tidak menempuh prosedur *hierarchical*. *K-means*, *K-median*, dan *K-medoids* adalah klaster *non-hierarki* yang paling banyak digunakan (Hair dkk., 2019). Selain itu, terdapat beberapa pengembangan terhadap metode *non-hierarki* seperti *fuzzy c-means*, *gaussian mixture model*, *spectral clustering*, dan lain-lain (Aggarwal & Reddy, 2014)

2.1.3 Metode Perhitungan Jarak

Salah satu metode perhitungan jarak adalah Manhattan. Jarak Manhattan atau *city block* adalah jarak dari suatu titik ke titik yang lain pada suatu sistem koordinat kartesius dengan menyusuri bagian vertikal dan horizontal tanpa pernah kembali. Secara sederhana, nilai *absolut* atau mutlak digunakan untuk menghitung jarak Manhattan. Persamaan jarak Manhattan sebagai berikut (Rokach, 2024).

$$d(x_i, x_j) = \sum_{r=1}^p |x_{ir} - x_{jr}| \quad (2.1)$$

Keterangan:

$d(x_i, x_j)$: Jarak antara x_i dengan x_j

x_i : Data ke – i

x_j : Data ke – j

x_{ir} : Data ke – i pada variabel ke – r

x_{jr} : Data ke j pada variabel ke r

p : Banyak variabel

Menurut Hair dkk., (2019), jarak Manhattan mempunyai kelebihan dan kekurangan dalam perhitungan jarak. Kelebihan jarak Manhattan adalah mudah dalam perhitungannya. Jarak ini juga terbukti lebih efektif ketika banyak variabel pengelompokan dalam jumlah besar. Namun, jarak Manhattan memiliki kekurangan seperti dapat menyebabkan klaster yang tidak valid jika variabel pengelompokan berkorelasi dengan variabel lainnya dan mempunyai tingkat akurasi yang lebih rendah dibandingkan dengan jarak *euclidean* yang mencapai 100%. Sedangkan, jarak Manhattan hanya mencapai 80%.

2.1.4 *Spectral Clustering*

Spectral clustering adalah metode pengelompokan data yang memanfaatkan spektrum (*eigenvalues*) dari matriks Laplace data untuk mereduksi dimensi ke yang lebih rendah sebelum melakukan *clustering*. *Spectral clustering* berakar pada teori dan pemartisian graf *spectral*, serta menawarkan pendekatan secara fundamental yang berbeda dibandingkan metode pengelompokan tradisional. Ide utama *spectral clustering* adalah membangun sebuah graf dari data, di mana setiap simpul (node) mewakili sebuah titik data dan sisi tepi (*edge*) merepresentasikan kesamaan antara titik-titik tersebut. Representasi berbasis graf ini memungkinkan hubungan antara titik-titik data tertangkap secara terstruktur. Algoritma ini berfokus untuk menganalisis *eigen vector* dari matriks yang terkait dengan graf, khususnya matriks Laplace sehingga dapat mengidentifikasi kelompok/klaster dalam data.

Spectral clustering dapat mengatasi banyak keterbatasan pada metode tradisional, kuat, dan flexibel untuk membagi data ke dalam klaster dengan memanfaatkan sifat dari *eigen vector* yang diperoleh dari matriks similaritas. Pendekatan ini memungkinkan *spectral clustering* menangkap bentuk kelompok yang kompleks yang tidak dapat ditangani secara efektif oleh metode tradisional. Metode ini juga lebih tahan terhadap variasi ukuran dan kepadatan kelompok yang sering kali menjadi tantangan bagi *K-means*. Selain itu, *spectral clustering* juga dapat mengurangi dampak *noise* dan *outlier* sehingga menghasilkan pengelompokan yang lebih stabil dan akurat.

Spectral clustering sendiri juga memiliki kelemahan seperti dalam pemilihan nilai yang sesuai untuk banyak *nearest neighbors* (k) dan *bandwidth* (σ) karena jika tidak sesuai akan menghilangkan informasi struktural yang penting dan menjadi tidak efektif. Selain itu, kompleksitas dalam implementasi memerlukan perancangan dan optimasi yang cermat untuk menyeimbangkan antara *sparsitas* (kelangkaan) dan akurasi (Rokach, 2024).

Algoritma untuk menjalankan *spectral clustering* adalah sebagai berikut (Aggarwal & Reddy, 2014).

1. Membentuk matriks similaritas

Matriks similaritas (umumnya dilambangkan dengan $\mathbf{A}$) adalah matriks persegi yang paling sering digunakan untuk merepresentasikan graf. Matriks ini digunakan untuk mengukur kesamaan antara simpul-simpul dalam suatu graf berdasarkan karakteristik tertentu. Nilai dalam matriks ini menunjukkan tingkat kemiripan antara dua simpul, di mana semakin tinggi nilainya semakin mirip kedua simpul tersebut. Struktur dan sifat

matriks similaritas dapat bervariasi tergantung pada jenis graf yang direpresentasikan, seperti graf berbobot atau graf tidak berarah (Fettal, 2024).

Langkah-langkah untuk mendapatkan nilai matriks similaritas adalah sebagai berikut.

a. Menghitung jarak antar setiap data

Perhitungan jarak antar setiap data dilakukan dengan menggunakan jarak Manhattan sebagaimana yang terdapat pada persamaan (2.1).

b. Menentukan banyak *nearest neighbors* (k)

Nearest neighbors adalah metode dalam statistik dan *machine learning* yang digunakan untuk menjalankan klasifikasi atau estimasi yang merujuk pada pencarian data atau titik-titik terdekat dalam suatu ruang fitur. Banyak *nearest neighbors* (k) dapat ditentukan berdasarkan kebutuhan dan sifat data. Namun, penentuan banyak *nearest neighbors* (k) yang tepat sangat penting untuk mendapatkan hasil yang akurat. Salah satu cara untuk menentukan banyak *nearest neighbors* (k) yang optimal dapat dilakukan dengan melihat hasil evaluasi model. Dengan mencoba beberapa nilai k dan mengevaluasi performa model untuk masing-masing nilai tersebut, maka dapat ditetapkan k optimal yang menghasilkan kinerja terbaik (Rokach, 2024).

c. Menentukan anggota *nearest neighbors*

Setelah ditentukan banyaknya *nearest neighbors*, maka dilanjutkan dengan menentukan keanggotaan *nearest neighbors* untuk setiap data.

Pemilihan keanggotaan *nearest neighbors* dilakukan berdasarkan perhitungan jarak Manhattan yang menunjukkan titik dalam dataset mana yang paling dekat dengan titik yang dianalisis. Oleh karena itu, titik-titik tersebut berfungsi sebagai representasi dari *nearest neighbors*.

d. Estimasi *bandwidth nearest neighbors* (σ)

Estimasi *bandwidth nearest neighbors* (σ) merepresentasikan lebar dari *neighborhood*. Nilai estimasi *bandwidth nearest neighbors* (σ) dapat dicari dengan menghitung nilai rata-rata jarak dari suatu titik ke tetangga terdekatnya. Persamaanya dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{1}{k_{total}} \sum_{i=1}^{k_{total}} d(x_i, x_{nearest}) \quad (2.2)$$

Keterangan:

σ : Nilai *bandwidth nearest neighbors*

k_{total} : Banyak *nearest neighbors* keseluruhan data

$d(x_i, x_{nearest})$: Jarak antara titik x_i dengan $x_{nearest}$

Estimasi *bandwidth* dengan *nearest neighbors* memiliki keunggulan, seperti fleksibilitas dalam penerapan serta kemampuannya yang dapat beradaptasi dengan berbagai jenis data sehingga akan menghasilkan nilai *bandwidth* yang menyesuaikan secara dinamis. Namun, juga memiliki kelemahan yang terletak pada tingginya biaya komputasi sehingga dapat mengurangi efisiensi pemrosesan.

e. Memberi bobot *gaussian kernel*

Gaussian kernel membentuk semua titik saling terhubung dan setiap *edge* (sisi) diberi bobot berdasarkan fungsi kesamaan. *Gaussian kernel* berfungsi untuk memberikan bobot yang lebih tinggi untuk titik data yang berdekatan dan rendah untuk titik data yang berjauhan. Secara umum, *gaussian kernel* berperan dalam mengidentifikasi pola kepadatan data sehingga hasil *clustering* lebih mencerminkan distribusi asli dari data tersebut. Pembobotan *gaussian kernel* dapat dilakukan menggunakan persamaan sebagai berikut (Rokach, 2024).

$$s(x_i, x_j) = \exp \left(- \left(\frac{d(x_i, x_j)^2}{2\sigma^2} \right) \right) \quad (2.3)$$

Keterangan:

$s(x_i, x_j)$: Nilai *gaussian kernel* data ke – i dengan ke – j

$d(x_i, x_j)$: Jarak antar data ke – i dengan ke – j

σ : Nilai *bandwidth nearest neighbors*

Setelah semua langkah untuk mendapatkan matriks similaritas dilakukan, maka akan diperoleh matriks similaritas yang dapat didefinisikan sebagai berikut.

$$A_{ij} = \begin{cases} s(x_i, x_j) & , \text{ jika terdapat } \textit{edge} \text{ (sisi) antara data ke-i dan j} \\ 0 & , \text{ untuk lainnya} \end{cases} \quad (2.4)$$

Sehingga diperoleh matriks similaritas (**A**) sebagai berikut.

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} A_{11} & \dots & A_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{o1} & \dots & A_{om} \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

2. Membentuk matriks derajat

Matriks derajat adalah matriks diagonal yang berisi informasi tentang derajat titik sudut. Derajat titik sudut adalah jumlah bobot sisi yang terhubung dengannya. Matriks derajat dapat diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut (Rokach, 2024).

$$D_{ii} = \sum_{j=1}^m A_{ij} \quad (2.6)$$

dimana, $D_{ij} = 0$ untuk $i \neq j$.

Keterangan:

D_{ii} : Derajat diagonal pada baris ke i kolom ke i

A_{ij} : Similaritas pada baris ke i kolom ke j

Sehingga diperoleh matriks derajat ($\mathbf{D}$) sebagai berikut.

$$\mathbf{D} = \begin{bmatrix} D_{11} & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & D_{oo} \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

3. Membentuk matriks Laplace

Matriks Laplace dari suatu graf merupakan komponen kunci dalam *spectral clustering*. Matriks Laplace berperan penting dalam *spectral clustering* karena *eigen vectornya* digunakan untuk memetakan simpul graf ke dalam ruang berdimensi lebih rendah. Matriks Laplace mengungkap menangkap struktur dan berbagai sifat dari graf. Matriks ini juga digunakan untuk memperluas konsep pemrosesan sinyal ke dalam graf serta membantu menemukan solusi pendekatan untuk masalah *min-cut* dalam partisi graf (Fettal, 2024). Selain itu, matriks Laplace memiliki beberapa komponen penting yang membuatnya bermanfaat dalam

clustering, seperti matriks Laplace bersifat simetris dan semi-definit positif, *eigen value* terkecil dari matriks Laplace adalah 0, dengan *eigen vector* yang sesuai berupa *vector* konstan 1, dan multiplisitas *eigen value* 0 menunjukkan jumlah komponen yang terhubung dalam graf (Rokach, 2024). Matriks Laplace (L) dapat diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$L = I - D^{-\frac{1}{2}}AD^{-\frac{1}{2}} \quad (2.8)$$

Keterangan:

L : Matriks Laplace

I : Matriks identitas

$D^{-\frac{1}{2}}$: *Invers* akar kuadrat matriks derajat

A : Matriks similaritas

4. Mencari *eigen value* dan *eigen vector*

Pada tahapan ini terjadi proses *eigen decomposition* yaitu penggunaan *eigen vector* dari matriks Laplace untuk memproyeksikan titik data ke dalam ruang berdimensi lebih rendah. Proses ini dapat mengungkap struktur data dan membantu mengidentifikasi klaster. Secara khusus, terjadi proses menghitung *eigen vector* pertama dari matriks Laplace (L) yang sesuai dengan *eigen value* terkecil dan menggunakan *eigen vector* untuk membentuk representasi baru dari data. Setiap titik data direpresentasikan oleh komponennya dalam *eigen vector* tersebut, sehingga efektif memetakan data ke dalam ruang berdimensi K (banyak klaster). Selanjutnya, sejumlah *eigen vector* yang berkorespondensi dengan *eigen value* terkecil akan dipilih. Banyak dari *eigen vector* yang

dipilih sesuai dengan banyak kluster yang ingin dibentuk (Rokach, 2024). *Eigen value* dapat dicari dengan menggunakan matriks determinan sebagai berikut.

$$\det(\lambda \mathbf{I} - \mathbf{L}) = 0 \quad (2.9)$$

Setelah mendapat *eigen value* (λ) dilanjut dengan mencari *eigen vector* ($\mathbf{U}$) menggunakan persamaan berikut.

$$(\lambda \mathbf{I} - \mathbf{L})\mathbf{U} = 0 \quad (2.10)$$

Keterangan:

λ : *Eigen value*

$\mathbf{I}$: Matriks identitas

$\mathbf{L}$: Matriks Laplace

$\mathbf{U}$: *Eigen vector*

Sehingga terbentuklah matriks *eigen vector* ($\mathbf{U}$) yang mana setiap kolom terdiri dari *eigen vector* sebagai berikut.

$$\mathbf{U} = \begin{bmatrix} U_{11} & \dots & U_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ U_{o1} & \dots & U_{om} \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

5. Normalisasi matriks *eigen vector*

Baris-baris matriks $\mathbf{U}$ yang diperoleh dari dekomposisi *eigen vector* merepresentasikan titik data ke dalam ruang dimensi yang baru. Untuk mempersiapkan data sebelum *clustering*, dilakukan normalisasi pada baris-baris tersebut agar memiliki panjang satu dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$T_{ij} = \frac{U_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m U_{ij}^2}} \quad (2.12)$$

Keterangan:

T_{ij} : Normalisasi *eigen vector* baris ke i kolom ke j

U_{ij} : *Eigen vector* baris ke i kolom ke j

Normalisasi ini memastikan bahwa algoritma *clustering* bekerja pada titik data yang terletak pada bola satuan (*unit sphere*), sehingga hasil *clustering* semakin *robust*. Sehingga terbentuk normalisasi matriks T sebagai berikut.

$$T = \begin{bmatrix} T_{11} & \dots & T_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ T_{o1} & \dots & T_{om} \end{bmatrix} \quad (2.13)$$

6. Menjalankan algoritma *clustering*

Langkah terakhir dalam *spectral clustering* adalah menetapkan titik data asli ke kluster yang telah diidentifikasi. Setiap baris dalam matriks T mewakili satu titik data dari dataset awal. Algoritma *clustering* yang diterapkan pada ruang berdimensi rendah akan membagi titik-titik tersebut ke dalam beberapa kluster. Dalam *spectral clustering*, untuk mempartisi data ke dalam kluster digunakan algoritma *K-median*. *K-median* adalah metode pengelompokan data menurut kemiripan dengan titik pusat kluster (*centroids*). Pengelompokan dengan *K-median* bertujuan untuk meminimalkan kemiripan karakteristik data pada kluster yang berbeda dan memaksimalkan kemiripan karakteristik data dalam kluster yang sama. Langkah-langkah algoritma *K-median* adalah sebagai berikut (Aggarwal & Reddy, 2014).

- a. Menginisialisasi dengan menetapkan pusat kluster.
- b. Berdasarkan jarak antar objek, setiap data akan dimasukkan ke pusat kluster terdekat. Pada tahap ini, data dibandingkan untuk mengetahui

seberapa mirip atau tidak data tersebut dengan menggunakan jarak Manhattan yang terdapat pada persamaan (2.1).

- c. Cari pusat klaster dengan keanggotaan baru dengan menghitung *median* objek pada klaster. Untuk banyak data (n) ganjil dapat menggunakan persamaan berikut (Rokach, 2024).

$$me_{ganjil}(y_{ij}) = x_{(\frac{1}{2}(n+1))} \quad (2.14)$$

Sedangkan, apabila banyak data (n) genap dapat menggunakan persamaan berikut.

$$me_{genap}(y_{ij}) = \frac{1}{2} (x_{(\frac{1}{2}n)} + x_{(\frac{1}{2}n+1)}) \quad (2.15)$$

Keterangan:

$me_{ganjil}(y_{ij})$: *Median* data ganjil pusat klaster baris ke – i
kolom ke – j

$me_{genap}(y_{ij})$: *Median* data genap pusat klaster baris ke – i
kolom ke – j

y_{ij} : Pusat klaster baris ke – i kolom ke – j

$x_{(\frac{1}{2}(n+1))}$: Data ke – $(\frac{1}{2}(n + 1))$

$x_{(\frac{1}{2}n)}$: Data ke – $(\frac{1}{2}n)$

$x_{(\frac{1}{2}n+1)}$: Data ke – $(\frac{1}{2}n + 1)$

n : Banyak data

- d. Selesaikan pengelompokkan dengan menghitung jarak antar masing-masing objek dengan pusat klaster baru hingga klaster tidak berubah.

- e. Apabila tidak terdapat perubahan pengelompokkan maka tahapan selesai.

2.1.5 Evaluasi *Silhouette Score*

Salah satu metode evaluasi yang dapat digunakan untuk mengetahui keakuratan hasil *clustering* yang terbentuk ialah *Silhouette score*. *Silhouette score* dapat digunakan ketika ukuran kedekatan berada dalam skala rasio (seperti pada jarak *Euclidean*, *Manhattan*, dan lainnya) dan tujuan analisis untuk memperoleh kluster yang kompak serta terpisah secara jelas. Hal ini dikarenakan definisi *Silhouette score* yang memanfaatkan jarak rata-rata. *Silhouette score* dibangun berdasarkan dua komponen utama, yaitu hasil partisi yang diperoleh dari penerapan suatu teknik *clustering* dan himpunan semua ukuran kedekatan antar data. Secara umum, *Silhouette score* memanfaatkan *kohesi internal* dan *separasi eksternal*. *Kohesi internal* adalah kepadatan antar anggota dalam satu kluster. Sedangkan, *separasi eksternal* adalah jarak atau perbedaan dengan anggota di kluster lainnya (Rousseeuw, 1987).

Langkah yang perlu dilakukan untuk memperoleh nilai evaluasi *silhouette score* sebagai berikut (Rokach, 2024).

1. Mencari nilai $a(x_i)$ yang menunjukkan jarak rata-rata dalam kluster x_i ke semua data lain di kluster tempat data tersebut berada sebagaimana persamaan berikut.

$$a(x_i) = \frac{1}{n_g - 1} \sum_{j=1}^{n_g-1} d(x_i, x_j) \quad (2.16)$$

Keterangan:

$a(x_i)$: jarak rata – rata dalam klaster data ke – i

n_g : banyak data klaster ke – g

$d(x_i, x_j)$: Jarak antara x_i dengan x_j

2. Menghitung rata-rata jarak dari data x_i dengan semua data di klaster lain sebagaimana persamaan berikut.

$$B(x_i, C_h) = \frac{1}{n_h} \sum_{j=1}^{n_h} d(x_i, x_j) \quad (2.17)$$

Keterangan:

$B(x_i, C_h)$: Jarak data ke – i dengan data klaster lain h

C_h : Klaster ke – h

n_h : banyak data klaster ke – h

3. Mencari nilai $b(x_i)$ yang menunjukkan jarak rata-rata terkecil sebagaimana persamaan berikut.

$$b(x_i) = \min B(x_i, C_h) \quad (2.18)$$

Keterangan:

$b(x_i)$: Jarak rata – rata terkecil data ke – i

4. Menghitung nilai *Silhouette coefisient* sebagaimana persamaan berikut.

$$S(x_i) = \frac{b(x_i) - a(x_i)}{\max(a(x_i), b(x_i))} \quad (2.19)$$

Keterangan:

$S(x_i)$: *Silhouette coefisient* data ke – i

$\max(a(x_i), b(x_i))$: Nilai maksimum antara $a(i)$ dengan $b(i)$

5. Mencari rata-rata *Silhouette score* untuk semua data menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$SC = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S(x_i) \quad (2.20)$$

Nilai *Silhouette score* (SC) berada dalam rentang -1 hingga 1 . Nilai 1 menunjukkan bahwa data telah ditempatkan pada klaster yang tepat. Sedangkan nilai -1 menunjukkan bahwa data ditempatkan pada klaster yang tidak sesuai sehingga perlu dipindahkan ke klaster yang tepat (Rokach, 2024). Situasi yang berbeda terjadi ketika $S(x_i)$ mendekati atau bernilai 0 . Maka $a(x_i)$ dan $b(x_i)$ memiliki sama besar, sehingga tidak jelas apakah data ke- i seharusnya dimasukkan ke dalam klaster a atau b . Data ke- i memiliki jarak yang hampir sama terhadap keduanya, sehingga dapat dianggap sebagai *intermediate case* (Rousseeuw, 1987). Menurut Kaufman dan Rousseeuw dalam Everit dkk. (2011), pengelompokan dianggap baik jika nilai *silhouette* melebihi $0,5$. Apabila nilai *silhouette* rendah di bawah $0,2$, maka hal tersebut menunjukkan bahwa struktur klaster dalam data tersebut lemah atau bahkan tidak ada.

2.1.6 Indeks Khusus Penanganan *Stunting*

Stunting adalah keadaan seorang balita mempunyai tinggi badan di bawah seusianya atau di bawah standar yang telah ditetapkan (BPS, 2023). *Stunting* merupakan kurangnya nutrisi gizi yang berkepanjangan mulai masa kehamilan sampai berumur dua tahun sehingga menyebabkan kegagalan pertumbuhan anak. Tidak adanya keseimbangan kejar tumbuh atau *catch up growth* yang mencukupi memperburuk keadaan. Untuk mengenali balita penderita *stunting*, indikator yang

digunakan ialah indeks tinggi badan berdasar usia (TB/U) yang dibuat sesuai dengan standar pertumbuhan balita WHO. Menurut standar tersebut kapabilitas *stunting* apabila skor z dari indeks TB/U < -2 *standard deviasi* (Kementerian Kesehatan, 2023).

Stunting memiliki efek jangka pendek dan panjang. Dalam waktu dekat berakibat pada progres tubuh, yakni balita bertinggi kurang dari sebayanya. Selain itu, juga berdampak pada progres intelektual sebab terganggunya progres otak yang berpotensi mengurangi tingkat kepintaran balita. *Stunting* juga memperbesar efek penyakit saat berumur, seperti *diabetes*, kanker, *stroke*, jantung, dan disabilitas jika terjadi berkepanjangan. Selain itu, balita yang terkena *stunting* berhubungan dengan mutu sumber daya manusia. Jika *stunting* tidak segera diatasi, hal ini akan menyebabkan penurunan kualitas sumber daya manusia di masa depan sebagai pewaris bangsa (BPS, 2023).

Penurunan angka *stunting* dengan cepat menjadi fokus pemerintah saat ini. Bukti keseriusan pemerintah untuk menangani masalah *stunting* ini dengan diterbitkannya Perpres Republik Indonesia No. 72 Tahun 2021. Dengan adanya aturan ini diharapkan angka *stunting* mengalami penurunan dengan tujuan agar menghasilkan sumber daya manusia yang cerdas, bugar, dan berguna untuk masa depan. Dalam rangka memperoleh informasi mengenai sejauh mana upaya percepatan penurunan *stunting* telah dilakukan, maka dibutuhkan suatu instrumen evaluasi. Indeks Khusus Penanganan *Stunting* (IKPS) ialah alat evaluasi yang dimaksudkan guna menilai efektivitas skema akselerasi pengurangan *stunting* pada level nasional, provinsi, dan kabupaten/kota. IKPS juga dibuat untuk melengkapi *Disbursement Linked Indicators* (DLI) delapan agenda *Investing in*

Nutrition and Early Years (INEY), sebuah kolaborasi antara Pemerintah Indonesia dan Bank Dunia.

IKPS yang telah diperbarui mencakup 6 dimensi dan 12 variabel sebagai berikut (BPS, 2023).

1. Dimensi kesehatan memuat tiga indikator, yakni KB modern, imunisasi, dan penolongan persalinan oleh tenaga kesehatan di fasilitas kesehatan.
2. Dimensi gizi memuat dua indikator, yakni ASI eksklusif dan makanan pendamping ASI.
3. Dimensi perumahan memuat dua indikator, yakni air minum dan sanitasi yang layak.
4. Dimensi pangan memuat dua indikator, yakni mengalami kerawanan pangan dan ketidakcukupan konsumsi pangan. Namun, penghitungan IKPS tingkat kabupaten/kota tidak menyertakan indikator ini.
5. Dimensi pendidikan memuat satu indikator, yakni pendidikan anak usia dini (PAUD).
6. Dimensi perlindungan sosial memuat dua indikator, yakni kepemilikan JKN/jamkesda dan penerima KPS/KKS.

Capaian IKPS sendiri dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Pengelompokkan dilakukan berdasarkan capaian IKPS tahun 2021 yang diurutkan dari nilai terkecil hingga terbesar, kemudian dibagi menjadi tiga kategori dengan interval yang sama. Batasan pada tahun 2021 kemudian diterapkan pada capaian IKPS tahun 2022 untuk melihat transisi provinsi menurut capaian IKPS tahun 2021-2022. Berikut ialah kategori dan batasan nilai IKPS untuk masing-masing kategori (BPS, 2023).

Tabel 2.1 Kategori dan Batasan Nilai IKPS Kabupaten/Kota Tahun 2022

Kategori	Batasan Nilai (%)
Rendah	53,9 – 65,5
Sedang	65,6 – 77,2
Tinggi	77,3 – 88,9

2.2 Kajian Integrasi *Stunting* dengan Al-Quran/Hadits

Stunting ialah sebuah kondisi gagal pertumbuhan pada anak yang disebabkan karena kurangnya konsumsi makanan yang tidak memenuhi kebutuhan nutrisi yang diperlukan mulai dari masa janin hingga awal kehidupan anak. Kurangnya nutrisi menyebabkan anak tumbuh dengan tinggi badan kurang dari anak sebayanya yang memiliki status nutrisi normal (Satriawan dkk., 2021). Agar terhindar dari *stunting*, maka menjaga kesehatan yang merupakan nikmat dari Allah SWT. menjadi sangat penting sebagaimana sabda Rasulullah Saw. dalam kitab *Ar-Riqaq* nomor 6412.

عَنْ ابْنِ عَبَّاسٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ، قَالَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ : نِعْمَتَانِ مَعْبُودٌ فِيهِمَا كَثِيرٌ مِنَ النَّاسِ الصِّحَّةُ وَالْفَرَاغُ. (رَوَاهُ الْبُخَارِيُّ)

“Dari Ibnu Abbas r.a, Rasulullah Saw. bersabda: Dua nikmat yang banyak manusia lalaikan di dalamnya, yaitu kesehatan dan waktu luang.” (HR. Bukhari No. 6412)

Hadits ini menjadi pengingat bagi umat Islam untuk tidak menyia-nyiakan nikmat yang Allah SWT. berikan, yaitu kesehatan dan waktu luang. Kesehatan adalah nikmat besar yang memungkinkan seseorang menjalankan ibadah, bekerja, dan melakukan berbagai aktivitas. Dengan menjaga kesehatan sejak dini, tidak hanya tubuh yang kuat dan tumbuh dengan optimal, tetapi juga peluang untuk memanfaatkan waktu luang di masa dewasa dengan lebih baik karena terhindar dari penyakit atau hambatan kesehatan. Sebaliknya, jika kesehatan diabaikan sejak

kecil, waktu dan potensi yang seharusnya digunakan untuk beramal saleh dapat terganggu karena masalah kesehatan yang dapat dicegah (Maftuhah, 2014). Menjaga kesehatan tubuh dapat dilakukan dengan senantiasa memperhatikan makanannya agar sehat dan terhindar dari *stunting* sebagaimana perintah Allah SWT. dalam Q.S ‘Abasa ayat 24.

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ ﴿٢٤﴾

“Maka, hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya” (Q.S‘Abasa : 24)

Dalam tafsir tahlili, ayat tersebut menunjukkan bahwa Allah SWT. memerintahkan manusia untuk memperhatikan apa yang dimakan. Untuk memenuhi kebutuhan manusia, Allah SWT. telah menyiapkan makanan yang kaya protein, karbohidrat, dan lain-lain. Dengan demikian, manusia dapat merasakan kenikmatan makanan dan minuman sekaligus mendorong untuk menjaga tubuh dalam kondisi sehat (Kemenag, 2024b). Makanan yang harus diperhatikan adalah mengonsumsi makanan yang halal dan baik sebagaimana firman Allah SWT. dalam Q.S Al-Baqarah ayat 168.

يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ ۚ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُبِينٌ ﴿١٦٨﴾

"Wahai manusia! Makanlah dari (makanan) yang halal dan baik yang terdapat di bumi dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah setan. Sungguh, setan itu musuh yang nyata bagimu." (Q.S Al-Baqarah : 168)

Menurut tafsir kementrian agama (kemenag) dan tahlili, Allah SWT. meminta manusia untuk memakan makanan halal dan baik yang tersedia di bumi. Makanan yang dimaksud adalah makanan yang diciptakan Allah SWT. untuk semua manusia di bumi dan menolak mengikuti tindakan setan yang selalu berusaha menggoda agar

manusia memenuhi kebutuhan jasmani dengan cara yang bertentangan dengan ketentuan Allah SWT. Manusia dalam ayat ini diingatkan untuk memerhatikan kualitas makanan yang dikonsumsi, bukan hanya dari segi kehalalan tetapi juga dari segi gizi dan kebersihan (Kemenag, 2024c).

Makanan yang halal dan baik yang dimaksud sebagai berikut. Pertama, halal zatnya, yaitu bahan baku tidak mengandung makanan yang diharamkan seperti daging babi dan anjing. Kedua, halal cara memperolehnya, artinya rizki yang digunakan untuk memproduksi atau membeli makanan diperoleh secara halal bukan hasil curian atau lainnya. Misalnya, sebuah nasi yang secara ijmak halal untuk dimakan tetapi nasi itu diperoleh dari hasil mencuri, maka haram hukumnya untuk dikonsumsi. Ketiga, halal cara pengolahannya. Hal ini berarti bahwa bahan makanan berasal dari bahan halal, tetapi proses pengolahannya haram atau tidak sesuai dengan syariat islam. Misalnya, sebuah telur yang merupakan bahan makanan halal dikonsumsi namun belum dibersihkan dari kotorannya dan langsung diolah, maka haram hukumnya untuk dikonsumsi (Maftuhah, 2014).

Menurut ahli gizi, makanan dikatakan baik jika mengandung tiga zat utama. Pertama, makanan pemberi energi, seperti sereal (beras, jagung, gandum), lemak, minyak, gula, madu, dan sayuran berpati (kentang dan ubi). Kedua, makanan pendukung pertumbuhan atau sumber zat pembangun, yaitu sebagian besar makanan hewani seperti telur, ikan, daging, susu, dan beberapa makanan nabati seperti kacang-kacangan. Ketiga, makanan pelindung pelancar kerja tubuh atau zat pengatur, yaitu sayuran khususnya berdaun hijau atau berwarna kuning/oranye (wortel, pepaya, mangga, tomat, jeruk) dan buah yang rasanya asam (jeruk, lemon, anggur). Sesuai konsep pola pangan harapan, sebaiknya makanan yang dikonsumsi

mengandung karbohidrat 55%, protein 32%, serta buah-buahan, sayur-sayuran dan lain-lain 13% (Muzakki, 2021). Allah SWT. juga berfirman dalam Q.S Al-Isra' ayat 31.

وَلَا تَقْتُلُوا أَوْلَادَكُمْ حَشِيَّةَ إِمْلَاقٍ نَحْنُ نَرْزُقُهُمْ وَإِيَّاكُمْ إِنَّ قَتْلَهُمْ كَانَ خِطَاً كَبِيراً ﴿٣١﴾

“Janganlah kamu membunuh anak-anakmu karena takut miskin. Kamilah yang memberi rezeki kepada mereka dan (juga) kepadamu. Sesungguhnya membunuh mereka itu adalah suatu dosa yang besar.” (Q.S Al-Isra’: 31)

Menurut tafsir tahlili, ayat ini memberitahu bahwa Allah SWT. memberikan rezeki kepada hamba-Nya dan melarang kaum muslimin membunuh anak-anak, seperti yang telah dilakukan oleh beberapa suku dari bangsa Arab Jahiliah. Membunuh anak dosanya sangat besar. Selain itu, ayat ini mengingatkan untuk pentingnya merawat dan menjaga anak serta memberitahu bahwa setiap anak memiliki hak. Merawat anak dengan baik dan memberikannya kesempatan untuk tumbuh dalam lingkungan yang penuh kasih adalah bagian dari tanggung jawab orang tua (Kemenag, 2024d). Orang tua bertanggung jawab atas anaknya sebagaimana sabda Rasulullah Saw. dalam kitab *Tanbihul Ghafilin* nomor 152.

عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ، أَنَّ النَّبِيَّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ: مِنْ حَقِّ الْوَلَدِ عَلَى الْوَالِدِ ثَلَاثَةٌ: أُشْيَاءُ أَنْ يُحَسِّنَ اسْمَهُ إِذَا وُلِدَ، وَيُعَلِّمَهُ الْكِتَابَ إِذَا عَقَلَ، وَيُزَوِّجَهُ إِذَا أَدْرَكَ. (رَوَاهُ ابْنُ النَّجَّارِ)

“Dari Abu Hurairah r.a, bahwa sesungguhnya Nabi Saw. bersabda: diantara hak anak (yang didapatkan) dari orang tuanya ada tiga hal, diberikan nama yang baik apabila lahir seorang anak, diajarkan membaca apabila ia telah memasuki usia cukup berakal, dan menikahkannya apabila telah dewasa.” (H.R Ibnu Najjar No. 152)

Menurut hadits tersebut, terdapat tiga hak anak. Pertama, anak berhak mendapatkan pemberian nama yang baik. Nama yang baik tidak hanya berpengaruh

pada identitas anak di dunia tetapi juga di akhirat. Allah SWT. menyukai nama yang baik dan indah yang terdapat nama-Nya, seperti Abdullah (hamba Allah SWT.), Abdur Rahman (hamba pengasih), dan lain sebagainya. Nama yang baik dapat menjadi doa bagi anak agar diberkahi hidupnya, termasuk dalam hal kesehatan. Perhatian orang tua terhadap kesehatan dan pemenuhan gizi yang baik adalah bagian dari implementasi doa dan harapan tersebut (Lisawati, 2017).

Kedua, anak berhak mendapat pendidikan dan pengajaran. Pendidikan yang diberikan dalam Islam bertujuan untuk mempersiapkan anak untuk kehidupan yang baik di dunia dan akhirat. Pendidikan tidak hanya terbatas pada ilmu agama, tetapi juga ilmu pengetahuan umum, termasuk pola hidup sehat dan gizi yang tepat. Dengan memberikan pengetahuan tentang pentingnya asupan gizi, pola makan yang sehat, dan kebersihan, anak-anak bisa memahami cara menjaga kesehatan tubuh yang sangat berperan dalam mencegah penyakit seperti *stunting*. Di samping itu, pola pendidikan yang mengajarkan anak untuk memahami tubuh dan kebutuhan gizi yang benar akan membantu tumbuh dengan lebih baik (Ridwan dkk., 2024).

Ketiga, anak berhak dinikahkan ketika sudah dewasa. Rasulullah Saw. mengajarkan bahwa ketika seorang anak telah mencapai usia baligh dan siap menikah, baik secara fisik, mental, maupun finansial, orang tua dianjurkan untuk membantu proses pernikahan anak. Dukungan ini mencakup memberikan nasihat, memfasilitasi kebutuhan pernikahan, serta memastikan pasangan yang dipilih sesuai dengan ajaran agama. Saat menikahkan anak di waktu yang tepat, orang tua tidak hanya membantu anak memenuhi fitrah manusia untuk berkeluarga, tetapi juga memberikan jalan untuk hidup dalam keberkahan dan tanggung jawab. Selain itu, memungkinkan bagi pasangan untuk merencanakan keluarga dan memberikan

perhatian yang cukup terhadap kesehatan serta pemenuhan gizi sehingga dapat mencegah *stunting* pada anak (Ridwan dkk, 2024).

Selain itu, anak juga berhak mendapatkan nafkah/rizki yang halal dari orang tua. Orang tua wajib memberikan nafkah kepada anak hanya dari sumber yang halal dan baik. Nafkah yang halal tidak hanya mencakup uang atau harta, tetapi juga makanan. Mulai dari pemberian makanan tinggi protein dan nutrisi terlebih dahulu untuk ibu anak selama mengandung. Kemudian, memberi ASI kepada anak sampai berumur dua tahun. Dilanjut dengan memberikan makanan yang mengandung protein, vitamin, dan mineral yang dibutuhkan untuk tumbuh kembang anak dengan sehat (Novita dkk., 2023). Apabila semua itu terpenuhi, maka anak tidak akan mudah terkena penyakit seperti *stunting*.

Terpenuhinya hak anak, maka risiko *stunting* dapat diminimalkan secara signifikan. Selain itu, pertumbuhan fisik dan perkembangan otak anak dapat berlangsung sesuai dengan tahapan usianya. Anak-anak yang tumbuh sehat dan cerdas akan menjadi generasi yang mampu bersaing secara global, sehingga investasi dalam pemenuhan hak anak adalah langkah penting untuk membangun masa depan yang lebih cerah dan berkelanjutan.

2.3 Kajian *Stunting* dengan Teori Pendukung

Analisis kluster ialah sebuah metode yang dipakai untuk mengelompokkan objek ke sebuah kluster berdasarkan karakteristik kemiripan yang dimiliki. Tahapan awal sebelum melakukan penelitian adalah melakukan pengumpulan data. Penelitian ini menggunakan data indeks khusus penanganan *stunting* yang diperoleh melalui *webstite* Badan Pusat Statistik (BPS). Setelah data diperoleh,

maka dilanjut dengan analisis deskriptif data untuk memahami karakteristik dasar data seperti rata-rata, nilai maksimum, dan minimum. Kemudian jalankan algoritma *spectral clustering*. Algoritma ini dimulai dengan membentuk matriks similaritas (A) seperti pada persamaan (2.5). Langkah berikutnya membentuk matriks derajat (D) menggunakan persamaan (2.6). Bentuk matriks Laplace (L) dengan menggunakan persamaan (2.8). Setelah itu, cari nilai *eigen value* dan *eigen vector* berdasarkan matriks Laplace yang sudah terbentuk. Kemudian normalisasi *eigen vector* (U) menggunakan persamaan (2.12)

Pilih banyak *eigen vector* yang akan digunakan berdasarkan banyak klaster. Selanjutnya, alokasikan data ke dalam klaster dengan menggunakan *K-median clustering*. Apabila telah diperoleh hasil pengelompokkan dilanjut dengan evaluasi keakuratan hasil *clustering*. Evaluasi keakuratan hasil dalam penelitian ini menggunakan *Silhouette score* sebagaimana dalam persamaan (2.20). Apabila nilai SC semakin mendekati 1, maka hasil *clustering* dapat dikatakan semakin baik. Langkah terakhir dalam penelitian ini ialah menginterpretasikan hasil yang memuat visualisasi, analisis hasil, dan keakuratan *clustering* yang terbentuk.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif deskriptif. Penelitian ini melibatkan penyelidikan terstruktur mengenai fenomena dengan mengumpulkan data yang memadai dari data Indeks Khusus Penanganan *Stunting* (IKPS) untuk identifikasi, analisis, dan implementasi metode *spectral clustering* dalam pengelompokkan kabupaten/kota di Indonesia yang menggunakan metode statistik, matematika, dan komputasi.

3.2 Data dan Sumber Data

Penelitian ini memakai data *sekunder* Indeks Khusus Penanganan *Stunting* (IKPS) kabupaten/kota di Indonesia Tahun 2022 sebanyak 514 data yang diperoleh dari *website* Badan Pusat Statistik (BPS). Variabel penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian Data IKPS Kabupaten/Kota Tahun 2022

Variabel	Keterangan	Nilai Indikator (%)	Skala
X_1	Imunisasi	0 – 90	Rasio
X_2	Penolongan persalinan oleh tenaga kesehatan di fasilitas kesehatan	0 – 100	Rasio
X_3	KB modern	0 – 80	Rasio
X_4	ASI eksklusif	0 – 80	Rasio
X_5	Makanan pendamping ASI	0 – 80	Rasio
X_6	Air minum layak	0 – 100	Rasio
X_7	Sanitasi layak	0 – 100	Rasio

Variabel	Keterangan	Nilai Indikator (%)	Skala
X_8	PAUD	0 – 90	Rasio
X_9	Kepemilikan JKN/jamkesda	0 – 100	Rasio
X_{10}	Penerima KPS/KKS	0 – 80	Rasio

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data IKPS tahun 2022 diperoleh melalui *website* Badan Pusat Statistik (BPS). Selanjutnya, data yang telah dikumpulkan akan dikategorikan berdasarkan variabel-variabel yang berkaitan dengan IKPS. Data yang diperoleh, selanjutnya diproses dan dianalisis menggunakan pendekatan *spectral clustering* untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Indonesia.

3.4 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Analisis statistika deskriptif

Penelitian ini akan dimulai dengan melakukan analisis statistika deskriptif pada data Indeks Khusus Penanganan *Stunting* (IKPS) kabupaten/kota Tahun 2022. Tahap ini bertujuan untuk memahami karakteristik dasar data, seperti distribusi, rata-rata, standar deviasi, nilai maksimum, dan minimum. Visualisasi data juga akan digunakan untuk memperjelas temuan-temuan awal terkait distribusi dan karakteristik variabel.

2. Menjalankan algoritma *spectral clustering*

a. Membentuk matriks similaritas

Matriks similaritas digunakan untuk mengukur kesamaan antara simpul-

simpul dalam suatu graf berdasarkan karakteristik. Langkah untuk mendapatkan matriks similaritas sebagai berikut.

- i. Menghitung jarak antar setiap data menggunakan jarak Manhattan sesuai persamaan (2.1).
- ii. Menentukan banyak *nearest neighbors* (k).
- iii. Menentukan masing-masing anggota *nearest neighbors* untuk setiap data.
- iv. Mengestimasi nilai *bandwidth nearest neighbors* (σ) menggunakan persamaan (2.2).
- v. Memberikan bobot *gaussian kernel* pada data menggunakan persamaan (2.3).

Setelah melakukan langkah-langkah di atas, maka akan diperoleh matriks similaritas A sebagaimana persamaan (2.5).

- b. Membentuk matriks derajat

Matriks derajat adalah diagonal matriks yang berisi informasi tentang derajat titik sudut. Matriks derajat dapat dicari dengan menggunakan persamaan (2.6) sehingga diperoleh matriks D sebagaimana dalam persamaan (2.7).

- c. Membentuk matriks Laplace

Matriks Laplace dapat dicari dengan menggunakan persamaan (2.8).

Matriks ini juga digunakan untuk memperluas konsep pemrosesan sinyal ke dalam graf serta membantu menemukan solusi pendekatan untuk masalah *min-cut* dalam partisi graf.

d. Mencari *eigen value* dan *eigen vector*

Pada tahapan ini terjadi proses *eigen decomposition* yaitu penggunaan *eigen vector* dari matriks Laplace untuk memproyeksikan titik data ke dalam ruang berdimensi lebih rendah. *Eigen value* dicari dengan menggunakan persamaan (2.9) dan dilanjut dengan mencari nilai *eigen vector* berdasarkan *eigen value* menggunakan persamaan (2.10) sehingga terbentuk matriks $\mathbf{U}$ sesuai persamaan (2.11).

e. Normalisasi matriks *eigen vector*

Normalisasi matriks *eigen vector* bertujuan untuk memastikan bahwa setiap baris dari matriks tersebut memiliki panjang satu (*unit length*). Normalisasi dengan menggunakan persamaan (2.12) sehingga akan membentuk normalisasi matriks $\mathbf{T}$ sebagaimana yang terdapat dalam persamaan (2.13).

f. Menjalankan algoritma *clustering*

Algoritma *clustering* yang diterapkan pada ruang berdimensi rendah akan membagi titik-titik tersebut ke dalam beberapa kluster. Dalam *spectral clustering*, untuk mempartisi data ke dalam kluster digunakan algoritma *K-median* sebagai berikut.

- i. Menginisialisasi dengan menetapkan pusat kluster yang dipilih berdasarkan nilai terbaik dalam evaluasi *Silhouette score*.
- ii. Berdasarkan jarak antar objek, setiap data akan dimasukkan ke pusat kluster terdekat menggunakan jarak Manhattan sesuai persamaan (2.1).

- iii. Cari pusat klaster dengan keanggotaan baru menggunakan nilai *median* objek pada klaster sesuai persamaan (2.14) dan (2.15).
- iv. Selesaikan pengelompokkan dengan menghitung jarak antar masing-masing objek dengan pusat klaster baru hingga klaster tidak berubah.
- v. Apabila tidak terdapat perubahan pengelompokkan maka tahapan selesai.

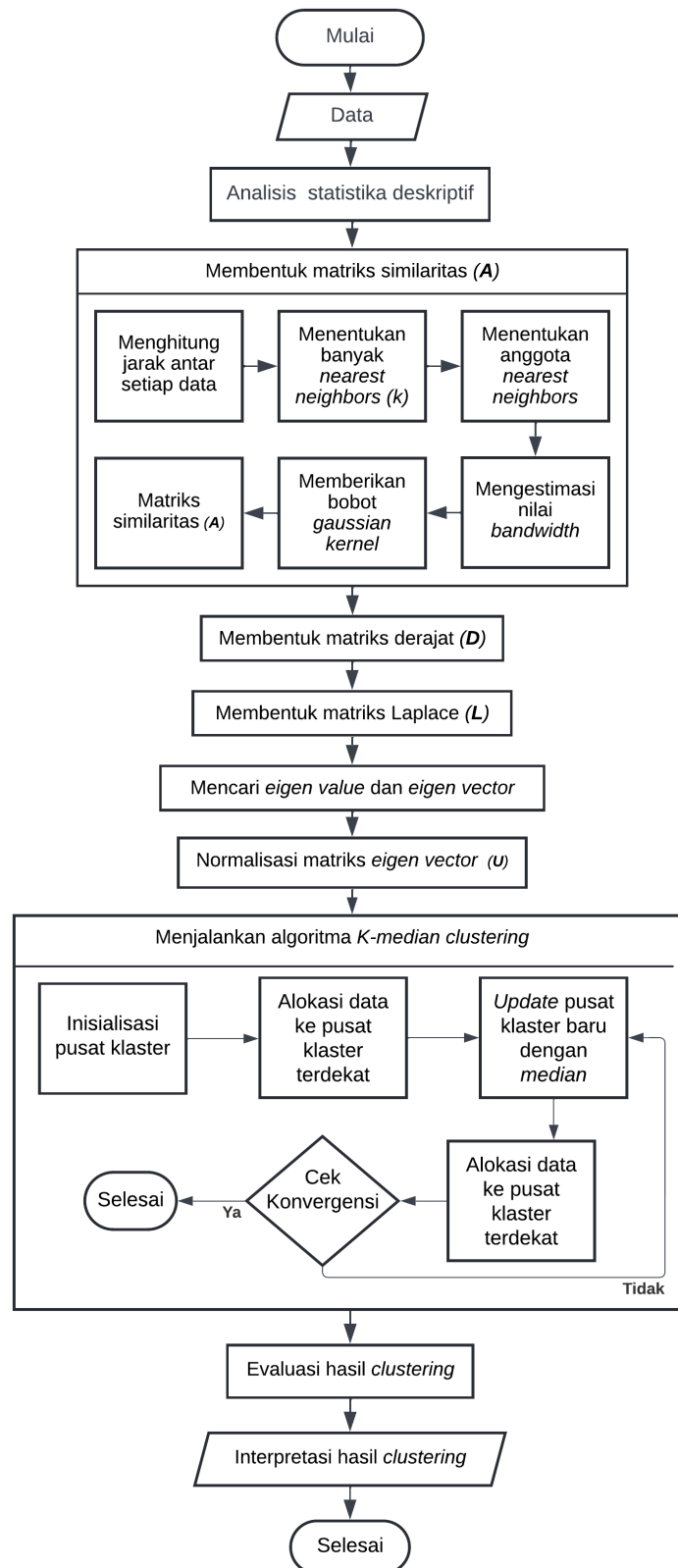
3. Evaluasi hasil *clustering*

Evaluasi hasil clustering pada penelitian ini menggunakan *Silhouette score* sesuai dengan persamaan (2.20). Evaluasi ini digunakan untuk mengetahui keakuratan hasil *clustering* yang dihasilkan. Apabila nilai *Silhouette score* semakin mendekati 1, maka hasil *clustering* semakin baik. Sedangkan, apabila mendekati -1, maka hasil *clustering* semakin buruk.

4. Interpretasi hasil *clustering*

Interpretasi hasil penelitian ini memuat visualisasi dan analisis hasil *clustering* yang terbentuk dari implementasi *spectral clustering* untuk pengelompokkan kabupaten/kota di Indonesia berdasarkan Indeks Khusus Penanganan *Stunting* (IKPS) tahun 2022.

3.5 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Alur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Statistika Deskriptif

Penelitian ini menggunakan 514 data yang menggambarkan tentang capaian Indeks Khusus Penanganan *Stunting* (IKPS) pada tingkat kabupaten/kota di Indonesia untuk mempercepat penurunan angka *stunting*. Dalam penelitian ini, terdapat 10 variabel independen yang menggambarkan capaian IKPS kabupaten/kota di Indonesia, yaitu imunisasi (X_1), penolongan persalinan oleh tenaga kesehatan di fasilitas kesehatan (X_2), KB modern (X_3), ASI eksklusif (X_4), makanan pendamping ASI (X_5), air minum layak (X_6), sanitasi layak (X_7), PAUD (X_8), kepemilikan JKN/jamkesda (X_9), dan penerima KPS/KKS (X_{10}). Berikut adalah analisis deskriptif untuk masing-masing variabel yang terdapat pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Analisis Statistika Deskriptif

Variabel	Rata-Rata (%)	Standar Deviasi (%)	Minimum (%)	Maksimum (%)
X_1	66,889	23,758	0	100
X_2	85,447	17,53	0	100
X_3	62,475	19,181	0,3	96,5
X_4	83,576	20,535	0	100
X_5	84,401	14,268	0	100
X_6	86,4	14,537	0,2	100
X_7	77,735	17,634	0,6	100
X_8	37,982	15,383	0	83,4
X_9	71,092	17,731	16,5	100
X_{10}	39,762	19,508	0	96,3

Berdasarkan Tabel 4.1, nilai rata-rata dari setiap variabel dapat di kategorikan menjadi beberapa kategori berdasarkan rujukan Tabel 2.2. Hasil analisis

menunjukkan bahwa beberapa variabel memiliki nilai rata-rata yang cukup tinggi sehingga termasuk dalam kategori capaian IKPS tinggi. Variabel tersebut meliputi penolongan persalinan oleh tenaga kesehatan di fasilitas kesehatan (X_2), ASI eksklusif (X_4), makanan pendamping ASI (X_5), air minum layak (X_6), dan sanitasi layak (X_7). Nilai rata-rata yang tinggi pada variabel-variabel ini menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah telah memiliki akses dan praktik yang cukup baik dalam aspek-aspek kesehatan dasar, terutama yang berkaitan dengan layanan kesehatan ibu dan anak, serta infrastruktur lingkungan yang mendukung kesehatan masyarakat. Rendahnya variasi pada variabel-variabel ini juga tercermin dari nilai standar deviasi yang relatif kecil yang mengindikasikan bahwa capaian pada indikator-indikator ini cenderung merata di seluruh wilayah yang dianalisis.

Sementara itu, terdapat dua variabel yang berada pada kategori capaian IKPS sedang, yaitu cakupan variabel imunisasi (X_1) dan kepemilikan JKN/jamkesda (X_9). Nilai rata-rata pada kedua variabel ini berada pada kisaran menengah yang menunjukkan bahwa meskipun sebagian masyarakat telah memperoleh akses terhadap layanan imunisasi dan jaminan kesehatan ternyata masih terdapat proporsi wilayah yang capaian indikatornya belum optimal. Standar deviasi pada variabel ini cenderung sedang yang berarti terdapat variasi capaian antar wilayah walaupun tidak terlalu ekstrem. Hal ini menunjukkan perlunya intervensi yang lebih merata dan berkelanjutan, khususnya di wilayah-wilayah dengan capaian di bawah rata-rata agar standar pelayanan kesehatan dapat dinikmati secara adil oleh seluruh penduduk.

Hanya terdapat satu variabel yang termasuk dalam untuk kategori capaian IKPS rendah, yaitu penggunaan KB modern (X_3). Nilai rata-rata pada variabel ini

relatif rendah yang menandakan bahwa masih banyak wilayah yang belum berhasil mencapai target penggunaan metode KB modern yang direkomendasikan. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kurangnya akses terhadap informasi dan layanan KB, keterbatasan fasilitas, atau bahkan hambatan budaya dan sosial. Nilai standar deviasi yang cukup tinggi pada variabel ini juga menunjukkan adanya ketimpangan yang besar antar wilayah dalam hal capaian program KB modern.

Dua variabel lainnya, yaitu partisipasi dalam Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) (X_8) dan proporsi rumah tangga penerima bantuan sosial melalui Kartu Perlindungan Sosial (KPS)/Kartu Keluarga Sejahtera (KKS) (X_{10}) dikategorikan ke dalam capaian IKPS sangat rendah. Rata-rata nilai pada kedua variabel ini merupakan yang terendah dibandingkan variabel lainnya yang menunjukkan bahwa upaya pemenuhan layanan pendidikan dasar anak dan jaminan sosial bagi masyarakat miskin masih belum maksimal di sebagian besar wilayah. Tingginya standar deviasi pada variabel ini juga menjadi indikator kuat bahwa terdapat disparitas yang mencolok antara wilayah dengan capaian tinggi dan wilayah yang masih sangat tertinggal dalam pemenuhan layanan tersebut. Kondisi ini menandakan adanya kebutuhan mendesak untuk meninjau kembali strategi dan pelaksanaan kebijakan terkait layanan PAUD dan distribusi bantuan sosial agar lebih tepat sasaran dan inklusif.

Berdasarkan data nilai minimum dan maksimum dari sepuluh variabel, dapat disimpulkan bahwa terdapat keragaman yang cukup signifikan dalam capaian masing-masing indikator. Nilai minimum yang tercatat sangat rendah bahkan mencapai angka 0% pada beberapa variabel menunjukkan bahwa terdapat satuan analisis wilayah yang sama sekali tidak mencapai target pada indikator-indikator

tersebut. Hal ini mencerminkan adanya ketimpangan capaian yang cukup tajam, di mana sebagian unit pengamatan berada dalam kondisi performa yang sangat rendah. Bahkan, pada variabel seperti X_6 dan X_7 meskipun tidak nol, nilai minimum tetap tergolong sangat rendah yang memperkuat indikasi adanya distribusi yang miring ke bawah di beberapa indikator. Hanya pada X_9 terlihat bahwa nilai minimum relatif tinggi (16,5%) yang menunjukkan bahwa daerah dengan performa terendah sekalipun tetap mencapai sebagian target.

Di sisi lain, dari segi nilai maksimum yang mayoritas variabel memperlihatkan capaian maksimal yang sangat tinggi dengan tujuh dari sepuluh variabel mencatat nilai maksimum 100%. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat wilayah analisis yang mampu mencapai target secara penuh pada indikator-indikator tersebut. Variabel X_8 patut mendapat perhatian khusus, karena selain nilai minimumnya 0% dan nilai maksimumnya juga hanya 83,4%. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi paling optimal, capaian terhadap indikator ini belum mencapai angka ideal. Hal tersebut, bisa mengindikasikan adanya tantangan struktural atau teknis dalam pencapaian indikator X_8 .

Secara keseluruhan, kombinasi nilai minimum yang sangat rendah dan maksimum yang sangat tinggi pada sebagian besar variabel mengindikasikan adanya disparitas performa yang cukup ekstrem antar satuan analisis. Hal ini bisa disebabkan oleh perbedaan dalam sumber daya, akses, strategi implementasi, atau konteks sosial-ekonomi yang melatarbelakangi masing-masing wilayah.

4.2 Implementasi *Spectral Clustering*

Spectral clustering adalah metode pengelompokan data yang memanfaatkan spektrum (*eigenvalues* dan *eigen vector*) dari matriks Laplace untuk mereduksi dimensi ke yang lebih rendah sebelum melakukan *clustering*. Langkah-langkah untuk menjalankan algoritma *spectral clustering* ialah sebagai berikut.

1. Membentuk matriks similaritas

Matriks ini digunakan untuk mengukur kesamaan antara simpul-simpul dalam suatu graf berdasarkan karakteristik tertentu. Nilai dalam matriks ini menunjukkan tingkat kemiripan antara dua simpul data, di mana semakin tinggi nilainya semakin mirip kedua simpul data tersebut. Berikut tahapan untuk memperoleh matriks similaritas.

a. Menghitung jarak antar setiap data

Perhitungan jarak antar setiap data dilakukan dengan menggunakan jarak Manhattan sebagaimana persamaan (2.1). Berikut contoh perhitungannya.

Jarak data 1 (x_1) ke data 1 (x_1):

$$\begin{aligned} d(x_1, x_1) &= |94 - 94| + |97 - 97| + |44,4 - 44,4| + |100 - 100| + |100 - 100| \\ &\quad + |83,7 - 83,7| + |70,2 - 70,2| + |48,2 - 48,2| + |99 - 99| + |38 - 38| \\ &= 0 \end{aligned}$$

Jarak data 1 (x_1) ke data 2 (x_2):

$$\begin{aligned} d(x_1, x_2) &= |94 - 42,8| + |97 - 82,6| + |44,4 - 53| + |100 - 100| + |100 - 81| \\ &\quad + |83,7 - 84,4| + |70,2 - 78,9| + |48,2 - 41,1| + |99 - 94,3| + |38 - 72,1| \\ &= 51,2 + 14,4 + 8,6 + 0 + 19 + 0,7 + 8,7 + 7,1 + 4,7 + 34,1 \\ &= 148,5 \end{aligned}$$

⋮

Jarak data 1 (x_1) ke data 513 (x_{513}):

$$\begin{aligned} d(x_1, x_{513}) &= |94 - 24,7| + |97 - 100| + |44,4 - 3,3| + |100 - 54,5| + |100 - 0| \\ &\quad + |83,7 - 99,3| + |70,2 - 67,5| + |48,2 - 1,3| + |99 - 95,6| + |38 - 0| \\ &= 69,3 + 3 + 41,1 + 45,5 + 100 + 15,6 + 2,7 + 46,9 + 3,4 + 38 \\ &= 365,5 \end{aligned}$$

Jarak data 1 (x_1) ke data 514 (x_{514}):

$$\begin{aligned} d(x_1, x_{514}) &= |94 - 33,1| + |97 - 94,3| + |44,4 - 30,8| + |100 - 72| + |100 - 56,5| \\ &\quad + |83,7 - 91,8| + |70,2 - 78,3| + |48,2 - 24,9| + |99 - 73,2| + |38 - 13| \\ &= 60,9 + 2,7 + 13,6 + 28 + 43,5 + 8,1 + 8,1 + 23,3 + 25,8 + 25 \\ &= 239 \end{aligned}$$

Sehingga, berdasarkan perhitungan jarak antar setiap data dengan menggunakan jarak Manhattan diperoleh hasil matriks $\mathbf{M}$ berukuran 514×514 sebagai berikut.

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} 0 & 148,5 & \cdots & 365,5 & 239 \\ 148,5 & 0 & \cdots & 351,2 & 200,5 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 365,5 & 351,2 & \cdots & 0 & 192,9 \\ 239 & 200,5 & \cdots & 192,9 & 0 \end{bmatrix}$$

b. Menentukan banyak *nearest neighbors* (k)

Banyak *nearest neighbors* (k) dapat ditentukan berdasarkan kebutuhan dan sifat data. Berdasarkan serangkaian uji coba yang telah dilakukan, maka ditentukan banyak *nearest neighbors* untuk setiap data adalah $k = 170$. Karena banyak data adalah 514, maka diperoleh nilai k optimal untuk seluruh data sebanyak $k_{total} = 87380$. Nilai tersebut, diperoleh melalui pendekatan eksperimental dengan membandingkan hasil *clustering* berdasarkan nilai evaluasi hasil, kepadatan graf, dan kestabilan struktur yang terbentuk dari berbagai nilai k .

c. Menentukan anggota *nearest neighbors*

Setelah ditentukan banyak *nearest neighbors* (k), maka dilanjutkan dengan menentukan keanggotaan *nearest neighbors* untuk setiap data. Pemilihan keanggotaan *nearest neighbors* dilakukan berdasarkan perhitungan jarak Manhattan yang menunjukkan data dalam dataset mana yang paling dekat dengan data yang dianalisis. Berdasarkan langkah sebelumnya diperoleh banyak *nearest neighbors* (k) untuk setiap data sebanyak 170, yang artinya setiap data memiliki 170 anggota *nearest neighbors*. Berikut contoh penentuan anggota *nearest neighbors* untuk setiap data.

Tabel 4.2 Keanggotaan *Nearest Neighbors*

Data	<i>Nearest Neighbors</i>	Nilai
Data ke-1 (x_1)	Jarak data 1 ke data 399	66,8
	Jarak data 1 ke data 302	72,2
	⋮	⋮
	Jarak data 1 ke data 68	151,9
	Jarak data 1 ke data 469	152,6
Data ke-2 (x_2)	Jarak data 2 ke data 292	82,5
	Jarak data 2 ke data 415	83,7
	⋮	⋮
	Jarak data 2 ke data 132	156,9
	Jarak data 2 ke data 139	157,1
⋮	⋮	⋮
Data ke-513 (x_{513})	Jarak data 513 ke data 514	192,9
	Jarak data 513 ke data 512	224,3
	⋮	⋮
	Jarak data 513 ke data 303	342,3
	Jarak data 513 ke data 330	342,6
Data ke-514 (x_{514})	Jarak data 514 ke data 53	62,4
	Jarak data 514 ke data 485	83,1
	⋮	⋮
	Jarak data 514 ke data 26	188,6
	Jarak data 514 ke data 75	188,7

Berdasarkan Tabel 4.3, dapat diilustrasikan bahwa data 1 memiliki 170 anggota *nearest neighbors*, yaitu pada jarak data 1 ke data 399 sebesar 66,8 dan seterusnya. Data 2 memiliki 170 anggota *nearest neighbors*, yaitu pada jarak data 2 ke data 292 sebesar 82,5 dan seterusnya. Data 513 memiliki 170 anggota *nearest neighbors*, yaitu pada jarak data 513 ke data 514 sebesar 192,9 dan seterusnya. . Data 514 memiliki 170 anggota *nearest neighbors*, yaitu pada jarak data 514 ke data 53 sebesar 62,4 dan seterusnya.

d. Estimasi *bandwidth nearest neighbors* (σ)

Estimasi *bandwidth nearest neighbors* (σ) merepresentasikan lebar dari *neighborhood*, yaitu seberapa jauh pengaruh suatu simpul atau data menjangkau tetangganya dalam perhitungan kemiripan. Nilai *bandwidth nearest neighbors* (σ) dapat dicari dengan menggunakan persamaan (2.2) sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{1}{87380} (66,8 + 72,2 + \dots + 151,9 + 152,6 + \dots + 62,4 + 83,1 + \dots 188,6 + 188,7)$$

$$\sigma = \frac{1}{87380} (11877165,4)$$

$$\sigma = 135,925$$

Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh nilai *bandwidth nearest neighbors* (σ) sebesar 135,925.

e. Memberi bobot *gaussian kernel*

Langkah setelah memperoleh nilai estimasi *bandwidth nearest neighbors* (σ) adalah memberikan bobot *gaussian kernel* dengan menggunakan

persamaan (2.3). *Gaussian kernel* berfungsi untuk memberikan bobot pada titik-titik data. Berikut adalah contoh perhitungannya.

Nilai bobot *gaussian kernel* jarak data 1 (x_1) dengan data 1 (x_1):

$$s(x_1, x_1) = \exp\left(-\left(\frac{0^2}{2 \times 135,925^2}\right)\right) = 1$$

Nilai bobot *gaussian kernel* jarak data 1 (x_1) dengan data 2 (x_2):

$$s(x_1, x_2) = \exp\left(-\left(\frac{148,5^2}{2 \times 135,925^2}\right)\right) = 0,551$$

⋮

Nilai bobot *gaussian kernel* jarak data 1 (x_1) dengan data 513 (x_{513}):

$$s(x_1, x_{513}) = \exp\left(-\left(\frac{365,5^2}{2 \times 135,925^2}\right)\right) = 0,027$$

Nilai bobot *gaussian kernel* jarak data 1 (x_1) dengan data 514 (x_{514}):

$$s(x_1, x_{514}) = \exp\left(-\left(\frac{239^2}{2 \times 135,925^2}\right)\right) = 0,213$$

Sehingga diperoleh matriks similaritas (**A**) berukuran 514×514 sebagai berikut.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0,551 & \dots & 0,027 & 0,213 \\ 0,551 & 1 & \dots & 0,036 & 0,337 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0,027 & 0,036 & \dots & 1 & 0,365 \\ 0,213 & 0,337 & \dots & 0,365 & 1 \end{bmatrix}$$

Matriks ini digunakan untuk mengukur kesamaan antara simpul-simpul dalam suatu graf berdasarkan karakteristik tertentu. Nilai dalam matriks ini menunjukkan tingkat kemiripan antara dua simpul, di mana semakin tinggi nilainya semakin mirip kedua simpul tersebut.

2. Membentuk matriks derajat

Matriks derajat adalah diagonal matriks yang berisi informasi tentang derajat titik sudut. Hal ini dapat diartikan bahwa nilai matriks derajat akan bernilai 0 kecuali pada diagonalnya. Matriks derajat dapat diperoleh menggunakan persamaan (2.6). Berikut contoh perhitungannya.

Derajat diagonal baris ke-1 kolom ke-1 ($D_{1,1}$):

$$D_{1,1} = 1 + 0,551 + \dots + 0,027 + 0,213 = 226,079$$

Derajat diagonal baris ke-2 kolom ke-2 ($D_{2,2}$):

$$D_{2,2} = 0,551 + 1 + \dots + 0,036 + 0,337 = 221,499$$

$\vdots$

Derajat diagonal baris ke-513 kolom ke-513 ($D_{513,513}$):

$$D_{513,513} = 0,027 + 0,036 + \dots + 1 + 0,365 = 21,877$$

Derajat diagonal baris ke-514 kolom ke-514 ($D_{514,514}$):

$$D_{514,514} = 0,213 + 0,337 + \dots + 0,365 + 1 = 165,068$$

Sehingga diperoleh matriks derajat ($\mathbf{D}$) berukuran 514×514 sebagai berikut.

$$\mathbf{D} = \begin{bmatrix} 226,079 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 221,499 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 21,877 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 165,068 \end{bmatrix}$$

3. Membentuk matriks Laplace

Matriks Laplace berperan penting dalam *spectral clustering* karena *eigen vectornya* digunakan untuk memetakan simpul graf ke dalam ruang

berdimensi lebih rendah. Matriks Laplace dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.8) sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 L &= \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 226,079 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 221,499 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 21,877 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 165,068 \end{bmatrix}^{-\frac{1}{2}} \\
 &\quad \times \begin{bmatrix} 1 & 0,551 & \dots & 0,027 & 0,213 \\ 0,551 & 1 & \dots & 0,036 & 0,337 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0,027 & 0,036 & \dots & 1 & 0,365 \\ 0,213 & 0,337 & \dots & 0,365 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 226,079 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 221,499 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 21,877 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 165,068 \end{bmatrix}^{-\frac{1}{2}} \\
 L &= \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0,067 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0,067 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0,214 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0,078 \end{bmatrix} \\
 &\quad \times \begin{bmatrix} 1 & 0,551 & \dots & 0,027 & 0,213 \\ 0,551 & 1 & \dots & 0,036 & 0,337 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0,027 & 0,036 & \dots & 1 & 0,365 \\ 0,213 & 0,337 & \dots & 0,365 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,067 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0,067 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0,214 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0,078 \end{bmatrix} \\
 L &= \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0,067 & 0,037 & \dots & 0,002 & 0,014 \\ 0,037 & 0,067 & \dots & 0,002 & 0,023 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0,006 & 0,008 & \dots & 0,214 & 0,078 \\ 0,017 & 0,026 & \dots & 0,028 & 0,078 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,067 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0,067 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0,214 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0,078 \end{bmatrix} \\
 L &= \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0,004 & 0,002 & \dots & 0 & 0,001 \\ 0,002 & 0,005 & \dots & 0,001 & 0,002 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0,001 & \dots & 0,046 & 0,006 \\ 0,001 & 0,002 & \dots & 0,006 & 0,006 \end{bmatrix} \\
 L &= \begin{bmatrix} 0,996 & -0,002 & \dots & 0 & -0,001 \\ -0,002 & 0,995 & \dots & -0,001 & -0,002 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & -0,001 & \dots & 0,954 & -0,006 \\ -0,001 & -0,002 & \dots & -0,006 & 0,994 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Akhirnya, matriks Laplace (L) berukuran 514×514 diperoleh dan dapat dilanjutkan untuk mencari *eigen value* dan *eigen vector*.

4. Mencari *eigen value* dan *eigen vector*

Pada tahapan ini terjadi proses *eigen decomposition*, yaitu penggunaan *eigen*

vector dari matriks Laplace (L) untuk memproyeksikan titik data ke dalam ruang berdimensi lebih rendah. Secara khusus, terjadi proses menghitung *eigen vector* pertama dari matriks Laplace (L) yang sesuai dengan *eigen value* terkecil dan menggunakan *eigen vector* untuk membentuk representasi baru dari data. Mencari *eigen value* dapat menggunakan persamaan (2.9) sebagai berikut.

$$\det \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \lambda & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0,996 & -0,002 & \dots & 0 & -0,001 \\ -0,002 & 0,995 & \dots & -0,001 & -0,002 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & -0,001 & \dots & 0,954 & -0,006 \\ -0,001 & -0,002 & \dots & -0,006 & 0,994 \end{bmatrix} \right) = 0$$

$$\det \left(\begin{bmatrix} \lambda & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \lambda & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & \lambda \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0,996 & -0,002 & \dots & 0 & -0,001 \\ -0,002 & 0,995 & \dots & -0,001 & -0,002 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & -0,001 & \dots & 0,954 & -0,006 \\ -0,001 & -0,002 & \dots & -0,006 & 0,994 \end{bmatrix} \right) = 0$$

$$\det \left(\begin{bmatrix} \lambda - 0,996 & 0,002 & \dots & 0 & 0,001 \\ 0,002 & \lambda - 0,995 & \dots & 0,001 & 0,002 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0,001 & \dots & \lambda - 0,954 & 0,006 \\ 0,001 & 0,002 & \dots & 0,006 & \lambda - 0,994 \end{bmatrix} \right) = 0$$

Pencarian determinan dapat dilakukan dengan menggunakan ekspansi kofaktor baris pertama. Dalam metode ini, determinan suatu matriks dihitung dengan mengambil elemen-elemen pada baris pertama. Kemudian masing-masing elemen dikalikan dengan kofaktornya, yaitu determinan dari submatriks yang diperoleh dengan menghapus baris dan kolom tempat elemen tersebut berada sebagai berikut.

$$(\lambda - 0,996) \begin{bmatrix} \lambda - 0,995 & \dots & 0,001 & 0,002 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0,001 & \dots & \lambda - 0,954 & 0,006 \\ 0,002 & \dots & 0,006 & \lambda - 0,994 \end{bmatrix} - \dots - (0,001) \begin{bmatrix} 0,002 & \lambda - 0,995 & \dots & 0,001 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0,001 & \dots & \lambda - 0,954 \\ 0,001 & 0,002 & \dots & 0,006 \end{bmatrix} = 0$$

$$(\lambda - 0,996)((\lambda - 0,995) \times \dots \times (\lambda - 0,954) \times (\lambda - 0,994) + \dots) - ((0,002 \times \dots \times 0,002) + \dots) - \dots - (0,001)((0,002 \times \dots \times 0,006) + \dots) - ((0,001 \times 0,001 \times \dots \times 0,001) + \dots) = 0$$

Karena matriks berukuran 514×514 , maka tidak memungkinkan untuk menampilkan perhitungan manual secara lengkap sehingga dalam penelitian

ini digunakan alat bantu berupa *coding python* untuk menyelesaikan proses determinan. Proses *spectral clustering* dalam mengambil *eigen value* biasanya berkaitan dengan banyak klaster yang diinginkan, yaitu sering kali berfokus pada *eigen value* terkecil setelah matriks Laplace diperoleh. Pemilihan *eigen value* yang tepat sangat penting karena mempengaruhi kualitas pembagian data dan akurasi hasil *clustering*. Berdasarkan banyak klaster yang telah ditentukan pada batasan masalah, maka akan di ambil 3 *eigen value* (λ) terkecil sebagai berikut.

$$\lambda_1 = 0, \lambda_2 = 0,652, \text{ dan } \lambda_3 = 0,784$$

Setelah mendapat *eigen value* (λ), maka dapat dilanjutkan mencari *eigen vector* (U) berdasarkan 3 *eigen value* terkecil tersebut dengan menggunakan persamaan (2.10) sebagai berikut.

Untuk $\lambda_1 = 0$

$$\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0,996 & -0,002 & \dots & 0 & -0,001 \\ -0,002 & 0,995 & \dots & -0,001 & -0,002 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & -0,001 & \dots & 0,954 & -0,006 \\ -0,001 & -0,002 & \dots & -0,006 & 0,994 \end{bmatrix} \right) \begin{bmatrix} U_{1,1} \\ U_{2,1} \\ \vdots \\ U_{513,1} \\ U_{514,1} \end{bmatrix} = 0$$

$$\begin{bmatrix} -0,996 & 0,002 & \dots & 0 & 0,001 \\ 0,002 & -0,995 & \dots & 0,001 & 0,002 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0,001 & \dots & -0,954 & 0,006 \\ 0,001 & 0,002 & \dots & 0,006 & -0,994 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_{1,1} \\ U_{2,1} \\ \vdots \\ U_{513,1} \\ U_{514,1} \end{bmatrix} = 0$$

Kemudian, *eigen vector* dapat dicari dengan menggunakan eliminasi Gauss Jordan. Eliminasi Gauss Jordan digunakan untuk menyederhanakan sistem tersebut menjadi bentuk baris eselon tereduksi sehingga hubungan antar variabel menjadi lebih jelas. Dengan bentuk ini, *eigen vector* dapat ditemukan dengan menyatakan variabel-variabel bebas dalam sistem sebagai parameter dan menyusun vektor solusi. Metode ini penting karena memberikan cara

sistematis untuk menemukan semua *eigen vector* yang berkaitan dengan sebuah *eigen value* dan membantu memahami struktur ruang vektor yang dibentuk oleh *eigen vector* tersebut. Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} U_{1,1} \\ U_{2,1} \\ \vdots \\ U_{513,1} \\ U_{514,1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,045 \\ 0,045 \\ \vdots \\ 0,014 \\ 0,038 \end{bmatrix}$$

Untuk $\lambda_2 = 0,652$

$$\left(\begin{array}{c} 0,652 \end{array} \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0,996 & -0,002 & \dots & 0 & -0,001 \\ -0,002 & 0,995 & \dots & -0,001 & -0,002 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & -0,001 & \dots & 0,954 & -0,006 \\ -0,001 & -0,002 & \dots & -0,006 & 0,994 \end{bmatrix} \right) \begin{bmatrix} U_{1,1} \\ U_{2,1} \\ \vdots \\ U_{513,1} \\ U_{514,1} \end{bmatrix} = 0$$

$$\begin{bmatrix} -0,344 & 0,002 & \dots & 0 & 0,001 \\ 0,002 & -0,343 & \dots & 0,001 & 0,002 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0,001 & \dots & -0,302 & 0,006 \\ 0,001 & 0,002 & \dots & 0,006 & -0,342 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_{1,1} \\ U_{2,1} \\ \vdots \\ U_{513,1} \\ U_{514,1} \end{bmatrix} = 0$$

Kemudian, *eigen vector* dicari dengan menggunakan eliminasi Gauss Jordan sehingga diperoleh hasil sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} U_{1,1} \\ U_{2,1} \\ \vdots \\ U_{513,1} \\ U_{514,1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0,002 \\ 0,002 \\ \vdots \\ 0,059 \\ 0,016 \end{bmatrix}$$

Untuk $\lambda_3 = 0,784$

$$\left(\begin{array}{c} 0,784 \end{array} \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0,996 & -0,002 & \dots & 0 & -0,001 \\ -0,002 & 0,995 & \dots & -0,001 & -0,002 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & -0,001 & \dots & 0,954 & -0,006 \\ -0,001 & -0,002 & \dots & -0,006 & 0,994 \end{bmatrix} \right) \begin{bmatrix} U_{1,1} \\ U_{2,1} \\ \vdots \\ U_{513,1} \\ U_{514,1} \end{bmatrix} = 0$$

$$\begin{bmatrix} -0,212 & 0,002 & \dots & 0 & 0,001 \\ 0,002 & -0,211 & \dots & 0,001 & 0,002 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0,001 & \dots & -0,17 & 0,006 \\ 0,001 & 0,002 & \dots & 0,006 & -0,21 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_{1,1} \\ U_{2,1} \\ \vdots \\ U_{513,1} \\ U_{514,1} \end{bmatrix} = 0$$

Kemudian, *eigen vector* dapat dicari dengan menggunakan eliminasi Gaus Jordan sehingga diperoleh hasil sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} U_{1,1} \\ U_{2,1} \\ \vdots \\ U_{513,1} \\ U_{514,1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,016 \\ -0,004 \\ \vdots \\ -0,094 \\ -0,034 \end{bmatrix}$$

Sehingga diperoleh matriks *eigen vector* ($\mathbf{U}$) berukuran 514×3 , yang menandakan keanggotaan setiap data sejumlah 514 terhadap 3 klaster sebagai berikut.

$$\mathbf{U} = \begin{bmatrix} 0,045 & -0,002 & 0,016 \\ 0,045 & 0,002 & -0,004 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0,014 & 0,059 & -0,094 \\ 0,038 & 0,016 & -0,034 \end{bmatrix}$$

5. Normalisasi matriks *eigen vector*

Eigen vector yang telah diperoleh dinormalisasi nilainya. Normalisasi pada baris-baris dilakukan agar memiliki panjang satu. Normalisasi *eigen vector* dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.12). Berikut contoh perhitungannya.

Normalisasi nilai *eigen vector* baris ke – 1 kolom ke-1:

$$T_{1,1} = \frac{0,045}{\sqrt{0,045^2 + (-0,002)^2 + 0,016^2}} = 0,942$$

Normalisasi nilai *eigen vector* baris ke – 2 kolom ke-1:

$$T_{2,1} = \frac{0,045}{\sqrt{0,045^2 + 0,002^2 + (-0,004)^2}} = 0,994$$

$\vdots$

Normalisasi nilai *eigen vector* baris ke – 513 kolom ke-1:

$$T_{513,1} = \frac{0,014}{\sqrt{0,014^2 + 0,059^2 + (-0,094)^2}} = 0,125$$

Normalisasi nilai *eigen vector* baris ke – 514 kolom ke-1:

$$T_{514,1} = \frac{0,038}{\sqrt{0,038^2 + 0,016^2 + (-0,034)^2}} = 0,717$$

Sehingga diperoleh matriks normalisasi *eigen vector* (**T**) sebagai berikut.

$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} 0,942 & -0,044 & 0,334 \\ 0,994 & 0,048 & -0,099 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0,125 & 0,53 & -0,839 \\ 0,717 & 0,296 & -0,632 \end{bmatrix}$$

6. Menjalankan algoritma *clustering*

Dalam penelitian ini, untuk mempartisi data ke dalam kluster digunakan algoritma *K-median* sebagaimana berikut.

a. Menginisialisasi dengan menetapkan pusat kluster (*centroids*)

Pusat kluster (*centroids*) awal pada proses ini dipilih berdasarkan nilai terbaik pada evaluasi *Silhouette score* sesuai banyak kluster dari data yang tersedia pada matriks **T**. Berdasarkan banyak kluster, maka banyak pusat kluster (*centroids*) yang dipilih ada 3, yaitu sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} 0,902 & -0,174 & 0,394 \\ 0,905 & 0,061 & -0,42 \\ 0,523 & 0,657 & -0,544 \end{bmatrix}$$

b. Menghitung jarak setiap data terhadap pusat kluster (*centroids*)

Perhitungan jarak pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan jarak Manhattan pada persamaan (2.1). Berikut adalah contoh perhitungan jarak Manhattan pada data ke-1 (x_1) terhadap masing-masing *centroids*.

Data 1 ke *centroids* 1:

$$d(x_1, y_1) = |0,942 - 0,902| + |(-0,044) - (-0,174)| + |0,334 - 0,394| = 0,230$$

Data 1 ke *centroids* 2:

$$d(x_1, y_2) = |0,942 - 0,905| + |(-0,044) - 0,061| + |0,334 - (-0,42)| = 0,895$$

Data 1 ke *centroids* 3:

$$d(x_1, y_3) = |0,942 - 0,523| + |(-0,044) - 0,657| + |0,334 - (-0,544)| = 1,997$$

Sehingga diperoleh hasil *clustering* untuk masing-masing kabupaten/kota sebagai berikut.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Jarak Iterasi 1

No.	Kab / Kota	Jarak ke y_1	Jarak ke y_2	Jarak ke y_3	Jarak Terdekat	Klaster
1	Kab. Simeulue	0,230	0,895	1,997	0,230	1
2	Kab. Aceh Singkil	0,807	0,423	1,525	0,423	2
3	Kab. Aceh Selatan	0,571	0,666	1,768	0,571	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
44	Kab. Padang Lawas	1,607	0,561	0,707	0,561	2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
58	Kab. Pesisir Selatan	0,664	0,576	1,678	0,576	2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
512	Kab. Intan Jaya	2,751	1,705	0,681	0,681	3
513	Kab. Deiyai	2,713	1,667	0,819	0,819	3
514	Kota Jayapura	1,680	0,634	0,643	0,634	2

Berdasarkan Tabel 4.4, penentuan klaster ditentukan berdasarkan derajat keanggotaan terendah dari setiap kabupaten/kota, yaitu dengan melihat di klaster mana kabupaten/kota tersebut memiliki nilai keanggotaan paling rendah/memiliki jarak terdekat dengan pusat klaster (*centroids*). Sebagai ilustrasi, Kabupaten Simeulue memiliki jarak terdekat dengan pusat klaster (*centroids*) 1 (y_1) dengan nilai 0,230 yang menunjukkan bahwa Kabupaten Simeulue cenderung masuk ke dalam klaster 1.

c. Memilih titik pusat kluster (*centroids*) baru.

Titik pusat kluster (*centroids*) baru dipilih dengan menghitung *median* menggunakan persamaan (2.14) atau (2.15) dari data sesuai dengan distribusi hasil kluster iterasi sebelumnya, yaitu iterasi ke-1. Berikut contoh perhitungannya.

Centroids 1:

Centroids 1 memiliki distribusi data sebanyak 286 sehingga digunakan persamaan (2.15) sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 me_{genap}(y_{1,1}) &= \frac{1}{2} \left(x_{(\frac{1}{2}278)} + x_{(\frac{1}{2}278+1)} \right) = \frac{1}{2} (x_{(139)} + x_{(140)}) = \frac{1}{2} (964 + 964) = 0,964 \\
 me_{genap}(y_{1,2}) &= \frac{1}{2} \left(x_{(\frac{1}{2}278)} + x_{(\frac{1}{2}278+1)} \right) = \frac{1}{2} (x_{(139)} + x_{(140)}) = \frac{1}{2} ((-0,162) + (-0,162)) = -0,162 \\
 me_{genap}(y_{1,3}) &= \frac{1}{2} \left(x_{(\frac{1}{2}278)} + x_{(\frac{1}{2}278+1)} \right) = \frac{1}{2} (x_{(139)} + x_{(140)}) = \frac{1}{2} (0,215 + 0,215) = 0,215
 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh *centroid* sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} 0,964 & -0,162 & 0,215 \\ 0,952 & 0,054 & -0,285 \\ 0,409 & 0,611 & -0,574 \end{bmatrix}$$

d. Menghitung jarak setiap data terhadap pusat kluster (*centroids*).

Hitung kembali jarak setiap data terhadap pusat kluster (*centroids*) baru menggunakan jarak Manhattan pada persamaan (2.1). Berikut adalah contoh perhitungan jarak Manhattan pada data ke-1 (x_1) terhadap masing-masing *centroids*.

Data 1 ke *centroids* 1:

$$d(x_1, y_1) = |0,942 - 0,964| + |(-0,044) - (-0,162)| + |0,334 - 0,215| = 0,259$$

Data 1 ke *centroids* 2:

$$d(x_1, y_2) = |0,942 - 0,952| + |(-0,044) - 0,054| + |0,334 - (-0,285)| = 0,728$$

Data 1 ke *centroids* 3:

$$d(x_1, y_3) = |0,942 - 0,409| + |(-0,044) - 0,611| + |0,334 - (-0,574)| = 2,095$$

Sehingga diperoleh hasil *clustering* untuk masing-masing kabupaten/kota sebagai berikut.

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Jarak Iterasi 2

No.	Kab / Kota	Jarak ke y_1	Jarak ke y_2	Jarak ke y_3	Jarak Terdekat	Klaster
1	Kab. Simeulue	0,259	0,728	2,095	0,259	1
2	Kab. Aceh Singkil	0,554	0,234	1,624	0,234	2
3	Kab. Aceh Selatan	0,319	0,477	1,866	0,319	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
44	Kab. Padang Lawas	1,478	0,750	0,745	0,745	3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
58	Kab. Pesisir Selatan	0,412	0,387	1,776	0,387	2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
512	Kab. Intan Jaya	2,622	1,894	0,643	0,643	3
513	Kab. Deiyai	2,585	1,856	0,629	0,629	3
514	Kota Jayapura	1,552	0,823	0,681	0,681	3

Berdasarkan Tabel 4.5, penentuan klaster ditentukan berdasarkan derajat keanggotaan terendah dari setiap kabupaten/kota, yaitu dengan melihat di klaster mana kabupaten/kota tersebut memiliki nilai keanggotaan paling rendah/memiliki jarak terdekat dengan pusat klaster (*centroids*). Sebagai ilustrasi, Kabupaten Simeulue memiliki jarak terdekat dengan pusat klaster (*centroids*) 1 (y_1) dengan nilai 0,259 yang menunjukkan bahwa Kabupaten Simeulue cenderung masuk ke dalam klaster 1.

- e. Memilih titik pusat klaster (*centroids*) baru dari data.

Karena nilai pusat klaster (*centroids*) dan hasil klaster masih berubah maka

iterasi dilanjutkan. Titik pusat kluster (*centroid*) baru dipilih dengan menghitung *median* menggunakan persamaan (2.14) atau (2.15) dari data sesuai dengan distribusi hasil kluster pada iterasi sebelumnya, yaitu iterasi ke-2. Berikut contoh perhitungannya.

Centroids 1:

Centroids 1 memiliki distribusi data sebanyak 286 sehingga digunakan persamaan (2.15) sebagai berikut.

$$me_{genap}(y_{1,1}) = \frac{1}{2} \left(x_{(\frac{1}{2}286)} + x_{(\frac{1}{2}286+1)} \right) = \frac{1}{2} (x_{(143)} + x_{(144)}) = \frac{1}{2} (0,965 + 0,965) = 0,965$$

$$me_{genap}(y_{1,2}) = \frac{1}{2} \left(x_{(\frac{1}{2}286)} + x_{(\frac{1}{2}286+1)} \right) = \frac{1}{2} (x_{(143)} + x_{(144)}) = \frac{1}{2} ((-0,160) + (-0,160)) = -0,160$$

$$me_{genap}(y_{1,3}) = \frac{1}{2} \left(x_{(\frac{1}{2}286)} + x_{(\frac{1}{2}286+1)} \right) = \frac{1}{2} (x_{(143)} + x_{(144)}) = \frac{1}{2} (0,205 + 0,206) = 0,206$$

Sehingga titik pusat kluster (*centroid*) adalah sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} 0,965 & -0,160 & 0,206 \\ 0,951 & 0,055 & -0,293 \\ 0,459 & 0,603 & -0,597 \end{bmatrix}$$

f. Menghitung jarak setiap data terhadap pusat kluster (*centroids*).

Hitung kembali jarak setiap data terhadap pusat kluster (*centroids*) baru menggunakan jarak Manhattan pada persamaan (2.1). Berikut adalah contoh perhitungan jarak Manhattan pada data ke-1 (x_1) terhadap masing-masing *centroids*.

Data 1 ke *centroids* 1:

$$d(x_1, y_1) = |0,942 - 0,965| + |(-0,044) - (-0,160)| + |0,334 - 0,206| = 0,268$$

Data 1 ke *centroids* 2:

$$d(x_1, y_2) = |0,942 - 0,951| + |(-0,044) - 0,055| + |0,334 - (-0,293)| = 0,736$$

Data 1 ke *centroids* 3:

$$d(x_1, y_3) = |0,942 - 0,459| + |(-0,044) - 0,603| + |0,334 - (-0,597)| = 2,060$$

Sehingga diperoleh hasil *clustering* untuk masing-masing kabupaten/kota sebagai berikut.

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Jarak Iterasi 3

No.	Kab / Kota	Jarak ke y_1	Jarak ke y_2	Jarak ke y_3	Jarak Terdekat	Klaster
1	Kab. Simeulue	0,268	0,736	2,060	0,268	1
2	Kab. Aceh Singkil	0,541	0,244	1,588	0,244	2
3	Kab. Aceh Selatan	0,306	0,487	1,831	0,306	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
44	Kab. Padang Lawas	1,468	0,740	0,664	0,664	3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
58	Kab. Pesisir Selatan	0,399	0,397	1,741	0,397	2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
512	Kab. Intan Jaya	2,612	1,884	0,724	0,724	3
513	Kab. Deiyai	2,574	1,847	0,648	0,648	3
514	Kota Jayapura	1,541	0,814	0,600	0,600	3

Berdasarkan Tabel 4.6, penentuan klaster ditentukan berdasarkan derajat keanggotaan terendah dari setiap kabupaten/kota, yaitu dengan melihat di klaster mana kabupaten/kota tersebut memiliki nilai keanggotaan paling rendah/memiliki jarak terdekat dengan pusat klaster (*centroids*). Sebagai ilustrasi, Kabupaten Simeulue memiliki jarak terdekat dengan pusat klaster (*centroids*) 1 (y_1) dengan nilai 0,268 yang menunjukkan bahwa Kabupaten Simeulue cenderung masuk ke dalam klaster 1.

g. Memilih titik pusat klaster (*centroids*) baru dari data

Karena nilai pusat klaster (*centroids*) dan hasil klaster masih berubah maka iterasi dilanjutkan. Titik pusat klaster (*centroid*) baru dipilih dengan menghitung *median* menggunakan persamaan (2.14) atau (2.15) dari data

sesuai dengan distribusi hasil klaster pada iterasi sebelumnya, yaitu iterasi ke-3. Berikut contoh perhitungannya.

Centroids 1:

Centroids 1 memiliki distribusi data sebanyak 287 sehingga digunakan persamaan (2.14) sebagai berikut.

$$me_{genap}(y_{1,1}) = x_{\frac{1}{2}(287+1)} = x_{144} = 0,965$$

$$me_{genap}(y_{1,2}) = x_{\frac{1}{2}(287+1)} = x_{144} = -0,159$$

$$me_{genap}(y_{1,3}) = x_{\frac{1}{2}(287+1)} = x_{144} = 0,205$$

Sehingga titik pusat klaster (*centroid*) adalah sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} 0,965 & -0,159 & 0,205 \\ 0,952 & 0,055 & -0,293 \\ 0,465 & 0,551 & -0,602 \end{bmatrix}$$

h. Menghitung jarak setiap data terhadap pusat klaster (*centroids*).

Hitung kembali jarak setiap data terhadap pusat klaster (*centroids*) baru menggunakan jarak Manhattan pada persamaan (2.1). Berikut adalah contoh perhitungan jarak Manhattan pada data ke-1 (x_1) terhadap masing-masing *centroids*.

Data 1 ke *centroids* 1:

$$d(x_1, y_1) = |0,942 - 0,965| + |(-0,044) - (-0,159)| + |0,334 - 0,205| = 0,268$$

Data 1 ke *centroids* 2:

$$d(x_1, y_2) = |0,942 - 0,952| + |(-0,044) - 0,055| + |0,334 - (-0,293)| = 0,736$$

Data 1 ke *centroids* 3:

$$d(x_1, y_3) = |0,942 - 0,465| + |(-0,551) - 0,551| + |0,334 - (-0,602)| = 2,007$$

Sehingga diperoleh hasil *clustering* untuk masing-masing kabupaten/kota sebagai berikut.

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Jarak Iterasi 4

No.	Kab / Kota	Jarak ke y_1	Jarak ke y_2	Jarak ke y_3	Jarak Terdekat	Klaster
1	Kab. Simeulue	0,268	0,736	2,007	0,268	1
2	Kab. Aceh Singkil	0,540	0,243	1,535	0,243	2
3	Kab. Aceh Selatan	0,304	0,486	1,778	0,304	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
44	Kab. Padang Lawas	1,466	0,741	0,601	0,601	3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
58	Kab. Pesisir Selatan	0,397	0,396	1,688	0,396	2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
512	Kab. Intan Jaya	2,610	1,885	0,787	0,787	3
513	Kab. Deiyai	2,572	1,847	0,597	0,597	3
514	Kota Jayapura	1,539	0,814	0,537	0,537	3

Berdasarkan Tabel 4.7, penentuan klaster ditentukan berdasarkan derajat keanggotaan terendah dari setiap kabupaten/kota, yaitu dengan melihat di klaster mana kabupaten/kota tersebut memiliki nilai keanggotaan paling rendah/memiliki jarak terdekat dengan pusat klaster (*centroids*). Sebagai ilustrasi, Kabupaten Simeulue memiliki jarak terdekat dengan pusat klaster (*centroids*) 1 (y_1) dengan nilai 0,268 yang menunjukkan bahwa Kabupaten Simeulue cenderung masuk ke dalam klaster 1.

i. Memilih titik pusat klaster (*centroids*) baru dari data

Karena nilai pusat klaster (*centroids*) dan hasil klaster masih berubah maka iterasi dilanjutkan. Titik pusat klaster (*centroid*) baru dipilih dengan menghitung *median* menggunakan persamaan (2.14) atau (2.15) dari data sesuai dengan distribusi hasil klaster pada iterasi sebelumnya, yaitu iterasi ke-4. Berikut contoh perhitungannya.

Centroids 1:

Centroids 1 memiliki distribusi data sebanyak 287 sehingga digunakan persamaan (2.14) sebagai berikut.

$$me_{genap}(y_{1,1}) = x_{\frac{1}{2}(287+1)} = x_{144} = 0,965$$

$$me_{genap}(y_{1,2}) = x_{\frac{1}{2}(287+1)} = x_{144} = -0,159$$

$$me_{genap}(y_{1,3}) = x_{\frac{1}{2}(287+1)} = x_{144} = 0,205$$

Sehingga titik pusat klaster (*centroid*) adalah sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} 0,965 & -0,159 & 0,205 \\ 0,952 & 0,051 & -0,289 \\ 0,482 & 0,53 & -0,597 \end{bmatrix}$$

j. Menghitung jarak setiap data terhadap pusat klaster (*centroids*).

Hitung kembali jarak setiap data terhadap pusat klaster (*centroids*) baru menggunakan jarak Manhattan pada persamaan (2.1). Berikut adalah contoh perhitungan jarak Manhattan pada data ke-1 (x_1) terhadap masing-masing *centroids*.

Data 1 ke *centroids* 1:

$$d(x_1, y_1) = |0,942 - 0,965| + |(-0,044) - (-0,159)| + |0,334 - 0,205| = 0,268$$

Data 1 ke *centroids* 2:

$$d(x_1, y_2) = |0,942 - 0,952| + |(-0,044) - 0,051| + |0,334 - (-0,289)| = 0,728$$

Data 1 ke *centroids* 3:

$$d(x_1, y_3) = |0,942 - 0,482| + |(-0,044) - 0,53| + |0,334 - (-0,597)| = 1,964$$

Sehingga diperoleh hasil *clustering* untuk masing-masing kabupaten/kota sebagai berikut.

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Jarak Iterasi 5

No.	Kab / Kota	Jarak ke y_1	Jarak ke y_2	Jarak ke y_3	Jarak Terdekat	Klaster
1	Kab. Simeulue	0,268	0,728	1,964	0,268	1
2	Kab. Aceh Singkil	0,540	0,235	1,492	0,235	2
3	Kab. Aceh Selatan	0,304	0,478	1,735	0,304	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

No.	Kab / Kota	Jarak ke y_1	Jarak ke y_2	Jarak ke y_3	Jarak Terdekat	Klaster
44	Kab. Padang Lawas	1,466	0,749	0,568	0,568	3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
58	Kab. Pesisir Selatan	0,397	0,388	1,645	0,388	2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
512	Kab. Intan Jaya	2,610	1,893	0,820	0,820	3
513	Kab. Deiyai	2,572	1,855	0,598	0,598	3
514	Kota Jayapura	1,539	0,822	0,504	0,504	3

Berdasarkan Tabel 4.8, penentuan klaster ditentukan berdasarkan derajat keanggotaan terendah dari setiap kabupaten/kota, yaitu dengan melihat di klaster mana kabupaten/kota tersebut memiliki nilai keanggotaan paling rendah/memiliki jarak terdekat dengan pusat klaster (*centroids*). Sebagai ilustrasi, Kabupaten Simeulue memiliki jarak terdekat dengan pusat klaster (*centroids*) 1 (y_1) dengan nilai 0,268 yang menunjukkan bahwa Kabupaten Simeulue cenderung masuk ke dalam klaster 1. Penelitian berhenti pada iterasi ke-5 karena telah mencapai titik konvergen, di mana hasil *clustering* setiap kabupaten/kota dan pusat klaster telah memiliki nilai yang sama dengan iterasi sebelumnya, yaitu pada iterasi ke-4.

4.3 Evaluasi Hasil *Clustering*

Penelitian ini menggunakan evaluasi *Silhouette score* untuk mengetahui keakuratan hasil *clustering*. Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk memperoleh *Silhouette score* adalah sebagai berikut.

1. Mencari nilai $a(x_i)$ yang menunjukkan jarak rata-rata dalam klaster x_i ke semua data lain di klaster tempat data tersebut berada menggunakan persamaan (2.16).

Jarak rata-rata klaster data ke-1:

$$a(x_1) = \frac{1}{287 - 1} (0,341 + 0,401 + \dots + 0,446 + 0,426) = 0,317$$

Jarak rata-rata klaster data ke-2:

$$a(x_2) = \frac{1}{174 - 1} (0,744 + 0,701 + \dots + 0,835 + 0,196) = 0,338$$

⋮

Jarak rata-rata klaster data ke-513:

$$a(x_{513}) = \frac{1}{53 - 1} (0,938 + 0,516 + \dots + 0,705 + 1,033) = 0,957$$

Jarak rata-rata klaster data ke-514:

$$a(x_{514}) = \frac{1}{53 - 1} (0,938 + 0,516 + \dots + 1,325 + 1,033) = 0,858$$

2. Menghitung rata-rata jarak dari data x_i dengan semua data di klaster lain menggunakan persamaan (2.17).

Data ke-1 terhadap klaster lain:

$$B(x_1, C_2) = \frac{1}{174} (0,577 + 1,216 + \dots + 1,307 + 0,731) = 0,789$$

$$B(x_1, C_3) = \frac{1}{53} (1,624 + 2,047 + \dots + 2,562 + 1,529) = 1,963$$

Data ke-2 terhadap klaster lain:

$$B(x_2, C_1) = \frac{1}{287} (0,577 + 0,243 + \dots + 0,162 + 0,223) = 0,567$$

$$B(x_2, C_3) = \frac{1}{53} (1,152 + 1,575 + \dots + 2,091 + 1,058) = 1,799$$

⋮

Data ke-513 terhadap klaster lain:

$$B(x_{513}, C_1) = \frac{1}{287} (2,562 + 2,334 + \dots + 2,252 + 2,313) = 2,563$$

$$B(x_{513}, C_2) = \frac{1}{174} (2,091 + 1,346 + \dots + 1,256 + 1,895) = 1,818$$

Data ke-514 terhadap klaster lain:

$$B(x_{514}, C_1) = \frac{1}{287} (1,529 + 1,301 + \dots + 1,219 + 1,280) = 1,530$$

$$B(x_{514}, C_2) = \frac{1}{174} (1,058 + 0,567 + \dots + 0,223 + 0,862) = 0,792$$

3. Mencari nilai $b(x_i)$ yang menunjukkan jarak rata-rata terkecil menggunakan persamaan (2.18).

Jarak rata-rata terkecil data ke-1:

$$b(x_1) = \min(0,789, 1,963) = 0,789$$

Jarak rata-rata terkecil data ke-2:

$$b(x_2) = \min(0,567, 1,799) = 0,567$$

⋮

Jarak rata-rata terkecil data ke-513:

$$b(x_{513}) = \min(2,563, 1,818) = 1,818$$

Jarak rata-rata terkecil data ke-514:

$$b(x_{514}) = \min(1,530, 0,792) = 0,792$$

4. Menghitung nilai *Silhouette coefficient* menggunakan persamaan (2.19).

Silhouette coefficient data ke-1:

$$S(x_1) = \frac{0,789 - 0,317}{\max(0,317, 0,789)} = 0,598$$

Silhouette coefficient data ke-2:

$$S(x_2) = \frac{0,567 - 0,338}{\max(0,338, 0,567)} = 0,404$$

⋮

Silhouette coefficient data ke-513:

$$S(x_{513}) = \frac{1,818 - 0,957}{\max(0,957, 1,818)} = 0,474$$

Silhouette coefficient data ke-514:

$$S(x_{514}) = \frac{0,792 - 0,858}{\max(0,858, 0,792)} = -0,077$$

5. Mencari rata-rata *Silhouette score* untuk semua data menggunakan persamaan (2.20).

$$SC = \frac{1}{514} (0,598 + 0,404 + \dots + 0,474 + (-0,077)) = 0,528$$

Hasil evaluasi keakuratan *clustering* dengan menggunakan *Silhouette score* menunjukkan nilai akurasi yang cukup baik dan signifikan, yaitu sebesar 0,528. Nilai *Silhouette score* yang mendekati 1 bukan -1 mengindikasikan bahwa jarak antar kluster cukup jauh dan data dalam setiap kluster memiliki kemiripan yang tinggi.

Namun, masih terdapat nilai *silhouette coefficient* untuk masing-masing wilayah yang mendekati 0 atau -1. Hal tersebut dikarenakan data yang memiliki *heterogenitas* yang cukup tinggi antar variabel untuk setiap wilayah. Sejumlah kabupaten/kota yang memiliki karakteristik tumpang tindih antar kluster, misalnya wilayah yang unggul dalam capaian PAUD tetapi lemah dalam akses air bersih atau fasilitas kesehatan. *Heterogenitas* ini mencerminkan dinamika pembangunan antar wilayah yang belum sepenuhnya merata, baik dari segi sosial, ekonomi, maupun infrastruktur. Wilayah-wilayah tersebut umumnya berada di perbatasan antar kluster dan sedang mengalami transisi pembangunan sehingga penempatannya dalam kluster tertentu belum sepenuhnya mencerminkan kondisi dominan.

Dengan demikian, *spectral clustering* terbukti mampu memetakan kabupaten/kota di Indonesia berdasarkan kemiripan capaian indikator-indikator dalam IKPS secara cukup akurat. Metode ini sangat relevan digunakan untuk menangkap pola kompleks yang mungkin tidak teridentifikasi dengan baik oleh algoritma *clustering* konvensional seperti *K-means*, terutama pada data spasial dan multivariat seperti data kabupaten/kota di Indonesia.

4.4 Interpretasi Hasil *Clustering*

Hasil akhir dari *clustering* pada iterasi ke-5 dapat digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik klaster yang memiliki capaian Indeks Khusus Penanganan *Stunting* (IKPS) rendah, sedang, dan tinggi. Identifikasi ini dapat disesuaikan dengan nilai rata-rata data asli dari masing-masing variabel yang disajikan pada Tabel 4.9 (Selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5), sehingga nantinya akan memberikan gambaran yang lebih akurat tentang pola dan distribusi data dalam setiap klaster.

Tabel 4.8 Rata-Rata Data Asli IKPS Tahun 2022 Setiap Klaster

Klaster	Imunisasi	Penolongan Persalinan	KB Modern	ASI Eksklusif	...	Penerima KPS/KKS
1	81,052	93,763	66,739	86,312	...	46,517
2	52,671	81,655	63,87	81,03	...	34,314
3	36,87	52,864	34,8	77,115	...	21,072

Berdasarkan Tabel 4.9, terlihat bahwa klaster 1 memiliki nilai rata-rata tertinggi dibandingkan dengan klaster 2 dan 3. Berdasarkan karakteristik rata-rata ini, kabupaten/kota yang termasuk dalam klaster 1 dapat dikategorikan sebagai wilayah dengan capaian indeks khusus penanganan *stunting* tinggi. Nilai rata-rata

tertinggi pada klaster 1 terdapat pada variabel penolong persalinan oleh tenaga kesehatan di fasilitas kesehatan sebesar 93,763% dan terendah pada variabel PAUD sebesar 44,345%.

Hal ini menunjukkan bahwa klaster 1 mencerminkan wilayah yang telah memiliki akses dan pemanfaatan layanan kesehatan serta infrastruktur dasar yang lebih baik sehingga berkontribusi signifikan terhadap upaya pencegahan dan penanggulangan *stunting* secara lebih efektif. Tingginya capaian pada variabel-variabel tersebut mengindikasikan bahwa intervensi program yang dijalankan di wilayah ini sudah berjalan dengan baik dari segi ketersediaan layanan maupun partisipasi masyarakat. Selain itu, rendahnya nilai rata-rata pada variabel PAUD menjadi catatan penting bahwa meskipun aspek kesehatan cukup optimal ternyata masih terdapat ruang untuk peningkatan pada sektor PAUD yang juga berperan dalam tumbuh kembang anak secara menyeluruh.

Klaster 2 tergolong sebagai klaster dengan capaian indeks khusus penanganan *stunting* sedang berdasarkan karakteristik nilai rata-rata setiap klaster. Nilai rata-rata tertinggi pada klaster 2 terdapat pada variabel air minum layak sebesar 84,224% dan terendah pada variabel PAUD sebesar 32,536%. Hal ini menunjukkan bahwa wilayah dalam klaster 2 memiliki akses dan pemanfaatan layanan dasar yang cukup baik walaupun belum optimal apabila dibandingkan dengan klaster 1. Capaian yang cukup tinggi pada variabel air minum layak dan pelayanan persalinan mengindikasikan adanya infrastruktur dan fasilitas kesehatan yang sudah tersedia. Namun, rendahnya capaian pada variabel imunisasi, PAUD, dan bantuan sosial menunjukkan adanya kesenjangan dalam aspek promotif, preventif, serta perlindungan sosial.

Klaster 3 memiliki nilai rata-rata terendah dibandingkan dengan klaster 1 dan 2. Berdasarkan karakteristik rata-rata ini, kabupaten/kota yang termasuk dalam klaster 3 dapat dikategorikan sebagai wilayah dengan capaian indeks khusus penanganan *stunting* rendah. Nilai rata-rata tertinggi pada klaster 3 terdapat pada variabel makanan pendamping ASI sebesar 77,853% dan terendah pada variabel penerima KPS/KKS atau bantuan pangan sebesar 21,072%.

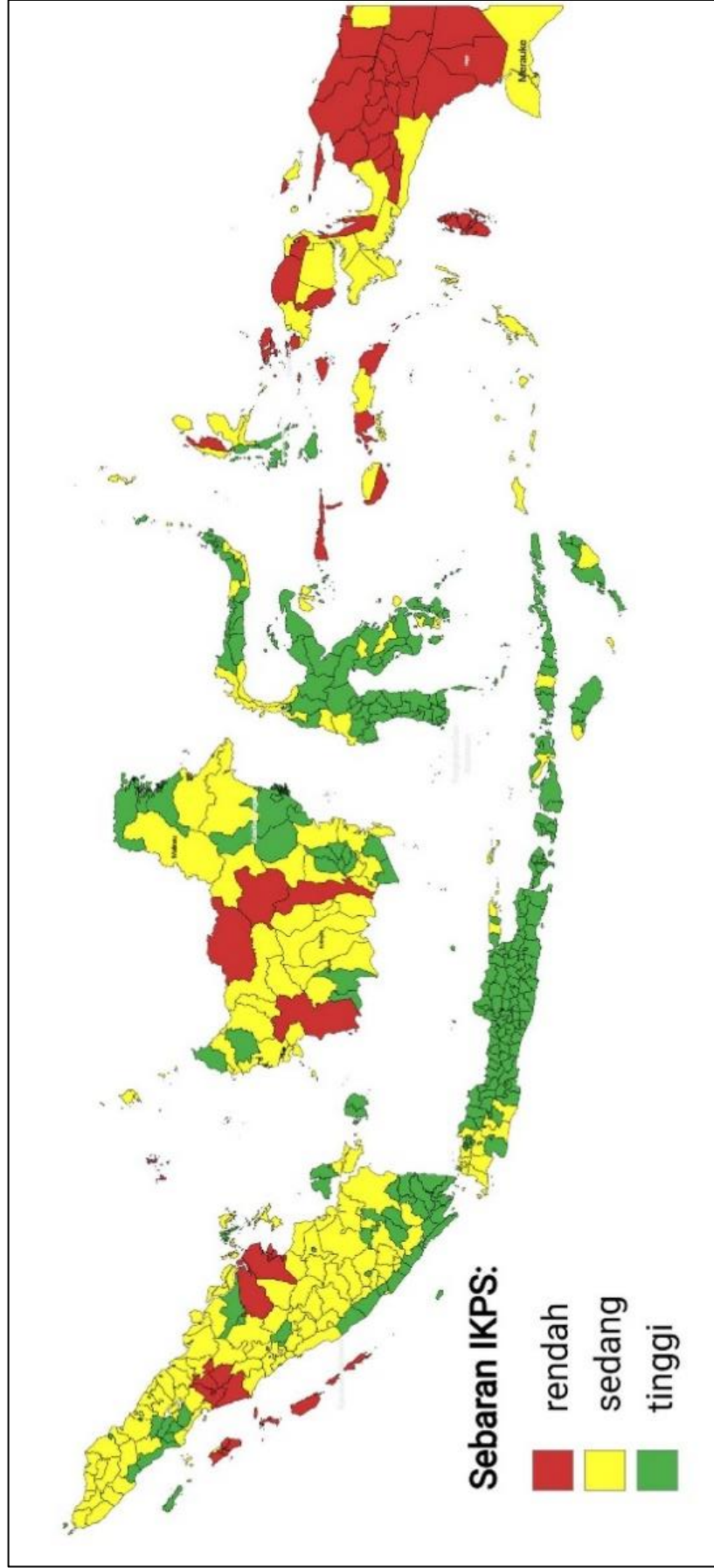
Hal ini menunjukkan bahwa wilayah-wilayah dalam klaster 3 menghadapi tantangan besar dalam pemenuhan layanan dasar kesehatan, sanitasi, dan pendidikan anak usia dini. Rendahnya angka pada variabel imunisasi, sanitasi layak, serta partisipasi KB modern mengindikasikan kurangnya akses atau pemanfaatan terhadap layanan yang berperan penting dalam pencegahan *stunting*. Meskipun terdapat capaian yang cukup baik pada variabel makanan pendamping ASI dan ASI eksklusif, hal tersebut belum cukup untuk menutupi ketertinggalan di aspek lain yang bersifat sistemik. Oleh karena itu, diperlukan intervensi prioritas dan lintas sektor secara lebih intensif di wilayah klaster 3, termasuk peningkatan infrastruktur dasar, edukasi masyarakat, serta perluasan cakupan bantuan sosial yang lebih merata untuk mendorong perbaikan signifikan dalam upaya penanganan *stunting* secara menyeluruh. Sehingga klaster 3 dikategorikan sebagai wilayah dengan capaian indeks khusus penanganan *stunting* rendah.

Berdasarkan peta hasil *clustering* capaian IKPS kabupaten/kota di Indonesia pada Gambar 4.1, dapat dilihat bahwa sebaran klaster terbanyak berwarna hijau, yaitu klaster 1 dengan kategori capaian IKPS tinggi yang beranggotakan 287 kabupaten/kota dengan rincian 214 kabupaten dan 73 kota. Warna kuning merupakan klaster 2 dengan kategori capaian IKPS sedang beranggotakan 174

kabupaten/kota dengan rincian 150 kabupaten dan 24 kota. Sedangkan, warna merah menunjukkan sebaran klaster 3 dengan kategori capaian IKPS rendah yang beranggotakan 53 kabupaten/kota dengan rincian 51 kabupaten dan 2 kota. Daftar kabupaten/kota hasil *clustering* capaian IKPS di Indonesia dapat dilihat pada lampiran 6.

Capaian Indeks Khusus Penanganan *Stunting* (IKPS) di Indonesia sudah dalam kategori tinggi dengan ditandainya jumlah klaster 1 lebih banyak daripada klaster 2 dan 3. Berdasarkan Kementerian Sekretariat Negara RI (2023), hasil tersebut menunjukkan adanya keselarasan dengan capaian IKPS yang mengalami kenaikan indeks sebesar 2,4% dari tahun 2018 sampai 2022, yaitu dari 70% menjadi 72,4%. Sedangkan, pada tahun 2021 sampai 2022 mengalami kenaikan 0,9% dari 71,5% menjadi 72,4%. Selain itu, tingginya capaian IKPS juga berhasil menurunkan angka prevelensi *stunting* sebanyak 2,8% dibanding tahun 2021 dari 24,4% menjadi 21,6% pada tahun 2022 (Kementerian kesehatan, 2022). Hal ini menunjukkan adanya perbaikan dalam pelaksanaan program terkait dengan penurunan *stunting*.

Namun, proporsi wilayah dalam kategori sedang dan rendah masih cukup signifikan, yaitu mencapai 227 kabupaten/kota atau sekitar 44% wilayah. Oleh karena itu, meskipun secara nasional menunjukkan kecenderungan positif, upaya akselerasi penurunan *stunting* perlu terus difokuskan pada daerah-daerah yang masuk dalam klaster 2 dan 3 melalui pendekatan yang lebih spesifik, kontekstual, dan berkelanjutan agar kesenjangan antar wilayah dapat diminimalisir dan target nasional penurunan *stunting* dapat tercapai secara merata.



Gambar 4.1 Peta Hasil *Clusterig* Capaian IKPS Tahun 2022

Berdasarkan Gambar 4.1 dan Lampiran 7, wilayah Pulau Papua tergolong dalam kategori capaian IKPS rendah. Hal ini menyebabkan naiknya angka prevelensi *stunting* di Papua sebesar 5,1%, yaitu dari 29,5% pada tahun 2021 menjadi 34,6% pada tahun 2022. Menurut Derek Hegemur dalam rapat TPPS mengatakan bahwa permasalahan *stunting* tidak hanya dipengaruhi oleh gizi anak saja tetapi juga dipengaruhi faktor lainnya, seperti pola asuh anak, ketersediaan air bersih layak minum, jamban sehat, dan lain sebagainya. Susahnya air bersih yang layak dikarenakan tidak adanya akses sehingga masyarakat setempat hanya dapat memanfaatkan sumber air alami terdekat untuk kehidupan sehari-hari (Kemenko PMK, 2023).

Kemiskinan ekstrem juga menjadi salah satu penyebab. Oleh karena itu, pemerintah setempat harus memaksimalkan bantuan penerima KPS/KKS kepada warga yang membutuhkan dan tepat sasaran. Faktor kurangnya pengetahuan juga menjadi faktor penyebab kenaikan *stunting* dan rendahnya capaian IKPS. Tidak semua daerah di Papua memiliki fasilitas, sarana, dan prasarana PAUD. Hal ini berkaitan dengan kurangnya tenaga pengajar dan akses Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) yang susah didapatkan. Pemerintah perlu memprioritaskan pembangunan layanan PAUD di wilayah tertinggal sebagai bagian dari strategi lintas sektor untuk menurunkan prevalensi *stunting* secara berkelanjutan (Baznas Papua, 2024).

Faktor penyebab rendahnya capaian IKPS dan kenaikan *stunting* lainnya karena kurangnya ketersediaan dukungan tenaga kesehatan. Kepala Bappeda Kabupaten Membramo Jaya H. Mansur mengatakan bahwa tidak semua puskesmas memiliki dokter sehingga perlu diadakannya permintaan distrik, kota, atau kabupaten untuk mengisi kekosongan dokter di puskesmas tersebut. Selain itu,

jarak, sarana dan prasarana, serta waktu tempuh dari tempat tinggal ke lokasi penyedia layanan imunisasi menjadi kendala utama (Kemenko PMK, 2023). Ketimpangan ini berdampak langsung pada rendahnya cakupan layanan dasar seperti imunisasi dan pemeriksaan tumbuh kembang anak. Akibatnya, intervensi gizi dan kesehatan tidak dapat diberikan secara optimal kepada anak-anak yang membutuhkan.

Sedangkan, daerah Papua dengan capaian IKPS sedang pada Gambar 4.1 dikarenakan adanya kenaikan capaian dan terdapat program-program yang tidak ada pada daerah capaian IKPS rendah sehingga menyebabkan penurunan prevelensi *stunting*, seperti pada Kabupaten Fakfak, Kaimana, Merauke, Manokwari, dan seterusnya (Link Papua, 2025). Pemerintah daerah Papua telah melakukan berbagai upaya, seperti kebijakan penganggaran melalui APBD untuk program orang tua asuh meliputi ratusan anak *stunting* disertai pembiayaan pemenuhan gizi selama tiga bulan (Diskominfoerstatik, 2023). Daerah tersebut juga telah karena telah bekerja sama dengan Kementerian PUPR. Bayi dan Ibu hamil serta menyusui juga telah mengonsumsi makanan olahan yang sudah dikreasi dari bahan pangan lokal Papua yang tersedia secara melimpah. Selain itu, tim penyuluh juga telah memberikan edukasi dan sosialisasi secara rutin kepada masyarakat di pedesaan, seperti menghadirkan Kampung Keluarga Berkualitas (KB) (ANTARA, 2024).

Pulau Maluku yang terdapat wilayah Provinsi Maluku Utara dan Maluku sendiri masih banyak memiliki kabupaten/kota dengan capaian IKPS rendah. Hal ini dikarenakan bentuk geografis Maluku yang terdiri dari pulau-pulau yang menyebar dan terpisah oleh lautan. Hal ini menyebabkan problem atau kesulitan

pada berbagai akses layanan kesehatan, pendidikan, dan ekonomi (Kementerian Sekretariat Negara RI, 2022).

Layanan kesehatan masih sulit dijangkau oleh masyarakat karena kurangnya fasilitas, sarana, dan prasarana, serta tidak tersedianya akses jalan (Pemkot Ambon, 2023). Hal tersebut menyebabkan pelayanan kesehatan ke masyarakat tidak berjalan dengan baik. Selain itu, sektor pendidikan yang masih rendah menjadi tantangan untuk menurunkan angka prevelensi *stunting*. Minimnya infrastruktur dan wilayah kepulauan menyebabkan sulitnya akses dan jalan untuk mendapatkan pendidikan. Selain itu, kurangnya tenaga guru juga menjadi faktor utama yang mempengaruhi kualitas pendidikan. Oleh karena itu, pemerataan guru menjadi hal terpenting sebagai jawaban atas keberlanjutan kualitas pendidikan yang lebih baik lagi (Kompasiana, 2023).

Sektor ekonomi terdapat masalah pada terbatasnya infrastruktur, terutama infrastruktur konektivitas baik transportasi maupun komunikasi. Selain itu, kesempatan kerja yang belum merata juga menjadi permasalahan. Hal ini terjadi karena terdapat ketimpangan antara keterampilan dan kualifikasi yang dimiliki oleh Sumber Daya Manusia (SDM) (RRI, 2024). Maka dari itu, pemerintah perlu memperkuat pembangunan infrastruktur dan peningkatan kapasitas SDM sebagai bagian dari strategi pembangunan yang inklusif. Permasalahan tersebut secara tidak langsung juga berdampak pada capaian IKPS karena keterbatasan akses ekonomi dan pekerjaan berpengaruh terhadap kemampuan keluarga dalam memenuhi kebutuhan gizi anak. Ketimpangan SDM dan infrastruktur turut memperlambat distribusi layanan kesehatan dan gizi yang merata sehingga memperbesar risiko *stunting* di wilayah-wilayah yang tertinggal.

Capaian IKPS sedang di Pulau Maluku yang membedakan dengan daerah capaian rendah disebabkan oleh pemerintah setempat yang telah memberikan bantuan kepada puskesmas berupa alat ultrasonografi (USG) dan pengukur antropometri. Selain itu, tim gabungan BKKBN dan Sinode GPM menyempatkan diri untuk berkunjung ke keluarga *stunting* dan yang berminat untuk ikut KB modern di rumah masing-masing. Adanya motivasi ini akan memberikan pemahaman masyarakat terkait program KB yang berguna untuk penurunan prevelensi *stunting* (Kompasiana, 2023). Balita juga diberi makanan tinggi protein dan pemberian makanan tambahan bagi ibu hamil yang mengalami kekurangan energi kronik (KEK) juga sudah terlaksana walaupun belum mencakup semua daerah (RRI, 2024).

Sedangkan, capaian IKPS tinggi di Pulau Maluku, seperti pada daerah Kabupaten Halmahera Selatan, Kota Ternate, dan Tidore Kepulauan disebabkan karena telah meratanya pembangunan dalam berbagai sektor. Di sektor kesehatan, daerah tersebut telah mempunyai fasilitas lengkap dan tenaga medis yang memadai. Posyandu dapat berjalan secara rutin setiap bulannya sehingga setiap balita mendapat imunisasi secara lengkap (RRI, 2024). Anak balita juga telah mendapatkan ASI eksklusif secara baik daripada daerah lainnya. Di sektor fasilitas sanitasi layak dan air bersih, pemerintah setempat telah menyediakan infrastruktur dasar yang memadai dan menjangkau masyarakat setempat. Dengan demikian, daerah tersebut mempunyai capaian yang tinggi pada sanitasi dan air minum layak (Tribun Ternate, 2023).

Mayoritas wilayah di Pulau Sulawesi memiliki capaian IKPS pada kategori tinggi. Hal ini dikarenakan sudah meratanya capaian di berbagai indikator. Terbukti

bahwa hampir semua kabupaten/kota di Pulau Sulawesi telah mendapatkan akses air minum bersih, sanitasi, dan rumah layak huni. Hal tersebut dikarenakan akses jalan dapat digapai oleh masyarakat. Daerah ini juga telah mendapat peningkatan layanan posyandu. Dalam posyandu tersebut terdapat penyuluhan dan konseling untuk berikan edukasi terkait mekanisme Pemberian Makanan Tambahan (PMT), serta pelayanan kesehatan berupa Rikes, pemberian vitamin A, obat cacing, dan imunisasi untuk semua anak yang berjalan dengan cukup baik. Selain itu, terealisasinya pelatihan keterampilan tenaga kesehatan agar menjadi tenaga pengukur yang tepat dan akurat. Setiap puskesmas juga telah disediakan alat USG dan antropometri untuk melihat perkembangan anak (Kemenko PMK, 2023).

Namun, di Pulau Sulawesi masih terdapat daerah dengan capaian IKPS sedang yang disebabkan karena kemiskinan dan PAUD. Kemiskinan ini disebabkan kurangnya penerima KPS/KKS secara tepat sasaran. Masih banyak keluarga tidak mampu yang belum mendapatkannya. Maka dari itu pemerintah setempat menekankan pentingnya validasi data penerima bantuan agar penyaluran lebih tepat sasaran. Di sektor pendidikan khususnya PAUD terjadi capaian sedang dikarenakan keterbatasan akses di wilayah pedalaman dan kualitas guru. Pemerintah setempat memberikan solusi dengan adanya beasiswa kepada guru-guru untuk meningkatkan kualitas tenaga pendidik (Bappeda Sulsel, 2023).

Wilayah Pulau Kalimantan memiliki kabupaten/kota yang berada dalam capaian IKPS tinggi. Hal ini dikarenakan sudah meratanya penanganan *stunting* di setiap daerah tersebut. Air bersih yang sudah mudah diakses masyarakat menjadi bukti kenaikan capaian IKPS. Selain itu, sanitasi yang layak juga sudah tersedia di

setiap rumah. Di sektor kesehatan pada wilayah capaian tinggi ini juga sudah berjalan program posyandu setiap bulannya (Kemenko PMK, 2023).

Akan tetapi, masih banyak daerah di Pulau Kalimantan berada dalam capaian IKPS sedang. Hal ini disebabkan karena masih banyak daerah yang belum merata dalam penerimaan KKS/KPS, Kepemilikan JKN, dan PAUD. Minimnya penerima KPS/KKS dan JKN disebabkan oleh keterbatasan kuota serta persyaratan yang relatif sulit untuk dipenuhi (Media Center, 2022). Pendidikan sendiri terjadi kesulitan karena akses dan jalan yang sulit dicapai oleh masyarakat terutama yang berada di daerah pedalaman. Jalan yang tak layak masih menjadi pekerjaan rumah untuk pemerintah agar semua layanan yang tersedia dapat dirasakan langsung oleh masyarakat Kalimantan (ANTARA, 2023).

Selain indikator yang berada pada wilayah capaian sedang, terdapat indikator imunisasi dan penolong persalinan oleh tenaga kesehatan yang menjadi permasalahan di wilayah dengan capaian IKPS rendah di Pulau Kalimantan. Hal tersebut disebabkan oleh distribusi vaksin yang terhambat dan kondisi geografis yang sulit untuk dijangkau. Selain itu, kurangnya fasilitas dan tenaga kesehatan menjadi pengaruh capaian indikator tersebut (Dinas Kesehatan Kabupaten Kapuas, 2024).

Mayoritas wilayah di Pulau Nusa Tenggara sudah berada dalam kategori capaian IKPS tinggi. Banyak daerah yang telah mendapatkan pemerataan penanganan *stunting*. Selain itu, daerah tersebut sudah mendapatkan pelayanan, sarana, prasarana, dan akses yang layak terutama di daerah perkotaan. Namun masih ada kendala pada indikator penerima KPS/KKS dan PAUD. Penerima KPS/KKS terjadi kendala di kurang tepat sasaran dalam penerimaan. Selain itu,

kurangnya kuota dan susahny persyaratan juga menjadi kendala. Di sektor pendidikan disebabkan karena akses pendidikan di pedalaman yang masih belum merata dan sulit dijangkau daripada di wilayah perkotaan. Jumlah sekolah di wilayah pedalaman masih sangat sedikit. Kurangnya tenaga pengajar juga memperparah masalah di sektor pendidikan (Insan Bumi Mandiri, 2023).

Pulau Bali telah berada dalam kategori capain IKPS tinggi. Hal ini menyebabkan angka prevelensi *stunting* mengalami penurunan yang signifikan dari 10,9% pada tahun 2021 menjadi 8% pada tahun 2022. Bali menjadi wilayah dengan prevelensi *stunting* terendah. Bali telah memberikan layanan, akses, sarana dan prasarana yang telah memadai diberbagai daerahnya. Wilayah Bali telah melakukan intervensi yang tepat sararan sampai ke tingkat keluarga. Selain itu, pemerintah daerah Bali telah memberikan MP ASI yang berkualitas, penekanan mengonsumsi protein hewani, kelengkapan imunisasi, memperhatikan air bersih dan sanitasi layak, serta perlindungan sosial kepada masyarakat rentan dan miskin (Kemenko PMK, 2023).

Capaian IKPS di wilayah Pulau Jawa secara umum menunjukkan hasil yang tinggi dan progresif dibandingkan wilayah lainnya di Indonesia. Hal ini mencerminkan efektivitas pelaksanaan program intervensi spesifik dan sensitif yang telah menjangkau rumah tangga berisiko *stunting* dengan cukup merata, terutama di wilayah perkotaan dan pinggiran kota yang memiliki infrastruktur layanan publik yang memadai. Faktor pendukung seperti kepemilikan jaminan kesehatan, kelengkapan imunisasi, akses yang mudah terhadap air bersih dan sanitasi layak, serta keterlibatan keluarga dalam posyandu dan layanan PAUD turut berkontribusi pada tingginya capaian IKPS di Jawa (Kemenko PMK, 2023). Selain

itu, ketersediaan dan keterjangkauan makanan bergizi, khususnya protein hewani juga menjadi faktor penting dalam mencegah *stunting* sejak dini. Adanya program edukasi gizi bagi ibu hamil dan menyusui, pemantauan pertumbuhan anak secara berkala, serta keterlibatan aktif kader kesehatan di tingkat desa semakin memperkuat kualitas intervensi (Tempo, 2024).

Namun, masih terdapat daerah dengan capaian IKPS sedang di Pulau Jawa. Tantangan tetap ada di wilayah pedesaan atau daerah-daerah dengan keterbatasan akses, di mana ketimpangan dalam distribusi bantuan sosial seperti KPS/KKS serta keterbatasan tenaga kesehatan dan penyuluhan gizi masih ditemukan. Misal pada provinsi Banten yang masih banyak masyarakat belum menerima bantuan sosial secara tepat sasaran. Selain itu, di sektor kesehatan masih terdapat posyandu yang belum memiliki alat antropometri terstandar, serta belum semua kader dilatih untuk pengukuran, penimbangan, dan pencatatan yang sesuai standar (Kemenko PMK, 2023). Sedangkan, capaian IKPS sedang pada Kabupaten Sampang dan Sumenep selaras dengan kenaikan angka prevalensi *stunting* di daerah tersebut. Penyebab utama dikarenakan tingginya angka pernikahan dini, keterbatasan fasilitas dan tenaga kesehatan di daerah terpencil menghambat pelaksanaan program intervensi gizi dan pemantauan tumbuh kembang anak secara efektif (News Satu, 2024).

Capaian IKPS di Pulau Sumatera beragam di antara provinsi-provinsinya. Beberapa provinsi memiliki capaian di atas rata-rata nasional, sedang, dan yang lain berada di bawahnya. Secara umum, capaian IKPS di Pulau Sumatera dalam kategori sedang. Daerah ini telah menjalankan program posyandu untuk memberikan imunisasi terhadap anak tetapi belum merata ke semua wilayah dikarenakan kendala akses dan jalan yang masih rusak. Selain itu, tenaga medis

masih kurang dan fasilitas belum lengkap menjadi faktor lainnya. Pemerintah telah menyediakan fasilitas sanitasi dan air bersih yang layak tetapi aksesnya belum optimal karena pendistribusian masih dilakukan secara bergiliran. Sementara itu, program pemberian makanan tambahan sudah berjalan tetapi belum mencakup seluruh wilayah yang membutuhkan (Sehat Negeriku, 2023).

Beberapa provinsi di Pulau Sumatera terdapat daerah yang menunjukkan capaian IKPS tinggi. Hal ini dikarenakan daerah tersebut menonjol dalam berbagai indikator pembangunan, termasuk kualitas pendidikan, layanan kesehatan, dan infrastruktur dasar yang memadai. Layanan kesehatan telah merata pada daerah ini yang dikarenakan fasilitas lebih lengkap dan pendistribusian berjalan lancar. Selain itu, tenaga medis pada daerah ini cenderung lebih banyak dan kompeten. Di sektor pendidikan sendiri telah tersedia banyak tenaga pengajar dan fasilitas sarana serta prasarana pembelajaran cukup mendukung (DJPB Kemenkeu, 2023).

Sedangkan, capaian IKPS rendah di Pulau Sumatera disebabkan oleh permasalahan mendasar dalam pembangunan, seperti tingginya angka kemiskinan, rendahnya tingkat pendidikan dan kesehatan, serta kurangnya pemerataan pembangunan antar wilayah (BPS, 2023). Sektor kemiskinan dikarenakan kurang meratanya penerima KPS/KKS yang tepat sasaran. Selain itu, akses jalan dan jarak yang jauh menjadi permasalahan masyarakat di pedalaman untuk mendapatkan fasilitas kesehatan dan pendidikan. Banyak puskesmas yang belum memiliki fasilitas yang layak sehingga menyebabkan rendahnya capaian indikator imunisasi. Sektor pendidikan sendiri terjadi permasalahan karena sarana dan prasarana sekolah yang kurang memadai. Banyak faktor, seperti kurangnya bahan literasi, guru yang

tidak datang ke kelas, murid yang tidak faham materi tapi guru tidak memfasilitasi dan lain sebagainya (Pemprov Sumatera Utara, 2023).

Melihat perbedaan capaian IKPS yang cukup mencolok antar wilayah, pemerintah perlu menerapkan strategi yang tersegmentasi dan berbasis karakteristik daerah. Untuk wilayah dengan capaian IKPS tinggi, langkah yang dapat diambil adalah mempertahankan dan meningkatkan keberlanjutan program dengan memperkuat inovasi layanan, pemberdayaan masyarakat, serta monitoring dan evaluasi berkala agar tidak terjadi stagnasi. Sementara itu, wilayah dengan capaian sedang memerlukan optimalisasi program yang sudah berjalan, penguatan sinergi lintas sektor, serta peningkatan kapasitas tenaga pelaksana di lapangan. Adapun wilayah dengan capaian rendah memerlukan intervensi lebih intensif dan terfokus, seperti peningkatan infrastruktur dasar (jalan, air bersih, fasilitas kesehatan dan pendidikan), pemetaan ulang penerima bantuan sosial agar lebih tepat sasaran, serta peningkatan literasi gizi dan pengasuhan melalui pendekatan budaya lokal. Dengan strategi yang tepat dan kolaboratif, kesenjangan capaian IKPS antar wilayah dapat dipersempit dan target penurunan *stunting* secara nasional dapat tercapai secara lebih merata dan berkelanjutan.

4.5 Kajian Hasil Penelitian dalam Prespektif Islam

Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan *spectral clustering*, variabel yang memiliki nilai rendah dalam capaian IKPS adalah Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD). Kurangnya akses, minimnya fasilitas yang memadai, rendahnya pengetahuan orang tua dan pendapatan rumah tangga, serta keterbatasan tenaga pendidik yang berkualitas menjadi faktor utama yang menghambat peningkatan

angka partisipasi Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) (BPS, 2023). Rendahnya partisipasi Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) mencerminkan masih terbatasnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pendidikan sejak usia dini sebagai fondasi utama. Kondisi ini berpotensi memperburuk masalah *stunting* karena Pendidikan Usia Dini (PAUD) berperan penting dalam memberikan pemahaman kepada anak dan orang tua tentang pentingnya gizi, kesehatan, serta perilaku hidup sehat sejak dini. Islam menekankan pentingnya pendidikan sebagaimana sabda Rasulullah Saw. berikut (Al-Albani, 1996).

عَنْ أَنَسِ بْنِ مَالِكٍ قَالَ: قَالَ رَسُولُ اللَّهِ ﷺ: طَلَبُ الْعِلْمِ فَرِيضَةٌ عَلَى كُلِّ مُسْلِمٍ. (رَوَاهُ ابْنُ مَاجَهَ)
 “Dari Anas bin Malik, ia berkata, Rasulullah Saw. bersabda: Mencari ilmu adalah fardhu bagi setiap orang islam” (HR. Ibnu Majah No. 184)

Berdasarkan hadits tersebut, menuntut ilmu merupakan suatu kewajiban bagi setiap muslim. Hal ini menunjukkan bahwa pendidikan merupakan kebutuhan dasar manusia yang harus dipenuhi sejak dini. Pendidikan tidak hanya berfungsi sebagai sarana transfer ilmu pengetahuan, tetapi juga sebagai proses pembentukan pola pikir, sikap, dan nilai-nilai moral yang akan mempengaruhi seluruh aspek kehidupan seseorang. Islam menempatkan pendidikan pada posisi yang sangat tinggi karena melalui ilmu pengetahuan seseorang dapat membedakan antara yang benar dan salah, membangun masyarakat yang adil, serta meningkatkan kesejahteraan umat.

Dalam penelitian ini, rendahnya partisipasi Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) di sejumlah daerah yang menjadi perhatian dalam capaian IKPS menandakan bahwa hak anak-anak untuk mendapatkan pendidikan dasar belum sepenuhnya terpenuhi. Padahal Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) merupakan

masa kritis dalam membentuk pola pikir, perilaku, dan pemahaman dasar anak terhadap berbagai aspek kehidupan, termasuk kesehatan dan gizi yang sangat berpengaruh dalam pencegahan *stunting*. Oleh karena itu, perlu upaya memperluas akses, meningkatkan kualitas, dan menyadarkan masyarakat akan pentingnya Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) harus menjadi prioritas utama, tidak hanya dalam kebijakan pemerintah tetapi juga sebagai bagian dari implementasi nilai-nilai keislaman dalam kehidupan sehari-hari.

Selain itu, rendahnya capaian IKPS pada variabel penerima Kartu Perlindungan Sosial (KPS)/Kartu Keluarga Sejahtera (KKS) menunjukkan bahwa masih banyak keluarga pra-sejahtera yang belum mendapatkan akses bantuan sosial yang layak. Keterbatasan ini berdampak terhadap kesejahteraan keluarga, terutama dalam pemenuhan kebutuhan dasar seperti gizi, kesehatan, dan pendidikan yang kemudian berkontribusi terhadap tingginya prevalensi *stunting*. Allah SWT. memerintahkan untuk memberi bantuan ke orang miskin sebagaimana firman Allah SWT. dalam Q.S Adz-Dzariyat ayat 19.

وَفِي أَمْوَالِهِمْ حَقٌّ لِّلسَّائِلِ وَالْمَحْرُومِ ﴿١٩﴾

“Pada harta benda mereka ada hak bagi orang miskin yang meminta dan yang tidak meminta.” (Q.S Adz-Dzariyat: 19)

Menurut tafsir kementrian agama (kemenag) dan tahlili, Allah SWT. memerintahkan kepada orang yang bertakwa untuk mengeluarkan zakat atau sedekah dari harta mereka terhadap orang miskin yang meminta bantuan dan yang tidak (Kemenag, 2025a). Hal ini menunjukkan bahwa Islam menekankan pentingnya solidaritas sosial dan tanggung jawab bersama dalam memenuhi kebutuhan kelompok yang kurang mampu. Kriteria orang yang berhak menerima

bantuan seperti penyandang disabilitas dan lanjut usia yang tinggal di panti atau lembaga kesejahteraan sosial, gelandangan, pengemis, korban penyalahgunaan napza, dan bekas warga binaan lembaga pemasyarakatan (BPS, 2023).

Dalam konteks rendahnya capaian IKPS, kurangnya distribusi bantuan sosial kepada keluarga pra-sejahtera tidak hanya menghambat pemenuhan kebutuhan dasar, tetapi juga mengabaikan nilai-nilai keadilan sosial yang diajarkan dalam Islam. Oleh karena itu, optimalisasi program KPS/KKS menjadi langkah penting. Peningkatan akses terhadap bantuan sosial diharapkan dapat memperbaiki kesejahteraan keluarga, meningkatkan kualitas gizi dan kesehatan anak-anak, serta mendukung upaya penurunan angka *stunting* secara lebih efektif dan berkelanjutan.

Capaian IKPS terendah selanjutnya terdapat pada variabel imunisasi. Rendahnya capaian imunisasi disebabkan karena berbagai hal, seperti ketersediaan sarana dan prasarana, jarak, serta waktu tempuh dari tempat tinggal ke lokasi yang sulit diakses. Kebudayaan/agama setempat yang melarang pemberian imunisasi untuk anak juga menjadi penyebab rendahnya capaian. Hal ini dikarenakan kepercayaan jika setelah imunisasi anak menjadi sakit atau terjadi hal lain. Selain itu, minimnya pengetahuan dan pemahaman orang tua tentang keuntungan mendapatkan imunisasi dasar secara lengkap untuk anak menjadi tantangan tersendiri (BPS, 2023). Allah SWT. berfirman dalam Q.S An-Nisa ayat 29.

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا لَا تَأْكُلُوا أَمْوَالَكُمْ بَيْنَكُمْ بِالْبَاطِلِ إِلَّا أَنْ تَكُونَ تِجَارَةً عَنْ تَرَاضٍ مِّنْكُمْ وَلَا تَقْتُلُوا أَنْفُسَكُمْ
إِنَّ اللَّهَ كَانَ بِكُمْ رَحِيمًا ﴿٢٩﴾

“Wahai orang-orang yang beriman, janganlah kamu memakan harta sesamamu dengan cara yang batil (tidak benar), kecuali berupa perniagaan atas dasar suka sama suka di antara kamu. Janganlah kamu membunuh dirimu. Sesungguhnya Allah adalah Maha Penyayang kepadamu.” (Q.S An-Nisa: 29)

Menurut tafsir kementrian agama (kemenag) dan tahlili, Allah SWT. memerintahkan untuk tidak membunuh diri sendiri dan orang lain juga. Membunuh orang lain sama halnya dengan membunuh diri sendiri karena setiap orang yang membunuh akan dibunuh sesuai dengan hukum *qishos*. Sedangkan, dilarang bunuh diri karena termasuk perbuatan putus asa dan orang yang melakukan itu adalah orang yang tidak percaya kepada rahmat dan pertolongan Allah SWT (Kemenag, 2025b).

Berdasarkan konteks imunisasi, menjaga kesehatan anak melalui pemberian imunisasi merupakan bentuk ikhtiar untuk menjaga keselamatan jiwa yang sejalan dengan prinsip Islam dalam menjaga kehidupan manusia. Upaya pencegahan penyakit dengan imunisasi berarti turut melaksanakan amanah untuk melindungi kehidupan yang telah Allah SWT. anugerahkan. Mengabaikan imunisasi dan membiarkan anak rentan terhadap penyakit berbahaya dapat dikategorikan sebagai bentuk kelalaian dalam menjaga amanah kehidupan. Oleh karena itu, meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya imunisasi bukan hanya tugas kesehatan, tetapi juga bagian dari implementasi nilai-nilai keislaman dalam menjaga dan menghargai kehidupan.

Analisis ini menunjukkan bahwa rendahnya capaian pada variabel-variabel IKPS seperti PAUD, akses bantuan sosial, dan imunisasi bukan semata-mata persoalan teknis atau administratif, melainkan juga berkaitan erat dengan kesadaran moral, nilai sosial, dan tanggung jawab spiritual masyarakat. Dalam Islam pendidikan, kepedulian sosial, dan perlindungan terhadap jiwa manusia adalah pilar utama yang tidak dapat dipisahkan dari pembangunan kesejahteraan umat. Ketika pendidikan anak usia dini terabaikan, sesungguhnya kita sedang mengabaikan

tanggung jawab kolektif untuk membentuk generasi yang cerdas dan berakhlak. Ketika distribusi bantuan sosial tidak merata, maka nilai keadilan yang menjadi pondasi syariat Islam tidak ditegakkan secara utuh. Sedangkan, ketika imunisasi diabaikan karena kurangnya pemahaman, maka amanah untuk menjaga nyawa dan kesehatan sebagai bentuk syukur atas karunia Allah SWT. belum dijalankan dengan optimal.

Dengan demikian, hasil penelitian ini mengingatkan bahwa solusi atas permasalahan sosial seperti *stunting* harus bersifat holistik dan terintegrasi, tidak hanya dari sisi kebijakan dan teknis, tetapi juga dari pendekatan keagamaan. Islam sebagai agama yang *rahmatan lil 'alamin* telah memberikan kerangka nilai yang kuat untuk membangun masyarakat yang adil, sehat, dan berpendidikan. Oleh karena itu, sinergi antara ilmu pengetahuan, kebijakan publik, dan nilai-nilai Islam sangat diperlukan agar intervensi yang dilakukan benar-benar menyentuh akar masalah serta memberikan perubahan yang berkelanjutan dalam kehidupan masyarakat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah dan hasil analisis hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil *clustering* dengan menggunakan *spectral clustering* pada Indeks Khusus Penanganan *Stunting* (IKPS) kabupaten/kota di Indonesia menghasilkan 3 klaster optimal, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Klaster 1 merupakan kabupaten/kota dengan capaian IKPS tinggi yang beranggotakan 287 wilayah dengan rincian 214 kabupaten dan 73 kota. Klaster 1 merupakan wilayah dengan akses yang baik dalam berbagai hal. Setiap puskesmas di wilayah klaster 1 telah memiliki alat kesehatan yang lengkap, seperti tersedianya alat USG dan antropometri untuk mengetahui pertumbuhan anak. Selain itu, wilayah di klaster 1 telah mempunyai akses air bersih dan sanitasi yang layak yang telah menjangkau semua masyarakat. Klaster 2 merupakan kabupaten/kota dengan capaian IKPS sedang yang beranggotakan 174 wilayah dengan rincian 150 kabupaten dan 24 kota. Klaster 2 merupakan wilayah yang telah mendapatkan pelayanan persalinan dengan baik. Namun, air minum yang layak masih belum optimal sampai ke masyarakat. Hal tersebut dikarenakan wilayah yang ditempati berada di tanah gambut yang perlu pengolahan lebih lanjut untuk mendapatkan air bersih. Selain itu, wilayah di klaster 2 juga mengalami kendala kurangnya tenaga kesehatan dan akses jalan yang susah di gapai sehingga menyebabkan penurunan capaian

imunisasi. Sedangkan, Klaster 3 merupakan kabupaten/kota dengan capaian IKPS rendah yang beranggotakan 53 wilayah dengan rincian 51 kabupaten dan 2 kota. Wilayah klaster 3 memiliki permasalahan akses di berbagai aspek terutama di pedalaman. Banyak wilayah di klaster 3 yang memiliki jalan rusak sehingga menyebabkan terhambatnya distribusi vaksin untuk imunisasi, sanitasi yang masih kurang layak, dan pendidikan yang masih kurang memadai dikarenakan kurangnya tenaga pengajar serta jarak ke sekolah yang jauh. Masyarakatnya juga masih mengalami kendala kemiskinan ekstrem yang disebabkan oleh kurang tepatnya sasaran penerima bantuan KKS/KPS.

2. Tingkat akurasi hasil *clustering* dengan *Silhouette score* menghasilkan nilai sebesar 0,528. Nilai *Silhouette score* yang mendekati 1 bukan -1 mengindikasikan bahwa jarak antar klaster cukup jauh dan data dalam setiap klaster memiliki kemiripan yang tinggi. Hal ini berarti *spectral clustering* dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai *clustering* kabupaten/kota di Indonesia berdasarkan capaian IKPS rendah, sedang, dan tinggi sehingga dapat digunakan menyusun rencana yang lebih baik dan tepat untuk mempercepat penurunan prevalensi *stunting*.

5.2 Saran

1. Untuk penelitian lanjutan

Penulis memberikan saran penelitian selanjutnya untuk menggunakan matriks similaritas dan Laplace yang berbeda sehingga terdapat perbedaan dengan penelitian ini yang dapat menghasilkan *clustering* lebih baik dan optimal.

Penentuan nilai banyak *nearest neighbors* (k) dan *bandwidth* (σ) dengan cara lainnya sesuai dengan dataset. Selain itu, dapat juga menggunakan metode *clustering* dan evaluasi keakuratan yang lainnya.

2. Untuk dinas terkait

Dinas terkait disarankan untuk memanfaatkan hasil *clustering* dalam merancang strategi penurunan *stunting* yang lebih tepat sasaran, dengan memprioritaskan peningkatan layanan kesehatan, akses gizi, pendidikan anak usia dini, serta sarana sanitasi di wilayah klaster rendah. Di daerah klaster sedang perlu dilakukan penguatan program yang sudah berjalan melalui distribusi bantuan sosial yang lebih merata dan validasi data penerima manfaat secara berkala. Pemerintah daerah juga perlu mempercepat pembangunan infrastruktur dasar seperti akses jalan dan air bersih agar intervensi dapat menjangkau seluruh lapisan masyarakat. Selain itu, hasil penelitian ini dapat digunakan untuk menentukan daerah prioritas dalam mempercepat penurunan *stunting* dengan berbagai program pemerintah, seperti dalam pembagian makanan bergizi gratis.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, Rifa'i. (2021). *Pengantar Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Suka-Press.
- Aggarwal, Charu C., & Reddy, Chandan K.,. (2014). *Data Clustering Data Clustering Algorithms And Applications*. New York: CRC Press
- Al-Albani, Muhammad Nashiruddin. (1996). *Shahih Sunan Ibnu Majah*. Yordania: Pustaka Azzam.
- Antara. (2024, 2 Desember). *Baznas Papua Realisasi Himpunan Zakat Rp.8,3 Miliar*. Diakses pada 27 Mei 2025 dari <https://papua.antaraneews.com/berita/733089/baznas-papua-realisasi-himpun-zakat-rp83-miliar>
- As-Sammarqandi, Imam Abu Al-layth Nasr bin Muhammad Al-Hanani. (1415 H/1994 M). *Tanbihul Ghafilin*. Beirut: Maktab Al-iman.
- Az-Zuhaili, Wahbah. (2013). *Tafsir Al-Munir*. Jakarta: Gema Insani.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2023, 19 Desember). *Laporan Indeks Khusus Penanganan Stunting Kabupaten/Kota 2021-2022*. Diakses pada 19 September 2024 dari <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/12/19/7d87599450712cf4bab879f2/laporan-indeks-khusus-penanganan-stunting-kabupaten-kota-2021-2022.html>
- Bappeda Sulsel. (2023, 21 November). *Kemiskinan Terhadap Angka Kematian Ibu, Angka Kematian Bayi dan Stunting di Sulawesi Selatan*. Diakses pada 27 Mei 2025 dari <https://bappelitbangda.sulselprov.go.id/detailpost/kemiskinan-terhadap-angka-kematian-ibu-angka-kematian-bayi-dan-stunting-di-sulawesi-selatan>
- Baznas Papua. (2024). *Mari Bantu Papua Lawan Stunting*. Diakses pada 25 Mei 2025 dari <https://donasi.online/baznaspapua/papua-bebas-stunting>
- Chanafi, Moch Irfan., Hapsari, Dian Puspita., & Indriyani, Tutuk. (2019). Implementasi Algoritma Clustering Untuk Pengelompokan Pelanggan Retail Berdasarkan Skor Recency, Frequency, Dan Monetary. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII*, Tahun 2019. <https://ejurnal.itats.ac.id/sntekpan/article/view/783/599>
- Dinas Kesehatan Kabupaten Kapuas.(2024, 22 November). *Pertemuan Koordinasi dan Evaluasi Program Imunisasi se-Kabupaten Kapuas*. Diakses pada 26 Mei 2025 dari <https://dinkes.kapuaskab.go.id/web/pertemuan-koordinasi-dan-evaluasi-program-imunisasi-se-kabupaten-kapuas>

- Diskominfoperstatik. (2023, 23 Juni). *Pj. Gubernur Waterpauw : Kita Jangan Berpikir Politik, Mari Satukan Pikiran Turunkan Stunting Selamatkan Anak Cucu Kita*. Diakses pada 26 Mei 2025 dari <https://diskominfoperstatik.papuaratprov.go.id/home/2023/06/23/7694/>
- DJPB Kemenkeu. (2023, 15 Februari). *Rakor BLU se-Sumatera: BLU Optimis, Layanan Semakin Tumbuh*. Diakses pada 27 Mei 2025 dari <https://djp.b.kemenkeu.go.id/portal/id/berita/berita/nasional/4068-rakor-blu-se-sumatera-blu-optimis,-layanan-semakin-tumbuh.html>
- Everitt, Brian S., Landau, Sabine., Leese, Morven., dan Stahl, Daniel. (2011). *Cluster Analysis 5th Edition*. London: Library of Congress Cataloging in Publication Data.
- Faujia, Rosi Anisya., Setianingsih, E. S., & Pratiwi, H. (2022). Analisis Klaster K-Means Dan Agglomerative Nesting Pada Indikator Stunting Balita Di Indonesia (K-Means Cluster Analysis and Agglomerative Nesting Analysis on Toddler Stunting Indicators in Indonesia). *Seminar Nasional Official Statistics*, Tahun 2022. <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2022i1.1511>
- Febriansyah, T. Y., & Qoiriah, A. (2024). Pengelompokan Ulasan Video Game Elden Ring Pada Platform Steam Dengan Metode Spectral Clustering Menggunakan Principal Component Analysis Berbasis Similarity Gaussian. *Journal of Informatics and Computer Science*, Vol. 6, No.1, Tahun 2024. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jinacs/article/view/60923/46840>
- Fettal, Chakib. (2024). *Contributions To Scalable Clustering Of Networks And Graph*. Inggris: Centre Borelli.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate Data Analysis Eighth Edition*. United Kingdom: British Library Cataloguing in Publication Data.
- Insan Bumi Mandiri. (2023, 14 Desember). *Kondisi Pendidikan di Pedalaman NTT yang Masih Tertinggal*. Diakses pada 26 Mei 2025 dari <https://blog.insanbumimandiri.org/pendidikan-di-pedalaman-ntt/>
- Kandir, Nor. (2021). *Kitab Ar-Riqaq dari Sahih Imam Al-Bukhari*. Surabaya: Pustaka Syabab.
- Kemenag. (2024a). *Qur'an Kemenag*. Diakses pada 20 September 2024 dari <https://quran.kemenag.go.id/quran/per-ayat/surah/2?from=233&to=286>
- Kemenag. (2024b). *Qur'an Kemenag*. Diakses pada 20 September 2024 dari <https://quran.kemenag.go.id/quran/per-ayat/surah/80?from=24&to=42>
- Kemenag. (2024c). *Qur'an Kemenag*. Diakses pada 20 September 2024 dari <https://quran.kemenag.go.id/quran/per-ayat/surah/2?from=168&to=286>

- Kemenag. (2024d). *Qur'an Kemenag*. Diakses pada 20 September 2024 dari <https://quran.kemenag.go.id/quran/per-ayat/surah/17?from=31&to=111>
- Kemenag. (2025a). *Qur'an Kemenag*. Diakses pada 21 April 2025 dari <https://quran.kemenag.go.id/quran/per-ayat/surah/51?from=19&to=60>
- Kemenag. (2025b). *Qur'an Kemenag*. Diakses pada 21 April 2025 dari <https://quran.kemenag.go.id/quran/per-ayat/surah/4?from=29&to=176>
- Kemenko PMK. (2024, 11 September). *Menko PMK Sampaikan Keberhasilan dalam Percepatan Penurunan Stunting*. Diakses pada 21 April 2025 dari <https://www.kemenkopmk.go.id/index.php/menko-pmk-sampaikan-keberhasilan-pemerintah-dalam-percepatan-penurunan-stunting>
- Kementerian Kesehatan. (2023, 8 Juni). *Indeks Khusus Penanganan Stunting*. Diakses pada 19 September 2024 dari <https://stunting.go.id/buku-indeks-khusus-penanganan-stunting-ikps/>
- Kementerian Sekretariat Negara RI. (2023, 30 September). *Hasil Perhitungan IKPS Nasional dan Provinsi Tahun 2022*. Diakses pada 25 Mei 2025 dari <https://stunting.go.id/hasil-perhitungan-ikps-nasional-dan-provinsi-tahun-2022/>
- Kompasiana. (2023, 12 November). *Kualitas Pendidikan Dasar dan Menengah di Provinsi Maluku*. Diakses pada 26 Mei 2025 dari <https://www.kompasiana.com/sbloklomin/65509bac110fce20ce2f3692/kualitas-pendidikan-dasar-dan-menengah-di-provinsi-maluku>
- Link Papua. (2025, 1 Juni). *Angka Stunting Papua Barat Turun 5,9%, DPR RI Apresiasi Kinerja Pemprov*. Diakses pada 3 Juli 2025 dari <https://linkpapua.com/angka-stunting-papua-barat-turun-59-persen-dpr-ri-apresiasi-kinerja-pemprov/>
- Lisawati, S. (2017). Melaksanakan Hak-Hak Anak Dalam Perspektif Islam Sebagai Upaya Pendidikan Agama Pada Anak. *Journal of Islamic Education*, Vol. 1, No. 2, Tahun 2017, Hal. 9596–96. <https://doi.org/10.32507/fikrah.v1i2.6>
- Luxburg, Ulrike Von (2007). A Tutorial on Spectral Clustering. *Journal Statistics and Computing*, Vol. 17, No. 4, Tahun 2007. <https://doi.org/10.48550/arXiv.0711.0189>
- Maftuhah. (2014). Makanan Halal dalam Perspektif al-Qur'an, Sains dan Kesehatan. *Jurnal Bimas Islam*, Vol. 7, No.11, Tahun 2014. <https://jurnalbimasislam.kemenag.go.id/jbi/article/view/1187/236>
- Media Center. (2022, 2 Februari). *Pemprov Kalsel Targetkan 22 Ribu Orang Dapatkan JKN-KIS*. Diakses pada 27 Mei 2025 dari

<https://diskominfo.mc.kalselprov.go.id/2022/02/02/pemprov-kalseltargetkan-22-ribu-orang-dapatkan-jkn-kis/>

- Muzakki, F. (2021). *Konsep Makanan Halal dan Thayyib Terhadap Kesehatan Dalam Al-Qur'an*. Institut Perguruan Tinggi Ilmu Al-Qur'an.
- Novita, I., & Rahman, P. (2023). Hak Anak Dalam Perspektif Al-Qur'an. *Jurnal Studi Islam*, Vol. 09, No. 1, Tahun 2023. <https://ejournal.stismu.ac.id/ojs/index.php/qolamuna/article/view/1220>
- Puspita, Ika., Hayati, Memi Nor., & Nohe, Darnah Andi. (2023). Pengelompokan Puskesmas Berdasarkan Kasus Balita Stunting Di Kabupaten Paser Menggunakan Metode. *Jurnal Eksponensial*, Vol. 14, No. 1, Mei 2023, Hal. 1-10. [Http://Jurnal.Fmipa.Unmul.Ac.Id/Index.Php/Exponensial](http://Jurnal.Fmipa.Unmul.Ac.Id/Index.Php/Exponensial)
- Pemkot Ambon. (2023, 9 Maret). *Fokus Pemkot Turunkan Stunting Buahkan Hasil*. Diakses pada 26 Mei 2025 dari <https://ambon.go.id/fokus-pemkot-turunkan-stunting-buahkan-hasil/>
- Pemprov Sumatera Utara. (2023, 17 November). *Edy Rahmayadi: Jauhkan Ketimpangan Kualitas Pendidikan Antara Desa dan Kota*. Diakses pada 27 Mei 2025 dari <https://sumutprov.go.id/artikel/artikel/edy-rahmayadi-jauhkan-ketimpangan--kualitas-pendidikan-antara-desa-dan-kota>
- Putri, Millenia Winadya., Nur, Indah Manfaati., & Wasono. ,Rochdi. (2022). Implementasi Spectral Clustering Algorithm Untuk Pengelompokan Sasaran Vaksinasi Covid-19 Di Indonesia. *Jurnal Statistika*, Vol. 10, No. 1, Tahun 2022. <https://doi.org/10.26714/jsunimus.10.1.2022.26-31>
- Rahayu, Prastyadi Wibawa, dkk. (2024). *Buku Ajar Data Mining*. Bandung: PT. Sonpedia Publishing Indonesia
- Ridwan., Al Faruq, Umar., Setyobudi, Teguh., Masykuroh, Ummi Farichatul., & Fitriyah, Yusfa Nurul. Integrasi Nilai-Nilai Islam dalam Pencegahan Stunting di Indonesia: Analisis Surah An-Nisa' Ayat 9 sebagai Landasan Pendekatan Holistik. *Journal of Women and Children Studies*, Vol. 4, N0. 12, Desember 2024. <https://dx.doi.org/10.24042/jwcs.v4i2.24264>
- Rokach, Lior. (2024). *Cluster Analysis A Primer Using R*. Singapura: World Scientific Publishing.
- Rousseeuw, Peter J. (1987). Silhouettes: a graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, Tahun 1987, Hal. 53-65. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-0427\(87\)90125-7](http://dx.doi.org/10.1016/0377-0427(87)90125-7)

- RRI. (2024, 04 Juli). *Dua Faktor Utama Penyebab Kemiskinan di Maluku Utara*. Diakses pada 25 Mei 2025 dari <https://www.rri.co.id/daerah/802826/dua-faktor-utama-penyebab-kemiskinan-di-maluku-utara>
- Satriawan, D., & Styawan, D. A. (2021). Pengelompokan Provinsi di Indonesia Berdasarkan Faktor Penyebab Balita Stunting Menggunakan Analisis Cluster Hierarki. *Jurnal Statistika Dan Aplikasinya*, Vol. 5, No. 1, Tahun 2021. <https://doi.org/10.21009/JSA.05106>
- Sehat Negeriku. (2023, 25 Januari). *Prevalensi Stunting di Indonesia Turun ke 21,6% dari 24,4%*. Diakses pada 27 Mei 2025 dari <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/rilismedia/20230125/3142280/prev-alensi-stunting-di-indonesia-turun-ke-216-dari-244/>
- Tempo. (2024, 8 Desember). *BKKBN Sebut Angka Stunting di Jawa Tengah Turun tapi Kecil, Ini Langkah yang Ditempuh*. Diakses pada 27 Mei 2025 dari <https://www.tempo.co/politik/bkkbn-sebut-angka-stunting-di-jawa-tengah-turun-tapi-kecil-ini-langkah-yang-ditempuh--111171>
- Tribun Ternate. (2024, 7 Juni). *Angka Stunting di Halmahera Selatan Turun 4 Persen, Dinas P3AKB Dorong Program Tribina*. Diakses pada 3 Juni 2025 dari <https://ternate.tribunnews.com/2023/06/07/percepatan-penurunan-stunting-di-halmahera-selatan-bkkbn-malut-lakukan-sinergitas-lintas-sektor>
- Wahyuni, M. (2020). *Statistik Deskriptif Untuk Penelitian Olah Data Manual Dan SPSS Versi 25*. Yogyakarta: Bintang Pustaka Madani.
- Wulandari, S., & Novita, D. (2021.). Analisis Clustering Virus Mers-Cov Menggunakan Metode Spectral Clustering Dan Algoritma K-Means. *Jurnal Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi*, Vol. 5, No. 3, Tahun 2021. <http://dx.doi.org/10.30998/string.v5i3.7942>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data IKPS Kabupaten/Kota Tahun 2022

No.	Kab. / Kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
1	Kab. Simeulue	94,0	97,0	44,4	100,0	100,0	83,7	70,2	48,2	99,0	38,0
2	Kab. Aceh Singkil	42,8	82,6	53,0	100,0	81,0	84,4	78,9	41,1	94,3	72,1
3	Kab. Aceh Selatan	46,9	92,1	58,4	80,8	100,0	77,5	70,8	73,0	95,8	53,4
4	Kab. Aceh Tenggara	66,6	74,1	54,4	50,9	93,8	93,8	62,9	9,3	97,8	13,0
5	Kab. Aceh Timur	7,2	91,2	64,4	93,3	96,9	82,8	69,1	20,8	98,2	37,6
6	Kab. Aceh Tengah	39,3	97,0	71,8	70,5	99,1	97,1	89,7	23,8	96,3	29,3
7	Kab. Aceh Barat	21,4	100,0	55,5	80,1	100,0	95,5	88,4	47,3	98,5	31,5
8	Kab. Aceh Besar	7,4	98,5	47,0	77,9	91,9	90,4	83,5	43,2	96,7	58,3
9	Kab. Pidie	18,7	95,4	39,3	74,0	100,0	89,2	54,7	26,0	97,3	75,5
10	Kab. Bireuen	5,2	96,7	45,8	74,3	89,8	94,8	85,4	41,7	98,4	62,5
11	Kab. Aceh Utara	3,4	85,7	53,5	100,0	88,4	91,3	78,9	26,1	98,2	52,5
12	Kab. Aceh Barat Daya	25,4	98,3	64,8	100,0	100,0	89,1	65,9	52,3	99,1	64,0
13	Kab. Gayo Lues	65,7	54,8	78,4	87,3	100,0	86,2	46,3	23,2	98,0	19,4
14	Kab. Aceh Tamiang	48,7	94,5	56,4	100,0	90,9	83,8	82,7	30,2	89,0	32,1
15	Kab. Nagan Raya	25,6	91,5	59,3	54,4	100,0	90,5	80,0	48,9	98,5	33,3
16	Kab. Aceh Jaya	6,3	96,4	64,5	8,8	100,0	83,1	78,0	65,2	99,5	45,3
17	Kab. Bener Meriah	30,3	90,2	86,3	95,3	88,1	88,5	81,6	19,3	96,2	31,3
18	Kab. Pidie Jaya	11,3	94,2	46,1	44,0	100,0	90,4	73,5	34,9	96,9	62,6
19	Kota Banda Aceh	18,8	97,8	37,6	68,9	92,8	95,7	96,9	33,6	97,8	34,4
20	Kota Sabang	69,8	96,0	43,4	100,0	86,6	92,6	89,5	39,1	99,6	28,9
21	Kota Langsa	55,3	96,3	48,5	95,0	83,4	98,5	91,9	36,3	98,3	46,6
22	Kota Lhokseumawe	38,4	96,6	37,4	72,5	91,4	98,7	90,3	26,6	94,7	39,4
23	Kota Subulussalam	72,3	83,1	47,1	100,0	95,8	56,0	72,5	35,9	96,0	42,3
24	Kab. Nias	44,6	68,3	66,4	76,4	72,4	51,6	28,2	24,8	61,6	62,1
25	Kab. Mandailing Natal	43,3	72,4	39,9	51,6	88,3	75,5	39,6	16,2	34,4	21,1
26	Kab. Tapanuli Selatan	29,8	68,5	51,1	66,0	97,3	73,2	52,9	20,1	50,9	34,3
27	Kab. Tapanuli Tengah	45,3	87,6	44,9	84,9	76,9	79,3	58,5	30,9	64,9	51,5
28	Kab. Tapanuli Utara	64,0	90,9	52,0	100,0	84,5	92,9	87,8	23,1	49,8	38,8
29	Kota Toba Samosir	72,4	73,1	43,1	90,4	65,8	96,0	89,4	33,3	65,4	27,6
30	Kab. Labuhan Batu	56,0	85,4	53,9	45,5	81,4	93,7	80,4	32,3	46,9	36,9

No.	Kab. / Kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
31	Kab. Asahan	38,4	91,9	54,0	85,5	86,5	92,9	89,3	18,1	55,0	33,3
32	Kab. Simalungun	66,0	90,7	54,3	76,3	76,4	98,7	91,2	21,0	47,4	35,5
33	Kab. Dairi	90,6	95,9	61,5	56,6	81,0	96,7	94,1	26,0	62,2	35,8
34	Kab. Karo	86,0	98,7	41,6	100,0	87,8	91,5	85,3	26,7	63,0	27,6
35	Kab. Deli Serdang	53,6	95,1	50,6	63,8	85,1	97,4	91,1	32,9	50,8	13,0
36	Kab. Langkat	45,8	93,9	60,8	100,0	73,3	92,7	86,5	25,8	54,2	35,6
37	Kab. Nias Selatan	19,0	31,9	34,9	3,6	67,0	66,7	12,2	20,8	35,0	45,0
38	Kab. Humbang Hasundutan	72,0	97,3	46,0	85,0	94,4	90,5	93,9	34,9	65,5	46,8
39	Kab. Pakpak Bharat	58,9	93,3	58,9	95,8	93,8	81,9	89,0	45,7	86,1	34,8
40	Kab. Samosir	42,6	98,1	40,8	63,8	78,9	74,7	89,5	25,1	82,7	48,6
41	Kab. Serdang Bedagai	59,6	93,1	63,9	51,0	77,3	99,3	92,0	16,9	48,2	32,0
42	Kab. Batu Bara	35,3	89,2	54,0	47,1	93,6	97,0	88,2	22,2	51,8	59,6
43	Kab. Padang Lawas Utara	15,2	62,8	70,5	100,0	100,0	82,1	71,0	12,8	39,1	21,0
44	Kab. Padang Lawas	16,2	76,7	64,6	100,0	100,0	83,7	65,5	28,4	48,3	26,9
45	Kab. Labuhan Batu Selatan	44,3	72,4	62,9	28,0	71,4	91,3	85,1	32,9	47,3	13,1
46	Kab. Labuhan Batu Utara	60,3	84,4	58,8	41,6	78,1	93,0	81,8	24,7	48,1	38,3
47	Kab. Nias Utara	10,8	53,4	51,1	67,9	48,0	69,8	41,2	37,7	69,8	75,3
48	Kab. Nias Barat	26,0	69,1	55,5	74,9	73,8	70,7	39,9	30,8	83,4	89,3
49	Kota Sibolga	10,1	95,9	68,3	89,9	72,4	97,7	42,1	21,6	87,5	50,4
50	Kota Tanjung Balai	29,3	91,8	67,9	16,8	55,6	87,6	93,5	26,7	67,9	51,1
51	Kota Pematang Siantar	54,6	81,1	43,4	100,0	89,6	99,8	92,3	20,0	72,8	56,9
52	Kota Tebing Tinggi	42,8	100,0	53,1	57,5	53,4	99,7	90,6	37,7	89,0	49,3
53	Kota Medan	40,2	96,4	39,5	68,9	58,4	98,5	92,2	22,3	68,4	24,5
54	Kota Binjai	76,1	98,1	58,0	70,4	82,6	98,8	95,5	29,2	65,0	20,9
55	Kota Padangsidimpuan	5,2	95,7	48,3	73,5	93,1	63,5	45,6	25,7	56,8	41,4
56	Kota Gunungsitoli	44,9	96,6	59,6	79,4	56,8	77,2	50,3	32,1	77,9	67,4
57	Kab. Kep. Mentawai	43,0	46,4	65,6	100,0	95,4	63,2	69,1	33,6	62,3	34,8
58	Kab. Pesisir Selatan	46,3	99,5	72,3	84,9	88,6	85,8	73,7	31,4	98,7	59,3
59	Kab. Solok	46,3	100,0	64,0	68,0	98,3	81,0	57,3	34,8	43,2	28,4
60	Kab. Sijunjung	76,1	90,9	68,4	100,0	85,6	70,3	74,1	39,1	61,7	35,0
61	Kab. Tanah Datar	45,6	100,0	52,8	100,0	100,0	87,8	57,5	37,9	67,3	44,3
62	Kab. Padang Pariaman	23,2	98,6	39,6	96,3	87,6	88,2	59,8	27,1	50,9	38,4
63	Kab. Agam	41,2	98,7	47,6	93,3	89,0	92,8	74,8	26,4	65,3	33,6

No.	Kab. / Kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
64	Kab. Lima Puluh Kota	48,1	98,5	64,4	86,5	74,8	71,3	64,2	47,2	60,8	49,6
65	Kab. Pasaman	46,6	92,0	46,1	79,0	98,6	75,8	42,8	23,4	96,0	49,5
66	Kab. Solok Selatan	25,4	86,8	70,9	98,3	86,5	77,5	55,3	22,7	66,7	36,4
67	Kab. Dharmasraya	55,4	93,0	80,0	100,0	100,0	69,6	81,1	43,7	54,8	41,5
68	Kab. Pasaman Barat	31,4	86,4	40,6	97,0	100,0	77,8	69,0	24,2	59,0	38,8
69	Kota Padang	21,7	99,4	39,1	71,0	85,4	97,9	76,1	26,4	76,1	31,0
70	Kota Solok	85,4	100,0	71,6	100,0	89,3	97,2	92,5	37,0	95,5	42,9
71	Kota Sawah Lunto	89,1	100,0	87,6	100,0	99,1	92,7	86,9	52,4	84,9	7,8
72	Kota Padang Panjang	91,4	100,0	66,5	100,0	70,9	98,1	77,4	51,6	90,6	44,5
73	Kota Bukittinggi	56,8	100,0	62,9	100,0	100,0	98,6	85,1	33,3	87,4	23,6
74	Kota Payakumbuh	68,8	100,0	61,9	100,0	100,0	98,8	87,1	25,1	78,9	51,1
75	Kota Pariaman	78,3	99,3	52,6	100,0	96,0	95,5	82,9	28,3	85,7	38,0
76	Kab. Kuantan Singingi	34,2	88,8	69,3	85,3	100,0	82,5	87,0	34,1	54,7	38,5
77	Kab. Indragiri Hulu	45,8	78,0	64,4	86,6	83,6	72,9	84,6	20,1	90,9	26,8
78	Kab. Indragiri Hilir	39,1	65,1	70,3	79,5	89,4	88,8	56,3	27,2	43,3	19,6
79	Kab. Pelalawan	16,9	73,5	50,6	84,9	100,0	86,1	83,8	23,3	64,6	13,9
80	Kab. Siak	71,4	95,0	54,0	100,0	85,9	91,6	93,5	36,2	54,9	20,6
81	Kab. Kampar	65,3	87,5	59,3	89,5	86,1	91,4	83,0	28,4	77,9	25,6
82	Kab. Rokan Hulu	25,7	82,2	65,6	78,8	100,0	91,1	90,1	27,3	33,0	20,3
83	Kab. Bengkalis	57,4	96,6	55,5	100,0	90,4	94,2	87,0	19,7	63,4	30,4
84	Kab. Rokan Hilir	36,7	86,7	69,1	75,6	70,8	86,4	81,2	28,1	49,3	42,8
85	Kab. Kep. Meranti	45,2	87,1	59,8	64,9	64,0	94,6	57,0	31,1	74,8	70,1
86	Kota Pekanbaru	76,4	99,2	42,8	94,9	97,8	98,6	96,7	16,0	82,3	15,3
87	Kota Dumai	25,2	93,0	48,4	43,5	81,6	90,0	91,4	20,4	74,3	33,1
88	Kab. Kerinci	50,4	92,8	93,9	100,0	94,6	81,2	68,1	61,1	38,7	27,4
89	Kab. Merangin	65,1	68,6	79,9	100,0	92,4	51,3	75,7	31,8	42,8	19,3
90	Kab. Serolangun	45,2	86,3	90,9	88,4	100,0	72,0	79,1	24,0	55,4	27,8
91	Kab. Batang Hari	69,0	83,4	83,4	66,9	89,1	83,3	80,3	29,2	65,3	24,6
92	Kab. Muaro Jambi	66,6	79,0	77,6	97,0	81,5	74,2	83,4	37,3	50,4	8,6
93	Kab. Tanjung Jabung Timur	52,2	52,1	84,4	100,0	84,8	83,7	69,8	31,7	88,9	30,3
94	Kab. Tanjung Jabung Barat	65,6	70,3	69,1	91,8	84,4	92,9	73,5	29,3	43,0	31,0
95	Kab. Tebo	56,7	83,0	79,9	100,0	100,0	74,2	78,3	36,4	39,0	22,0
96	Kab. Bungo	53,0	82,6	79,9	80,0	100,0	77,3	79,6	39,4	43,2	30,8
97	Kota Jambi	67,7	98,8	64,5	68,1	69,0	95,3	92,8	31,1	70,7	33,6

No.	Kab. / Kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
98	Kota Sungai Penuh	15,7	91,8	86,8	100,0	100,0	93,7	77,7	49,4	75,7	26,0
99	Kab. Ogan Komering Ulu	81,6	77,7	84,9	100,0	100,0	82,8	84,4	27,6	43,3	52,5
100	Kab. Ogan Komering Ilir	61,0	84,5	80,1	88,1	91,1	78,5	63,9	25,1	28,1	33,0
101	Kab. Muara Enim	43,3	78,5	75,3	92,6	82,9	91,5	84,2	15,7	93,5	49,8
102	Kab. Lahat	57,2	86,9	84,3	98,4	82,9	84,3	70,4	30,0	74,9	40,0
103	Kab. Musi Rawas	60,4	93,6	86,8	100,0	100,0	93,2	73,7	31,8	45,9	36,8
104	Kab. Musi Banyuasin	29,3	82,8	78,1	92,3	88,5	81,8	80,7	21,2	61,9	34,0
105	Kab. Banyuasin	80,4	83,8	80,4	89,4	93,6	78,3	72,8	26,6	65,6	25,8
106	Kab. Ogan Komering Ulu Selatan	82,8	58,5	82,9	93,3	99,5	76,5	57,5	30,4	33,0	29,5
107	Kab. Ogan Komering Ulu Timur	82,3	84,5	78,8	100,0	95,8	94,1	87,5	33,1	34,1	28,1
108	Kab. Ogan Ilir	72,0	79,7	91,4	100,0	94,1	71,9	71,5	40,3	65,0	57,6
109	Kab. Empat Lawang	98,3	72,5	84,9	96,0	67,5	64,8	66,9	22,4	48,5	23,3
110	Kab. Penukal Abab Lematang Ilir	71,6	95,0	96,5	100,0	85,8	85,8	89,4	23,6	96,5	35,1
111	Kab. Musi Rawas Utara	50,3	77,0	89,3	100,0	100,0	87,1	65,7	23,0	41,3	21,6
112	Kota Palembang	47,4	93,9	49,0	51,5	79,8	98,0	92,7	32,3	70,6	30,5
113	Kota Prabumulih	53,6	94,8	72,1	100,0	76,3	98,4	97,6	42,6	72,7	33,5
114	Kota Pagar Alam	30,8	90,1	79,9	100,0	100,0	85,8	62,1	24,2	48,5	30,5
115	Kota Lubuklinggau	84,0	98,6	75,3	100,0	68,4	96,4	87,6	17,4	67,6	56,1
116	Kab. Bengkulu Selatan	76,7	100,0	82,6	76,0	100,0	65,0	84,1	37,6	74,0	70,1
117	Kab. Rejang Lebong	86,2	92,0	79,5	93,8	97,9	57,2	70,2	23,6	45,2	35,3
118	Kab. Bengkulu Utara	100,0	90,5	69,6	100,0	100,0	82,6	83,4	29,2	60,3	49,6
119	Kab. Kaur	82,7	87,5	81,0	90,5	96,9	83,9	81,2	33,8	66,1	54,9
120	Kab. Seluma	83,8	88,6	87,1	100,0	90,4	71,6	86,2	30,1	72,6	53,5
121	Kab. Mukomuko	87,1	91,4	75,5	71,8	94,5	75,7	79,1	35,1	56,0	32,6
122	Kab. Lebong	78,7	85,2	94,4	37,5	83,5	54,9	51,9	26,8	50,5	39,8
123	Kab. Kepahiang	100,0	89,8	86,1	72,4	95,1	61,8	64,6	19,6	51,3	27,6
124	Kab. Bengkulu Tengah	94,4	82,5	88,8	100,0	88,4	51,9	74,6	23,4	69,9	35,3
125	Kota Bengkulu	45,0	95,0	56,4	59,6	93,1	94,5	94,5	32,4	77,6	43,1
126	Kab. Lampung Barat	82,6	86,7	96,4	100,0	84,1	65,1	83,7	29,4	47,3	38,0
127	Kab. Tanggamus	85,8	87,8	83,3	75,6	90,9	59,8	64,0	31,3	93,4	58,0

No.	Kab. / Kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
128	Kab. Lampung Selatan	89,3	90,4	80,6	99,8	100,0	90,8	94,3	30,6	78,3	49,8
129	Kab. Lampung Timur	83,1	91,1	79,1	85,6	87,4	85,8	85,3	47,4	53,0	40,1
130	Kab. Lampung Tengah	81,3	97,3	83,1	93,1	56,8	83,3	81,2	36,3	49,3	37,1
131	Kab. Lampung Utara	90,4	95,6	91,0	100,0	100,0	70,3	80,8	24,8	61,6	60,8
132	Kab. Way Kanan	69,6	79,9	87,1	100,0	91,8	63,3	73,9	32,8	58,3	60,0
133	Kab. Tulangbawang	91,0	93,1	87,3	100,0	81,0	81,5	85,6	34,3	42,9	38,5
134	Kab. Pesawaran	83,1	82,7	77,0	100,0	81,5	88,4	86,2	39,2	57,4	63,4
135	Kab. Pringsewu	94,3	97,6	72,9	100,0	83,8	93,4	84,2	44,9	50,3	57,1
136	Kab. Mesuji	100,0	90,4	83,4	100,0	83,0	80,8	84,6	37,1	47,3	46,5
137	Kab. Tulang Bawang Barat	93,3	92,4	85,5	100,0	100,0	51,9	77,9	33,9	35,4	22,5
138	Kab. Pesisir Barat	80,4	77,0	88,0	100,0	80,1	68,5	77,7	33,3	66,3	58,0
139	Kota Bandar Lampung	74,7	100,0	63,8	76,8	87,1	98,3	89,1	22,0	86,9	55,0
140	Kota Metro	93,7	95,4	72,8	100,0	85,4	96,2	98,8	54,6	96,9	54,3
141	Kab. Bangka	92,6	98,8	73,3	100,0	48,9	72,2	94,2	34,7	69,4	18,6
142	Kab. Belitung	83,3	97,8	78,9	56,3	66,9	85,2	92,7	38,2	85,3	10,1
143	Kab. Bangka Barat	100,0	96,5	80,3	95,9	72,3	84,0	91,0	32,3	74,6	20,5
144	Kab. Bangka Tengah	56,2	91,2	73,6	58,5	71,1	85,4	93,8	33,8	60,7	18,1
145	Kab. Bangka Selatan	66,2	86,8	82,6	59,3	65,8	74,2	86,5	35,2	46,1	11,0
146	Kab. Belitung Timur	100,0	97,4	85,3	100,0	71,1	75,4	89,9	44,1	84,8	30,0
147	Kota Pangkal Pinang	58,9	100,0	54,6	75,3	98,9	94,0	91,5	36,0	76,2	28,9
148	Kab. Karimun	55,0	100,0	58,5	82,6	68,3	85,2	97,0	30,0	63,5	17,0
149	Kab. Bintan	47,4	96,6	54,5	76,0	90,8	85,5	87,6	43,8	74,3	19,4
150	Kab. Natuna	50,1	72,6	80,0	35,0	47,1	87,2	76,4	42,6	90,4	15,1
151	Kab. Lingga	41,7	76,2	75,5	16,9	85,3	83,5	65,5	34,6	80,9	37,3
152	Kab. Kep. Anambas	41,6	78,1	72,8	0,0	70,1	28,6	29,1	54,8	94,2	13,6
153	Kota Batam	89,6	97,3	42,0	83,3	90,8	95,3	89,2	29,4	65,9	22,0
154	Kota Tanjung Pinang	49,8	99,5	45,5	92,6	91,4	93,4	91,7	35,8	79,6	24,3
155	Kab. Kep. Seribu	72,4	100,0	71,3	48,5	70,0	87,0	85,7	74,9	99,0	16,5
156	Kota Jakarta Selatan	68,3	97,1	46,5	82,9	89,9	98,0	95,5	36,0	85,8	11,9
157	Kota Jakarta Timur	68,9	95,6	65,9	68,3	72,5	98,1	94,3	44,2	84,8	7,0
158	Kota Jakarta Pusat	58,0	98,9	57,8	76,9	93,9	98,1	92,4	39,9	90,3	21,0
159	Kota Jakarta Barat	84,8	94,2	64,4	96,3	83,5	98,9	91,7	49,9	86,5	6,0

No.	Kab. / Kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
160	Kota Jakarta Utara	59,2	99,5	55,8	75,6	78,6	96,1	88,9	31,3	85,4	15,6
161	Kab. Bogor	54,1	73,4	69,6	94,5	100,0	92,3	73,5	24,7	58,7	41,0
162	Kab. Sukabumi	91,2	84,5	77,1	100,0	90,0	85,7	63,3	33,3	53,7	39,0
163	Kab. Cianjur	41,7	68,6	76,4	100,0	100,0	80,8	61,8	36,4	46,9	54,8
164	Kab. Bandung	85,0	83,8	84,1	100,0	100,0	93,8	70,8	43,4	54,0	43,6
165	Kab. Garut	51,7	68,0	81,8	94,0	96,3	78,2	51,9	32,1	42,2	53,0
166	Kab. Tasikmalaya	86,3	77,2	77,8	78,9	100,0	89,3	54,4	49,6	41,0	55,4
167	Kab. Ciamis	82,1	93,2	77,8	100,0	100,0	93,8	75,5	56,0	56,6	83,3
168	Kab. Kuningan	59,2	95,9	73,3	99,6	98,9	95,5	69,3	37,7	68,7	65,5
169	Kab. Cirebon	73,2	84,6	62,5	77,9	92,6	95,0	86,8	40,2	65,5	46,4
170	Kab. Majalengka	64,3	91,8	79,4	76,4	96,9	95,7	81,3	35,9	48,3	64,3
171	Kab. Sumedang	94,3	97,5	90,8	59,0	93,4	95,8	80,6	32,8	57,6	58,3
172	Kab. Indramayu	50,6	90,6	74,4	90,3	89,1	95,3	86,6	36,6	49,0	56,3
173	Kab. Subang	75,9	86,0	75,9	91,6	93,8	98,0	80,0	38,8	46,8	40,9
174	Kab. Purwakarta	83,6	62,7	68,1	89,6	90,4	92,6	82,5	32,1	57,0	44,9
175	Kab. Karawang	65,0	89,4	69,6	100,0	82,9	98,2	85,1	38,2	68,3	36,3
176	Kab. Bekasi	55,0	94,9	62,5	97,6	82,8	94,9	90,0	27,7	90,6	26,6
177	Kab. Bandung Barat	56,6	82,5	82,6	87,0	93,3	86,6	51,0	33,7	47,7	59,9
178	Kab. Pangandaran	100,0	85,8	78,8	86,1	85,0	84,1	83,0	43,9	96,9	52,0
179	Kota Bogor	75,6	86,9	55,6	91,0	91,9	98,7	67,9	41,7	76,3	45,6
180	Kota Sukabumi	78,4	97,2	55,5	83,9	83,4	97,8	45,8	36,7	68,7	46,1
181	Kota Bandung	77,7	95,6	67,5	100,0	100,0	99,0	49,9	34,8	74,3	38,4
182	Kota Cirebon	89,7	99,8	63,4	64,9	99,6	99,0	90,6	35,3	82,5	68,9
183	Kota Bekasi	93,8	100,0	50,5	100,0	77,0	98,3	90,8	31,9	72,0	16,9
184	Kota Depok	65,8	99,4	59,8	100,0	92,4	99,4	96,2	48,7	78,9	34,9
185	Kota Cimahi	87,4	90,8	68,8	90,4	98,0	97,8	77,2	47,2	73,9	42,6
186	Kota Tasikmalaya	75,6	92,1	72,4	78,5	92,9	96,8	52,6	47,9	58,6	95,5
187	Kota Banjar	88,6	100,0	75,0	77,1	72,1	97,7	88,3	52,0	96,6	44,3
188	Kab. Cilacap	80,0	94,3	71,6	100,0	100,0	90,6	79,1	41,2	52,2	63,1
189	Kab. Banyumas	84,7	100,0	72,1	100,0	100,0	90,0	79,8	40,4	72,9	89,8
190	Kab. Purbalingga	100,0	98,2	74,3	100,0	100,0	88,6	78,6	43,7	66,7	76,0
191	Kab. Banjarnegara	85,2	100,0	91,9	100,0	99,3	89,2	51,7	59,8	53,6	58,0
192	Kab. Kebumen	91,6	97,1	57,3	99,5	100,0	87,4	93,5	61,8	67,8	70,0
193	Kab. Purworejo	100,0	95,8	68,5	83,3	100,0	89,1	80,2	65,4	63,4	45,6
194	Kab. Wonosobo	90,2	100,0	91,0	100,0	100,0	90,3	55,3	54,9	61,0	57,4
195	Kab. Magelang	91,0	95,2	72,6	72,5	100,0	94,7	80,5	62,0	60,5	68,8
196	Kab. Boyolali	90,8	98,1	76,8	83,0	100,0	96,4	92,4	47,4	64,9	31,5
197	Kab. Klaten	100,0	98,8	59,1	91,4	81,5	98,0	95,0	56,2	76,8	45,6
198	Kab. Sukoharjo	88,4	100,0	46,6	100,0	100,0	99,5	96,1	66,2	68,6	36,8

No.	Kab. / Kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
199	Kab. Wonogiri	87,1	98,3	65,1	100,0	90,3	94,7	94,6	36,1	59,3	54,4
200	Kab. Karanganyar	75,2	99,0	59,6	100,0	96,4	98,2	96,3	52,4	64,6	47,1
201	Kab. Sragen	85,8	98,4	68,1	100,0	88,1	96,8	93,1	50,1	55,1	47,4
202	Kab. Grobogan	94,6	94,1	79,8	92,9	91,9	81,9	87,9	49,1	93,4	60,1
203	Kab. Blora	65,0	100,0	88,4	79,3	100,0	93,4	91,5	52,3	52,3	51,3
204	Kab. Rembang	88,6	100,0	79,4	85,6	100,0	96,4	92,9	58,1	77,4	66,6
205	Kab. Pati	80,0	98,7	77,6	100,0	100,0	96,7	93,8	55,6	63,7	45,6
206	Kab. Kudus	71,3	96,5	57,3	68,9	81,0	95,7	92,8	59,3	66,3	26,4
207	Kab. Jepara	80,0	92,9	69,8	100,0	93,6	83,5	68,1	53,3	56,4	45,3
208	Kab. Demak	69,0	96,6	75,3	75,6	94,0	93,6	91,6	38,7	92,4	66,9
209	Kab. Semarang	84,1	98,7	65,1	99,5	98,6	93,7	85,9	62,6	92,7	41,9
210	Kab. Temanggung	73,1	98,7	81,5	100,0	81,4	94,2	75,3	65,8	54,0	63,1
211	Kab. Kendal	69,4	100,0	69,4	100,0	87,8	95,1	82,6	52,9	59,5	43,5
212	Kab. Batang	81,0	98,8	85,8	84,3	100,0	93,6	67,3	54,3	64,5	41,3
213	Kab. Pekalongan	83,6	100,0	66,1	80,0	100,0	91,6	77,8	48,8	66,1	63,1
214	Kab. Pemasang	50,3	91,9	66,8	65,9	100,0	95,6	77,7	45,7	60,5	67,6
215	Kab. Tegal	71,6	100,0	64,9	100,0	100,0	99,3	85,8	45,0	61,0	39,8
216	Kab. Brebes	66,9	93,7	75,9	98,5	100,0	89,7	80,7	35,8	68,7	66,9
217	Kota Magelang	80,4	97,2	50,9	18,5	86,5	99,7	82,3	59,6	90,2	58,8
218	Kota Surakarta	100,0	100,0	43,9	100,0	72,5	98,7	87,5	55,3	88,1	58,5
219	Kota Salatiga	100,0	100,0	64,4	69,9	78,5	98,0	97,7	62,6	87,6	36,3
220	Kota Semarang	99,3	98,6	53,1	100,0	83,9	99,4	92,5	61,7	77,4	19,6
221	Kota Pekalongan	63,2	100,0	58,0	63,4	94,3	100,0	86,8	61,6	74,1	54,4
222	Kota Tegal	96,4	100,0	57,8	82,8	100,0	99,4	93,6	38,2	74,8	36,1
223	Kab. Kulon Progo	100,0	98,7	72,1	100,0	89,0	88,4	96,4	83,4	83,3	80,6
224	Kab. Bantul	100,0	97,2	56,6	58,5	94,0	96,9	96,0	73,3	77,4	68,4
225	Kab. Gunung Kidul	92,9	98,8	74,8	100,0	87,1	97,2	96,6	68,1	85,4	86,6
226	Kab. Sleman	82,3	100,0	54,1	100,0	100,0	97,5	97,4	64,3	80,1	64,6
227	Kota Yogyakarta	89,3	97,9	46,8	100,0	76,0	98,8	92,8	68,7	86,4	60,5
228	Kab. Pacitan	100,0	100,0	81,6	100,0	90,3	83,9	72,6	51,7	44,0	43,0
229	Kab. Ponorogo	89,7	99,1	68,4	100,0	88,4	91,5	86,8	57,7	55,8	69,6
230	Kab. Trenggalek	100,0	99,0	82,0	91,9	91,6	81,2	79,3	51,4	51,7	69,6
231	Kab. Tulungagung	90,9	98,0	67,6	100,0	91,4	96,4	83,6	62,3	46,1	42,8
232	Kab. Blitar	98,1	97,4	76,3	82,5	84,9	96,4	80,1	65,8	43,9	50,5
233	Kab. Kediri	80,7	95,9	71,6	84,9	85,6	92,2	88,7	52,6	55,4	54,0
234	Kab. Malang	86,7	98,7	81,5	100,0	85,6	96,0	81,8	56,3	45,9	50,3
235	Kab. Lumajang	69,6	97,4	80,1	55,4	86,6	97,4	78,0	67,0	55,6	38,9
236	Kab. Jember	79,1	93,9	84,4	91,6	81,1	95,4	65,9	43,6	47,4	48,6
237	Kab. Banyuwangi	90,4	99,1	75,5	89,0	97,0	96,0	78,1	50,4	99,1	45,1

No.	Kab. / Kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
238	Kab. Bondowoso	75,6	92,6	86,9	98,5	93,0	93,3	51,6	65,2	63,7	72,1
239	Kab. Situbondo	55,1	94,2	90,0	86,1	68,3	99,2	54,5	70,1	49,7	39,3
240	Kab. Probolinggo	52,2	92,0	92,1	60,0	69,6	95,9	62,4	59,1	62,2	73,5
241	Kab. Pasuruan	91,6	92,1	86,4	97,8	85,3	96,9	83,4	44,8	51,3	54,8
242	Kab. Sidoarjo	91,2	98,5	67,3	81,4	83,4	95,9	89,5	56,0	68,7	35,8
243	Kab. Mojokerto	94,6	100,0	80,3	55,9	95,4	97,1	89,9	58,0	65,7	50,6
244	Kab. Jombang	94,8	96,3	88,1	69,4	77,6	99,1	93,7	71,6	72,5	60,6
245	Kab. Nganjuk	91,3	98,5	81,1	90,0	87,8	98,7	83,4	69,1	95,6	65,0
246	Kab. Madiun	100,0	99,1	71,8	70,4	83,9	94,8	89,4	61,8	58,9	56,3
247	Kab. Magetan	93,6	100,0	70,1	71,6	89,9	98,7	91,0	69,8	56,0	48,5
248	Kab. Ngawi	100,0	100,0	84,0	100,0	100,0	99,2	84,3	56,0	69,9	66,1
249	Kab. Bojonegoro	79,0	98,2	85,1	100,0	89,9	96,5	91,0	81,6	99,2	54,8
250	Kab. Tuban	77,7	99,7	77,4	75,9	100,0	97,5	81,0	70,3	98,6	46,1
251	Kab. Lamongan	65,2	99,4	80,9	100,0	87,5	78,6	90,7	82,2	65,3	49,8
252	Kab. Gresik	80,6	98,4	73,5	88,0	77,9	91,5	90,3	65,8	61,6	49,4
253	Kab. Bangkalan	100,0	91,2	58,8	89,1	93,8	93,9	53,5	47,2	20,2	42,6
254	Kab. Sampang	66,4	79,9	64,1	78,3	89,0	93,2	79,3	37,6	35,8	44,6
255	Kab. Pamekasan	84,6	88,1	72,4	66,0	82,8	95,2	65,9	55,3	60,2	76,5
256	Kab. Sumenep	49,2	87,6	69,3	60,8	78,1	94,6	67,7	44,3	50,4	57,6
257	Kota Kediri	85,1	100,0	68,9	59,4	95,0	99,8	95,9	71,0	93,7	80,9
258	Kota Blitar	100,0	100,0	62,4	78,1	90,1	99,1	95,9	76,9	95,8	40,1
259	Kota Malang	89,9	94,5	52,5	100,0	100,0	96,8	82,6	58,7	73,4	28,0
260	Kota Probolinggo	61,4	100,0	75,5	61,4	56,3	100,0	89,3	55,1	87,7	60,1
261	Kota Pasuruan	90,8	99,5	70,5	21,0	93,1	100,0	89,3	71,0	94,0	63,8
262	Kota Mojokerto	88,6	100,0	71,6	71,8	92,9	98,7	95,6	75,4	85,7	48,5
263	Kota Madiun	96,3	100,0	57,8	73,4	73,8	98,5	95,4	67,8	91,9	44,3
264	Kota Surabaya	80,8	98,4	59,9	89,9	63,0	95,7	96,4	52,4	82,2	16,6
265	Kota Batu	100,0	100,0	77,5	68,5	89,4	99,1	94,4	68,2	92,7	24,5
266	Kab. Pandeglang	35,4	72,9	78,6	99,0	69,8	77,3	62,1	29,2	45,7	54,3
267	Kab. Lebak	46,2	67,4	81,9	100,0	89,8	73,3	67,4	26,8	58,6	55,3
268	Kab. Tangerang	43,1	93,6	80,3	79,6	83,0	98,5	86,6	22,7	68,2	21,1
269	Kab. Serang	62,2	72,0	73,4	65,9	85,5	91,9	82,4	38,3	41,8	23,1
270	Kota Tangerang	91,9	97,9	61,0	99,1	63,6	95,6	94,4	40,2	75,7	24,9
271	Kota Cilegon	69,2	93,6	68,4	91,0	84,1	99,1	87,7	46,2	94,8	35,5
272	Kota Serang	42,3	67,0	67,8	94,0	81,0	97,6	91,6	24,2	55,9	21,6
273	Kota Tangerang Selatan	67,7	100,0	61,3	98,3	85,5	98,6	97,6	33,1	85,1	3,1
274	Kab. Jembrana	89,9	100,0	67,9	100,0	88,3	97,2	95,2	30,6	88,6	33,0
275	Kab. Tabanan	89,3	100,0	63,0	0,0	81,8	94,6	93,3	37,2	75,8	36,1
276	Kab. Badung	98,7	100,0	60,5	70,1	81,0	98,8	97,5	34,1	89,9	13,3
277	Kab. Gianyar	100,0	100,0	62,5	100,0	92,6	99,0	99,9	39,1	95,8	28,4
278	Kab. Klungkung	98,1	100,0	51,5	18,6	71,9	98,2	96,0	32,2	92,9	26,9

No.	Kab. / Kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
279	Kab. Bangil	89,7	100,0	73,5	72,8	95,5	93,1	92,4	23,3	81,9	32,8
280	Kab. Karangasem	100,0	99,7	70,0	97,9	80,0	100,0	90,2	26,9	87,0	44,9
281	Kab. Buleleng	88,1	93,1	64,1	82,0	75,8	99,0	92,4	24,2	80,3	33,3
282	Kota Denpasar	74,9	98,0	49,4	80,8	73,9	100,0	100,0	38,1	72,8	6,3
283	Kab. Lombok Barat	92,4	98,3	75,4	95,6	100,0	91,1	75,7	45,6	50,0	45,5
284	Kab. Lombok Tengah	67,1	95,3	70,9	100,0	97,4	90,4	82,1	43,8	46,6	55,6
285	Kab. Lombok Timur	84,6	98,3	70,6	96,5	97,5	98,0	83,4	49,7	56,4	54,0
286	Kab. Sumbawa	72,4	96,1	75,5	86,1	94,8	96,8	84,5	61,0	60,2	49,4
287	Kab. Dompu	19,6	86,7	74,1	100,0	79,9	98,3	78,1	37,8	60,0	39,0
288	Kab. Bima	81,0	87,0	58,4	94,5	97,0	98,2	83,3	53,7	61,4	63,4
289	Kab. Sumbawa Barat	51,6	88,5	63,1	100,0	93,5	99,0	97,2	69,8	98,1	61,0
290	Kab. Lombok Utara	83,3	99,2	88,5	100,0	100,0	90,7	81,4	46,0	82,4	68,9
291	Kota Mataram	81,4	100,0	72,1	91,1	94,3	100,0	91,4	27,3	97,7	63,1
292	Kota Bima	29,4	93,8	61,6	100,0	80,0	99,4	90,2	49,9	92,2	61,0
293	Kab. Sumba Barat	74,1	91,3	46,3	100,0	71,1	81,5	52,8	52,4	90,1	80,0
294	Kab. Sumba Timur	85,8	89,1	38,0	100,0	78,6	74,9	59,8	42,8	74,9	63,1
295	Kab. Kupang	81,4	75,6	50,3	100,0	75,5	83,1	78,2	30,9	74,0	53,0
296	Kab. Timor Tengah Selatan	75,2	82,6	53,8	59,9	66,4	70,8	60,5	41,6	60,8	58,5
297	Kab. Timor Tengah Utara	77,4	88,4	50,9	100,0	82,5	87,4	82,0	42,8	59,4	77,1
298	Kab. Belu	90,6	91,6	43,8	82,5	78,3	92,5	84,0	40,7	82,7	40,1
299	Kab. Alor	72,0	66,4	46,9	90,8	86,9	90,5	81,6	38,4	72,9	80,4
300	Kab. Lembata	90,3	97,3	50,5	95,1	96,0	94,1	88,4	26,1	68,4	54,9
301	Kab. Flores Timur	100,0	98,6	25,8	100,0	100,0	97,9	88,0	45,9	64,5	32,0
302	Kab. Sikka	88,8	95,1	37,1	100,0	98,8	96,7	79,2	51,7	75,5	45,6
303	Kab. Ende	70,0	93,8	23,4	91,0	100,0	98,9	88,1	37,7	74,8	56,0
304	Kab. Ngada	86,6	100,0	50,6	83,9	91,4	95,8	86,7	13,8	47,1	19,6
305	Kab. Manggarai	76,9	93,8	66,5	100,0	100,0	96,7	62,1	35,8	67,8	64,4
306	Kab. Rote Ndao	79,3	79,6	57,3	100,0	89,4	82,1	88,8	41,1	81,3	43,4
307	Kab. Manggarai Barat	95,6	90,6	71,5	86,6	91,9	85,8	78,1	16,1	77,0	92,6
308	Kab. Sumba Tengah	96,2	94,3	42,9	100,0	58,5	61,2	54,3	58,8	96,3	96,3
309	Kab. Sumba Barat Daya	69,2	74,3	50,5	97,1	80,9	80,4	45,8	33,6	62,4	56,4
310	Kab. Nagekeo	100,0	100,0	18,6	97,3	86,4	93,1	88,3	23,7	55,1	45,1
311	Kab. Manggarai Timur	61,8	61,1	76,5	100,0	100,0	80,4	51,8	20,7	56,3	61,0
312	Kab. Sabu Raijua	59,1	60,3	40,1	100,0	78,9	60,0	69,6	50,6	93,1	82,1

No.	Kab. / Kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
313	Kab. Malaka	77,3	82,4	41,8	37,4	87,8	89,7	70,9	47,9	91,1	52,8
314	Kota Kupang	95,0	96,0	36,1	89,8	79,1	94,1	82,7	23,8	76,8	31,1
315	Kab. Sambas	93,8	99,8	77,5	70,9	100,0	97,1	90,4	24,0	46,8	35,5
316	Kab. Bengkayang	77,4	92,7	64,6	100,0	91,8	82,6	79,5	23,3	61,3	29,4
317	Kab. Landak	87,2	82,5	80,3	92,9	98,0	65,1	66,0	19,2	68,1	64,9
318	Kab. Mempawah	59,7	81,2	69,1	100,0	81,5	85,2	79,4	17,2	56,9	29,9
319	Kab. Sanggau	65,9	67,3	84,1	83,1	95,8	80,3	65,0	29,0	41,6	26,3
320	Kab. Ketapang	45,2	48,1	80,0	66,3	82,5	67,5	74,1	30,1	46,5	11,5
321	Kab. Sintang	41,3	72,9	89,6	84,5	100,0	74,8	73,6	20,6	50,1	30,3
322	Kab. Kapuas Hulu	44,0	74,8	84,5	100,0	95,3	68,6	60,3	26,1	38,1	19,3
323	Kab. Sekadau	63,2	46,0	94,6	100,0	100,0	51,7	72,3	25,4	45,9	25,9
324	Kab. Melawi	76,4	58,5	81,4	100,0	100,0	48,5	65,5	25,9	48,6	23,5
325	Kab. Kayong Utara	71,0	54,3	84,9	100,0	84,5	96,7	77,9	28,2	100,0	24,9
326	Kab. Kubu Raya	20,3	79,5	72,5	70,9	79,3	94,6	73,5	17,3	93,2	38,6
327	Kota Pontianak	45,4	96,3	59,8	92,9	77,0	97,2	98,1	18,4	56,8	29,0
328	Kota Singkawang	58,8	97,8	58,1	100,0	66,0	89,7	93,7	18,1	72,9	37,9
329	Kab. Kotawaringin Barat	79,2	86,3	76,5	48,1	83,0	93,8	88,1	38,1	55,8	16,8
330	Kab. Kotawaringin Timur	46,7	88,9	80,5	86,6	67,5	78,7	73,2	41,1	52,1	23,1
331	Kab. Kapuas	22,4	43,1	84,5	69,5	88,3	64,7	53,3	32,3	41,1	10,3
332	Kab. Barito Selatan	100,0	50,0	84,0	36,0	88,8	58,8	57,6	51,1	45,6	17,8
333	Kab. Barito Utara	72,0	62,8	84,9	21,9	71,4	74,0	75,0	46,7	36,9	17,1
334	Kab. Sukamara	93,9	71,9	80,4	97,5	96,3	85,7	80,0	60,7	76,0	17,5
335	Kab. Lamandau	58,0	77,7	63,8	95,9	73,4	81,9	75,2	44,8	52,1	10,3
336	Kab. Seruyan	73,6	74,7	73,1	85,3	68,4	64,9	70,8	31,6	68,0	11,8
337	Kab. Katingan	80,7	71,0	86,6	50,0	81,9	87,3	84,6	28,1	57,8	17,9
338	Kab. Pulang Pisau	55,7	66,0	79,5	82,5	91,0	85,5	60,7	39,0	46,6	16,9
339	Kab. Gunung Mas	71,6	39,4	74,3	100,0	85,1	57,6	92,9	36,1	43,8	7,0
340	Kab. Barito Timur	87,9	85,1	79,1	100,0	89,6	66,6	84,2	36,3	59,6	27,0
341	Kab. Murung Raya	69,7	34,2	79,9	36,0	85,4	55,2	64,9	42,2	67,6	7,4
342	Kota Palangka Raya	46,1	88,1	59,3	48,8	76,4	99,4	90,6	26,1	65,5	22,8
343	Kab. Tanah Laut	88,9	94,7	90,5	78,9	99,0	66,6	77,0	46,7	79,2	14,8
344	Kab. Kota Baru	90,0	62,6	83,8	84,9	85,6	66,0	71,6	43,0	50,6	16,8
345	Kab. Banjar	57,0	79,1	82,1	86,8	99,9	72,9	81,4	33,4	47,1	20,9

No.	Kab. / Kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
346	Kab. Barito Kuala	71,9	87,2	95,1	100,0	97,9	61,1	52,8	40,0	46,9	26,8
347	Kab. Tapin	76,9	70,4	88,3	61,3	85,0	76,7	79,8	49,6	55,8	12,4
348	Kab. Hulu Sungai Selatan	81,1	94,5	91,1	64,8	97,9	68,7	80,9	61,7	91,4	40,8
349	Kab. Hulu Sungai Tengah	71,4	94,2	89,5	70,4	67,4	88,2	79,8	48,8	84,0	36,8
350	Kab. Hulu Sungai Utara	83,7	97,8	85,6	62,0	88,1	83,4	90,6	65,8	88,2	47,4
351	Kab. Tabalong	81,8	88,3	86,8	85,8	100,0	73,5	95,1	50,7	76,1	34,4
352	Kab. Tanah Bumbu	89,7	96,9	84,9	90,4	83,3	64,0	90,9	54,9	61,5	13,3
353	Kab. Balangan	48,1	97,0	94,3	0,0	100,0	86,2	91,8	68,8	91,9	26,1
354	Kota Banjarmasin	80,0	91,5	72,1	85,6	84,9	98,1	90,0	49,8	65,4	30,1
355	Kota Banjar Baru	77,4	93,0	71,1	82,8	78,9	68,2	92,4	40,4	68,8	18,9
356	Kab. Paser	68,3	90,8	73,5	100,0	90,1	69,7	82,3	30,6	78,7	18,0
357	Kab. Kutai Barat	89,8	89,2	72,4	100,0	89,5	82,3	88,1	28,3	82,0	21,9
358	Kab. Kutai Kartanegara	84,3	86,1	73,1	100,0	79,1	82,1	89,0	38,8	69,1	24,9
359	Kab. Kutai Timur	69,0	83,4	63,5	67,5	85,5	78,0	88,7	32,4	61,5	27,9
360	Kab. Berau	63,2	98,0	63,5	63,8	56,3	82,9	87,4	37,8	50,1	19,8
361	Kab. Penajam Paser Utara	85,7	93,7	68,8	100,0	92,1	86,4	86,8	35,1	91,4	47,9
362	Kab. Mahakam Hulu	21,0	89,9	69,4	100,0	60,6	45,5	90,3	43,4	94,0	19,1
363	Kota Balikpapan	75,0	95,9	57,8	72,9	90,4	97,2	89,9	19,8	76,6	17,1
364	Kota Samarinda	93,4	100,0	57,9	91,5	69,5	94,3	97,5	19,3	80,2	12,4
365	Kota Bontang	90,0	99,9	58,8	100,0	69,0	99,9	88,3	49,6	87,3	45,6
366	Kab. Malinau	42,0	79,3	49,3	100,0	99,1	74,7	89,9	52,0	92,8	28,8
367	Kab. Bulungan	76,9	92,6	58,5	100,0	71,3	73,9	92,4	37,0	80,4	11,0
368	Kab. Tana Tidung	66,8	84,3	52,9	100,0	78,5	93,1	70,9	56,6	88,4	35,9
369	Kab. Nunukan	83,7	96,1	61,5	100,0	75,0	94,4	72,6	48,7	77,0	24,1
370	Kota Tarakan	89,7	99,9	39,5	77,0	88,3	99,6	83,9	18,4	83,2	31,5
371	Kab. Bolaang Mongondow	85,7	87,4	94,1	81,0	81,1	92,9	72,5	31,2	61,6	47,6
372	Kab. Minahasa	78,2	93,1	75,4	79,8	69,4	91,7	91,6	44,8	87,2	27,5
373	Kab. Kep. Sangihe	94,4	82,0	83,8	56,3	69,8	93,6	78,2	41,4	82,8	37,5
374	Kab. Kep. Taulud	38,3	71,4	62,6	100,0	62,0	86,5	89,5	59,3	74,4	40,3
375	Kab. Minahasa Selatan	77,1	90,5	77,0	58,5	32,9	96,5	81,0	25,0	65,9	60,0
376	Kab. Minahasa Utara	100,0	84,9	70,6	56,1	39,9	95,8	81,7	27,7	80,2	18,8
377	Kab. Bolaang Mongondow Utara	46,1	89,5	77,0	91,1	83,9	91,0	70,9	51,1	73,0	34,8

No.	Kab. / Kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
378	Kab. Siau Tagulandang Biaro	53,3	88,0	70,1	77,9	72,9	98,4	91,8	30,8	59,8	18,4
379	Kab. Minahasa Tenggara	48,3	76,5	79,4	100,0	73,8	85,7	86,2	58,8	66,5	26,6
380	Kab. Bolaang Mongondow Selatan	47,8	79,3	74,5	100,0	83,8	87,7	68,6	41,8	73,7	52,8
381	Kab. Bolaang Mongondow Timur	63,0	87,3	81,4	100,0	86,0	91,4	70,1	40,6	78,4	24,1
382	Kota Manado	95,6	99,2	68,3	71,4	62,0	95,7	87,2	23,9	77,2	13,5
383	Kota Bitung	66,3	96,8	69,1	74,3	61,1	98,1	95,8	17,9	81,9	60,6
384	Kota Tomohon	81,0	98,7	64,1	100,0	70,3	99,2	94,3	38,6	85,4	48,3
385	Kota Kotamobagu	71,6	99,8	74,3	86,5	100,0	97,0	70,9	31,0	73,2	39,6
386	Kab. Banggai Kepulauan	60,4	56,7	75,1	80,3	82,6	95,9	75,1	45,7	61,9	56,4
387	Kab. Banggai	100,0	92,1	81,5	48,8	51,4	95,6	81,1	43,8	63,9	44,4
388	Kab. Morowali	90,9	89,2	70,6	85,4	69,4	91,9	76,6	51,2	75,0	20,1
389	Kab. Poso	46,3	98,3	70,0	96,1	86,8	91,9	91,5	32,4	73,1	66,5
390	Kab. Donggala	44,2	75,1	53,6	86,5	71,3	79,5	64,4	31,2	59,4	33,6
391	Kab. Toli-Toli	53,4	91,8	66,0	100,0	75,8	76,0	64,5	33,7	74,2	52,6
392	Kab. Buol	77,4	93,7	72,1	100,0	83,6	85,0	73,5	43,0	91,7	54,3
393	Kab. Parigi Moutong	60,2	74,1	71,0	80,0	85,9	78,2	67,5	43,6	65,8	52,6
394	Kab. Tojo Una-Una	87,2	81,5	83,0	83,8	68,5	95,1	68,4	50,0	86,8	64,6
395	Kab. Sigi	86,6	89,3	65,0	100,0	96,1	80,2	71,8	47,7	66,2	30,4
396	Kab. Banggai Laut	97,3	70,9	65,3	100,0	91,9	88,5	63,2	59,1	47,0	28,6
397	Kab. Morowali Utara	69,7	86,1	68,4	19,9	66,9	76,4	86,7	55,0	82,6	27,5
398	Kota Palu	92,1	99,1	42,0	71,3	88,5	96,7	83,7	32,0	80,2	43,0
399	Kab. Selayar	70,0	94,9	55,0	100,0	100,0	96,4	80,8	44,6	96,3	38,5
400	Kab. Bulukumba	78,4	96,4	52,5	75,6	91,1	84,6	87,8	37,0	67,3	30,5
401	Kab. Bantaeng	39,4	96,1	75,1	100,0	92,0	97,8	88,8	37,2	92,6	38,3
402	Kab. Jeneponto	38,4	97,5	77,0	100,0	94,5	97,8	83,2	28,4	74,5	71,0
403	Kab. Takalar	70,8	95,5	71,5	100,0	83,3	96,0	92,0	23,8	76,9	62,0
404	Kab. Gowa	78,8	98,3	65,5	83,1	78,9	93,2	96,2	25,7	71,0	51,0
405	Kab. Sinjai	58,7	93,0	53,6	87,5	100,0	89,2	89,2	51,0	97,0	61,5
406	Kab. Maros	88,8	95,7	48,6	100,0	82,6	87,6	92,7	34,6	73,7	46,4
407	Kab. Pangkajene dan Kepulauan	46,8	91,3	58,6	94,6	70,4	92,2	90,5	28,4	79,4	69,1
408	Kab. Barru	81,1	95,1	49,4	100,0	82,6	97,6	96,9	51,9	87,8	51,8
409	Kab. Bone	70,9	94,6	60,5	94,5	75,8	91,3	94,6	31,9	78,9	70,0
410	Kab. Soppeng	98,0	99,3	57,9	69,3	93,9	92,7	95,0	34,2	71,2	39,6
411	Kab. Wajo	65,9	97,0	55,6	100,0	89,8	86,3	94,0	41,4	69,8	45,5

No.	Kab. / Kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
412	Kab. Sidenreng Rappang	73,8	100,0	58,9	100,0	72,5	97,9	94,1	36,9	62,7	40,5
413	Kab. Pinrang	86,6	96,4	59,5	100,0	94,0	92,0	92,1	28,7	69,0	45,0
414	Kab. Enrekeng	76,7	93,3	56,5	100,0	100,0	86,6	94,8	32,3	84,5	66,0
415	Kab. Luwu	70,1	88,1	44,0	100,0	81,9	84,8	89,0	26,8	86,6	80,6
416	Kab. Tana Toraja	89,3	84,6	58,0	76,0	77,8	73,6	85,4	43,8	81,3	51,8
417	Kab. Luwu Utara	78,1	94,7	68,1	100,0	92,0	90,5	93,1	34,7	77,1	70,9
418	Kab. Luwu Timur	78,8	95,2	62,6	86,3	92,5	86,5	93,2	24,2	98,3	62,3
419	Kab. Toraja Utara	95,6	92,4	51,3	100,0	89,9	77,2	89,8	24,4	82,4	60,0
420	Kota Makassar	88,9	99,6	51,6	65,0	74,6	98,1	93,8	42,9	78,0	21,6
421	Kota Parepare	84,9	100,0	50,6	100,0	77,5	98,2	95,5	21,0	93,5	34,1
422	Kota Palopo	78,2	97,9	49,1	100,0	77,4	97,4	94,6	29,6	93,3	55,3
423	Kab. Buton	74,4	59,6	51,5	99,0	74,4	98,5	82,9	37,2	66,0	53,4
424	Kab. Muna	79,4	75,7	41,1	56,8	72,5	96,1	80,9	45,2	79,0	56,6
425	Kab. Konawe	56,7	78,4	74,0	57,9	63,5	86,3	88,0	34,2	69,7	40,4
426	Kab. Kolaka	87,0	93,1	67,5	82,5	63,4	97,7	89,1	27,0	60,2	55,1
427	Kab. Konawe Selatan	96,2	95,9	67,6	68,5	75,8	89,8	87,9	37,7	64,1	43,4
428	Kab. Bombana	84,4	86,4	56,6	91,4	82,3	98,7	82,3	35,7	65,4	74,4
429	Kab. Wakatobi	59,4	77,5	30,3	100,0	96,3	97,4	86,7	48,4	96,2	61,6
430	Kab. Kolaka Utara	63,8	94,4	58,6	100,0	74,1	92,3	91,1	32,8	64,5	80,3
431	Kab. Buton Utara	77,1	73,2	37,4	100,0	63,4	95,7	69,7	52,4	87,1	66,6
432	Kab. Konawe Utara	63,0	80,9	67,4	52,1	75,4	89,0	86,6	56,1	84,4	47,3
433	Kab. Kolaka Timur	94,3	76,8	67,3	55,8	83,0	97,6	91,3	37,4	66,7	46,9
434	Kab. Konawe Kepulauan	81,3	71,6	62,4	90,6	86,0	89,0	74,5	37,1	91,5	24,8
435	Kab. Muna Barat	94,1	63,2	35,0	29,6	77,4	96,1	67,7	40,9	87,2	39,1
436	Kab. Buton Tengah	58,1	87,8	30,1	68,9	79,1	96,1	83,3	42,3	68,5	41,8
437	Kab. Buton Selatan	81,3	74,0	46,8	96,4	80,4	98,4	86,5	46,2	76,5	52,3
438	Kota Kendari	77,8	92,6	40,4	89,8	61,6	95,3	94,7	34,9	72,7	39,4
439	Kota Baubau	71,8	94,8	34,4	69,4	85,0	100,0	91,7	27,0	83,2	51,1
440	Kab. Boalemo	59,6	98,4	74,9	46,8	100,0	95,1	74,6	70,6	68,5	82,6
441	Kab. Gorontalo	82,4	94,8	70,3	100,0	68,4	96,8	75,1	50,1	79,0	79,6
442	Kab. Pohuwato	61,3	93,5	77,3	77,8	57,4	95,9	78,3	52,9	75,6	48,4
443	Kab. Bone Bolango	78,7	92,5	63,3	25,4	52,5	94,9	76,7	75,2	88,5	65,0
444	Kab. Gorontalo Utara	68,8	100,0	71,9	100,0	71,0	89,5	81,8	66,4	72,6	84,4
445	Kota Gorontalo	96,6	93,7	53,8	25,9	70,8	100,0	92,1	41,6	88,0	45,0
446	Kab. Majene	43,3	88,8	44,9	74,4	92,6	94,6	83,3	58,1	86,6	78,4

No.	Kab. / Kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
447	Kab. Polewali Mandar	68,8	89,9	46,6	93,1	80,0	86,2	83,6	62,2	99,6	66,9
448	Kab. Mamasa	73,6	81,1	80,5	100,0	96,8	35,1	64,7	48,4	85,7	52,5
449	Kab. Mamuju	64,3	88,6	62,4	100,0	80,0	82,1	74,6	35,9	92,5	33,0
450	Kab. Mamuju Utara	72,8	89,6	64,5	87,8	89,6	86,8	81,2	32,8	69,6	41,1
451	Kab. Mamuju Tengah	49,2	89,6	59,9	86,4	69,6	78,2	83,6	38,4	71,2	24,0
452	Kab. Maluku Tenggara Barat	74,9	54,7	35,3	72,5	68,8	91,5	87,0	42,8	74,8	45,0
453	Kab. Maluku Tenggara	89,7	43,6	34,4	60,6	66,0	91,4	72,0	56,4	76,9	42,3
454	Kab. Maluku Tengah	80,7	43,3	53,4	48,3	92,8	93,1	74,0	21,7	46,7	42,3
455	Kabupaten Buru	48,0	68,0	64,0	100,0	90,6	93,1	71,9	48,4	51,6	45,0
456	Kab. Kep. Aru	29,9	20,3	40,1	100,0	88,0	85,2	33,2	46,7	68,1	25,5
457	Kab. Seram Bagian Barat	52,3	49,8	39,1	55,1	79,5	81,8	64,7	34,0	48,2	35,5
458	Kab. Seram Bagian Timur	61,8	20,2	45,0	96,8	91,9	79,0	71,9	36,2	44,5	25,4
459	Kab. Maluku Barat Daya	45,0	55,8	35,1	91,6	100,0	96,5	76,7	35,8	96,3	63,3
460	Kab. Buru Selatan	28,2	16,0	36,3	100,0	73,9	87,6	61,7	48,6	55,7	43,5
461	Kota Ambon	84,9	62,6	32,9	55,4	74,4	98,3	90,8	22,9	61,7	18,8
462	Kota Tual	83,1	51,0	42,0	100,0	72,8	90,4	83,4	30,6	82,9	36,8
463	Kab. Halmahera Barat	49,7	60,3	64,6	88,9	83,0	93,9	72,7	43,7	65,4	32,0
464	Kab. Halmahera Tengah	38,2	64,7	52,5	100,0	75,5	67,6	84,6	54,8	66,7	20,5
465	Kab. Kep. Sula	30,0	30,5	39,0	65,1	82,8	90,3	82,1	38,1	29,0	10,0
466	Kab. Halmahera Selatan	91,6	63,4	65,9	70,3	92,3	84,1	71,0	52,9	99,4	25,8
467	Kab. Halmahera Utara	42,9	53,2	62,3	71,4	71,9	84,9	68,6	35,7	58,8	24,0
468	Kab. Halmahera Timur	39,8	66,7	66,6	89,3	65,8	69,9	81,8	46,8	90,0	31,5
469	Kab. Pulau Morotai	25,7	88,6	52,4	87,6	77,8	90,3	71,4	42,0	90,1	27,6
470	Kab. Pulau Taliabu	18,0	29,5	54,6	50,8	70,8	80,4	68,2	58,1	16,5	5,3
471	Kota Ternate	75,3	94,3	49,0	100,0	62,5	99,5	95,9	29,6	60,2	14,6
472	Kota Tidore Kepulauan	68,4	94,4	56,8	100,0	88,4	97,7	89,6	41,6	62,3	9,4
473	Kab. Fakfak	70,9	76,7	45,0	78,8	80,8	98,5	69,2	35,3	74,0	41,8
474	Kab. Kaimana	77,6	51,4	27,9	62,0	65,4	85,9	76,5	23,9	62,4	29,7
475	Kab. Teluk Wondama	44,2	45,5	27,9	63,4	64,9	24,0	53,0	35,8	82,1	38,1
476	Kab. Teluk Bintuni	68,2	71,3	42,8	100,0	75,8	87,5	78,6	25,8	99,9	24,4
477	Kab. Manokwari	62,9	88,7	49,3	77,1	76,8	81,1	82,6	29,8	60,0	15,9

No.	Kab. / Kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
478	Kab. Sorong Selatan	38,3	37,7	41,3	66,9	79,5	46,3	33,7	12,7	78,7	52,0
479	Kab. Sorong	61,8	71,9	46,3	62,1	100,0	80,9	87,9	26,8	62,4	35,4
480	Kab. Raja Ampat	50,2	26,2	38,3	64,4	88,8	77,5	56,6	30,2	74,9	37,4
481	Kab. Tambrauw	59,4	51,5	16,3	31,0	90,1	69,9	83,3	14,4	71,9	3,4
482	Kab. Maybrat	78,4	86,1	23,0	89,6	41,4	49,5	68,2	38,2	89,4	24,6
483	Kab. Manokwari Selatan	70,9	79,0	39,9	80,3	58,1	89,3	88,4	39,4	73,4	25,4
484	Kab. Pegunungan Arfak	0,0	43,6	3,8	95,6	100,0	77,2	35,0	2,4	44,0	7,8
485	Kota Sorong	59,4	83,7	26,0	91,4	57,0	92,7	77,8	26,6	68,3	26,5
486	Kab. Merauke	66,3	85,1	50,3	77,6	76,6	77,3	72,9	23,7	80,9	11,8
487	Kab. Jayawijaya	53,8	75,7	8,4	100,0	100,0	46,3	26,8	8,0	86,3	19,6
488	Kab. Jayapura	53,0	80,9	35,4	65,3	46,1	73,0	66,8	28,7	70,5	26,6
489	Kab. Nabire	40,9	87,4	53,5	100,0	76,8	82,8	85,5	34,0	59,8	6,9
490	Kab. Kep. Yapen	39,1	47,2	22,6	98,3	80,6	75,9	56,7	15,2	81,0	2,1
491	Kab. Biak Numfor	66,1	85,2	36,6	100,0	69,9	87,7	82,1	26,3	77,5	35,6
492	Kab. Paniai	11,7	35,9	10,0	0,0	67,9	95,8	32,1	0,9	100,0	0,0
493	Kab. Puncak Jaya	0,0	73,3	0,3	100,0	13,9	55,1	12,4	0,7	79,1	0,0
494	Kab. Mimika	49,8	79,1	42,5	100,0	85,6	92,3	80,5	17,8	49,3	11,3
495	Kab. Boven Digoel	78,3	71,8	36,9	100,0	93,3	62,0	62,9	14,9	79,5	4,0
496	Kab. Mappi	95,2	55,9	25,3	100,0	86,1	49,7	33,5	8,7	97,1	13,0
497	Kab. Asmat	42,0	71,5	10,3	100,0	64,0	98,0	29,5	4,1	98,8	17,9
498	Kab. Yahukimo	0,0	38,2	10,8	100,0	69,8	46,3	12,0	3,0	100,0	0,0
499	Kab. Pegunungan Bintang	23,3	27,5	6,3	100,0	100,0	88,8	28,3	7,7	100,0	0,0
500	Kab. Tolikara	100,0	17,8	1,1	100,0	100,0	9,9	2,1	2,6	100,0	29,5
501	Kab. Sarmi	62,3	86,5	29,3	97,3	75,5	89,0	63,6	17,1	83,9	4,0
502	Kab. Keerom	66,2	81,6	54,4	100,0	87,0	79,3	69,4	20,4	78,5	42,0
503	Kab. Waropen	51,4	31,8	36,9	100,0	59,1	84,8	83,3	35,1	64,7	2,6
504	Kab. Supiori	49,4	56,2	22,1	100,0	91,6	59,9	73,3	32,0	98,4	23,4
505	Kab. Mamberamo Raya	25,7	27,0	9,3	53,5	100,0	85,1	44,6	31,9	99,9	9,4
506	Kab. Nduga	4,7	18,6	1,3	100,0	100,0	14,2	5,4	2,2	100,0	4,8
507	Kab. Lanny Jaya	68,7	18,0	2,8	47,6	100,0	1,3	0,7	3,4	96,1	18,3
508	Kab. Mamberamo Tengah	58,9	82,7	2,8	100,0	45,1	0,2	1,5	4,4	100,0	45,9
509	Kab. Yalimo	48,7	47,1	1,3	100,0	100,0	58,9	0,6	3,3	95,1	25,6
510	Kab. Puncak	0,0	100,0	8,1	100,0	100,0	99,1	11,5	2,6	100,0	0,0
511	Kab. Dogiyai	0,0	0,0	9,4	88,0	0,0	83,2	10,6	0,0	59,5	0,5
512	Kab. Intan Jaya	42,9	57,8	5,1	100,0	48,3	93,7	8,8	1,8	94,0	1,9
513	Kab. Deiyai	24,7	100,0	3,3	54,5	0,0	99,3	67,5	1,3	95,6	0,0
514	Kota Jayapura	33,1	94,3	30,8	72,0	56,5	91,8	78,3	24,9	73,2	13,0

Lampiran 2. Hasil Matriks *Eigen Vector* (*U*)

No.	Kab / Kota	Klaster 1	Klaster 2	Klaster 3
1	Kab. Simeulue	0,045	-0,002	0,016
2	Kab. Aceh Singkil	0,045	0,002	-0,004
3	Kab. Aceh Selatan	0,042	-0,002	0,002
4	Kab. Aceh Tenggara	0,037	0,018	-0,014
5	Kab. Aceh Timur	0,040	0,013	-0,020
6	Kab. Aceh Tengah	0,045	0,001	-0,007
7	Kab. Aceh Barat	0,043	0,001	-0,004
8	Kab. Aceh Besar	0,040	0,001	-0,004
9	Kab. Pidie	0,034	0,012	-0,015
10	Kab. Bireuen	0,038	0,001	-0,003
11	Kab. Aceh Utara	0,040	0,009	-0,014
12	Kab. Aceh Barat Daya	0,041	0,000	0,001
13	Kab. Gayo Lues	0,038	0,022	-0,013
14	Kab. Aceh Tamiang	0,050	0,004	-0,008
15	Kab. Nagan Raya	0,041	0,003	-0,009
16	Kab. Aceh Jaya	0,027	0,000	-0,003
17	Kab. Bener Meriah	0,044	0,005	-0,014
18	Kab. Pidie Jaya	0,034	0,005	-0,011
19	Kota Banda Aceh	0,039	0,006	-0,011
20	Kota Sabang	0,048	0	0,006
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
495	Kab. Boven Digoel	0,037	0,031	-0,014
496	Kab. Mappi	0,024	0,091	0,030
497	Kab. Asmat	0,025	0,101	-0,055
498	Kab. Yahukimo	0,012	0,316	-0,102
499	Kab. Pegunungan Bintang	0,017	0,202	-0,050
500	Kab. Tolikara	0,009	0,336	0,419
501	Kab. Sarmi	0,040	0,026	-0,026
502	Kab. Keerom	0,049	0,007	-0,009
503	Kab. Waropen	0,034	0,025	-0,041
504	Kab. Supiori	0,035	0,044	-0,017
505	Kab. Mamberamo Raya	0,020	0,103	-0,035
506	Kab. Nduga	0,009	0,425	0,210
507	Kab. Lanny Jaya	0,009	0,345	0,448
508	Kab. Mamberamo Tengah	0,011	0,178	0,130
509	Kab. Yalimo	0,018	0,210	0,084
510	Kab. Puncak	0,016	0,152	-0,076
511	Kab. Dogiyai	0,007	0,304	-0,515
512	Kab. Intan Jaya	0,017	0,175	-0,103
513	Kab. Deiyai	0,014	0,059	-0,094
514	Kota Jayapura	0,038	0,016	-0,034

Lampiran 3. Normalisasi *Eigen Vector* (*T*)

No.	Kab / Kota	Klaster 1	Klaster 2	Klaster 3
1	Kab. Simeulue	0,942	-0,044	0,334
2	Kab. Aceh Singkil	0,994	0,048	-0,099
3	Kab. Aceh Selatan	0,998	-0,039	0,053
4	Kab. Aceh Tenggara	0,847	0,422	-0,322
5	Kab. Aceh Timur	0,856	0,289	-0,429
6	Kab. Aceh Tengah	0,990	0,013	-0,144
7	Kab. Aceh Barat	0,995	0,023	-0,092
8	Kab. Aceh Besar	0,995	0,028	-0,091
9	Kab. Pidie	0,863	0,318	-0,392
10	Kab. Bireuen	0,997	0,019	-0,077
11	Kab. Aceh Utara	0,924	0,214	-0,318
12	Kab. Aceh Barat Daya	0,999	0,000	0,034
13	Kab. Gayo Lues	0,826	0,482	-0,292
14	Kab. Aceh Tamiang	0,984	0,086	-0,159
15	Kab. Nagan Raya	0,972	0,064	-0,225
16	Kab. Aceh Jaya	0,994	-0,016	-0,109
17	Kab. Bener Meriah	0,949	0,111	-0,295
18	Kab. Pidie Jaya	0,946	0,136	-0,295
19	Kota Banda Aceh	0,955	0,137	-0,265
20	Kota Sabang	0,993	-0,006	0,116
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
495	Kab. Boven Digoel	0,739	0,611	-0,284
496	Kab. Mappi	0,239	0,921	0,308
497	Kab. Asmat	0,210	0,859	-0,467
498	Kab. Yahukimo	0,037	0,951	-0,306
499	Kab. Pegunungan Bintang	0,082	0,967	-0,240
500	Kab. Tolikara	0,018	0,625	0,780
501	Kab. Sarmi	0,739	0,479	-0,473
502	Kab. Keerom	0,973	0,142	-0,179
503	Kab. Waropen	0,571	0,432	-0,698
504	Kab. Supiori	0,596	0,752	-0,282
505	Kab. Mamberamo Raya	0,180	0,933	-0,313
506	Kab. Nduga	0,020	0,896	0,444
507	Kab. Lanny Jaya	0,015	0,611	0,792
508	Kab. Mamberamo Tengah	0,051	0,805	0,591
509	Kab. Yalimo	0,078	0,926	0,369
510	Kab. Puncak	0,095	0,890	-0,446
511	Kab. Dogiyai	0,012	0,509	-0,861
512	Kab. Intan Jaya	0,083	0,859	-0,505
513	Kab. Deiyai	0,125	0,530	-0,839
514	Kota Jayapura	0,717	0,296	-0,632

Lampiran 4. Hasil *Clustering* Iterasi ke-5/Terakhir

No.	Kab / Kota	Jarak ke y_1	Jarak ke y_2	Jarak ke y_3	Jarak Terdekat	Hasil Cluster
1	Kab. Simeulue	0,268	0,728	1,964	0,268	1
2	Kab. Aceh Singkil	0,540	0,235	1,492	0,235	2
3	Kab. Aceh Selatan	0,304	0,478	1,735	0,304	1
4	Kab. Aceh Tenggara	1,226	0,509	0,748	0,509	2
5	Kab. Aceh Timur	1,192	0,475	0,782	0,475	2
6	Kab. Aceh Tengah	0,545	0,221	1,478	0,221	2
7	Kab. Aceh Barat	0,510	0,268	1,525	0,268	2
8	Kab. Aceh Besar	0,514	0,264	1,521	0,264	2
9	Kab. Pidie	1,176	0,459	0,798	0,459	2
10	Kab. Bireuen	0,491	0,290	1,547	0,290	2
11	Kab. Aceh Utara	0,937	0,220	1,037	0,220	2
12	Kab. Aceh Barat Daya	0,364	0,422	1,679	0,364	1
13	Kab. Gayo Lues	1,276	0,559	0,698	0,559	2
14	Kab. Aceh Tamiang	0,628	0,197	1,383	0,197	2
15	Kab. Nagan Raya	0,660	0,097	1,328	0,097	2
16	Kab. Aceh Jaya	0,486	0,289	1,546	0,289	2
17	Kab. Bener Meriah	0,787	0,070	1,187	0,070	2
18	Kab. Pidie Jaya	0,815	0,098	1,159	0,098	2
19	Kota Banda Aceh	0,776	0,113	1,198	0,113	2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
496	Kab. Mappi	1,909	2,180	1,539	1,539	3
497	Kab. Asmat	2,445	1,728	0,732	0,732	3
498	Kab. Yahukimo	2,549	1,832	1,157	1,157	3
499	Kab. Pegunungan Bintang	2,455	1,835	1,194	1,194	3
500	Kab. Tolikara	2,307	2,578	1,937	1,937	3
501	Kab. Sarmi	1,543	0,826	0,431	0,431	3
502	Kab. Keerom	0,694	0,222	1,297	0,222	2
503	Kab. Waropen	1,888	1,171	0,289	0,289	3
504	Kab. Supiori	1,767	1,064	0,651	0,651	3
505	Kab. Mamberamo Raya	2,395	1,678	0,989	0,989	3
506	Kab. Nduga	2,239	2,510	1,869	1,869	3
507	Kab. Lanny Jaya	2,306	2,577	1,936	1,936	3
508	Kab. Mamberamo Tengah	2,264	2,535	1,894	1,894	3
509	Kab. Yalimo	2,137	2,408	1,767	1,767	3
510	Kab. Puncak	2,570	1,853	0,898	0,898	3
511	Kab. Dogiyai	2,687	1,970	0,754	0,754	3
512	Kab. Intan Jaya	2,610	1,893	0,820	0,820	3
513	Kab. Deiyai	2,572	1,855	0,598	0,598	3
514	Kota Jayapura	1,539	0,822	0,504	0,504	3

Lampiran 5. Rata-Rata Data Asli IKPS Tahun 2022 Setiap Klaster

Klaster	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
1	81,052	93,763	66,739	86,312	86,174	91,115	84,388	44,345	73,614	46,517
2	52,671	81,655	63,87	81,03	83,471	84,224	76,579	32,536	66,967	34,314
3	36,87	52,864	34,8	77,115	77,853	68,017	45,506	21,402	70,983	21,072

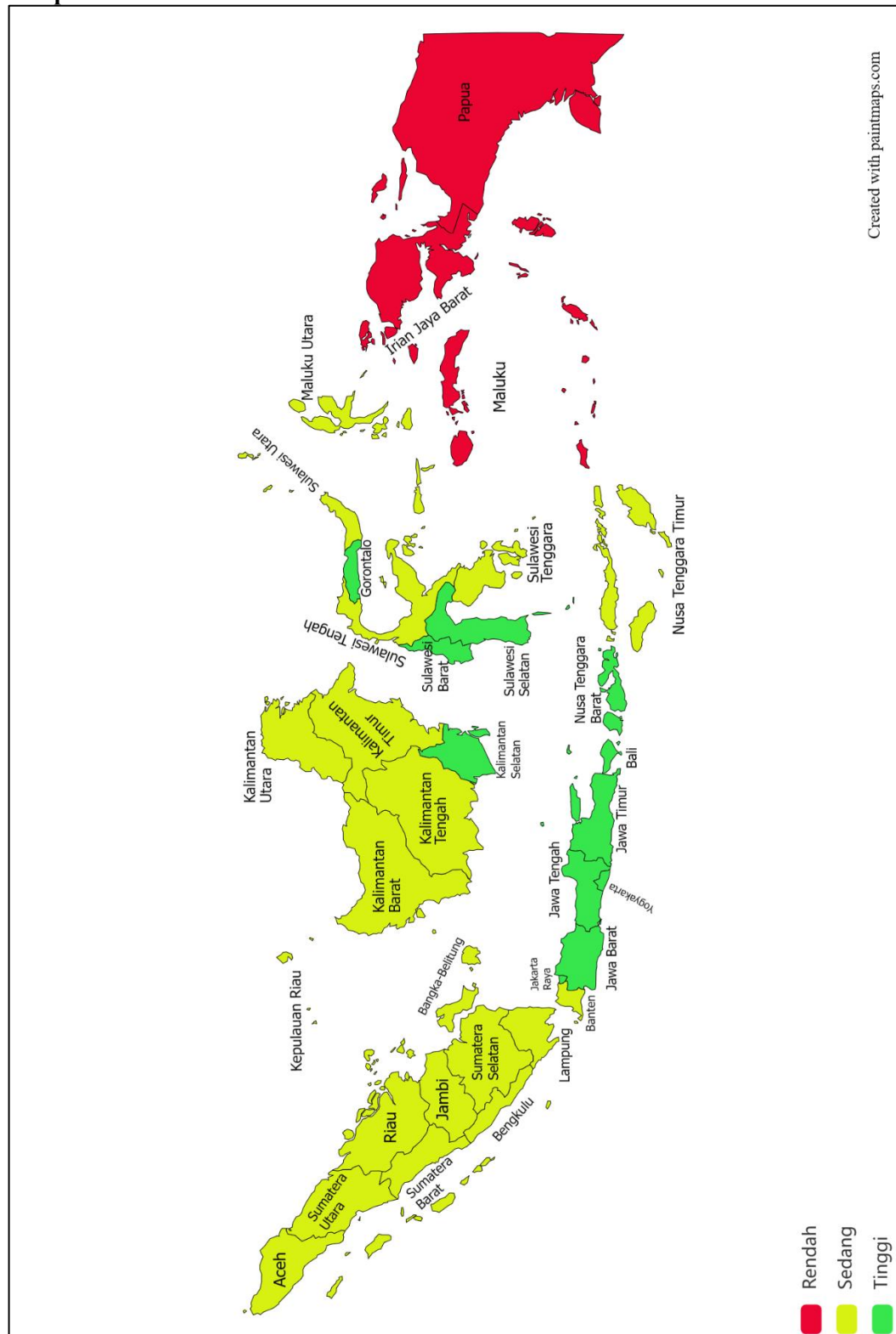
Lampiran 6. Hasil *Clustering*

Kategori	Kabupaten/Kota
Rendah	Kab. Nias, Kab. Mandailing Natal, Kab. Tapanuli Selatan, Kab. Nias Selatan, Kab. Padang Lawas Utara, Kab. Padang Lawas, Kab. Nias Utara, Kab. Nias Barat, Kota Padangsidempuan, Kab. Kep. Mentawai, Kab. Indragiri Hilir, Kab. Pelalawan, Kab. Kep. Anambas, Kab. Ketapang, Kab. Kapuas Hulu, Kab. Kapuas, Kab. Murung Raya, Kab. Kep. Aru, Kab. Seram Bagian Barat, Kab. Seram Bagian Timur, Kab. Buru Selatan, Kab. Kep. Sula, Kab. Halmahera Utara, Kab. Pulau Taliabu, Kab. Teluk Wondama, Kab. Sorong Selatan, Kab. Raja Ampat, Kab. Tambrauw, Kab. Pegunungan Arfak, Kab. Jayawijaya, Kab. Jayapura, Kab. Kep. Yapen, Kab. Paniai, Kab. Puncak Jaya, Kab. Boven Digoel, Kab. Mappi, Kab. Asmat, Kab. Yahukimo, Kab. Pegunungan Bintang, Kab. Tolikara, Kab. Sarmi, Kab. Waropen, Kab. Supiori, Kab. Mamberamo Raya, Kab. Nduga, Kab. Lanny Jaya, Kab. Mamberamo Tengah, Kab. Yalimo, Kab. Puncak, Kab. Dogiyai, Kab. Intan Jaya, Kab. Deiyai, Kota Jayapura.
Sedang	Kab. Aceh Singkil, Kab. Aceh Tenggara, Kab. Aceh Timur, Kab. Aceh Tengah, Kab. Aceh Barat, Kab. Aceh Besar, Kab. Pidie, Kab. Bireuen, Kab. Aceh Utara, Kab. Gayo Lues, Kab. Aceh Tamiang, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Jaya, Kab. Bener Meriah, Kab. Pidie Jaya, Kota Banda Aceh, Kota Lhokseumawe, Kab. Tapanuli Tengah, Kab. Tapanuli Utara, Kota Toba Samosir, Kab. Labuhan Batu, Kab. Asahan, Kab. Simalungun, Kab. Deli Serdang, Kab. Langkat, Kab. Samosir, Kab. Serdang Bedagai, Kab. Batu Bara, Kab. Labuhan Batu Selatan, Kab. Labuhan Batu Utara, Kota Sibolga, Kota Tanjung Balai, Kota Pematang Siantar, Kota Tebing Tinggi, Kota Medan, Kota Gunungsitoli, Kab. Pesisir Selatan, Kab. Solok, Kab. Tanah Datar, Kab. Padang Pariaman, Kab. Agam, Kab. Lima Puluh Kota, Kab. Pasaman, Kab. Solok Selatan, Kab. Dharmasraya, Kab. Pasaman Barat, Kota Padang, Kab. Kuantan Singingi, Kab. Indragiri Hulu, Kab. Kampar, Kab. Rokan Hulu, Kab. Bengkalis, Kab. Rokan Hilir, Kab. Kep. Meranti, Kota Dumai, Kab. Kerinci, Kab. Merangin, Kab. Serolangun, Kab. Batang Hari, Kab. Muaro Jambi, Kab. Tanjung Jabung Timur, Kab. Tanjung Jabung Barat, Kab. Tebo, Kab. Bungo, Kota Sungai Penuh, Kab. Ogan Komering Ilir, Kab. Muara Enim, Kab. Lahat, Kab. Musi Rawas, Kab. Musi Banyuasin, Kab. Banyuasin, Kab. Ogan Komering Ulu Selatan, Kab. Empat Lawang, Kab. Musi Rawas Utara, Kota Palembang, Kota Pagar Alam, Kab. Rejang Lebong, Kab. Lebong, Kab. Kepahiang, Kota Bengkulu, Kab. Way Kanan, Kab. Bangka Tengah, Kab. Bangka Selatan, Kab. Karimun, Kab. Bintan, Kab. Natuna, Kab. Lingga, Kota Tanjung Pinang, Kota Jakarta Utara, Kab. Bogor, Kab. Cianjur, Kab. Garut, Kab. Bekasi, Kab. Bandung Barat, Kab. Sampang, Kab. Sumenep, Kab. Pandeglang, Kab. Lebak, Kab. Tangerang, Kab. Serang, Kota Serang, Kab. Dompu, Kab. Timor Tengah Selatan, Kab. Sumba Barat Daya, Kab. Manggarai Timur, Kab. Sabu Raijua, Kab. Bengkulu, Kab. Mempawah, Kab. Sanggau, Kab. Sintang, Kab. Sekadau, Kab. Melawi, Kab. Kayong Utara, Kab. Kubu Raya, Kota Pontianak, Kota Singkawang, Kab. Kotawaringin Timur, Kab. Barito Selatan, Kab. Barito Utara, Kab. Lamandau, Kab. Seruyan, Kab. Katingan, Kab. Pulang Pisau, Kab. Gunung Mas, Kota Palangka Raya, Kab. Kota Baru, Kab. Banjar, Kab. Barito Kuala, Kab. Tapin, Kab. Paser, Kab. Kutai Timur, Kab. Berau, Kab. Mahakam Hulu, Kab. Malinau, Kab. Kep. Taulud, Kab. Bolaang Mongondow Utara, Kab. Siau Tagulandang Biaro, Kab. Minahasa Tenggara, Kab. Bolaang Mongondow Selatan, Kab. Bolaang

Kategori	Kabupaten/Kota
	Mongondow Timur, Kab. Banggai Kepulauan, Kab. Donggala, Kab. Toli-Toli, Kab. Parigi Moutong, Kab. Konawe, Kab. Konawe Kepulauan, Kab. Muna Barat, Kab. Buton Tengah, Kab. Mamuju, Kab. Mamuju Tengah, Kab. Maluku Tenggara Barat, Kab. Maluku Tenggara, Kab. Maluku Tengah, Kabupaten Buru, Kab. Maluku Barat Daya, Kota Ambon, Kota Tual, Kab. Halmahera Barat, Kab. Halmahera Tengah, Kab. Halmahera Timur, Kab. Pulau Morotai, Kab. Fakfak, Kab. Kaimana, Kab. Teluk Bintuni, Kab. Manokwari, Kab. Sorong, Kab. Maybrat, Kab. Manokwari Selatan, Kota Sorong, Kab. Merauke, Kab. Nabire, Kab. Biak Numfor, Kab. Mimika, Kab. Keerom.
Tinggi	Kab. Simeulue, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Barat Daya, Kota Sabang, Kota Langsa, Kota Subulussalam, Kab. Dairi, Kab. Karo, Kab. Humbang Hasundutan, Kab. Pakpak Bharat, Kota Binjai, Kab. Sijunjung, Kota Solok, Kota Sawah Lunto, Kota Padang Panjang, Kota Bukittinggi, Kota Payakumbuh, Kota Pariaman, Kab. Siak, Kota Pekanbaru, Kota Jambi, Kab. Ogan Komering Ulu, Kab. Ogan Komering Ulu Timur, Kab. Ogan Ilir, Kab. Penukal Abab Lematang Ilir, Kota Prabumulih, Kota Lubuklinggau, Kab. Bengkulu Selatan, Kab. Bengkulu Utara, Kab. Kaur, Kab. Seluma, Kab. Mukomuko, Kab. Bengkulu Tengah, Kab. Lampung Barat, Kab. Tanggamus, Kab. Lampung Selatan, Kab. Lampung Timur, Kab. Lampung Tengah, Kab. Lampung Utara, Kab. Tulangbawang, Kab. Pesawaran, Kab. Pringsewu, Kab. Mesuji, Kab. Tulang Bawang Barat, Kab. Pesisir Barat, Kota Bandar Lampung, Kota Metro, Kab. Bangka, Kab. Belitung, Kab. Bangka Barat, Kab. Belitung Timur, Kota Pangkal Pinang, Kota Batam, Kab. Kep. Seribu, Kota Jakarta Selatan, Kota Jakarta Timur, Kota Jakarta Pusat, Kota Jakarta Barat, Kab. Sukabumi, Kab. Bandung, Kab. Tasikmalaya, Kab. Ciamis, Kab. Kuningan, Kab. Cirebon, Kab. Majalengka, Kab. Sumedang, Kab. Indramayu, Kab. Subang, Kab. Purwakarta, Kab. Karawang, Kab. Pangandaran, Kota Bogor, Kota Sukabumi, Kota Bandung, Kota Cirebon, Kota Bekasi, Kota Depok, Kota Cimahi, Kota Tasikmalaya, Kota Banjar, Kab. Cilacap, Kab. Banyumas, Kab. Purbalingga, Kab. Banjarnegara, Kab. Kebumen, Kab. Purworejo, Kab. Wonosobo, Kab. Magelang, Kab. Boyolali, Kab. Klaten, Kab. Sukoharjo, Kab. Wonogiri, Kab. Karanganyar, Kab. Sragen, Kab. Grobogan, Kab. Blora, Kab. Rembang, Kab. Pati, Kab. Kudus, Kab. Jepara, Kab. Demak, Kab. Semarang, Kab. Temanggung, Kab. Kendal, Kab. Batang, Kab. Pekalongan, Kab. Pemalang, Kab. Tegal, Kab. Brebes, Kota Magelang, Kota Surakarta, Kota Salatiga, Kota Semarang, Kota Pekalongan, Kota Tegal, Kab. Kulon Progo, Kab. Bantul, Kab. Gunung Kidul, Kab. Sleman, Kota Yogyakarta, Kab. Pacitan, Kab. Ponorogo, Kab. Trenggalek, Kab. Tulungagung, Kab. Blitar, Kab. Kediri, Kab. Malang, Kab. Lumajang, Kab. Jember, Kab. Banyuwangi, Kab. Bondowoso, Kab. Situbondo, Kab. Probolinggo, Kab. Pasuruan, Kab. Sidoarjo, Kab. Mojokerto, Kab. Jombang, Kab. Nganjuk, Kab. Madiun, Kab. Magetan, Kab. Ngawi, Kab. Bojonegoro, Kab. Tuban, Kab. Lamongan, Kab. Gresik, Kab. Bangkalan, Kab. Pamekasan, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, Kota Surabaya, Kota Batu, Kota Tangerang, Kota Cilegon, Kota Tangerang Selatan, Kab. Jembrana, Kab. Tabanan, Kab. Badung, Kab. Gianyar, Kab. Klungkung, Kab. Bangil, Kab. Karangasem, Kab. Buleleng, Kota Denpasar, Kab. Lombok Barat, Kab. Lombok Tengah, Kab. Lombok

Kategori	Kabupaten/Kota
	Timur, Kab. Sumbawa, Kab. Bima, Kab. Sumbawa Barat, Kab. Lombok Utara, Kota Mataram, Kota Bima, Kab. Sumba Barat, Kab. Sumba Timur, Kab. Kupang, Kab. Timor Tengah Utara, Kab. Belu, Kab. Alor, Kab. Lembata, Kab. Flores Timur, Kab. Sikka, Kab. Ende, Kab. Ngada, Kab. Manggarai, Kab. Rote Ndao, Kab. Manggarai Barat, Kab. Sumba Tengah, Kab. Nagekeo, Kab. Malaka, Kota Kupang, Kab. Sumbas, Kab. Landak, Kab. Kotawaringin Barat, Kab. Sukamara, Kab. Barito Timur, Kab. Tanah Laut, Kab. Hulu Sungai Selatan, Kab. Hulu Sungai Tengah, Kab. Hulu Sungai Utara, Kab. Tabalong, Kab. Tanah Bumbu, Kab. Balangan, Kota Banjarmasin, Kota Banjar Baru, Kab. Kutai Barat, Kab. Kutai Kartanegara, Kab. Penajam Paser Utara, Kota Balikpapan, Kota Samarinda, Kota Bontang, Kab. Bulungan, Kab. Tana Tidung, Kab. Nunukan, Kota Tarakan, Kab. Bolaang Mongondow, Kab. Minahasa, Kab. Kep. Sangihe, Kab. Minahasa Selatan, Kab. Minahasa Utara, Kota Manado, Kota Bitung, Kota Tomohon, Kota Kotamobagu, Kab. Banggai, Kab. Morowali, Kab. Poso, Kab. Buol, Kab. Tojo Una-Una, Kab. Sigi, Kab. Banggai Laut, Kab. Morowali Utara, Kota Palu, Kab. Selayar, Kab. Bulukumba, Kab. Bantaeng, Kab. Jeneponto, Kab. Takalar, Kab. Gowa, Kab. Sinjai, Kab. Maros, Kab. Pangkajene dan Kepulauan, Kab. Barru, Kab. Bone, Kab. Soppeng, Kab. Wajo, Kab. Sidenreng Rappang, Kab. Pinrang, Kab. Enrekeng, Kab. Luwu, Kab. Tana Toraja, Kab. Luwu Utara, Kab. Luwu Timur, Kab. Toraja Utara, Kota Makassar, Kota Parepare, Kota Palopo, Kab. Buton, Kab. Muna, Kab. Kolaka, Kab. Konawe Selatan, Kab. Bombana, Kab. Wakatobi, Kab. Kolaka Utara, Kab. Buton Utara, Kab. Konawe Utara, Kab. Kolaka Timur, Kab. Buton Selatan, Kota Kendari, Kota Baubau, Kab. Boalemo, Kab. Gorontalo, Kab. Pohuwato, Kab. Bone Bolango, Kab. Gorontalo Utara, Kota Gorontalo, Kab. Majene, Kab. Polewali Mandar, Kab. Mamasa, Kab. Mamuju Utara, Kab. Halmahera Selatan, Kota Ternate, Kota Tidore Kepulauan.

Lampiran 7. Peta Asli Sebaran IKPS Provinsi Tahun 2022



Lampiran 8. Syntax Code Phyton Spectral Clustering

```

import pandas as pd
import numpy as np
from scipy.spatial.distance import cdist

# 1. Baca dataset dari file Excel
file_path = "/content/data ikps kab kota fix asli.xlsx"
df = pd.read_excel(file_path, sheet_name="Sheet1")

# 2. Ambil hanya kolom numerik
df_numeric = df.iloc[:, 1:]
print("Data IKPS")
print(df_numeric)

n = len(df_numeric)

# 3. Tentukan k tetangga
k = 170

# 4. Hitung jarak Manhattan
manhattan_distance_matrix = cdist(df_numeric, df_numeric, metric='cityblock')
print("\n--- Jarak Manhattan ---")
print(manhattan_distance_matrix)

# 5. Ambil k tetangga terdekat
nearest_neighbors = np.argsort(manhattan_distance_matrix, axis=1)[:, 1:k+1]
nearest_distances = np.sort(manhattan_distance_matrix, axis=1)[:, 1:k+1]

print("\n--- Indeks K Tetangga Terdekat (5 Teratas dan 5 Terbawah) ---")
for i in range(5):
    print(f'Data {i}: Tetangga {nearest_neighbors[i]} dengan jarak {nearest_distances[i]}')
print("...")
for i in range(n-5, n):
    print(f'Data {i}: Tetangga {nearest_neighbors[i]} dengan jarak {nearest_distances[i]}')

sum_nearest_distances = np.sum(nearest_distances)
print("Total nilai nearest distances:", sum_nearest_distances)

# 6. Hitung sigma
mean_kth_manhattan_distance = np.mean(nearest_distances, axis=1)
sigma_manhattan = np.mean(mean_kth_manhattan_distance)
print("Nilai sigma (Manhattan):", np.round(sigma_manhattan, 5))

# 7. Buat affinity matrix dengan Gaussian kernel
affinity_matrix_manhattan = np.exp(-(manhattan_distance_matrix ** 2 / (2 * sigma_manhattan ** 2)))
print("\nAffinity Matrix (Manhattan):")
print(np.round(affinity_matrix_manhattan, 3))

# 8. Buat degree matrix
D = np.diag(affinity_matrix_manhattan.sum(axis=1))

```

```

print("\nDegree Matrix:")
print(np.round(D, 3))
D_sqrt_inv = np.linalg.inv(np.sqrt(D))
print("\nDegree Matrix Inverse:")
print(np.round(D_sqrt_inv, 3))
L = np.eye(n) - np.dot(np.dot(D_sqrt_inv, affinity_matrix_manhattan), D_sqrt_inv)
print("\nNormalized Laplacian Matrix:")
print(np.round(L, 3))

# 9. Eigen decomposition
eigenvalues, eigenvectors = np.linalg.eigh(L)
print("--- Eigenvalues ---")
print(np.round(eigenvalues, 3))

# 10. Ambil k vektor eigen terkecil
n_clusters = 3
embeddding = eigenvectors[:, :n_clusters]
print("---eigen vector---")
print(np.round(embeddding, 3))

# 11. Normalisasi
norms = np.sqrt(np.sum(embeddding**2, axis=1, keepdims=True))
embeddingg = embeddding / (norms)
embedding = np.round(embeddingg, 3)
print("-- Normalisasi Eigen Vektor --")
print(embedding)

# 12. Fungsi Jarak Manhattan
def manhattan_distance(point, centroid):
    return np.sum(np.abs(point - centroid))

# 13. Inisialisasi Centroid
def initialize_centroids(embedding, n_clusters):
    np.random.seed(4)
    indices = np.random.choice(embedding.shape[0], n_clusters, replace=False)
    centroids = embedding[indices]
    return centroids

# 14. K-Means Manhattan
def k_means_manhattan(embedding, n_clusters, max_iter=100):
    centroids = initialize_centroids(embedding, n_clusters)
    print("\nInisialisasi Centroid:")
    print(centroids)

    for iteration in range(max_iter):
        clusters = []
        for point in embedding:
            distances = [manhattan_distance(point, centroid) for centroid in centroids]
            cluster = np.argmin(distances)
            clusters.append(cluster)

        clusters = np.array(clusters)
        print(f"\nIterasi {iteration + 1}:")

```

```

print("Clusters:", clusters)

unique, counts = np.unique(clusters, return_counts=True)
cluster_membership = dict(zip(unique, counts))
print("Jumlah anggota per cluster:")
for i in range(n_clusters):
    print(f"Cluster {i}: {cluster_membership.get(i, 0)} points")

new_centroids = []
for i in range(n_clusters):
    points_in_cluster = embedding[clusters == i]
    if len(points_in_cluster) > 0:
        new_centroid = np.median(points_in_cluster, axis=0)
    else:
        new_centroid = centroids[i]
    new_centroids.append(new_centroid)

new_centroids = np.array(new_centroids)
print("Centroid Baru:")
print(new_centroids)

if np.array_equal(centroids, new_centroids):
    print("\nKonvergensi tercapai.")
    break

centroids = new_centroids

return clusters, centroids

# 15. Jalankan K-Means
clusters, final_centroids = k_means_manhattan(embedding, n_clusters)
clusters = np.array(clusters)

# 16. Validasi: Silhouette Score (Manual)
def compute_silhouette_score(embedding, clusters):
    n_samples = embedding.shape[0]
    silhouette_scores = []

    for i in range(n_samples):
        intra_cluster_distances = [
            manhattan_distance(embedding[i], embedding[j])
            for j in range(n_samples)
            if i != j and clusters[i] == clusters[j]
        ]
        a_i = np.mean(intra_cluster_distances) if intra_cluster_distances else 0

        other_cluster_distances = []
        for k in range(n_clusters):
            if k != clusters[i]:
                distances_to_other_cluster = [
                    manhattan_distance(embedding[i], embedding[l])
                    for l in range(n_samples) if clusters[l] == k
                ]

```

```

        if distances_to_other_cluster:
            other_cluster_distances.append(np.mean(distances_to_other_cluster))

    b_i = min(other_cluster_distances) if other_cluster_distances else 0

    if max(a_i, b_i) == 0:
        silhouette_i = 0
    else:
        silhouette_i = (b_i - a_i) / max(a_i, b_i)

    silhouette_scores.append(silhouette_i)

return np.mean(silhouette_scores)

silhouette_score_manual = compute_silhouette_score(embedding, clusters)
print("\n--- Silhouette Score (Manual) ---")
print(np.round(silhouette_score_manual, 3))

# 17. Jumlah anggota per cluster
cluster_counts = {i: 0 for i in range(n_clusters)}
for cluster in clusters:
    cluster_counts[cluster] += 1

print("--- Cluster Counts (Final) ---")
for cluster, count in cluster_counts.items():
    print(f"Cluster {cluster}: {count} points")

```

RIWAYAT HIDUP



Rama Adi Saputra, lahir di Blitar pada 11 Desember 2001 yang biasa dipanggil dengan nama Rama. Penulis merupakan anak kedua dari Bapak Sarengat dan Ibu Pairum serta adik dari Nia Dewi Purwati. Penulis telah menempuh pendidikan mulai dari TK Lukmanul Hakim yang lulus pada tahun 2009, dilanjutkan menempuh pendidikan sekolah dasar di SDI Lukmanul Hakim dan lulus pada tahun 2015. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di MTsN 1 Kota Blitar dan lulus pada tahun 2018. Setelah itu, melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di SMAN 1 Sutojayan dan lulus pada tahun 2021. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang pada Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi.



**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 : Rama Adi Saputra
NIM : 210601110079
Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Matematika
Judul Skripsi : Implementasi *Spectral Clustering* untuk Pengelompokan Kabupaten/Kota di Indonesia Berdasarkan Indeks Khusus Penanganan *Stunting*
Pembimbing I : Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si
Pembimbing II : Erna Herawati, M.Pd

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	15 Oktober 2024	Konsultasi Bab I, II, dan III	1.
2.	5 November 2024	Konsultasi Bab I, II, dan III	2.
3.	13 November 2024	Konsultasi Kajian Agama Bab I dan II	3.
4.	21 November 2024	Konsultasi Kajian Agama Bab I dan II	4.
5.	26 November 2024	Konsultasi Kajian Agama Bab I dan II	5.
6.	28 November 2024	Konsultasi Bab I, II, dan III	6.
7.	6 Desember 2024	ACC Kajian Agama Bab I dan II	7.
8.	6 Desember 2024	ACC Bab I, II, dan III	8.
9.	6 Desember 2024	ACC Seminar Proposal	9.
10.	21 Maret 2025	Konsultasi Revisi Seminar Proposal	10.
11.	29 April 2025	Konsultasi Bab IV	11.
12.	1 Mei 2025	Konsultasi Bab IV	12.
13.	5 Mei 2025	Konsultasi Kajian Agama Bab IV	13.
14.	6 Mei 2025	Konsultasi Bab IV dan V	14.
15.	6 Mei 2025	Konsultasi Kajian Agama Bab IV	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

16.	6 Mei 2025	ACC Kajian Agama Bab IV	16.
17.	6 Mei 2025	ACC Bab IV dan V	17.
18.	14 Mei 2025	ACC Seminar Hasil	18.
19.	28 Mei 2025	Konsultasi Revisi Seminar Hasil	19.
20.	10 Juni 2025	ACC Sidang Skripsi	20.
21.	16 Juni 2025	ACC Keseluruhan	21.

Malang, 16 Juni 2025

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



Dr. Ely Susanti, M.Sc.

NIP. 19741129 200012 2 005