

**PERBANDINGAN METODE *SINGLE LINKAGE* DAN
AVERAGE LINKAGE DALAM PENGELOMPOKAN PROVINSI
DI INDONESIA BERDASARKAN INDIKATOR KEMISKINAN**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika
Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Pakuan

Oleh :

Miftahul Nur Khasanah

064119025



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR
2024**

Bismillahirrahmanirrahim...

Alhamdulillah hirabbil 'alamin... saya panjatkan puji dan syukur kepada Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Atas segala rahmat dan karunia-Nya saya diberi kemudahan dan kelancaran dalam menyelesaikan skripsi

Terima kasih untuk keluargaku tercinta, kedua orang tuaku Bapak Khasbi dan Ibu Tugini, adik - adikku Siti Nur Fadilah, Khoirin Nisa, dan M.Khoirurroziqin dan juga keluarga besarku atas segala dukungan, kasih sayang, motivasi dan doa yang telah diberikan. Dukungan yang kalian berikan membuatku bangkit dari situasi terpuruk sehingga dapat terselesaikannya skripsi ini.

Terima kasih untuk Ibu Dr.Ir. Fitria Virgantari, M.Si dan Ibu Yasmin Erika Faridhan, M.Si yang telah sabar dalam membimbing, mengarahkan, memberikan semangat dan motivasi dalam pembuatan skripsi ini, saya ucapkan terima kasih kepada seluruh dosen dan staf Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat selama masa kuliah hingga dapat dijadikan bekal menuju kesuksesan.

Terima kasih untuk rekan-rekan Matematika Angkatan 2019 dan teman-teman pengurus HIMATIKA, yang telah menjadi teman terbaik dalam menuntut ilmu dan tidak pernah bosan untuk saling mendoakan dan saling bertukar pikiran sehingga dapat memudahkan penulis dalam pembuatan skripsi ini, untuk teman terdekatku (Aini, Aisah, Dea, Khalza, Listin, Alfu dan Andy) yang telah menjadi orang-orang penting yang selalu mendukung dan mengingatkan untuk segera melakukan hal-hal kebaikan. Terima kasih untuk segala dukungan dan doa yang telah diberikan, terima kasih untuk semua kasih dan cerita manisnya, semoga kesuksesan dan kebahagiaan selalu menghampiri kita semua.

*Alhamdulillah skripsi ini dapat terselesaikan dan terima kasih juga saya ucapkan kepada pihak yang tidak dapat saya ucapkan satu persatu. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi pembacanya...
Aamiin Ya Rabba Alamin.*

HALAMAN PENGESAHAN

**JUDUL : PERBANDINGAN METODE *SINGLE LINKAGE*
DAN *AVERAGE LINKAGE* DALAM PENGELOMPOKAN
PROVINSI DI INDONESIA BERDASARKAN INDIKATOR
KEMISKINAN**

NAMA : MIFTAHUL NUR KHASANAH

NPM : 064119025

Bogor, Juli 2024

Menyetujui,

Pembimbing Pendamping

Pembimbing Utama



Yasmin Erika Faridhan, M.Si.



Dr. Ir. Fitria Virgantari, M.Si.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika

Dekan FMIPA



Dr. Ir. Fitria Virgantari, M.Si.



Asep Denih, S.Kom., M.Sc., Ph.D.

**SURAT PENYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER
INFORMASI SERTA PELIMPAHAN KEKAYAAN
INTELEKTUAL DI UNIVERSITAS PAKUAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Miftahul Nur Khasanah

NPM : 064119045

Judul Skripsi : Perbandingan Metode *Single Linkage* dan *Average Linkage*
Dalam Pengelompokan Provinsi Di Indonesia Berdasarkan
Indikator Kemiskinan

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi di atas adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun.

Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Pakuan.

Bogor, Juli 2024



Miftahul Nur Khasanah

NPM. 064119025

RIWAYAT HIDUP



Miftahul Nur Khasanah lahir di Semarang pada tanggal 22 Agustus 2001. Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara. Kedua orang tua penulis bernama Bapak Khasbi dan Ibu Tugini. Penulis telah menyelesaikan pendidikan formal dimulai dari jenjang Sekolah Dasar pada tahun 2007 di MI. Insan Takwa Bogor. Kemudian melanjutkan ke jenjang pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Insan Kamil Bogor dan lulus pada tahun 2016. Penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Insan Kamil Bogor dan lulus pada tahun 2019. Pada tahun 2019 penulis melanjutkan Pendidikan Strata Satu di Universitas Pakuan Bogor pada Program Studi Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Penulis melakukan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Kantor Kecamatan Bogor Barat. Selama menjadi mahasiswa, penulis juga aktif dalam mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Matematika Universitas Pakuan. Pada periode 2021 penulis sebagai Anggota dari Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa dan periode 2022 penulis sebagai Kepala Departemen Akademik dan Non Akademik.

RINGKASAN

MIFTAHUL NUR KHASANAH, Perbandingan Metode *Single Linkage* dan *Average Linkage* Dalam Pengelompokan Provinsi Di Indonesia Berdasarkan Indikator Kemiskinan. Dibimbing oleh FITRIA VIRGANTARI dan YASMIN ERIKA FARIDHAN.

Kemiskinan merupakan salah satu masalah yang sulit untuk di selesaikan. Pada September 2022, terjadi peningkatan jumlah penduduk miskin di Indonesia. Tingkat kemiskinan di setiap provinsi di Indonesia berbeda – beda. Analisis kluster dapat digunakan dalam pengelompokan wilayah berdasarkan kesamaan karakteristiknya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis metode terbaik antara metode *single linkage* dan *average linkage* untuk pengelompokan 34 provinsi di Indonesia berdasarkan indikator kemiskinan. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari persentase penduduk miskin, tingkat pengangguran terbuka, indeks pembangunan manusia, garis kemiskinan dan pengeluaran perkapita disesuaikan di 34 provinsi di Indonesia, yang diambil dari data SUSENAS BPS tahun 2022. Penentuan kluster yang optimal menggunakan metode *elbow* dan perbandingan metode didasarkan pada nilai rasio ragam. Kluster yang baik memiliki nilai ragam dalam kluster yang minimum dan ragam antar kluster yang maksimum. Banyaknya kluster yang optimal dari penelitian ini yaitu sebanyak tiga kluster, dengan nilai rasio ragam pada metode *single linkage* sebesar 5,27% sedangkan *average linkage* sebesar 4,63%. Karena memiliki nilai rasio ragam lebih kecil, *average linkage* menjadi metode terbaik dibandingkan *single linkage*. Hasil proses pengklasteran pada metode *average linkage*, yaitu kluster yang memiliki indikator kemiskinan rendah terdiri dari satu provinsi DKI Jakarta, kluster yang memiliki indikator kemiskinan sedang terdiri dari 31 provinsi dan dua provinsi berada pada kluster dengan indikator kemiskinan tinggi yaitu Provinsi Nusa Tenggara Timur dan Papua. Provinsi Nusa Tenggara Timur dan Papua perlu diprioritaskan dalam pembangunan dan penanggulangan masalah kemiskinan di Indonesia.

Kata kunci : Kemiskinan, *Single linkage*, *Average linkage*, Metode *Elbow*, Rasio Ragam

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Allah SWT yang senantiasa memberikan berkah dan rahmat-Nya yang tak terkira sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan hasil dengan judul “**PERBANDINGAN METODE SINGLE LINKAGE DAN AVERAGE LINKAGE DALAM PENGELOMPOKAN PROVINSI DI INDONESIA BERDASARKAN INDIKATOR KEMISKINAN**”.

Penelitian ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika dari Program Studi Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan. Penulisan menyadari bahwa penyusunan skripsi ini mengalami banyak hambatan, namun berkat doa, dukungan, bimbingan dari berbagai pihak penelitian ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Fitria Virgantari, M.Si selaku pembimbing utama dan ketua Program Studi Matematika FMIPA Universitas Pakuan.
2. Yasmin Erika Faridhan, M.Si selaku pembimbing pendamping.
3. Bapak Khasbi dan Ibu Tugini selaku bapak dan ibu penulis yang selalu memberikan dukungan, doa, motivasi serta donatur selama perkuliahan.
4. Adik-adikku dan keluarga besarku yang telah memberikan doa dan dukungan.
5. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan yang tidak bisa disebutkan satu persatu dalam penyelesaian skripsi ini.
6. *Last but not least*, kepada diri saya sendiri terima kasih banyak telah berjuang sampai sejauh ini dan memilih untuk tidak menyerah.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pihak manapun agar dapat lebih baik lagi, sehingga dapat bermanfaat bagi pembaca dan khususnya bagi mahasiswa Program Studi Matematika.

Bogor, Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|------------|
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iii |
| RIWAYAT HIDUP | iv |
| RINGKASAN | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan | 3 |
| 1.3 Ruang Lingkup | 3 |
| 1.4 Manfaat | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Kemiskinan | 4 |
| 2.2 Indikator Kemiskinan | 5 |
| 2.3 Statistika Deskriptif dan Standarisasi Data (<i>Z-Score</i>) | 6 |
| 2.3.1 Statistika Deskriptif | 6 |
| 2.3.2 Standarisasi Data (<i>Z-Score</i>) | 7 |
| 2.4 Asumsi Analisis Klaster..... | 8 |
| 2.4.1 Asumsi Sampe Representatif | 8 |
| 2.4.2 Asumsi Multikolinearitas..... | 10 |
| 2.5 Pengukuran Jarak <i>Euclidean</i> | 10 |
| 2.6 Metode Pengklasteran..... | 11 |
| 2.6.1 Metode Hierarki | 12 |
| 2.6.2 Metode Non Hierarki..... | 13 |
| 2.7 Algoritma <i>Single Linkage</i> | 14 |
| 2.8 Algoritma <i>Average Linkage</i> | 14 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 2.9 | Penentuan Jumlah Kluster Optimal | 15 |
| 2.10 | Penentuan Metode Terbaik | 16 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | | 18 |
| 3.1 | Data..... | 18 |
| 3.2 | Tahapan Analisis | 19 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | | 24 |
| 4.1 | Deskripsi dan Standarisasi Data | 24 |
| 4.1.1 | Deskripsi Data | 24 |
| 4.1.2 | Standarisasi Data | 28 |
| 4.2 | Uji Asumsi Kluster | 29 |
| 4.2.1 | Uji Sampel Representatif | 30 |
| 4.2.1.1 | Uji <i>Kaiser Mayer Olkin</i> (KMO) | 30 |
| 4.2.1.2 | Uji <i>Measure of Sampling Adequacy</i> (MSA)..... | 31 |
| 4.2.2 | Uji Multikolinearitas..... | 32 |
| 4.3 | Prosedur Pengklasteran..... | 33 |
| 4.3.1 | Pengukuran Jarak <i>Euclidean</i> | 33 |
| 4.3.2 | Proses Pengklasteran Metode <i>Single Linkage</i> | 36 |
| 4.3.3 | Proses Pengklasteran Metode <i>Average Linkage</i> | 38 |
| 4.4 | Penentuan Jumlah Kluster Optimal | 41 |
| 4.4.1 | Jumlah Kluster Optimal Metode <i>Single Linkage</i> | 41 |
| 4.4.2 | Jumlah Kluster Optimal Metode <i>Average Linkage</i> | 43 |
| 4.4.3 | Perbandingan Jumlah Kluster Optimal Metode <i>Single Linkage</i> dan <i>Average Linkage</i> | 44 |
| 4.5 | Penentuan Metode Terbaik | 45 |
| 4.5.1 | Perhitungan Ragam Metode <i>Single Linkage</i> | 45 |
| 4.5.2 | Perhitungan Ragam Metode <i>Average Linkage</i> | 48 |
| 4.6 | Interpretasi dan <i>Profiling</i> Hasil Metode Terbaik | 51 |
| BAB V PENUTUP | | 55 |
| 5.1 | Kesimpulan | 55 |
| 5.2 | Saran | 55 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | | 57 |

| | |
|-----------------------|-----------|
| LAMPIRAN | 59 |
|-----------------------|-----------|

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| 1. Contoh <i>Boxplot</i> | 7 |
| 2. Ilustrasi Grafik Metode <i>Elbow</i> | 16 |
| 3. Diagram Alir (<i>Flowchart</i>) Tahapan Analisis | 19 |
| 4. Grafik Persentase Penduduk Miskin | 25 |
| 5. Grafik Tingkat Pengangguran Terbuka..... | 25 |
| 6. Grafik Indeks Pembangunan Manusia | 26 |
| 7. Grafik Garis Kemiskinan..... | 27 |
| 8. Grafik Pengeluaran Perkapita Disesuaikan | 27 |
| 9. Diagram Kotak Garis (<i>Boxplot</i>) Data Setelah Standarisasi..... | 29 |
| 10. Dendogram <i>Single Linkage</i> | 37 |
| 11. Dendogram <i>Average Linkage</i> | 39 |
| 12. Plot Metode <i>Elbow</i> pada Metode <i>Single Linkage</i> | 42 |
| 13. Plot Metode <i>Elbow</i> pada Metode <i>Average Linkage</i> | 43 |
| 14. Peta Pengelompokan 34 Provinsi di Indonesia Berdasarkan Indikator Kemiskinan..... | 54 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| 1. Susunan Peubah dalam Penelitian | 18 |
| 2. Ringkasan Data..... | 24 |
| 3. Tabel KMO dan MSA | 32 |
| 4. Nilai VIF..... | 33 |
| 5. Perhitungan Jarak Objek 1 dan Objek 2..... | 33 |
| 6. Perhitungan Jarak Objek 1 dan Objek 3..... | 34 |
| 7. Perhitungan Jarak Objek 1 dan Objek 4..... | 34 |
| 8. Perhitungan Jarak Objek 1 dan Objek 5..... | 35 |
| 9. Banyaknya Anggota dari Klaster yang Terbentuk Menggunakan Metode <i>Single Linkage</i> | 38 |
| 10. Banyaknya Anggota dari Klaster yang Terbentuk Menggunakan Metode <i>Average Linkage</i> | 40 |
| 11. Nilai <i>Within Sum of Squares</i> (WSS) Setiap Klaster pada Metode <i>Single Linkage</i> | 42 |
| 12. Nilai <i>Within Sum of Squares</i> (WSS) Setiap Klaster pada Metode <i>Average Linkage</i> | 43 |
| 13. Perbandingan Anggota Klaster Antara Metode <i>Single Linkage</i> dan <i>Average Linkage</i> yang Berjumlah 3 Klaster..... | 44 |
| 14. Perbandingan Ragam Dalam Klaster, Ragam Antar Klaster dan Rasio Ragam Metode <i>Single Linkage</i> dan <i>Average Linkage</i> | 51 |
| 15. Anggota Pada 3 Klaster dengan Pengklasteran Metode <i>Single Linkage</i> .. | 52 |
| 16. <i>Profiling</i> Klaster..... | 53 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| 1. Data Penelitian..... | 61 |
| 2. <i>Syntax</i> R Studio..... | 63 |
| 3. <i>Output</i> Standarisasi Data dengan R Studio | 67 |
| 4. <i>Output</i> Nilai KMO dan MSA dengan R Studio..... | 68 |
| 5. <i>Output</i> Nilai VIF dengan R Studio | 68 |
| 6. <i>Output</i> Matriks Jarak <i>Euclidean</i> dengan R Studio..... | 69 |
| 7. <i>Centroid</i> Klaster pada Metode <i>Single Linkage</i> menggunakan <i>Software Excel</i> | 71 |
| 8. <i>Centroid</i> Klaster pada Metode <i>Average Linkage</i> menggunakan <i>Software Excel</i> | 72 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemiskinan merupakan permasalahan multidimensi yang dihadapi oleh berbagai negara. Indonesia sebagai salah satu negara yang sedang berupaya untuk menyelesaikan permasalahan kemiskinan. Kemiskinan dipandang sebagai ketidakmampuan dari sisi ekonomi untuk memenuhi kebutuhan dasar makanan dan bukan makanan yang diukur dari sisi pengeluaran. Penduduk dikategorikan sebagai penduduk miskin apabila memiliki rata-rata pengeluaran per kapita per bulan di bawah garis kemiskinan (BPS, 2023).

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik, pada September 2022 Indonesia mengalami kenaikan jumlah penduduk miskin sebesar 26,36 juta orang dan mengalami peningkatan 200.000 orang dibandingkan Maret 2022 sebesar 26,16 juta orang (BPS, 2023). Menurut TNP2K, upaya pemerintah dalam penanggulangan kemiskinan yaitu dengan mengurangi beban pengeluaran kelompok miskin dan rentan. Kemudian, melakukan peningkatan produktivitas kelompok miskin. Tingkat kemiskinan di setiap provinsi di Indonesia berbeda-beda, pada bulan Maret 2022 Jawa Timur memiliki jumlah penduduk miskin tertinggi yaitu sebesar 4.181.290 jiwa, lalu Jawa Barat sebesar 4.070.980 jiwa dan provinsi dengan jumlah penduduk miskin terendah yaitu Kalimantan Utara sebesar 49.460 jiwa (BPS, 2023). Oleh sebab itu, perlu adanya pengelompokan tingkat kemiskinan di Indonesia agar pemerintah dapat menggunakannya dalam membuat kebijakan dan keputusan yang tepat untuk penanganan masalah kemiskinan di Indonesia.

Ada beberapa indikator yang dapat menentukan tingkat kemiskinan suatu daerah. Badan Pusat Statistik mengukur kemiskinan dengan menggunakan jumlah penduduk miskin dan salah satu faktor terjadi peningkatan kemiskinan adalah tingkat pengangguran terbuka. Indeks pembangunan manusia merupakan

indikator yang digunakan pemerintah untuk mengukur keberhasilan dalam upaya membangun kualitas hidup penduduk (BPS, 2023). Menurut Itang (2017), garis kemiskinan merupakan tolak ukur yang telah ditetapkan sebagai kriteria kemiskinan. Saleh (2002) menggunakan peubah pengeluaran perkapita per provinsi sebagai salah satu faktor penentu tingkat kemiskinan.

Metode yang dapat digunakan dalam pengelompokan indikator kemiskinan yaitu analisis kluster yang bertujuan untuk mengelompokkan objek berdasarkan karakteristiknya. Secara umum analisis kluster terbagi menjadi dua, yaitu analisis kluster hierarki dan analisis kluster non hierarki. Analisis kluster hierarki dibagi lagi menjadi dua metode yaitu *agglomerative* (penggabungan) dan *divisive* (pemisahan) (Johnson & Wichern, 2007). Dalam *agglomerative*, terdapat metode *Linkage*, seperti *Single Linkage*, *Complete Linkage*, dan *Average Linkage*.

Pada penelitian terdahulu dengan menggunakan analisis kluster yang dilakukan oleh Dewi (2022), didapatkan bahwa metode *Average Linkage* merupakan metode yang lebih baik dibandingkan dengan metode *Ward*, dengan nilai rasio ragam dalam dan antar kluster yang lebih kecil. Kemudian, Yusniyanti, dkk (2020) menyimpulkan bahwa metode *Average Linkage* memiliki kinerja lebih baik dalam melakukan pengelompokan provinsi di Indonesia berdasarkan indikator kesejahteraan dengan jumlah kluster optimal adalah tiga kluster. Selanjutnya, Wahyuni (2015) menganalisis perbandingan metode *K-Means* dengan *Single Linkage*, dan menyimpulkan bahwa metode yang lebih baik adalah metode *Single Linkage*. Kemudian, Wirdayani dan Adnan (2022) tentang pengklasteran kemiskinan multidimensi di Indonesia, menyimpulkan bahwa *Single Linkage* dan *Average Linkage* lebih baik dibandingkan dengan *Complete Linkage*.

Dalam penelitian ini akan dilakukan perbandingan metode *Single Linkage* dan *Average Linkage* dalam mengelompokkan provinsi di Indonesia berdasarkan indikator kemiskinan. Hasil penelitian ini, diharapkan dapat membantu pemerintah dalam merumuskan kebijakan dan keputusan yang tepat untuk penanganan atau penanggulangan masalah kemiskinan di Indonesia. Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan maka judul yang diambil untuk penelitian ini

yaitu “**Perbandingan Metode *Single Linkage* dan *Average Linkage* dalam Pengelompokan Provinsi di Indonesia Berdasarkan Indikator Kemiskinan**”

1.2 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah mengelompokkan provinsi di Indonesia berdasarkan indikator kemiskinan dengan metode *Single Linkage* dan *Average Linkage* dan menentukan metode terbaik dalam mengelompokkan provinsi di Indonesia berdasarkan indikator kemiskinan.

1.3 Ruang Lingkup

Batasan dalam penelitian ini adalah :

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang berasal dari Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) tahun 2022 yang diperoleh dari situs resmi Badan Pusat Statistik.
2. Peubah yang digunakan dalam penelitian ini adalah persentase penduduk miskin, tingkat pengangguran terbuka, Indeks Pembangunan Manusia (IPM), garis kemiskinan dan pengeluaran perkapita disesuaikan.
3. Metode klastering yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Single Linkage* dan metode *Average Linkage*.

1.4 Manfaat

Hasil dari penelitian ini nantinya diharapkan dapat digunakan sebagai masukan untuk pemerintah dalam merumuskan kebijakan dan keputusan yang tepat untuk menanggulangi masalah kemiskinan di Indonesia. Penelitian ini diharapkan juga dapat menghasilkan metode terbaik dalam pengelompokan provinsi berdasarkan indikator kemiskinan menggunakan metode *Single Linkage* atau *Average Linkage*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kemiskinan

Definisi kemiskinan adalah ketidakmampuan dari sisi ekonomi untuk memenuhi kebutuhan dasar makanan dan bukan makanan yang diukur dari sisi pengeluaran per kapita per bulan di bawah garis kemiskinan (BPS, 2023). Kemiskinan bukan hanya keadaan dalam kekurangan uang dan tingkat pendapatan yang rendah, tetapi ada keadaan lain yaitu seperti pendidikan yang rendah, tingkat kesehatan, perlakuan tidak adil dalam hukum, kerentanan terhadap ancaman tindak kriminal, ketidakberdayaan menghadapi kekuasaan, dan ketidakberdayaan dalam menentukan jalan hidup sendiri (Suryawati, 2005). Kemiskinan dibagi menjadi empat bentuk, yaitu :

a. Kemiskinan Absolut

Kondisi saat pendapatan di bawah garis kemiskinan atau tidak cukup untuk memenuhi pangan, sandang, kesehatan, perumahan, dan pendidikan untuk bertahan hidup dan bekerja.

b. Kemiskinan Relatif

Kondisi karena pengaruh dari kebijakan pembangunan yang belum menjangkau atau merata kepada seluruh masyarakat, sehingga menyebabkan ketimpangan pada pendapatan.

c. Kemiskinan Kultural

Mengacu pada masalah sikap seseorang atau masyarakat yang disebabkan oleh faktor budaya yaitu seperti tidak mau berusaha memperbaiki tingkat kehidupan, malas, pemboros, tidak kreatif meskipun memiliki bantuan dari pihak luar.

d. Kemiskinan Struktural

Kondisi yang disebabkan karena rendahnya akses terhadap sumber daya yang terjadi dalam suatu sistem sosial budaya dan sosial politik yang

tidak mendukung pembebasan kemiskinan, tetapi seringkali menyebabkan suburnya kemiskinan.

Kemiskinan juga dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu kemiskinan alamiah dan kemiskinan buatan (*artificial*).

- a. Kemiskinan alamiah berkaitan dengan kelangkaan sumber daya alam dan prasarana umum, serta keadaan tanah yang tandus.
- b. Kemiskinan buatan (*artificial*) lebih banyak diakibatkan oleh sistem modernisasi atau pembangunan yang membuat masyarakat tidak dapat menguasai sumber daya, sarana, dan fasilitas ekonomi yang ada secara merata.

2.2 Indikator Kemiskinan

Badan Pusat Statistik, mengukur kemiskinan menggunakan konsep kemampuan memenuhi kebutuhan dasar (*basic needs approach*). Dengan pendekatan ini, kemiskinan dipandang sebagai ketidakmampuan dari sisi ekonomi untuk memenuhi kebutuhan dasar makanan dan bukan makanan yang diukur menurut garis kemiskinan (BPS, 2023).

Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) merupakan persentase jumlah pengangguran terhadap jumlah angkatan kerja. Indeks Pembangunan Manusia (IPM), yaitu data strategis untuk mengukur keberhasilan kinerja pemerintah dalam upaya membangun kualitas hidup penduduk. IPM dibentuk oleh tiga dimensi yaitu umur panjang, pengetahuan, dan standar layak hidup (BPS, 2023).

Garis kemiskinan terdiri dari dua komponen, yaitu Garis Kemiskinan Makanan (GKM) dan Garis Kemiskinan Bukan Makanan (GKBM). Perhitungan garis kemiskinan dilakukan secara terpisah untuk daerah perkotaan dan perdesaan. Garis Kemiskinan Makanan (GKM) merupakan nilai pengeluaran kebutuhan minimum makanan yang disetarakan dengan 2.100 kkal per kapita per hari. Garis Kemiskinan Bukan Makanan (GKBM) adalah kebutuhan minimum untuk perumahan, sandang, pendidikan, dan kesehatan. Pengeluaran perkapita

disesuaikan, merupakan nilai yang ditentukan dari pengeluaran perkapita dan paritas daya beli (*Purchasing Power Parity-PPP*), sehingga memberikan gambaran tentang tingkat daya beli masyarakat (BPS, 2023).

2.3 Statistika Deskriptif dan Standarisasi Data (*Z-Score*)

Statistika deksriptif bertujuan untuk mengetahui gambaran secara umum data yang digunakan. Standarisasi data digunakan untuk menyamakan satuan yang berbeda pada peubah yang digunakan.

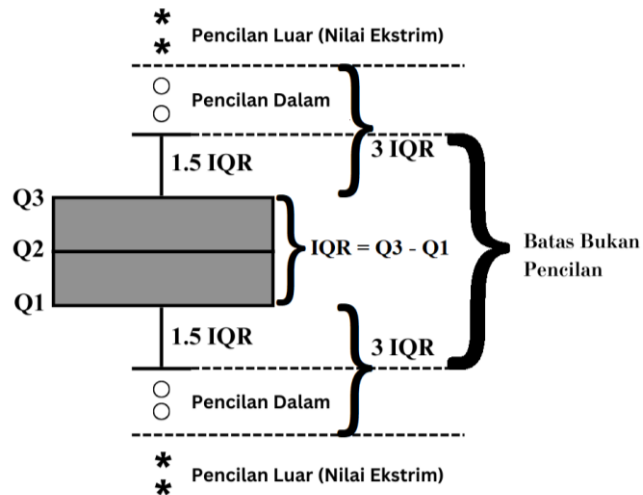
2.3.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif merupakan bidang ilmu statistika yang mempelajari cara – cara pengumpulan, penyusunan dan penyajian data suatu penelitian. Statistika deskriptif meringkas atau mendeskripsikan data dalam bentuk yang mudah dibaca sehingga memberikan informasi tersebut lebih lengkap. Analisis statistika deskriptif merupakan teknik analisis data untuk menjelaskan data secara umum atau generalisasi, dengan menghitung nilai minimum, nilai maksimum, nilai rata-rata (mean), dan simpang baku (*standard deviation*) (Sugiyono, 2017).

Boxplot atau diagram kotak garis adalah salah satu cara dalam statistika deskriptif untuk menggambarkan secara grafik dari data numeris melalui lima ukuran antara lain nilai minimum, kuartil pertama (Q1), median (Q2), kuartil ketiga (Q3) dan nilai observasi terbesar. *Boxplot* dapat menunjukkan pencilan atau *outlier* dari data (Junaidi, 2010). Contoh *boxplot* dapat dilihat pada Gambar 1.

Bagian - bagian dari *boxplot* adalah sebagai berikut (Junaidi, 2010) :

1. Bagian dari box adalah bidang yang menyajikan *interquartile range* (IQR) atau bagian pertengahan dari 50% data.
2. Garis horizontal bagian bawah menyajikan kuartil pertama (Q1)
3. Garis horizontal bagian atas menyajikan kuartil ketiga (Q3)
4. Garis tengah yang melewati box menyajikan median (Q2). Median adalah nilai tengah dari sekumpulan data yang disusun dari minimum hingga maksimum.



Gambar 1. Contoh *Boxplot* (diadaptasi dari Masipupu dkk, 2012)

5. Garis yang memperpanjang box dinamakan *whiskers* (arah atas atau bawah). *Whiskers* menunjukkan nilai yang lebih rendah dan lebih tinggi dari kumpulan data yang berada dalam IQR (kecuali *outlier*).
6. Panjang garis *whisker* bagian atas adalah kurang dari atau sama dengan $Q3 + (1.5 \times IQR)$.
7. Panjang garis *whisker* bagian bawah adalah lebih besar atau sama dengan $Q1 - (1.5 \times IQR)$.
8. Nilai yang berada di atas atau bawah *whiskers* dinamakan nilai *outlier* (pencilan). Pencilan terbagi menjadi pencilan dalam dan pencilan luar (nilai ekstrim).
9. Suatu nilai dikatakan pencilan dalam jika $Q3 + (1.5 \times IQR) < \text{pencilan dalam atas} \leq Q3 + (3 \times IQR)$ atau $1 - (1.5 \times IQR) > \text{pencilan dalam bawah} \geq Q1 - (3 \times IQR)$.
10. Suatu nilai dikatakan pencilan luar (ekstrim) jika $> Q3 + (3 \times IQR)$ atau $< Q1 - (3 \times IQR)$.

2.3.2 Standarisasi Data (*Z-Score*)

Salah satu tahap dalam analisis kluster yaitu standarisasi data. Data yang digunakan pada analisis kluster terkadang tidak memiliki satuan yang sama. Oleh karena itu, data perlu ditransformasi untuk menghindari perhitungan jarak yang

bias (Gudono, 2014). Salah satu metode transformasi data yaitu normalisasi data. Normalisasi adalah proses penskalaan nilai atribut dari data sehingga bisa terletak pada rentang tertentu. Menurut Sa'adah, dkk (2021), standarisasi menggunakan *z-score* akan menangani pencilan dengan baik. *Z-Score* merupakan metode normalisasi berdasarkan mean (nilai rata-rata) sama dengan nol dan standar deviasi dari data. Metode standarisasi *z-score* ini sangat berguna jika tidak diketahui nilai aktual minimum dan maksimum dari data (Nasution dkk, 2019). Proses standarisasi memiliki tujuan menjadikan dua atau lebih peubah dengan perbedaan satuan yang lebar sehingga menjadi menyempit (Dewi, 2022). Berikut persamaan *Z-Score* :

$$Z = \frac{x - \bar{x}}{s} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan : x = Nilai dari data

\bar{x} = Rata – rata data

S = Simpangan baku

2.4 Asumsi Analisis Klaster

Terdapat asumsi – asumsi yang harus dipenuhi dalam analisis klaster, yaitu asumsi sampel representatif dan asumsi multikolinearitas (Nugroho, 2008).

2.4.1 Asumsi Sampel Representatif

Tidak ada penentuan yang pasti untuk jumlah sampel yang dapat mewakili populasi atau representatif, namun tetap diperlukan sejumlah sampel yang cukup besar agar proses klastering dapat dilakukan dengan benar. Asumsi sampel mewakili populasi dapat diketahui dengan uji *Kaisen Mayer Olkin* (KMO) dan uji *Measure of Sampling Adequacy* (MSA). Kegunaan dari uji KMO dan MSA yaitu pengukuran dalam kecukupan pengambilan sampel secara keseluruhan dan kecukupan pengambilan sampel untuk setiap indikator. Asumsi sampel dapat mewakili populasi dan dapat dilakukan analisis lebih lanjut adalah apabila diperoleh nilai KMO dan MSA dengan nilai minimal 0,5.

1. Uji *Kaisen Mayer Olkin* (KMO)

Uji *Kaisen Mayer Olkin* (KMO) dilakukan untuk mengukur kecukupan sampel secara keseluruhan. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini dapat dikatakan cukup mewakili populasi dan dapat dilakukan analisis lebih lanjut apabila diperoleh nilai $KMO \geq 0,5$. Jika nilai $KMO < 0,5$ maka peubah diganti atau ditambah peubah yang baru (Nugroho, 2008). Berikut rumus uji KMO :

$$KMO = \frac{\sum_{k=1}^P \sum_{l=1}^P l \neq k r_{x_k x_l}^2}{\sum_{k=1}^P \sum_{l \neq k}^P r_{x_k x_l}^2 + \sum_{k=1}^P \sum_{l \neq k}^P \rho_{x_k x_l x_m}^2} \dots\dots\dots(2)$$

$$r_{x_k x_l} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_k)(x_{il} - \bar{x}_l)}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_k)^2}{n}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{il} - \bar{x}_l)^2}{n}}} \dots\dots\dots(3)$$

$$\rho_{x_k x_l} = \frac{v_{kl}}{\sqrt{v_{kk} \cdot v_{ll}}} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan : P = Banyaknya peubah

x_{ik}, x_{il} = Objek ke- i pada peubah k dan objek ke- i pada peubah l

\bar{x}_k, \bar{x}_l = Rataan peubah k dan l

$r_{x_k x_l}$ = Koefisien korelasi antara peubah k dan l

$\rho_{x_k x_l}$ = Koefisien korelasi parsial antara peubah k dan l

v_{kl} = Invers matriks korelasi antara peubah k dan l

n = Banyak amatan

2. Uji *Measure of Sampling Adequacy* (MSA)

Uji *Measure of Sampling Adequacy* (MSA) dilakukan untuk mengukur kecukupan sampel untuk setiap indikator. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini dapat dikatakan cukup mewakili populasi dan dapat dilakukan

analisis lebih lanjut apabila diperoleh nilai $MSA \geq 0,5$. Jika nilai $MSA < 0,5$ maka peubah diganti atau ditambah peubah yang baru dan dilakukan asumsi sampel representatif kembali. Berikut rumus uji MSA :

$$MSA = \frac{\sum_{l=1}^P l \neq k r_{x_k x_l}^2}{\sum_{l=1}^P l \neq k r_{x_k x_l}^2 + \sum_{l=1}^P l \neq k \rho_{x_k x_l}^2} \dots\dots\dots(5)$$

2.4.2 Asumsi Multikolinearitas

Multikolinearitas merupakan korelasi yang kuat antar satu atau lebih objek. Pada analisis klaster sebaiknya tidak terdapat korelasi antar objek (Hair dkk, 2010). Jika terjadi multikolinearitas, peubah yang memiliki korelasi tinggi perlu dihilangkan (Gudono, 2014). Asumsi multikolinearitas dapat diidentifikasi dengan menghitung nilai *Variance Inflation Factor* (VIF). Jika nilai VIF lebih besar dari 10 maka dapat dikatakan terjadi multikolinearitas (Dewi, 2022). Persamaan dari nilai VIF yaitu sebagai berikut :

$$VIF = \frac{1}{1-r^2} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan : VIF = *Variance Inflation Factor*

r^2 = Koefisien determinasi atau kuadrat dari koefisien korelasi

2.5 Pengukuran Jarak *Euclidean*

Analisis klaster bertujuan untuk mengelompokkan objek berdasarkan kemiripan karakteristiknya. Kemiripan karakteristik ini dapat ditentukan dengan menghitung jarak antar objek atau klaster. Menurut Mattjik & Sumertajaya (2011), jarak *Euclidean* merupakan jarak yang umum digunakan. Jarak *Euclidean* dapat digunakan ketika setiap peubah yang digunakan saling tidak berkorelasi dan memiliki satuan serta skala pengukuran yang sama (Asroni & Adrian, 2015). Jarak *Euclidean* adalah besarnya jarak suatu garis yang menghubungkan antar objek. Jarak *Euclidean* merupakan jarak terpendek yang didapat antara dua titik dalam perhitungan. Dua objek yaitu i dan j dengan variabel berdimensi p mempunyai jarak sebesar :

$$d_{(i,j)} = \sqrt{\sum_{i=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan : $d_{(i,j)}$ = Jarak antara objek ke- i dengan objek ke- j

x_{ik} = Nilai objek ke- i pada peubah ke- k

x_{jk} = Nilai objek ke- j pada peubah ke- k

p = Banyak peubah yang diamati

2.6 Metode Pengklasteran

Analisis Kluster merupakan salah satu analisis multivariat yang termasuk ke dalam metode interdependensi, yaitu hanya menggunakan peubah bebas. Analisis kluster adalah metode statistika yang bertujuan untuk mengelompokkan objek berdasarkan karakteristiknya. Analisis kluster disebut juga analisis gerombol, klasifikasi atau taksonomi numerik (Mattjik & Sumertajaya, 2011). Terdapat dua metode pengklasteran, yaitu metode hierarki dan non hierarki (Nugroho, 2008).

Pengelompokan objek di dalam satu kelompok yang sama memiliki tingkat kemiripan karakteristik antar objek yang tinggi. Sedangkan karakteristik antar objek yang berada di satu kelompok dengan objek kelompok lainnya memiliki tingkat kemiripan karakteristik yang rendah. Dapat disimpulkan bahwa objek yang berada dalam satu kelompok memiliki tingkat keberagaman yang minimum, sedangkan objek yang berbeda kelompok memiliki keberagaman yang maksimum (Santoso, 2018).

Analisis kluster dikatakan optimal atau baik ketika kluster mempunyai :

- a. Homogenitas (kesamaan) yang tinggi antar anggota dalam satu kluster (*within-cluster*).
- b. Heterogenitas (perbedaan) yang tinggi antar kluster yang satu dengan kluster lainnya (*between cluster*).

Disimpulkan bahwa hasil analisis kluster yang baik adalah kluster yang mempunyai anggota – anggota yang memiliki kemiripan karakteristik yang tinggi,

namun untuk klaster satu dengan yang lain memiliki karakteristik yang sangat berbeda (Santoso, 2018).

Pengklasteran mereduksi atau memperkecil banyaknya objek, bukan banyaknya peubah atau atribut responden. Hal ini dilakukan dengan mengelompokkan objek – objek menjadi klaster, yang banyaknya lebih sedikit dari pada banyaknya objek asli yang diteliti. Pengklasteran ideal adalah yang setiap objeknya hanya masuk atau menjadi anggota dari salah satu klaster saja, tidak terjadi tumpang tindih (*overlapping* atau *interaction*) (Supranto, 2004). Peubah – peubah yang digunakan dalam penelitian menjadi dasar pertimbangan yang disesuaikan dengan tujuan pengelompokan. Data yang akan diteliti sebaiknya bersifat representatif dan tidak terjadi multikolinearitas antar objek.

2.6.1 Metode Hierarki

Metode klaster hierarki yaitu metode yang digunakan untuk mengelompokkan suatu pengamatan secara terstruktur berdasarkan kemiripan jarak. Penentuan banyaknya kelompok yang dapat dibentuk belum diketahui dalam metode hierarki (Wahyuni, 2015). Pada metode hierarki, hasil dari pengelompokan klaster hierarki dapat digambarkan oleh dendrogram. Dendrogram merupakan diagram seperti pohon dua dimensi. Dendrogram digunakan dalam menentukan jumlah kelompok; jumlah kelompok yang ditentukan tergantung subjektivitas peneliti (Nugroho, 2008). Terdapat dua cara dalam pengelompokan dengan metode klaster, yaitu (Nugroho, 2008) :

1. Metode Penggabungan (*Agglomerative*)

Metode klaster hierarki dengan cara penggabungan atau *agglomerative*, menggabungkan objek pengamatan secara bertahap sehingga hanya membentuk satu kelompok atau satu klaster saja. Pengelompokan secara *agglomerative* dimulai dengan setiap objek berada dalam n klaster yang berbeda, lalu dua klaster yang terdekat digabungkan dan kedekatan antar $n-1$ klaster baru ditentukan kembali. Pengelompokan dilakukan terus sampai menjadi satu klaster besar (Nugroho, 2008). Metode pengklasteran hierarki secara *agglomerative* terdiri dari

beberapa metode, di antaranya *Linkage method* (*Single Linkage*, *Average Linkage*, dan *Complete Linkage*), *Ward Method*, *Centroid Method*, *Median Method* (Wahyuni, 2015).

2. Metode Pemisahan (*Divisive*)

Metode kluster hierarki dengan cara pemisahan kelompok atau *Divisive*, dimulai dengan membentuk satu kluster besar yang anggotanya semua seluruh objek pengamatan; kemudian kelompok tersebut dipisahkan menjadi beberapa kelompok yang lebih kecil, hingga akhirnya satu kelompok hanya beranggotakan satu objek pengamatan saja. Menurut Nugroho (2008), metode *Divisive* jarang digunakan dan juga tidak banyak *software* yang menyediakan fasilitas metode ini.

Menurut Mattjik dan Sumertajaya (2011), algoritma metode kluster secara hierarki adalah :

1. Penentuan jarak antar amatan atau kelompok.
2. Penggabungan dua amatan atau kelompok terdekat ke dalam kelompok yang baru.
3. Penentuan kembali jarak antar amatan atau kelompok dari kelompok baru yang telah terbentuk.
4. Langkah 2 dan 3 dilakukan sampai semua amatan masuk dalam satu kelompok.

2.6.2 Metode Non Hierarki

Metode non kluster hierarki yaitu metode yang dimulai dengan menentukan terlebih dahulu jumlah kluster yang diinginkan dan *centroid* di tiap kluster. Pada beberapa *software*, *centroid* yang digunakan adalah k pengamatan, namun ada juga yang menentukannya secara acak. Perhitungan jarak antara setiap objek dengan *centroid* dilakukan berdasarkan jarak terdekat dengan *centroid* kluster, kemudian jaraknya dihitung kembali hingga tidak ada lagi pemindahan objek antar kluster. Metode ini biasa disebut *K-means* (Nugroho, 2008).

2.7 Algoritma *Single Linkage*

Metode *Single Linkage* atau disebut juga dengan pautan tunggal, merupakan proses pengklasteran hierarki bersifat *agglomerative* yang didasarkan pada jarak antara objek pengamatan yang memiliki jarak terdekat (*nearest neighbor*); yang memiliki jarak terkecil akan digabungkan dalam satu klaster. Perhitungan jarak terdekat antar objek pengamatan pada metode *Single Linkage* digunakan persamaan berikut (Johnson & Wichern, 2007) :

$$d_{(UV)W} = \min \{d_{UW} , d_{VW} \} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan : $d_{(UV)W}$ = Jarak antar klaster *UV* dan klaster *W*

d_{UW} = Jarak terdekat dari klaster *U* dan *W*

d_{VW} = Jarak terdekat dari klaster *V* dan *W*

2.8 Algoritma *Average Linkage*

Metode *Average Linkage* atau disebut juga pautan rata – rata, merupakan proses pengklasteran hierarki bersifat *agglomerative* yang didasarkan pada rata – rata jarak seluruh objek pada suatu klaster dengan objek klaster lainnya. Pengklasteran dengan metode *Average Linkage* berdasarkan pada semua pasangan jarak, tidak hanya jarak maksimum atau minimum (Supranto, 2004). Metode *Average Linkage* dianggap lebih stabil dalam berbagai keadaan dengan memiliki ketelitian yang tinggi (Dewi, 2022). Perhitungan jarak rata-rata antar objek pengamatan pada metode *Average Linkage* digunakan persamaan berikut (Johnson & Wichern, 2007):

$$d_{(UV)W} = \frac{\sum_i \sum_k d_{ik}}{N_{(UV)} N_W} \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan : $d_{(UV)W}$ = Jarak antar klaster *UV* dan klaster *W*

d_{ik} = Jarak antara objek pengamatan *i* pada klaster *UV* dan objek *k* pada klaster *W*

- $N_{(uv)}$ = Jumlah anggota pada kluster UV
- N_w = Jumlah anggota pada kluster W

2.9 Penentuan Jumlah Kluster Optimal

Penentuan kluster optimal pada analisis kluster dapat dilakukan menggunakan metode *Elbow*. Metode ini menggunakan perbandingan nilai *Sum of Square Error* (SSE) atau bisa disebut juga *Within Sum of Square* (WSS) dari masing – masing nilai kluster. Jumlah kluster terbaik dapat dilihat dari grafik *Elbow* yang mengalami penurunan signifikan, sehingga membentuk siku pada suatu titik (Dewi, 2022). Jika nilai kluster pertama dengan nilai kluster kedua memberikan sudut dalam grafik atau nilainya mengalami penurunan paling besar, maka nilai kluster tersebut yang terbaik (Bholowalia & Kumar, 2014). Mendapatkan perbandingan nilai *Within Sum of Square* (WSS) dapat digunakan rumus sebagai berikut :

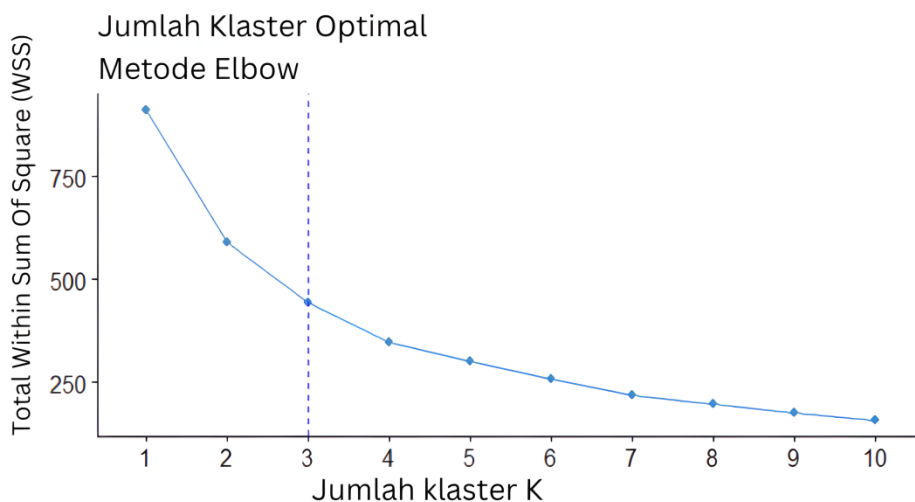
$$WSS = \sum_{li}^k \sum_{i \in s_k} \sum_{j=1}^p (x_{lj} - \bar{x}_{kj})^2 \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan : s_k = Objek pengamatan di suatu kluster

x_{lj} = Nilai objek ke- l pada peubah ke- j

\bar{x}_{kj} = Rata-rata dari objek pada peubah ke- j

p = Jumlah peubah



Gambar 2. Ilustrasi Grafik Metode *Elbow* (diadaptasi dari Thamrin & Wijayanto, 2021)

2.10 Penentuan Metode Terbaik

Metode pengklasteran yang baik yaitu kelompok atau kluster yang memiliki nilai ragam yang minimum (V_w^2) dan nilai ragam antar kelompok yang maksimum (V_b^2), atau dapat dikatakan bahwa metode pengelompokan yang baik adalah metode dengan nilai rasio ragam yang minimum (Yusniyanti dkk, 2020).

Jika kluster A, dengan $i = 1, \dots, k$, dan setiap kluster mempunyai anggota x_i dengan $i = 1, \dots, n$, maka nilai ragam kluster dapat dihitung menggunakan rumus :

$$V_k^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x}_k)^2 \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan : V_k^2 = Nilai ragam kluster ke- k

K = Kluster yang digunakan

n = Jumlah data dalam kluster

x_i = Data ke- i dalam kluster

\bar{x}_k = *Centroid* dari data kluster ke- k

Jika N adalah jumlah seluruh anggota klaster, maka rumus untuk mendapatkan ragam dalam klaster yaitu :

$$V_w^2 = \frac{1}{N-k} \sum_{i=1}^k (n_i - 1) V_i^2 \dots\dots\dots (12)$$

Keterangan : V_w^2 = Nilai ragam dalam klaster

N = Jumlah semua data

n_i = Jumlah data klaster i

V_i = Nilai ragam klaster i

Ragam antar klaster (V_b^2) dengan \bar{x} merupakan nilai dari rata-rata seluruh klaster, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$V_b^2 = \frac{1}{(k-1)} \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2 \dots\dots\dots (13)$$

Keterangan : V_b^2 = Nilai ragam antar klaster

\bar{x}_i = Centroid dari data klaster i

\bar{x} = Centroid seluruh klaster

Pengelompokan yang baik akan memiliki nilai v minimum, sehingga metode terbaik yang menghasilkan nilai rasio ragam minimum V_w^2 terhadap V_b^2 dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$v = \frac{V_w^2}{V_b^2} \times 100\% \dots\dots\dots (14)$$

Keterangan : v = Nilai rasio ragam

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Data

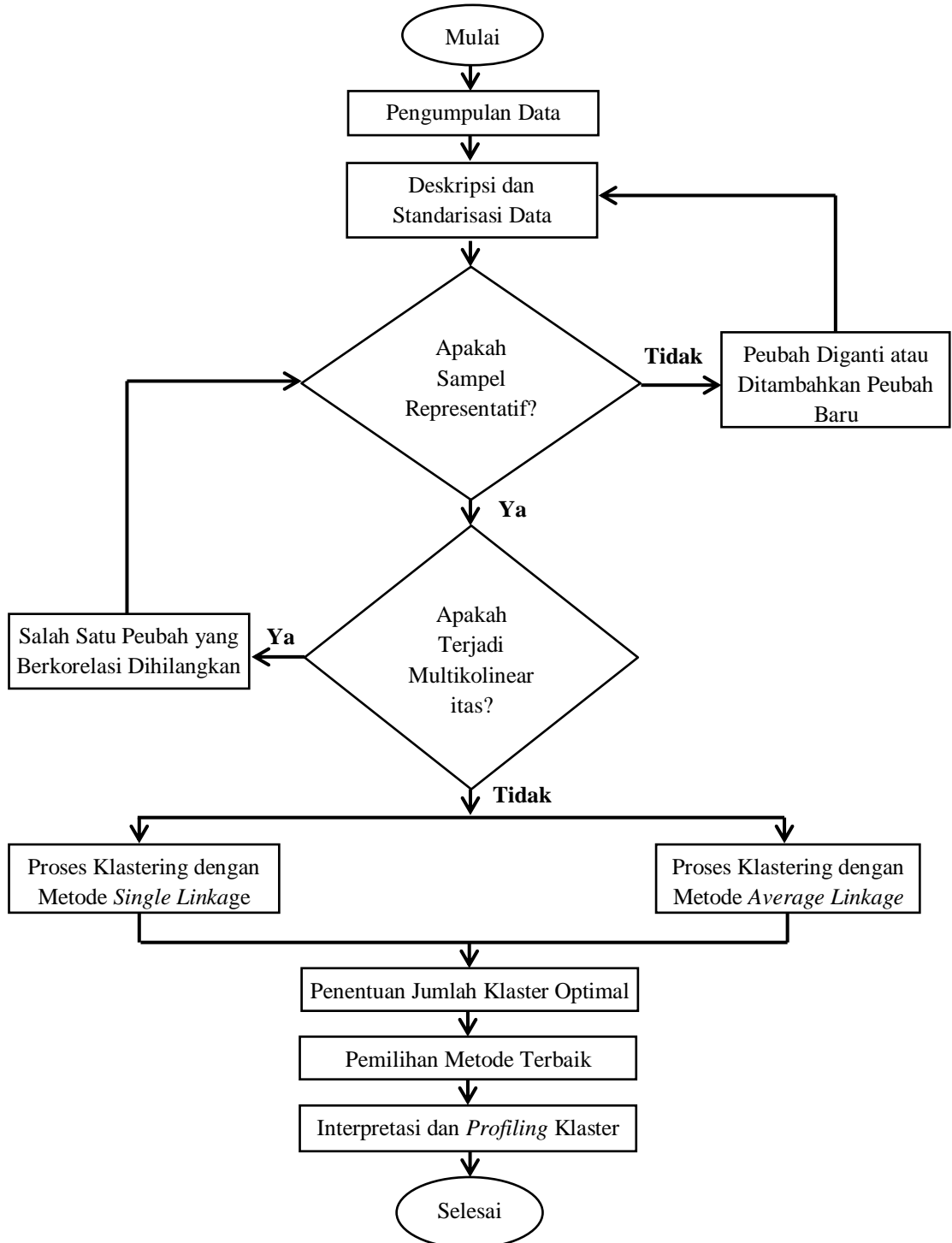
Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data sekunder yang berasal dari Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) yang diperoleh dari situs resmi Badan Pusat Statistik dengan amatan sebanyak 34 provinsi di Indonesia (BPS, 2023). Peubah yang digunakan pada penelitian ini dipilih berdasarkan penelitian – penelitian terdahulu yaitu Itang (2017), Saleh (2002) serta informasi dari situs resmi BPS (BPS, 2023). Data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1. Peubah yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Susunan Peubah dalam Penelitian.

| Peubah Bebas | Keterangan |
|---------------------|--|
| X_1 | Persentase Penduduk Miskin (Persen) |
| X_2 | Tingkat Pengangguran Terbuka (Persen) |
| X_3 | Indeks Pembangunan Manusia (Persen) |
| X_4 | Garis Kemiskinan (Rupiah/kapita/bulan) |
| X_5 | Pengeluaran Perkapita Disesuaikan (Ribu rupiah/orang/tahun) |

3.2 Tahapan Analisis

Tahapan analisis dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir (*Flowchart*) Tahapan Analisis.

Berikut penjelasan dari diagram alir (*Flowchart*) tahapan analisis tersebut :

1. Pengumpulan Data

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengumpulan data indikator kemiskinan yang diperoleh dari situs resmi Badan Pusat Statistik, seperti dijelaskan pada subbab 3.1. Data yang digunakan pada penelitian ini diolah menggunakan *software* Microsoft Excel, R Studio dan Minitab.

2. Deskripsi dan Standarisasi Data

Deskripsi data dilakukan untuk mengetahui gambaran secara umum karakteristik untuk masing-masing peubah atau indikator yang digunakan. Setiap peubah dideskripsikan dengan didasarkan pada nilai maksimum, nilai minimum, rata-rata dan simpangan baku.

Standarisasi data dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan analisis kluster yang bertujuan untuk menyamakan satuan nilai yang tidak sama antar peubah. Agar perhitungan jarak menjadi valid dan tidak ada perbedaan data yang besar maka data perlu dilakukan transformasi. Transformasi data dilakukan menggunakan uji *Z-score* sesuai dengan persamaan (1).

3. Uji Sampel Representatif

Uji sampel representatif dilakukan untuk melihat apakah sampel dapat mewakili populasi yang ada. Pengujian sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah uji *Kaiser Mayer Olkin* (KMO). Sampel dikatakan dapat mewakili populasi dan dapat dilakukan analisis lebih lanjut apabila diperoleh nilai KMO berkisar 0,5 sampai dengan 1 ($0,5 \leq \text{KMO} \leq 1$). Apabila nilai KMO kurang dari 0,5 maka sampel tidak layak untuk dilakukan analisis lebih lanjut dan peubah dapat dipertimbangkan untuk diganti atau ditambah peubah yang baru. Perhitungan nilai KMO dilakukan sesuai dengan persamaan (2) dan MSA dilakukan sesuai dengan persamaan (5).

4. Uji Multikolinearitas

Multikolinearitas terjadi bila terdapat korelasi yang kuat antar satu atau lebih peubah. Pada analisis kluster sebaiknya tidak terjadi multikolinearitas pada peubah-peubah yang ada (Hair dkk, 2010). Salah satu cara untuk mengidentifikasi adanya multikolinearitas adalah dengan menghitung nilai

Variance Inflation Factor (VIF) menggunakan persamaan (6). Jika nilai VIF lebih besar dari 10 maka teridentifikasi terjadi multikolinearitas, namun apabila nilai VIF kurang dari 10 tidak terjadi multikonearitas. Apabila terjadi multikolinearitas dianjurkan peubah yang memiliki korelasi paling besar dihilangkan.

5. Metode Pengklasteran

Tahap selanjutnya yaitu pengelompokan dengan metode *Single Linkage* dan *Average Linkage*.

- a. Pada tahap kelima (A), dilakukan pengelompokan menggunakan metode *Single Linkage* dengan algoritma sebagai berikut :
 1. Langkah pertama yaitu perhitungan kemiripan antar objek. Perhitungan kemiripan antar objek dilakukan dengan perhitungan ukuran jarak. Pada penelitian ini digunakan ukuran jarak *Euclidean* dengan persamaan (7). Di tahap ini akan dihasilkan matriks yang disebut dengan matriks jarak.
 2. Setelah ukuran jarak antar objek dihitung, langkah kedua adalah penggabungan dua objek yang memiliki jarak terdekat menjadi klaster baru.
 3. Langkah ketiga yaitu pembaruan matriks jarak. Ini dilakukan dengan cara menghitung jarak antara klaster baru terhadap objek yang tersisa dengan menentukan nilai jarak terkecil pada seluruh objek atau provinsi dengan menggunakan persamaan (8).
 4. Setelah jarak pada seluruh objek ditentukan, dilakukan penggabungan kembali objek yang mirip atau berdekatan.
 5. Langkah ketiga diulangi sampai seluruh objek bergabung dalam satu klaster.
- b. Pada tahap kelima (B), dilakukan pengelompokan menggunakan metode *Average Linkage* dengan algoritma sebagai berikut :
 1. Langkah pertama yaitu perhitungan kemiripan antar objek. Perhitungan kemiripan antar objek dilakukan dengan perhitungan ukuran jarak. Pada penelitian ini digunakan ukuran jarak *Euclidean* dengan persamaan (7). Di tahap ini akan dihasilkan

matriks yang disebut dengan matriks jarak.

2. Setelah ukuran jarak antar objek dihitung, langkah kedua adalah penggabungan dua objek terdekat menjadi sebuah klaster baru.
3. Langkah ketiga yaitu pembaruan matriks jarak. Ini dilakukan dengan cara menghitung jarak antara klaster baru terhadap objek yang tersisa dengan menentukan nilai rata – rata jarak dengan menggunakan persamaan (9).
4. Setelah jarak pada seluruh objek ditentukan, dilakukan penggabungan kembali objek yang mirip atau berdekatan.
5. Langkah ketiga diulangi sampai seluruh objek bergabung dalam satu klaster.

Pengelompokan pada tahap kelima akan menghasilkan diagram pohon atau dendrogram.

6. Penentuan Banyaknya Klaster Optimal

Penentuan banyaknya klaster yang optimal dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Elbow*. Penentuan jumlah klaster yang optimal dilihat melalui perbandingan nilai *Within Sum of Square* (WSS) yang mengalami penurunan signifikan pada grafik *Elbow* sehingga akan terbentuk siku pada suatu titik. Perhitungan nilai *Within Sum of Square* (WSS) menggunakan persamaan (10).

7. Penentuan Metode Terbaik

Tahap kedelapan yaitu penentuan metode terbaik dengan menghitung nilai ragam dalam klaster (V_w^2) dengan menggunakan persamaan nilai ragam dalam klaster, dan menghitung nilai ragam antar klaster (V_b^2) dengan persamaan nilai ragam antar klaster. Pengelompokan yang baik memiliki nilai ragam dalam klaster yang minimum dan nilai antar klaster yang maksimum, sehingga menghasilkan nilai rasio ragam yang minimum. Perhitungan nilai ragam dalam klaster (V_w^2) dilakukan dengan menggunakan persamaan (12), dan perhitungan nilai ragam antar klaster (V_b^2) menggunakan persamaan (13).

8. Interpretasi dan *Profiling* klaster

Tahap kesembilan yaitu interpretasi dan *profiling* klaster dari hasil yang

didapatkan. Proses profiling dilakukan untuk menjelaskan karakteristik setiap klaster berdasarkan nilai rata-rata.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi dan Standarisasi Data

Deskripsi data bertujuan untuk meringkas dan memberikan informasi secara umum dari masing-masing peubah yang digunakan. Data yang digunakan pada penelitian ini memiliki satuan yang berbeda. Sehingga, perlu dilakukan proses standarisasi terlebih dahulu.

4.1.1 Deskripsi Data

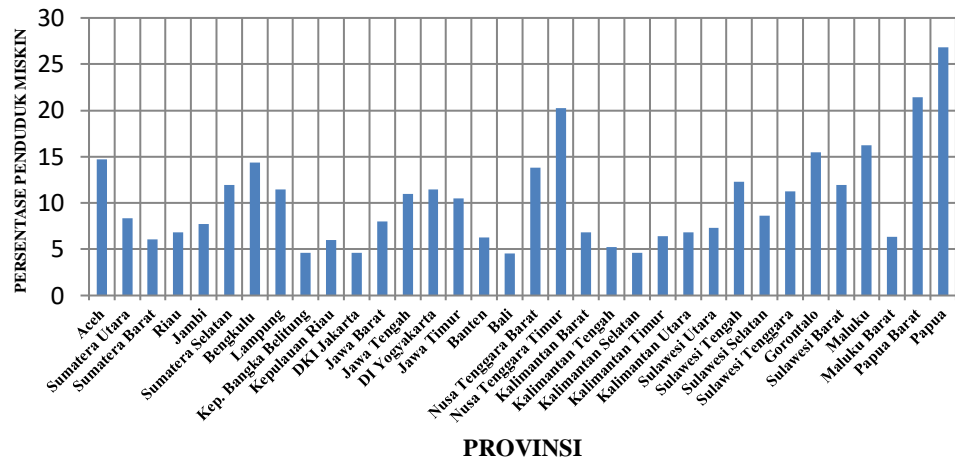
Deskripsi data yang ditampilkan berupa nilai minimum, maksimum, mean dan simpangan baku. Berikut adalah hasil deskripsi data dari seluruh peubah dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Ringkasan Data

| Peubah | Nama Peubah | Minimum | Maksimum | Mean | Simpangan Baku |
|----------------|-----------------------------------|---------------|----------------|----------------|-------------------|
| X ₁ | Persentase Penduduk Miskin | 4,53% | 26,80% | 10,30% | 5,28% |
| X ₂ | Tingkat Pengangguran Terbuka | 2,34% | 8,31% | 4,97% | 1,60% |
| X ₃ | Indeks Pembangunan Manusia | 61,39% | 81,65% | 71,97% | 3,90% |
| X ₄ | Garis Kemiskinan | Rp399.755.- | Rp801.437.- | Rp550.286,- | Rp109.052,30 |
| X ₅ | Pengeluaran Perkapita Disesuaikan | Rp7.146.000,- | Rp18.927.000,- | Rp11.080.000,- | Rp2.246,728.000,- |

Berikut dipaparkan deskripsi data dari setiap peubah yang digunakan :

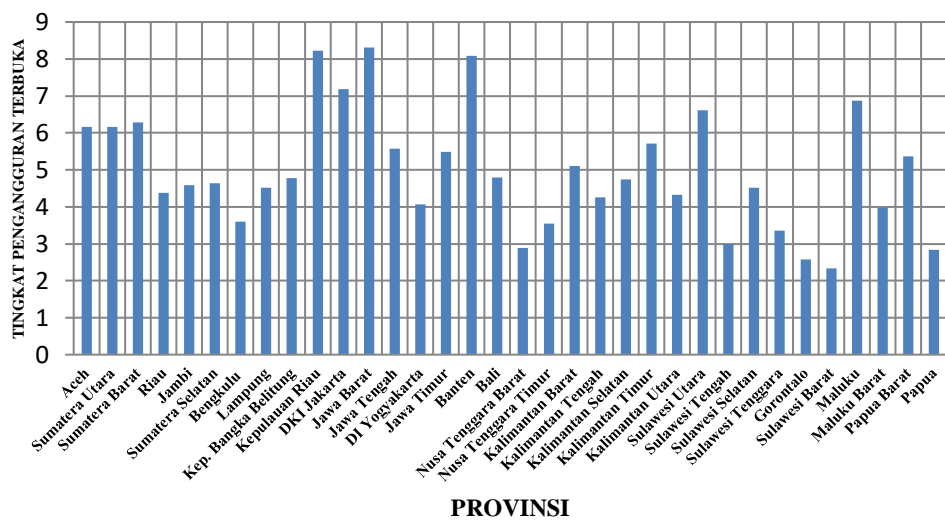
1. Persentase Penduduk Miskin (X_1)



Gambar 4. Grafik Persentase Penduduk Miskin

Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa provinsi yang memiliki persentase penduduk miskin tertinggi yaitu Provinsi Papua sebesar 26,80%, sedangkan provinsi yang memiliki persentase penduduk miskin terendah yaitu Provinsi Bali sebesar 4,53%.

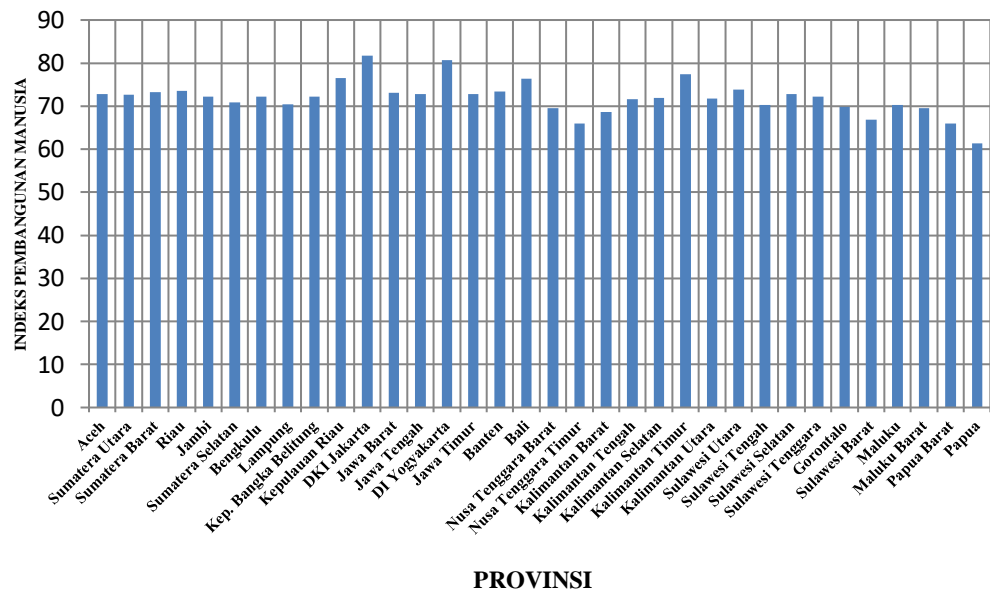
2. Tingkat Pengangguran Terbuka (X_2)



Gambar 5. Tingkat Pengangguran Terbuka

Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat bahwa provinsi yang memiliki tingkat pengangguran terbuka tertinggi yaitu Provinsi Jawa Barat sebesar 8,31%, sedangkan provinsi yang memiliki tingkat pengangguran terbuka terendah yaitu Provinsi Sulawesi Barat sebesar 2,34%.

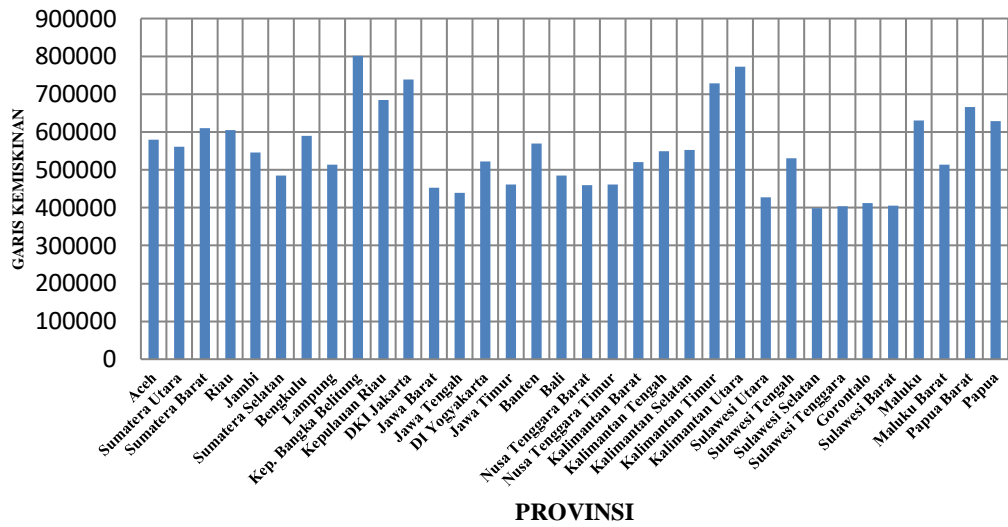
3. Indeks Pembangunan Manusia (X_3)



Gambar 6. Grafik Indeks Pembangunan Manusia

Berdasarkan Gambar 6, dapat dilihat bahwa provinsi yang memiliki Indeks Pembangunan Manusia tertinggi yaitu Provinsi DKI Jakarta sebesar 81,65%, sedangkan provinsi yang memiliki Indeks Pembangunan Manusia terendah yaitu Provinsi Papua sebesar 61,39%.

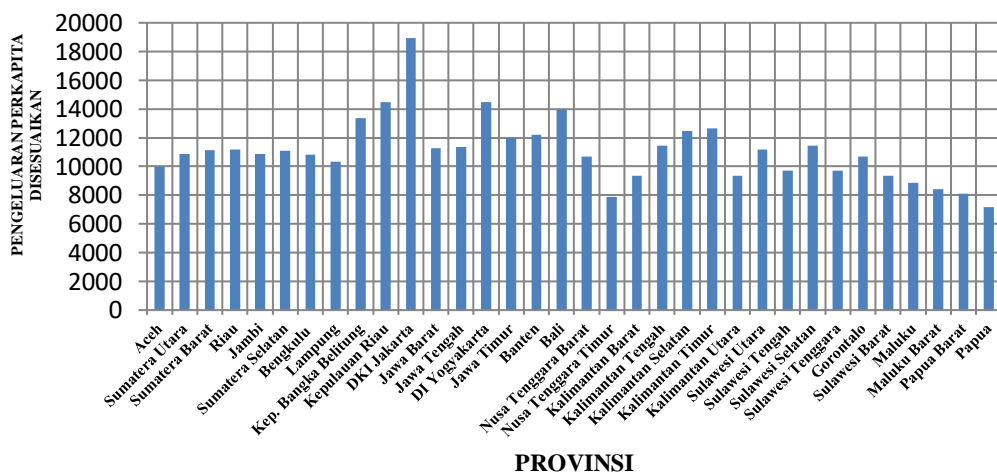
4. Garis Kemiskinan (X_4)



Gambar 7. Grafik Garis Kemiskinan

Berdasarkan Gambar 7, dapat dilihat bahwa provinsi yang memiliki garis kemiskinan tertinggi yaitu Provinsi Kepulauan Bangka Belitung sebesar Rp801.437,- kapita/bulan, sedangkan provinsi yang memiliki garis kemiskinan terendah yaitu Provinsi Sulawesi Selatan sebesar Rp399.755,- kapita/bulan.

5. Pengeluaran Perkapita Disesuaikan (X_5)



Gambar 8. Pengeluaran Perkapita Disesuaikan

Berdasarkan Gambar 8, dapat dilihat bahwa provinsi memiliki pengeluaran perkapita disesuaikan tertinggi yaitu Provinsi DKI Jakarta sebesar Rp18.927.000,- kapita/tahun, sedangkan provinsi yang memiliki pengeluaran perkapita disesuaikan terendah yaitu Provinsi Papua sebesar Rp7.146.000,- kapita/tahun.

4.1.2 Standarisasi Data

Proses pengklasteran tidak dapat langsung dilakukan dikarenakan memiliki satuan yang berbeda. Sehingga, data yang digunakan perlu dilakukan proses standarisasi terlebih dahulu. Proses standarisasi data menggunakan *z-score* dapat dihitung menggunakan persamaan (1). Perhitungan standarisasi dilakukan dengan bantuan *software* R Studio, *syntax* perhitungannya dapat dilihat pada Lampiran 2. Hasil *output* proses standarisasi data pada 34 provinsi untuk 5 peubah dapat dilihat pada Lampiran 3.

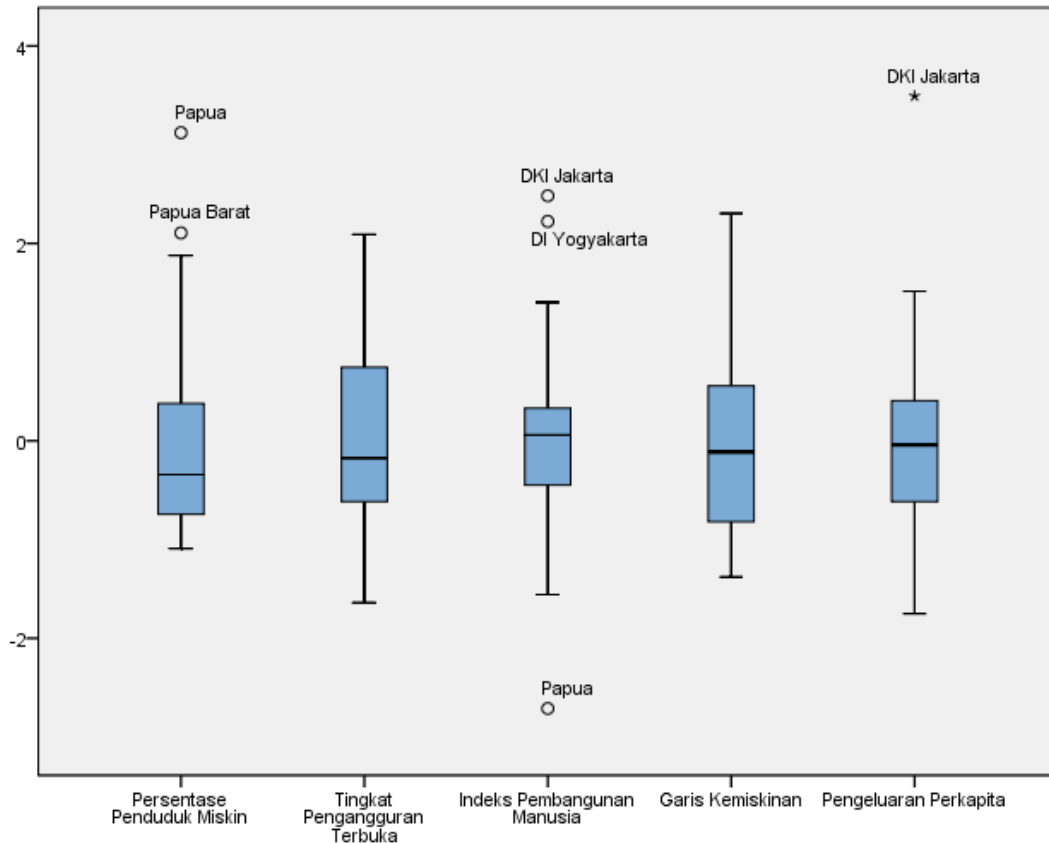
Berikut contoh perhitungan standarisasi data dari peubah persentase penduduk miskin (X_1) di Provinsi Aceh :

$$\begin{aligned} Z &= \frac{14,75 - 10,30}{5,28} \\ &= 0,8421 \end{aligned}$$

Berdasarkan *boxplot* pada Gambar 9, Provinsi Papua dan Papua Barat memiliki persentase jumlah penduduk miskin (X_1) yang cukup tinggi dibandingkan dengan provinsi – provinsi lainnya. Pada Indeks Pembangunan Manusia (X_3) terdapat pencilan, Provinsi DI Yogyakarta dan DKI Jakarta lebih tinggi dibandingkan dengan provinsi – provinsi lainnya. Sebaliknya, Provinsi Papua memiliki Indeks Pembangunan Manusia (X_3) yang cukup rendah.

Provinsi DKI Jakarta merupakan provinsi yang memiliki pengeluaran perkapita (X_5) yang sangat tinggi atau memiliki nilai ekstrim dibandingkan dengan provinsi – provinsi lainnya.

Pada kedua peubah lainnya yaitu tingkat pengangguran terbuka (X_2) dan garis kemiskinan (X_4), tidak terdapat pencilan pada peubah tersebut. Dengan kata lain, tidak ada provinsi yang memiliki nilai yang jauh dibandingkan provinsi – provinsi lainnya.



Gambar 9. Diagram Kotak Garis (*Boxplot*) Data Setelah Standarisasi

4.2 Uji Asumsi Klaster

Sebelum dilakukan proses analisis klaster, dilakukan terlebih dahulu uji asumsi. Uji asumsi klaster terdiri dari dua asumsi yaitu uji sampel representatif dan uji sampel multikolinearitas.

4.2.1 Uji Sampel Representatif

Uji sampel representatif dilakukan untuk mengetahui apakah sampel yang digunakan dapat mewakili populasi yang ada. Uji sampel representatif dapat diketahui dengan uji *Kaiser Mayer Olkin* (KMO) dan uji *Measure of Sampling Adequacy* (MSA).

4.2.1.1 Uji *Kaiser Mayer Olkin* (KMO)

Nilai KMO dihitung berdasarkan nilai korelasi dan korelasi parsial antar peubah. Berikut contoh perhitungan korelasi dan korelasi parsial antara peubah X_1 dan X_2 dengan menggunakan persamaan (3) dan (4) :

$$\begin{aligned}
 r_{x_1x_2} &= \frac{\frac{1}{34} \sum_{i=1}^{34} (x_{1i} - \bar{x}_1)(x_{2i} - \bar{x}_2)}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x}_1)^2}{34}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{2i} - \bar{x}_2)^2}{34}}} \\
 &= \frac{\frac{1}{34} (-13,1518)}{\sqrt{\frac{32,9998}{34}} \sqrt{\frac{32,9997}{34}}} \\
 &= \frac{-0,3868}{(0,9852)(0,9851)} \\
 &= -0,3985 \\
 \rho_{x_1x_2} &= \frac{v_{12}}{\sqrt{v_{11} \cdot v_{22}}} \\
 &= \frac{0,1780}{\sqrt{1,8651 \cdot 1,4133}} \\
 &= \frac{0,1780}{1,6235} \\
 &= 0,1096
 \end{aligned}$$

Nilai KMO dihitung menggunakan persamaan (2) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{KMO} &= \frac{\sum_{k=1}^5 \sum_{l=1}^5 l \neq k r_{x_k x_l}^2}{\sum_{k=1}^5 \sum_{l \neq k}^5 r_{x_k x_l}^2 + \sum_{k=1}^{10} \sum_{l \neq k}^5 \rho_{x_k x_l x_m}^2} \\
 \text{KMO} &= \frac{4,8432}{4,8432 + 1,7345}
 \end{aligned}$$

$$KMO = 0,7363$$

Diperoleh nilai KMO sebesar 0,7363 atau lebih dari 0,5; artinya sampel yang digunakan dalam penelitian ini masuk ke dalam kriteria cukup uji KMO, sehingga dapat dilanjutkan dengan perhitungan nilai MSA.

4.2.1.2 Uji *Measure of Sampling Adequacy* (MSA)

Nilai MSA dihitung berdasarkan nilai korelasi dan korelasi parsial dari setiap peubah. Berikut contoh perhitungan nilai MSA untuk peubah X_1 dengan menggunakan persamaan (5) :

$$MSA = \frac{\sum_{l=1}^5 l \neq k r_{x_k x_l}^2}{\sum_{l=1}^5 l \neq k r_{x_k x_l}^2 + \sum_{l=1}^5 l \neq k \rho_{x_k x_l}^2}$$

$$MSA = \frac{1,0199}{1,0199+0,1152}$$

$$MSA = 0,8985$$

Diperoleh nilai MSA untuk peubah X_1 sebesar 0,8985 atau lebih dari 0,5. Maka peubah X_1 lulus uji MSA. Dengan cara yang sama dihitung nilai MSA untuk peubah lainnya.

Hasil perhitungan uji KMO dan MSA untuk setiap peubah dapat dilihat pada Tabel 3. Perhitungan dilakukan dengan bantuan *software* R Studio, *syntax* perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 2; sedangkan hasil *output* uji KMO dan MSA dapat dilihat pada Lampiran 4.

Berdasarkan Tabel 3, nilai KMO sebesar 0,7363 atau lebih dari 0,5 yang artinya sampel yang digunakan dalam penelitian ini sudah cukup untuk dianalisis lebih lanjut. Nilai MSA dari setiap peubah pun sudah memenuhi kriteria lebih dari 0,5, sehingga kelima peubah yang digunakan pada penelitian ini dapat dianalisis lebih lanjut untuk uji asumsi berikutnya.

Tabel 3. Nilai KMO dan MSA

| KMO & MSA | | Nilai |
|-----------|----------------|--------|
| KMO | | 0,7363 |
| MSA | X ₁ | 0,8985 |
| | X ₂ | 0,8474 |
| | X ₃ | 0,6652 |
| | X ₄ | 0,7034 |
| | X ₅ | 0,6868 |

4.2.2 Uji Multikolinearitas

Uji multikolinearitas bertujuan untuk mengetahui apakah peubah yang digunakan terdapat korelasi antar satu atau lebih peubah. Mengidentifikasi ada atau tidaknya multikolinearitas yaitu dengan memperhatikan nilai VIF (*Variance Inflation Factor*). Jika nilai VIF > 10 maka teridentifikasi terjadi multikolinearitas.

Berikut contoh perhitungan nilai VIF untuk peubah X₁ terhadap X₂ dengan menggunakan persamaan (6) :

$$\text{VIF} = \frac{1}{1-r^2}$$

$$\text{VIF} = \frac{1}{1-(-0,3985)^2}$$

$$\text{VIF} = 1,1888$$

Pada hasil perhitungan di atas, dihasilkan nilai VIF untuk X₁ terhadap X₂ sebesar 1,0259. Hasil perhitungan untuk semua peubah dapat dilihat pada Tabel 4. Perhitungan nilai VIF dilakukan dengan bantuan *software* R Studio, dan *syntax* perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 2. Hasil *output* nilai VIF dapat dilihat pada Lampiran 5.

Tabel 4. Nilai VIF

| | X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | X_5 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| X_1 | | 1,1888 | 1,8305 | 1,0234 | 1,6244 |
| X_2 | 1,1888 | | 1,3147 | 1,1035 | 1,2295 |
| X_3 | 1,8305 | 1,3147 | | 1,0457 | 4,3592 |
| X_4 | 1,0234 | 1,1035 | 1,0457 | | 1,0724 |
| X_5 | 1,6244 | 1,2295 | 4,3592 | 1,0724 | |

Tabel 4 menunjukkan bahwa semua peubah yang digunakan pada penelitian ini memiliki nilai VIF < 10, maka artinya tidak teridentifikasi terjadinya multikolinearitas antar peubah sehingga dapat dilakukan analisis selanjutnya.

4.3 Prosedur Pengklasteran

Prosedur pengklasteran pada metode ini terdiri dari pengukuran kemiripan objek dengan menggunakan jarak *euclidean*, serta pengklasteran dengan metode analisis kluster hierarki yaitu *single linkage* dan *average linkage*. Perhitungan dilakukan dengan bantuan *software R studio*.

4.3.1 Pengukuran Jarak *Euclidean*

Dalam analisis kluster, pengelompokan objek berdasarkan besaran jarak antar satu objek dengan objek lainnya. Semakin kecil besaran jarak antar objek maka menunjukkan semakin besar kemiripan antar objek tersebut. Sehingga objek tersebut akan digabungkan ke dalam kelompok yang sama. Berikut contoh perhitungan jarak *euclidean* antar objek dengan menggunakan persamaan (7) :

1. Jarak antara Provinsi Aceh dan Sumatera Utara (objek 1 dan objek 2)

Tabel 5. Perhitungan Jarak Objek 1 dan Objek 2

| Objek | X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | X_5 |
|-----------------------------|---------|--------|--------|--------|---------|
| Aceh (x_{1k}) | 0,8421 | 0,7523 | 0,2132 | 0,2654 | -0,4970 |
| Sumatera Utara (x_{2k}) | -0,3725 | 0,7460 | 0,1902 | 0,0983 | -0,1031 |

$$d_{1,2} = \sqrt{\sum_{k=1}^5 (x_{1k} - x_{2k})^2}$$

$$d_{1,2} = \sqrt{(0,8421 + 0,3725)^2 + (0,7523 - 0,7460)^2 + \dots + (-0,4970 + 0,1031)^2}$$

$$= 1,2880$$

Pada perhitungan di atas, diperoleh jarak antara Provinsi Aceh dan Provinsi Sumatera Utara yaitu sebesar 1,2280.

2. Jarak antara Provinsi Aceh dan Sumatera Barat (objek 1 dan objek 3)

Tabel 6. Perhitungan Jarak Objek 1 dan Objek 3

| Objek | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | X ₅ |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Aceh (x _{1k}) | 0,8421 | 0,7523 | 0,2132 | 0,2654 | -0,4970 |
| Sumatera Barat (x _{3k}) | 0,8058 | 0,8210 | 0,3312 | 0,5562 | 0,0225 |

$$d_{1,3} = \sqrt{\sum_{k=1}^5 (x_{1k} - x_{3k})^2}$$

$$d_{1,3} = \sqrt{(0,8421 - 0,8058)^2 + (0,7523 - 0,8210)^2 + \dots + (-0,4970 - 0,0225)^2}$$

$$= 1,7575$$

Pada perhitungan di atas, diperoleh jarak antara Provinsi Aceh dan Provinsi Sumatera Barat yaitu sebesar 1,7575.

3. Jarak antara Provinsi Aceh dan Riau (objek 1 dan objek 4)

Tabel 7. Perhitungan Jarak Objek 1 dan Objek 4

| Objek | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | X ₅ |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Aceh (x _{1k}) | 0,8421 | 0,7523 | 0,2132 | 0,2654 | -0,4970 |
| Riau (x _{4k}) | -0,6544 | -0,3726 | 0,3978 | 0,5101 | 0,0349 |

$$d_{1,4} = \sqrt{\sum_{k=1}^5 (x_{1k} - x_{4k})^2}$$

$$d_{1,4} = \sqrt{(0,8421 + 0,6544)^2 + (0,7523 + 0,3726)^2 + \dots + (-0,4970 - 0,0349)^2}$$

$$= 1,9702$$

Pada perhitungan di atas, diperoleh jarak antara Provinsi Aceh dan Provinsi Riau yaitu sebesar 1,9702.

4. Jarak antara Provinsi Aceh dan Jambi (objek 1 dan objek 5)

Tabel 8. Perhitungan Jarak Objek 1 dan Objek 5

| Objek | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | X ₅ |
|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Aceh (x _{1k}) | 0,8421 | 0,7523 | 0,2132 | 0,2654 | -0,4970 |
| Jambi (x _{5k}) | -0,4917 | -0,2351 | 0,0440 | -0,0405 | -0,0928 |

$$d_{1,5} = \sqrt{\sum_{k=1}^5 (x_{1k} - x_{5k})^2}$$

$$d_{1,5} = \sqrt{(0,8421 + 0,4917)^2 + (0,7523 + 0,2351)^2 + \dots + (-0,4970 + 0,0928)^2}$$

$$= 1,7434.$$

Pada perhitungan di atas, diperoleh jarak antara Provinsi Aceh dan Provinsi Jambi yaitu sebesar 1,7434.

Perhitungan jarak objek 1 terhadap objek 2, 3, 4 dan 5 menunjukkan bahwa objek 1 dan 2 merupakan pasangan objek yang paling mirip atau berdekatan dibandingkan dengan kemiripan objek 1 terhadap objek 3,4 dan 5 karena memiliki nilai jarak *euclidean* terkecil yaitu sebesar 1,2880. Perhitungan jarak dibantu dengan *software* R Studio, dan *syntaxnya* dapat dilihat pada Lampiran 2; sedangkan hasil perhitungan jarak atau kemiripan objek pada 34 provinsi dapat dilihat pada Lampiran 6.

4.3.2 Proses Pengklasteran Metode *Single Linkage*

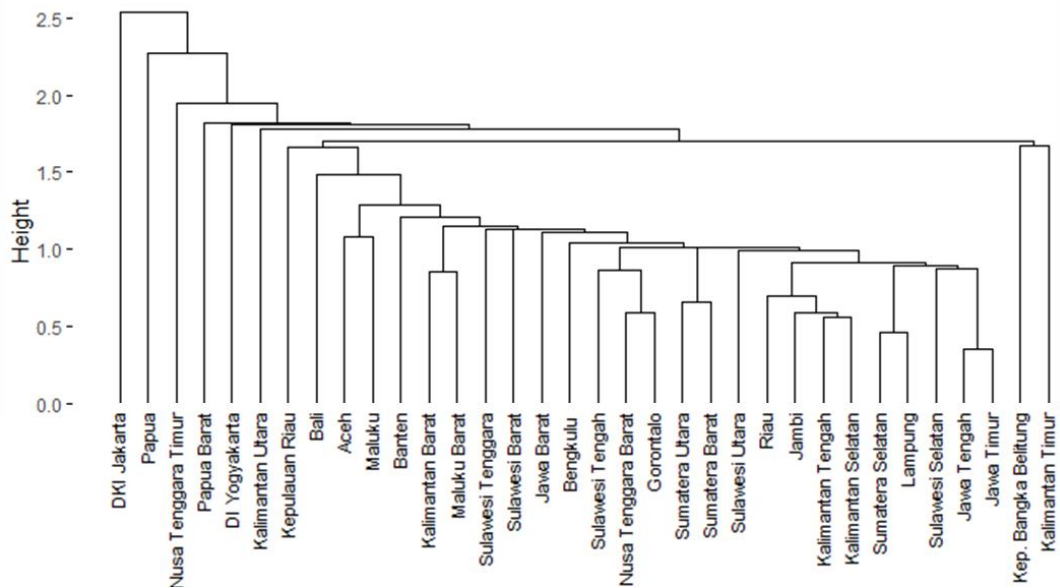
Pengklasteran metode *single linkage* didasarkan pada jarak antar objek pengamatan yang memiliki jarak terdekat atau minimum. Proses pengklasteran dibantu dengan *software* R Studio.

Proses dimulai dengan perhitungan jarak antar objek dengan jarak *euclidean* yang telah dihitung dengan persamaan (7) dan hasil perhitungan berupa matriks jarak pada Lampiran 6. Pembentukan klaster baru dilakukan dengan penggabungan dua objek yang memiliki jarak terdekat atau terkecil. Pada matriks jarak, objek 13 (Jawa Tengah) dan objek 15 (Jawa Timur) memiliki jarak terkecil yaitu $d_{13,15} = 0,3565$ sehingga objek 13 dan 15 digabung menjadi klaster baru.

Langkah berikutnya adalah pembaruan matriks jarak dengan menghapus objek 13 dan 15 karena telah digabung menjadi klaster baru dan dilakukan penambahan baris dan kolom untuk klaster (13,15). Kemudian dilakukan perhitungan jarak antara klaster baru (13,15) dengan klaster atau objek yang tersisa dengan menentukan nilai jarak minimum dengan rumus *single linkage* atau dengan persamaan (8). Berikut contoh perhitungan jarak antara klaster (13,15) dengan klaster lain yang tersisa:

$$\begin{aligned}d_{(13,15)1} &= \min (d_{13,1}; d_{15,1}) = \min (1,6441 ; 1,6802) = 1,6441 \\d_{(13,15)2} &= \min (d_{13,2}; d_{15,2}) = \min (1,3031; 1,2017) = 1,2017 \\d_{(13,15)3} &= \min (d_{13,3}; d_{15,3}) = \min (1,8941 ; 1,7348) = 1,7348 \\&\quad \cdot \\&\quad \cdot \\d_{(13,15)34} &= \min (d_{13,34}; d_{15,34}) = \min (5,1984 ; 5,2724) = 5,1984\end{aligned}$$

Kemudian dilakukan kembali penggabungan antara dua objek yang memiliki jarak paling dekat atau terkecil seperti pada langkah sebelumnya. Perhitungan dan penggabungan dilakukan terus-menerus sampai seluruh objek bergabung dalam satu klaster. Hasil pengklasteran dapat dilihat melalui dendogram yang dihasilkan dari bantuan *software* R Studio. Dendogram dari analisis klaster dengan metode *single linkage* disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Dendrogram *Single Linkage*

Ringkasan dari banyaknya objek atau anggota dari banyaknya kluster yang terbentuk ($k = 2$ sampai dengan $k = 6$) dapat dilihat pada Tabel 9.

Berdasarkan Tabel 9, banyaknya anggota setiap kluster pada proses pengklusteran dengan metode *single linkage* sebagai berikut :

1. Jika dibentuk 2 kluster, maka kluster 1 memiliki anggota sebanyak 33 provinsi dan kluster 2 sebanyak 1 provinsi.
2. Jika dibentuk 3 kluster, maka kluster 1 memiliki anggota sebanyak 32 provinsi, kluster 2 sebanyak 1 provinsi dan kluster 3 sebanyak 1 provinsi.
3. Jika dibentuk 4 kluster, maka kluster 1 memiliki anggota sebanyak 31 provinsi, kluster 2 sebanyak 1 provinsi, kluster 3 sebanyak 1 provinsi dan kluster 4 sebanyak 1 provinsi.
4. Jika dibentuk 5 kluster, maka kluster 1 memiliki anggota sebanyak 30 provinsi, kluster 2 sebanyak 1 provinsi, kluster 3 sebanyak 1 provinsi, kluster 4 sebanyak 1 provinsi dan kluster 5 sebanyak 1 provinsi.

5. Jika dibentuk 6 klaster, maka klaster 1 memiliki anggota sebanyak 29 provinsi, klaster 2 sebanyak 1 provinsi, klaster 3 sebanyak 1 klaster, klaster 4 sebanyak 1 provinsi, klaster 5 sebanyak 1 provinsi dan klaster 6 sebanyak 1 provinsi.

Tabel 9. Banyaknya Anggota dari Klaster yang Terbentuk Menggunakan Metode *Single Linkage*

| Banyaknya Klaster | Klaster ke- k | Banyaknya Anggota Klaster |
|-------------------|-----------------|---------------------------|
| 2 | 1 | 33 Provinsi |
| | 2 | 1 Provinsi |
| 3 | 1 | 32 Provinsi |
| | 2 | 1 Provinsi |
| | 3 | 1 Provinsi |
| 4 | 1 | 31 Provinsi |
| | 2 | 1 Provinsi |
| | 3 | 1 Provinsi |
| | 4 | 1 Provinsi |
| 5 | 1 | 30 Provinsi |
| | 2 | 1 Provinsi |
| | 3 | 1 Provinsi |
| | 4 | 1 Provinsi |
| | 5 | 1 Provinsi |
| 6 | 1 | 29 Provinsi |
| | 2 | 1 Provinsi |
| | 3 | 1 Provinsi |
| | 4 | 1 Provinsi |
| | 5 | 1 Provinsi |
| | 6 | 1 Provinsi |

4.3.3 Proses Pengklasteran Metode *Average Linkage*

Pengklasteran metode *average linkage* didasarkan pada rata - rata jarak antar objek pengamatan. Pembentukan klaster baru dilakukan dengan penggabungan dua objek yang memiliki jarak terdekat atau terkecil. Diperoleh hasil yang sama dengan proses pengklasteran metode *single linkage* dimana objek 13 dan 15 digabung menjadi satu klaster baru. Yang membedakan dengan pengklasteran *single linkage* yaitu pada saat pembaruan matriks jarak.

Pengklasteran metode *average linkage* dilakukan dengan cara menghitung jarak kluster baru (13,15) terhadap setiap objek atau kluster yang tersisa dengan menentukan nilai jarak rata-rata antar semua anggota dalam satu kluster dengan semua anggota kluster lain dengan menggunakan rumus *average linkage* dengan persamaan (9). Berikut contoh perhitungan jarak antara kluster (13,15) dengan kluster lain yang tersisa:

$$d_{(13,15)1} = \frac{(d_{(13,1)} + d_{(15,1)})}{N_{(13,15)}N_{(1)}} = \frac{(1,6441+1,6802)}{(2)(1)} = 1,6621$$

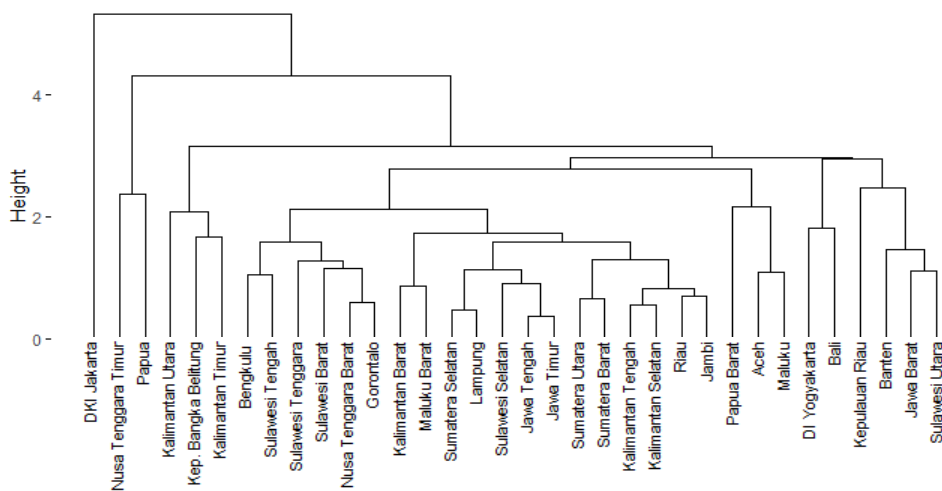
$$d_{(13,15)2} = \frac{(d_{(13,2)} + d_{(15,2)})}{N_{(13,15)}N_{(2)}} = \frac{(1,3031+1,2017)}{(2)(1)} = 1,2524$$

$$d_{(13,15)3} = \frac{(d_{(13,3)} + d_{(15,3)})}{N_{(13,15)}N_{(3)}} = \frac{(1,8941+1,7348)}{(2)(1)} = 1,8144$$

⋮

$$d_{(13,15)34} = \frac{(d_{(13,34)} + d_{(15,34)})}{N_{(13,15)}N_{(34)}} = \frac{(5,1984+5,2724)}{(2)(1)} = 5,2354$$

Kemudian dilakukan kembali penggabungan antara dua objek yang memiliki jarak paling dekat atau terkecil seperti pada langkah sebelumnya. Perhitungan dan penggabungan dilakukan terus-menerus sampai seluruh objek bergabung dalam satu kluster. Hasil pengklasteran dapat dilihat melalui dendrogram yang dihasilkan dari bantuan *software* R Studio. Dendrogram dari analisis kluster dengan metode *average linkage* disajikan pada Gambar 11.



Gambar 11. Dendrogram *Average Linkage*

Ringkasan dari banyaknya objek atau anggota dari banyaknya klaster yang terbentuk ($k = 2$ sampai dengan $k = 6$) dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Banyaknya Anggota dari Klaster yang Terbentuk Menggunakan Metode *Average Linkage*

| Banyaknya Klaster | Klaster ke-k | Banyaknya Anggota Klaster |
|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 2 | 1 | 33 Provinsi |
| | 2 | 1 Provinsi |
| 3 | 1 | 31 Provinsi |
| | 2 | 1 Provinsi |
| | 3 | 2 Provinsi |
| 4 | 1 | 28 Provinsi |
| | 2 | 3 Provinsi |
| | 3 | 1 Provinsi |
| | 4 | 2 Provinsi |
| 5 | 1 | 22 Provinsi |
| | 2 | 3 Provinsi |
| | 3 | 6 Provinsi |
| | 4 | 1 Provinsi |
| | 5 | 2 Provinsi |
| 6 | 1 | 22 Provinsi |
| | 2 | 3 Provinsi |
| | 3 | 4 Provinsi |
| | 4 | 1 Provinsi |
| | 5 | 2 Provinsi |
| | 6 | 2 Provinsi |

Berdasarkan Tabel 10, banyaknya anggota setiap klaster pada proses pengklasteran dengan metode *average linkage* sebagai berikut :

1. Jika dibentuk 2 klaster, maka klaster 1 memiliki anggota sebanyak 33 provinsi dan klaster 2 sebanyak 1 provinsi.
2. Jika dibentuk 3 klaster, maka klaster 1 memiliki anggota sebanyak 31 provinsi, klaster 2 sebanyak 1 dan klaster 3 sebanyak 2 provinsi.

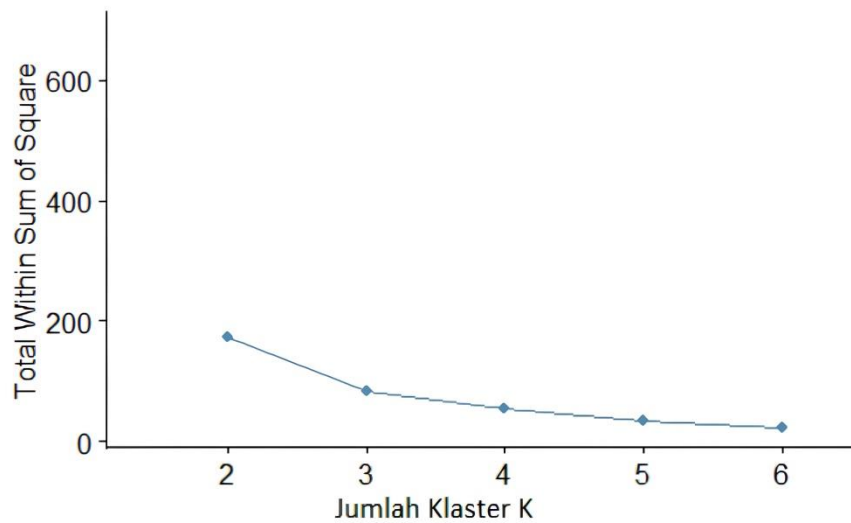
3. Jika dibentuk 4 klaster, maka klaster 1 memiliki anggota sebanyak 28 provinsi, klaster 2 sebanyak 3 provinsi, klaster 3 sebanyak 1 provinsi dan klaster 4 sebanyak 2 provinsi.
4. Jika dibentuk 5 klaster, maka klaster 1 memiliki anggota sebanyak 22 provinsi, klaster 2 sebanyak 3 provinsi, klaster 3 sebanyak 6 provinsi, klaster 4 sebanyak 1 provinsi, klaster 5 sebanyak 2 provinsi.
5. Jika dibentuk 6 klaster, maka klaster 1 memiliki anggota sebanyak 22 provinsi, klaster 2 sebanyak 3 provinsi, klaster 3 sebanyak 4 provinsi, klaster 4 sebanyak 1 provinsi, klaster 5 sebanyak 2 provinsi, klaster 6 sebanyak 2 provinsi.

4.4 Penentuan Jumlah Klaster Optimal

Pengklasteran dengan metode *single linkage* dan *average linkage*, dihasilkan klaster sebanyak $k = 2$ sampai dengan $k = 6$. Selanjutnya dihitung nilai *Within Sum of Squares* (WSS) dari setiap klaster yang diperoleh metode *single linkage* dan *average linkage*. Perhitungan WSS dilakukan untuk memperoleh jumlah klaster yang optimal dari metode *single linkage* dan *average linkage*.

4.4.1 Jumlah Klaster Optimal Metode *Single Linkage*

Jumlah klaster yang terbentuk dari proses pengklasteran dengan metode *single linkage*, yaitu sebanyak $k = 2$ sampai dengan $k = 6$. Hasil perhitungan metode *elbow* untuk metode *single linkage* dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Plot Metode *Elbow* pada Metode *Single Linkage*

Hasil perhitungan dari nilai *Within Sum of Squares* (WSS) untuk setiap kluster dapat dilihat pada Tabel 11. Nilai WSS tersebut dihitung dengan persamaan (10) yang dibantu dengan *software* Excel dan Minitab.

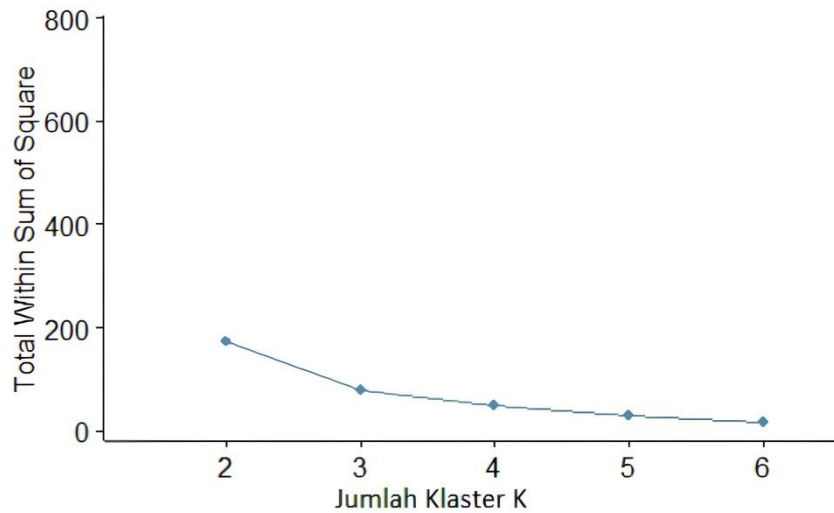
Tabel 11. Nilai *Within Sum of Squares* (WSS) Setiap Kluster pada Metode *Single Linkage*

| Jumlah Kluster | WSS | Selisih |
|-----------------------|------------|----------------|
| 2 | 139,936 | 0 |
| 3 | 117,688 | 22,146 |
| 4 | 107,942 | 9,746 |
| 5 | 96,980 | 10,962 |
| 6 | 89,525 | 11,728 |

Berdasarkan Gambar 12 plot metode *elbow* dan Tabel 11 hasil perhitungan, kluster yang memiliki penurunan nilai *Within Sum of Squares* (WSS) yang signifikan terjadi pada $k = 3$ dengan selisih sebesar 22,146. Sehingga, banyaknya kluster yang optimal pada metode *single linkage* yaitu berjumlah tiga kluster.

4.4.2 Jumlah Kluster Optimal Metode *Average Linkage*

Jumlah kluster yang terbentuk dari proses pengklasteran dengan metode *average linkage*, yaitu sebanyak $k = 2$ sampai dengan $k = 6$. Hasil perhitungan metode *elbow* untuk metode *average linkage* dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Plot Metode *Elbow* pada Metode *Average Linkage*

Hasil perhitungan dari nilai *Within Sum of Squares* (WSS) untuk setiap kluster dapat dilihat pada Tabel 12. Nilai WSS tersebut dihitung dengan persamaan (10) yang dibantu dengan *software* Excel dan Minitab.

Tabel 12. Nilai *Within Sum of Squares* (WSS) Setiap Kluster pada Metode *Average Linkage*

| Jumlah Kluster | WSS | Selisih |
|----------------|---------|---------|
| 2 | 139,936 | 0 |
| 3 | 110,726 | 29,108 |
| 4 | 94,304 | 16,422 |
| 5 | 71,647 | 22,657 |
| 6 | 62,890 | 8,757 |

Berdasarkan Gambar 13 plot metode *elbow* dan Tabel 12 hasil perhitungan, kluster yang memiliki penurunan nilai *Within Sum of Squares* (WSS) yang signifikan terjadi pada $k = 3$ yang memiliki selisih sebesar 29,108. Sehingga, banyaknya kluster yang optimal pada metode *average linkage* yaitu berjumlah tiga kluster.

4.4.3 Perbandingan Jumlah Kluster Optimal Metode *Single Linkage* dan *Average Linkage*

Hasil dari penentuan jumlah kluster yang optimal dari metode *single linkage* dan *average linkage* yaitu sebesar tiga kluster. Perbandingan anggota setiap kluster metode *single linkage* dan *average linkage* berdasarkan jumlah kluster yang optimal, dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Perbandingan Anggota Kluster Antara Metode *Single Linkage* dan *Average Linkage*

| Kluster | Anggota Kluster pada Metode <i>Single Linkage</i> | Anggota Kluster pada Metode <i>Average Linkage</i> |
|---------|---|--|
| 1 | Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Kep. Bangka Belitung, Kepulauan Riau, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Jawa Timur, Banten, Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Barat, Papua Barat | Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Kep. Bangka Belitung, Kepulauan Riau, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Jawa Timur, Banten, Bali, Nusa Tenggara Barat, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Barat, Papua Barat |
| 2 | DKI Jakarta | DKI Jakarta |
| 3 | Papua | Nusa Tenggara Timur dan Papua |

Tabel 13 menunjukkan bahwa anggota yang terbentuk dari tiga klaster antara metode *single linkage* dan *average linkage* memiliki perbedaan. Metode *single linkage* pada klaster 1 memiliki jumlah anggota sebanyak 32 provinsi, klaster 2 sebanyak satu provinsi dan klaster 3 sebanyak satu provinsi. Sedangkan pada metode *average linkage*, pada klaster 1 memiliki jumlah anggota sebanyak 31 provinsi, klaster 2 sebanyak satu provinsi dan klaster 3 sebanyak dua provinsi.

4.5 Penentuan Metode Terbaik

Penentuan metode terbaik dalam analisis klaster didasarkan pada perbandingan dari nilai ragam dalam klaster dan perbandingan nilai ragam antar klaster, karena nilai ragam dapat digunakan dalam penentuan kedekatan sebuah objek atau data pada suatu klaster dan klaster lain. Metode pengklasteran yang baik yaitu kelompok atau klaster yang memiliki nilai ragam yang minimum (V_w^2) dan nilai ragam antar kelompok yang maksimum (V_b^2).

4.5.1 Perhitungan Ragam Metode *Single Linkage*

Perhitungan ragam dalam klaster (V_w^2), ragam antar klaster (V_b^2) dan rasio ragam (v) untuk masing – masing klaster yang didapatkan dari perhitungan dengan metode *single linkage* adalah sebagai berikut :

1. Hasil Perhitungan dari nilai ragam dalam klaster (V_w^2)

Sebelum melakukan perhitungan nilai ragam dalam klaster pada metode *single linkage*, diperlukan terlebih dahulu nilai ragam klaster ke- k dan *centroid* setiap klaster. *Centroid* klaster ke- k pada ketiga klaster metode *single linkage* telah terbentuk dan dapat dilihat pada Lampiran 7. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai ragam klaster ke- k dengan menggunakan persamaan (11). Berikut perhitungan ragam pada klaster ke- k :

$$V_1^2 = \frac{1}{32-1} \sum_{i=1}^{32} (x_1 - \bar{x}_1)^2$$

$$\begin{aligned}
& (0,3152+0,0379)^2 + (0,1118+0,0379)^2 + (0,1850+0,0379)^2 \\
& + (-0,0168+0,0379)^2 + (-0,1632+0,0379)^2 + (-0,1513+0,0379)^2 \\
& + (0,0436+0,0379)^2 + (-0,2231+0,0379)^2 + (0,4376+0,0379)^2 \\
& + (1,0238+0,0379)^2 + (0,2276+0,0379)^2 + (-0,0346+0,0379)^2 \\
& + (0,6268+0,0379)^2 + (0,0301+0,0379)^2 + (0,4441+0,0379)^2 \\
& + (0,1253+0,0379)^2 + (-0,4562+0,0379)^2 + (-0,5628+0,0379)^2 \\
& + (-0,4931+0,0379)^2 + (-0,2668+0,0379)^2 + (-0,1213+0,0379)^2 \\
& + (0,6928+0,0379)^2 + (0,0376+0,0379)^2 + (-0,0293+0,0379)^2 \\
& + (-0,4165+0,0379)^2 + (-0,3202+0,0379)^2 + (-0,5407+0,0379)^2 \\
& + (-0,5004+0,0379)^2 + (-0,9451+0,0379)^2 + (0,3264+0,0379)^2 \\
& + (-0,7046+0,0379)^2 + (0,1064+0,0379)^2 \\
= & \frac{5,7635}{31} \\
= & 0,1859
\end{aligned}$$

Perhitungan nilai ragam untuk kluster 1 sebesar 0,1859. Jika hanya terdapat satu objek dalam kluster, maka V tidak berpengaruh atau bernilai 0. Pada kluster 2 dan kluster 3 nilai V tidak berpengaruh atau bernilai 0 karena masing – masing kluster hanya beranggotakan satu anggota kluster. Perhitungan nilai ragam dalam kluster pada ketiga kluster yang terbentuk dari metode *single linkage* dengan menggunakan persamaan (12) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
V_w^2 &= \frac{1}{34-3} \sum_{i=1}^3 (n_i - 1) V_i^2 \\
&= \frac{((32 - 1)(0,1859)) + ((1 - 1)(0)) + ((1 - 1)(0))}{34 - 3} \\
&= 0,1859
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai ragam dalam kluster pada ketiga kluster yang terbentuk dari metode *single linkage* yaitu sebesar 0,1859.

2. Hasil Perhitungan dari nilai ragam antar klaster (V_b^2)

Centroid pada klaster ke- k yang telah dihitung sebelumnya dan dapat dilihat pada Lampiran 7. Diperoleh $\bar{x}_1 = -0,0379$, $\bar{x}_2 = 1,6024$ dan $\bar{x}_3 = -0,3905$ dengan nilai *centroid* seluruh klaster (\bar{x}) sebesar 0,3913. Sehingga, perhitungan nilai ragam antar klaster pada ketiga klaster yang terbentuk dari metode *single linkage* dengan menggunakan persamaan (13) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_b^2 &= \frac{1}{(3-1)} \sum_{i=1}^3 n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2 \\ &= \frac{((32)((-0,0379) - 0,3913)^2) + ((1)(1,6024 - 0,3913)^2) + ((1)((-0,3905) - 0,3913)^2)}{3 - 1} \\ &= \frac{3,9402 + 1,4668 + 0,6112}{2} \\ &= 3,7244 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai ragam antar klaster pada ketiga klaster yang telah terbentuk dari metode *single linkage* diperoleh sebesar 3,7244.

3. Hasil perhitungan dari rasio ragam (v) metode *single linkage*

Perhitungan rasio ragam dalam klaster dengan nilai ragam antar klaster pada metode *single linkage* digunakan persamaan (14). Hasil perhitungan rasio ragam pada metode *single linkage* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} v &= \frac{V_w^2}{V_b^2} \times 100\% \\ &= \frac{0,1963}{3,7244} \times 100\% \\ &= 5,27\% \end{aligned}$$

Hasil perhitungan dari rasio antara nilai ragam dalam kluster dengan nilai rasio antar kluster pada ketiga kluster yang terbentuk dari metode *single linkage* adalah sebesar 5,27%.

4.5.2 Perhitungan Ragam Metode *Average Linkage*

Perhitungan ragam dalam kluster (V_w^2), ragam antar kluster (V_b^2) dan rasio ragam (v) untuk masing – masing kluster yang didapatkan dari perhitungan dengan metode *average linkage* adalah sebagai berikut :

1. Hasil Perhitungan dari nilai ragam dalam kluster (V_w^2)

Sebelum melakukan perhitungan nilai ragam dalam kluster pada metode *average linkage*, diperlukan terlebih dahulu nilai ragam kluster ke- k dan *centroid* setiap kluster. *Centroid* kluster ke- k pada ketiga kluster metode *average linkage* telah terbentuk dan dapat dilihat pada Lampiran 8. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai ragam kluster ke- k dengan menggunakan persamaan (11). Berikut perhitungan ragam pada kluster ke- k :

$$\begin{aligned}
 V_1^2 &= \frac{1}{31-1} \sum_{i=1}^{31} (x_1 - \bar{x}_1)^2 \\
 &= \frac{(0,3152+0,0209)^2 + (0,1118+0,0209)^2 + (0,1850+0,0209)^2}{31-1} \\
 &\quad + (-0,0168+0,0209)^2 + (-0,1632+0,0209)^2 + (-1,1513+0,0209)^2 \\
 &\quad + (0,0436+0,0209)^2 + (-0,2231+0,0209)^2 + (0,4376+0,0209)^2 \\
 &\quad + (1,0238+0,0209)^2 + (0,2276+0,0209)^2 + (-0,0346+0,0209)^2 \\
 &\quad + (0,6268+0,0209)^2 + (0,0301+0,0209)^2 + (0,4441+0,0209)^2 \\
 &\quad + (0,1253+0,0209)^2 + (-0,4562+0,0209)^2 + (-0,4931+0,0209)^2 \\
 &\quad + (-0,2668+0,0209)^2 + (-0,1213+0,0209)^2 + (0,6928+0,0209)^2 \\
 &\quad + (0,0376+0,0209)^2 + (-0,0293+0,0209)^2 + (-0,4165+0,0209)^2 \\
 &\quad + (-0,3202+0,0209)^2 + (-0,5407+0,0209)^2 + (-0,5004+0,0209)^2 \\
 &\quad + (-0,9451+0,0209)^2 + (0,3264+0,0209)^2 + (-0,7046+0,0209)^2 \\
 &\quad + (0,1064+0,0209)^2 \\
 &= \frac{5,4790}{30}
 \end{aligned}$$

$$= 0,1826$$

$$\begin{aligned} V_3^2 &= \frac{1}{2-1} \sum_{i=1}^2 (x_i - \bar{x}_1)^2 \\ &= \frac{(-0,5628 - (-0,4767))^2 + (-0,3905 - (-0,4767))^2}{2-1} \\ &= 0,0148 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan nilai ragam untuk kluster 1 sebesar 0,1826 dan kluster 3 sebesar 0,0148. Sedangkan pada kluster 2 hanya beranggotakan satu kluster sehingga nilai V tidak berpengaruh atau bernilai 0. Perhitungan nilai ragam dalam kluster pada ketiga kluster yang terbentuk dari metode *average linkage* dengan menggunakan persamaan (12) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_w^2 &= \frac{1}{34-3} \sum_{i=1}^3 (n_i - 1) V_i^2 \\ &= \frac{((31-1)(0,1826)) + ((1-1)(0)) + ((2-1)(0,0148))}{34-3} \\ &= 0,1772 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai ragam dalam kluster pada ketiga kluster yang terbentuk dari metode *average linkage* yaitu sebesar 0,1772.

2. Hasil Perhitungan dari nilai ragam antar kluster (V_b^2)

Centroid pada kluster ke- k yang telah dihitung sebelumnya dan dapat dilihat pada Lampiran 8. Diperoleh $\bar{x}_1 = -0,0209$, $\bar{x}_2 = 1,6024$ dan $\bar{x}_3 = -0,4767$ dengan nilai *centroid* seluruh kluster (\bar{x}) sebesar 0,3683. Sehingga, perhitungan nilai ragam antar kluster pada ketiga kluster yang terbentuk dari metode *average linkage* dengan menggunakan persamaan (13) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
V_b^2 &= \frac{1}{(3-1)} \sum_{i=1}^3 n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2 \\
&= \frac{((31)(-0,0209 - 0,3683)^2) + ((1)(1,6024 - 0,3683)^2) + ((2)((-0,4767) - 0,3683)^2)}{3 - 1} \\
&= \frac{4,6958 + 1,5230 + 1,4280}{2} \\
&= 3,8234
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai ragam antar kluster pada ketiga kluster yang telah terbentuk dari metode *average linkage* diperoleh sebesar 3,8234.

3. Hasil perhitungan dari rasio ragam (v) metode *average linkage*

Perhitungan rasio ragam dalam kluster dengan nilai ragam antar kluster pada metode *average linkage* digunakan persamaan (14). Hasil perhitungan rasio ragam pada metode *average linkage* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
v &= \frac{V_w^2}{V_b^2} \times 100\% \\
&= \frac{0,1772}{3,8234} \times 100\% \\
&= 4,63\%
\end{aligned}$$

Hasil perhitungan dari rasio antara nilai ragam dalam kluster dengan nilai rasio antar kluster pada ketiga kluster yang terbentuk dari metode *average linkage* adalah sebesar 4,63%.

Perbandingan nilai ragam dalam kluster (V_w^2) dari metode *single linkage* dan *average linkage* sebagai berikut :

Tabel 14. Perbandingan Ragam Dalam Kluster, Ragam Antar Kluster dan Rasio Ragam Metode *Single Linkage* dan *Average Linkage*

| Ragam | Metode <i>Single Linkage</i> | Metode <i>Average Linkage</i> |
|--------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| V_w^2 | 0,1963 | 0,1772 |
| V_b^2 | 3,7244 | 3,8234 |
| v | 5,27% | 4,63% |

Hasil perhitungan rasio ragam (v) dari metode *single linkage* dan *average linkage* dalam Tabel 14, menunjukkan bahwa rasio ragam dari metode *average linkage* yaitu sebesar 4,63%. Nilai tersebut lebih kecil dari pada nilai rasio ragam metode *single linkage* yang sebesar 5,27%. Metode pengklasteran yang baik memiliki nilai rasio ragam yang minimum, sehingga pada perbandingan antara metode *single linkage* dan *average linkage* dalam pengelompokan provinsi di Indonesia berdasarkan indikator kemiskinan, dihasilkan metode terbaik yaitu adalah metode *average linkage* dengan nilai rasio ragam sebesar 4,63%.

4.6 Interpretasi dan *Profiling* Hasil Metode Terbaik

Metode terbaik dengan banyaknya kluster yang optimal telah dilakukan pada perhitungan sebelumnya, dan didapatkan metode *average linkage* sebagai metode terbaik. Tabel 15 menunjukkan anggota dari setiap kluster yang terbentuk dengan metode *average linkage*.

Tabel 15. Anggota pada Ketiga Klaster dengan Pengklasteran Metode *Average Linkage*

| Klaster | Anggota Klaster pada Metode <i>Average Linkage</i> |
|---------|--|
| 1 | Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Kep. Bangka Belitung, Kepulauan Riau, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Jawa Timur, Banten, Bali, Nusa Tenggara Barat, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Barat, Papua Barat |
| 2 | DKI Jakarta |
| 3 | Nusa Tenggara Timur dan Papua |

Tahap selanjutnya yaitu dilakukan proses *profiling* atau pemberian ciri spesifikasi kemiskinan pada setiap klaster, didasarkan pada rata – rata peubah dalam setiap klaster terhadap rata – rata nasional.

Berdasarkan Tabel 16, karakteristik dari setiap klaster yang terbentuk sebagai berikut :

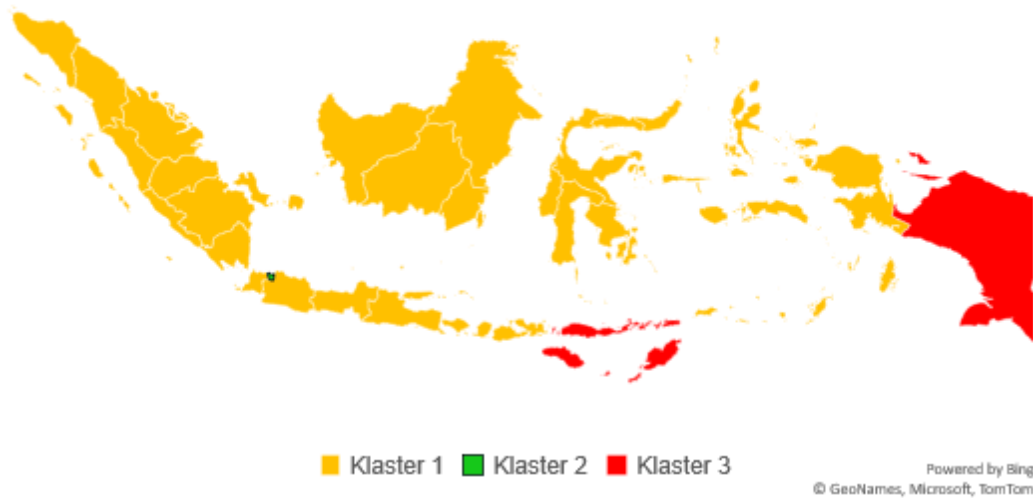
1. Klaster 1 memiliki karakteristik dengan rata-rata persentase jumlah penduduk miskin, tingkat pengangguran terbuka, IPM dan pengeluaran perkapita di antara klaster 2 dan 3. Hal ini dapat dikatakan bahwa klaster 1 merupakan klaster dengan indikator kemiskinan yang sedang.
2. Klaster 2 memiliki karakteristik tingkat pengangguran terbuka, IPM, garis kemiskinan, dan pengeluaran perkapita di atas rata-rata nasional. Selain itu persentase penduduk miskin pada klaster 2 terendah dibandingkan dengan klaster lain. Hal tersebut dapat dikatakan bahwa klaster 2 indikator kemiskinan yang rendah .

3. Kluster 3 merupakan kluster dengan tingkat kemiskinan tertinggi. Selain itu tingkat pengangguran terbuka, IPM dan pengeluaran perkapita terendah dibandingkan dengan kluster lain. Sehingga dapat dikatakan kluster 3 indikator kemiskinan yang tinggi.

Tabel 16. *Profiling* Kluster

| Peubah | Nama Peubah | Kluster | | | Rataan Nasional |
|----------------|-----------------------------------|----------------|----------------|---------------|-----------------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| X ₁ | Persentase Penduduk Miskin | 9,63% | 4,61% | 23,52% | 10,30% |
| X ₂ | Tingkat Pengangguran Terbuka | 5,01% | 7,18% | 3,19% | 4,97% |
| X ₃ | Indeks Pembangunan Manusia | 72,19% | 81,65% | 63,65% | 71,97% |
| X ₄ | Garis Kemiskinan | Rp544.541,- | Rp738.955,- | Rp544.999,- | Rp550.286,- |
| X ₅ | Pengeluaran Perkapita Disesuaikan | Rp11.057.000,- | Rp18.927.000,- | Rp7.512.000,- | Rp11.080.000,- |

Hasil *profiling* pada penelitian ini, disajikan dalam bentuk visual berupa peta. Peta pengelompokan 34 provinsi di Indonesia berdasarkan indikator kemiskinan terdapat pada Gambar 14.



Gambar 14. Peta Pengelompokan 34 Provinsi di Indonesia Berdasarkan Indikator Kemiskinan.

Berdasarkan Gambar 14, pengelompokan provinsi yang termasuk ke dalam klaster dengan indikator kemiskinan rendah di Indonesia hanya satu provinsi. Kemudian, klaster dengan indikator kemiskinan sedang menjadi klaster dengan anggota terbanyak, yaitu 31 provinsi. Klaster dengan indikator kemiskinan tinggi yaitu Provinsi Nusa Tenggara Timur dan Papua perlu dijadikan prioritas dalam pembangunan dan penanggulangan masalah kemiskinan.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil perbandingan metode *single linkage* dan *average linkage* pada pengelompokan provinsi di Indonesia berdasarkan indikator kemiskinan, dapat disimpulkan hal sebagai berikut :

1. Metode *average linkage* merupakan metode terbaik dengan nilai rasio ragam dalam klaster dan ragam antar klaster yang lebih kecil dibandingkan dengan *single linkage* yaitu sebesar 4,63%, dengan banyaknya klaster sebanyak tiga. Sedangkan nilai rasio dari metode *single linkage* sebesar 5,27%.
2. Pengelompokan kemiskinan dengan metode *average linkage* menghasilkan tiga klaster. Klaster 1 memiliki anggota sebanyak 31 provinsi dengan karakteristik indikator kemiskinan sedang, klaster 2 memiliki anggota satu provinsi dengan karakteristik indikator kemiskinan rendah, dan klaster 3 memiliki anggota dua provinsi dengan karakteristik indikator kemiskinan tinggi. Provinsi Nusa Tenggara Timur dan Papua merupakan provinsi dengan tingkat kemiskinan yang tertinggi di Indonesia pada tahun 2022, sehingga di kedua provinsi tersebut perlu diprioritaskan pembangunan dan penanggulangan masalah kemiskinan.

5.2. Saran

Penelitian selanjutnya yang serupa di bidang sosial, dapat melakukan penambahan peubah, perbandingan atau penambahan metode hierarki atau non hierarki lainnya di luar ruang lingkup penelitian ini misalnya metode *complete linkage* atau *ward* . Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi informasi untuk pemerintah dalam memprioritaskan pembangunan dan penanggulangan masalah

kemiskinan, berdasarkan hasil klaster metode terbaik *average linkage* dengan pengelompokan provinsi berdasarkan indikator kemiskinan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, Adrian, R. 2015. Penerapan metode K-Means untuk clustering mahasiswa berdasarkan nilai akademik dengan Weka interface: Studi kasus pada Jurusan Teknik Informatika UMM Magelang. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, **18(1)**:76–82.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2023. Kemiskinan dan ketimpangan. <https://www.bps.go.id/subject/23/kemiskinan-dan-ketimpangan.html#subjekViewTab1> [diakses 20 Januari 2023].
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2023. Garis Kemiskinan Menurut Kabupaten/Kota. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjI0IzI=/garis-kemiskinan-menurut-kabupaten-kota--rupiah-kapita-bulan-.html> [diakses 20 Januari 2023].
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2023. [Metode Baru] Pengeluaran Perkapita <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjI0IzI=/garis-kemiskinan-menurut-kabupaten-kota--rupiah-kapita-bulan-.html> [diakses 20 Januari 2023].
- Bholowalia, P., Kumar, A. 2014. EBK-Means: A clustering technique based on Elbow Method and K-Means in WSN. *International Journal of Computer Application*, **9(105)**: 17-24.
- Dewi, E. Y. T. P. 2022. Perbandingan metode *Ward* dan *Average Linkage* dalam pengelompokan provinsi di Indonesia berdasarkan faktor penyebab stunting. Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Pakuan, Bogor.
- Gudono, 2014. *Analisis Data Multivariat*. Yogyakarta: BPPE.
- Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J., dan Anderson, R.E. 2010. *Multivariate Data Analysis*. 7th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Itang, I. 2017. Faktor Faktor Penyebab Kemiskinan. *Tazkiya : Jurnal Keislaman, Kemasyarakatan dan Kebudayaan*. **16(01)**: 1-30.
- Johnson, R. A., Wichern, D. W. 2007. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. 6th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Junaidi. 2010. Mengenal *boxplot*. *Jurnal Penelitian Sains*. **14(3)**: 11-17.

- Masipupu, F., Setiawan, A., Susanto, B. 2012. Pengkonstruksian grafik pengendali berdasarkan *boxplot*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains. Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, Jawa Tengah, 21-22 September 2012.
- Mattjik, A.A., Sumertajaya, I.M. 2011. *Sidik Peubah Ganda*. Bogor: IPB Press.
- Nasution, D. A., Khotimah, H. H., Chamidah, N. 2019. Perbandingan normalisasi data untuk klasifikasi wine menggunakan algoritma K-Nn. *CESS (Journal of Computer Engineering System and Science)*. **4(1)**:79.
- Nugroho, S. 2008. *Statistik Multivariat Terapan*. Bengkulu: UNIB Press.
- Sa'adah, U., Rochayani, M.Y., Lestari, D.W., Lusua, D.A. 2021. *Kupas Tuntas Algoritma Data Mining dan Implementasinya Menggunakan R*. Malang: UB Press.
- Saleh, S. 2002. Faktor – faktor penentu tingkat kemiskinan regional di Indonesia. *Economic Journal of Emerging Markets*. **7(2)**:87-102.
- Santoso, S. 2018. *Mahir Statistik Multivariat dengan SPSS*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Supranto, J. 2004. *Analisis Multivariat : Arti dan Interpretasi*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Suryawati, C. 2005. Memahami kemiskinan secara multidimensional. *Jurnal Manajemen Pelayanan Kesehatan*. **8(3)**:122.
- Thamrin, N., Wijayanto, A. W. 2021. Analisis cluster dengan menggunakan hard clustering dan soft clustering untuk pengelompokkan tingkat kesejahteraan kabupaten/kota di pulau Jawa. *Indonesian Journal of Statistics and Its Applications*. **5(1)**:141–160.
- [TNP2K] Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan. 2023. Modul Penanggulangan Kemiskinan Ekstrem. <https://www.tnp2k.go.id/acceleration-policies/modul-penanggulangan-kemiskinan-ekstrem> [diakses 15 Februari 2023].
- Wahyuni, R. 2015. Analisis klater dengan menggunakan metode Single Linkage dan metode K-Means (Studi kasus : Data produksi, produktivitas, dan luas panen tanaman sayuran di Provinsi Bengkulu Tahun 2013). Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Bengkulu, Bengkulu.

Wirdayani, E., Adnan, A. 2022. Perbandingan *Single Linkage*, *Complete Linkage*, dan *Average Linkage* terhadap indikator kemiskinan multidimensi kabupaten/kota di Indonesia. Repository Universitas Riau. <https://repository.unri.ac.id/handle/123456789/10787> [diakses 30 Januari 2023].

Yusniyanti, A.L., Virgantari, F., Faridhan, Y.E. 2020. Comparison of average linkage and K-means methods in clustering Indonesia's provinces based on welfare indicators. *IOP Journal of Physics : Conference Series*. **1863(1)**: 1-9.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penelitian

| Provinsi | Persentase Penduduk Miskin (%) | Tingkat Pengangguran Terbuka (%) | IPM (%) | Garis Kemiskinan (rupiah /kapita /bulan) | Pengeluaran Perkapita (ribu rupiah/ kapita /tahun) |
|----------------------|---------------------------------------|---|----------------|---|---|
| Aceh | 14,75 | 6,17 | 72,80 | 579.227 | 9.963 |
| Sumatera Utara | 8,33 | 6,16 | 72,71 | 561.004 | 10.848 |
| Sumatera Barat | 6,04 | 6,28 | 73,26 | 610.941 | 11.130 |
| Riau | 6,84 | 4,37 | 73,52 | 605.912 | 11.158 |
| Jambi | 7,70 | 4,59 | 72,14 | 545.870 | 10.871 |
| Sumatera Selatan | 11,95 | 4,63 | 70,90 | 485.069 | 11.109 |
| Bengkulu | 14,34 | 3,59 | 72,16 | 590.754 | 10.840 |
| Lampung | 11,44 | 4,52 | 70,45 | 514.039 | 10.336 |
| Kep. Bangka Belitung | 4,61 | 4,77 | 72,24 | 801.437 | 13.358 |
| Kepulauan Riau | 6,03 | 8,23 | 76,46 | 684.070 | 14.469 |
| DKI Jakarta | 4,61 | 7,18 | 81,65 | 738.955 | 18.927 |
| Jawa Barat | 7,98 | 8,31 | 73,12 | 452.580 | 11.277 |
| Jawa Tengah | 10,98 | 5,57 | 72,79 | 438.833 | 11.377 |
| DI Yogyakarta | 11,49 | 4,06 | 80,64 | 521.673 | 14.482 |
| Jawa Timur | 10,49 | 5,49 | 72,75 | 460.909 | 11.992 |
| Banten | 6,24 | 8,09 | 73,32 | 570.368 | 12.216 |
| Bali | 4,53 | 4,80 | 76,44 | 485.022 | 13.942 |
| Nusa Tenggara Barat | 13,82 | 2,89 | 69,46 | 459.826 | 10.681 |
| Nusa Tenggara Timur | 20,23 | 3,54 | 65,90 | 460.823 | 7.877 |
| Kalimantan Barat | 6,81 | 5,11 | 68,63 | 520.660 | 9.355 |
| Kalimantan Tengah | 5,22 | 4,26 | 71,63 | 548.816 | 11.458 |
| Kalimantan Selatan | 4,61 | 4,74 | 71,84 | 553.073 | 12.469 |

| Provinsi | Persentase Penduduk Miskin (%) | Tingkat Pengangguran Terbuka (%) | IPM (%) | Garis Kemiskinan (rupiah /kapita /bulan) | Pengeluaran Perkapita (ribu rupiah/ kapita /tahun) |
|-------------------|---------------------------------------|---|----------------|---|---|
| Kalimantan Timur | 6,44 | 5,71 | 77,44 | 728.208 | 12.641 |
| Kalimantan Utara | 6,86 | 4,33 | 71,83 | 772.914 | 9.350 |
| Sulawesi Utara | 7,34 | 6,61 | 73,81 | 427.016 | 11.179 |
| Sulawesi Tengah | 12,30 | 3,00 | 70,28 | 530.251 | 9.696 |
| Sulawesi Selatan | 8,66 | 4,51 | 72,82 | 399.755 | 11.430 |
| Sulawesi Tenggara | 11,27 | 3,36 | 72,23 | 404.137 | 9.708 |
| Gorontalo | 15,51 | 2,58 | 69,81 | 411.906 | 10.687 |
| Sulawesi Barat | 11,92 | 2,34 | 66,92 | 405.187 | 9.358 |
| Maluku | 16,23 | 6,88 | 70,22 | 631.326 | 8.876 |
| Maluku Barat | 6,37 | 3,98 | 69,47 | 514.383 | 8.398 |
| Papua Barat | 21,43 | 5,37 | 65,89 | 665.604 | 8.101 |
| Papua | 26,80 | 2,83 | 61,39 | 629.175 | 7.146 |

Lampiran 2. *Syntax* R Studio

```
library(cluster)

library(factoextra)

library(tidyverse)

library(car)

install.packages(cIValid)

options(max.print=10000)

library(NbClust)

library(cIValid)

#IMPORT DATA KE R STUDIO#

data1=read.delim("clipboard")

#melihat data setelah di import#

view(data1)

#DESKRIPSI DATA#

summary(data1)

sd(data1$Persentase.Penduduk.Miskin)

sd(data1$Tingkat.Pengangguran.Terbuka)

sd(data1$IPM)

sd(data1$Garis.Kemiskinan)

sd(data1$Pengeluaran.Perkapita)
```

```
#STANDARISASI DATA#
```

```
data2=data1[,-1:-2]
```

```
view(data2)
```

```
datafix=round(scale(data2),4)
```

```
view(datafix)
```

```
#UJI KMO DAN MSA#
```

```
KMO_MSA=function(x)
```

```
{
```

```
x<-subset(x,complete.cases(x))
```

```
r<-cor(x) #korelasi
```

```
r2<-r^2 #kuadrat korelasi
```

```
i<-solve(r) #invers matriks
```

```
d<-diag(i) #nilai diagonal
```

```
p2<-(-i/sqrt(outer(d,d)))^2 #kuadrat korelasi parsial
```

```
diag(r2)<-diag(p2)<-0
```

```
KMO<-sum(r2)/(sum(r2)+sum(p2)) #rumus KMO
```

```
MSA<-colSums(r2)/(colSums(r2)+colSums(p2)) #rumus MSA
```

```
return(list(KMO=KMO,MSA=MSA))
```

```
}
```

```
#NILAI KORELASI#
```

```
cor(datafix)
```

```
#NILAI KMO DAN MSA
```

```
KMO_MSA(datafix)
```

```
#UJI MULTIKOLINEARITAS#
```

```
#Koefisien determinasi
```

```
koef.determinasi=round((cor(datafix)))
```

```
view(koef.determinasi)
```

```
#NILAI VIF#
```

```
vif=round(1/(1-koef.determinasi),4)
```

```
vif
```

```
#jika ingin dalam bentuk tabel
```

```
matriks.vif=as.matrix(vif)
```

```
view(matriks.vif)
```

```
#JARAK EUCLIDEAN#
```

```
jarak=round(dist(x=datafix,method="euclidean"),4)
```

```
jarak
```

```
jarak2<-as.matrix(jarak)
```

```
view(jarak2)
```

```
#PENGKLASTERAN METODE SINGLE LINKAGE#
```

```
single=hclust(jarak,method = "single")
```

```
anggotasingle=data.frame(cutree(single,k=2:6))
```

```
view(anggotasingle)
```

```
anggotasingle2=as.matrix.data.frame(anggotasingle)
```

```
view(anggotasingle2)
```

```

#Dendogram 1
plot(single,hang=-2,cex=0.7,main="Dendogram Single Linkage")

#Dendogram 2
fviz_dend(single,hang=-2,cex = 0.5, main = "Cluster Single Linkage")

#METODE AVERAGE LINKAGE#
average=hclust(jarak,method = "average")
anggotaaverage=data.frame(cutree(average,k=2:6))
view(anggotaaverage)
anggotaaverage2=as.matrix.data.frame(anggotaaverage)
view(anggotaaverage2)

#Dendogram 1
plot(average,hang=-1,cex=0.7,main="Dendogram Average Linkage")

#Dendogram 2
fviz_dend(average,hang=-2,cex = 0.5, main = "Cluster Average Linkage")

#PENENTUAN KLASSTER OPTIMAL#

#SINGLE LINKAGE METODE ELBOW#
fviz_nbclust(anggotasingle,hcut, method = "wss")+
labs(subtitle = "Elbow method Single Linkage")

#AVERAGE LINKAGE ELBOW#
fviz_nbclust(anggotaaverage,hcut, method = "wss")+
labs(subtitle = "Elbow method Average Linkage")

```

Lampiran 3. *Output* Standarisasi Data dengan R Studio

| | Persentase.Penduduk.Miskin ↕ | Tingkat.Pengangguran.Terbuka ↕ | IPM ↕ | Garis.Kemiskinan ↕ | Pengeluaran.Perkapita ↕ |
|----|------------------------------|--------------------------------|---------|--------------------|-------------------------|
| 1 | 0.8421 | 0.7523 | 0.2132 | 0.2654 | -0.4970 |
| 2 | -0.3725 | 0.7460 | 0.1902 | 0.0983 | -0.1031 |
| 3 | -0.8058 | 0.8210 | 0.3312 | 0.5562 | 0.0225 |
| 4 | -0.6544 | -0.3726 | 0.3978 | 0.5101 | 0.0349 |
| 5 | -0.4917 | -0.2351 | 0.0440 | -0.0405 | -0.0928 |
| 6 | 0.3123 | -0.2101 | -0.2739 | -0.5980 | 0.0131 |
| 7 | 0.7645 | -0.8600 | 0.0492 | 0.3711 | -0.1066 |
| 8 | 0.2158 | -0.2788 | -0.3892 | -0.3324 | -0.3310 |
| 9 | -1.0763 | -0.1226 | 0.0697 | 2.3030 | 1.0141 |
| 10 | -0.8077 | 2.0396 | 1.1515 | 1.2268 | 1.5086 |
| 11 | -1.0763 | 1.3834 | 2.4820 | 1.7301 | 3.4928 |
| 12 | -0.4388 | 2.0896 | 0.2953 | -0.8960 | 0.0879 |
| 13 | 0.1288 | 0.3773 | 0.2107 | -1.0220 | 0.1324 |
| 14 | 0.2253 | -0.5663 | 2.2231 | -0.2624 | 1.5144 |
| 15 | 0.0361 | 0.3273 | 0.2004 | -0.8196 | 0.4061 |
| 16 | -0.7680 | 1.9521 | 0.3465 | 0.1842 | 0.5058 |
| 17 | -1.0915 | -0.1038 | 1.1464 | -0.5985 | 1.2740 |
| 18 | 0.6661 | -1.2974 | -0.6430 | -0.8295 | -0.1774 |
| 19 | 1.8788 | -0.8912 | -1.5557 | -0.8204 | -1.4254 |
| 20 | -0.6601 | 0.0899 | -0.8558 | -0.2717 | -0.7676 |
| 21 | -0.9609 | -0.4413 | -0.0867 | -0.0135 | 0.1684 |
| 22 | -1.0763 | -0.1413 | -0.0329 | 0.0256 | 0.6184 |
| 23 | -0.7301 | 0.4648 | 1.4027 | 1.6315 | 0.6950 |
| 24 | -0.6507 | -0.3976 | -0.0354 | 2.0415 | -0.7698 |
| 25 | -0.5598 | 1.0272 | 0.4722 | -1.1304 | 0.0443 |
| 26 | 0.3786 | -1.2287 | -0.4328 | -0.1837 | -0.6158 |
| 27 | -0.3101 | -0.2851 | 0.2184 | -1.3804 | 0.1560 |
| 28 | 0.1837 | -1.0037 | 0.0671 | -1.3402 | -0.6105 |
| 29 | 0.9859 | -1.4912 | -0.5533 | -1.2689 | -0.1747 |
| 30 | 0.3067 | -1.6411 | -1.2942 | -1.3305 | -0.7663 |
| 31 | 1.1221 | 1.1960 | -0.4482 | 0.7431 | -0.9808 |
| 32 | -0.7434 | -0.6163 | -0.6404 | -0.3292 | -1.1935 |
| 33 | 2.1059 | 0.2524 | -1.5582 | 1.0575 | -1.3257 |
| 34 | 3.1218 | -1.3349 | -2.7118 | 0.7234 | -1.7508 |

Lampiran 4. *Output* Nilai KMO dan MSA dengan R Studio

```
> #Nilai KMO dan MSA
> KMO_MSA(datafix)
$KMO
[1] 0.7362919

$MSA
  Persentase.Penduduk.Miskin Tingkat.Pengangguran.Terbuka
                0.8985034                                0.8473860
                IPM                                       Garis.Kemiskinan
                0.6652322                                0.7033706
  Pengeluaran.Perkapita
                0.6868568
```

Lampiran 5. *Output* Nilai VIF dengan R Studio

| | Persentase.Penduduk.Miskin | Tingkat.Pengangguran.Terbuka | IPM | Garis.Kemiskinan | Pengeluaran.Perkapita |
|------------------------------|----------------------------|------------------------------|-----|------------------|-----------------------|
| Persentase.Penduduk.Miskin | Inf | 1 | 0.5 | 1 | 0.5 |
| Tingkat.Pengangguran.Terbuka | 1.0 | Inf | 1.0 | 1 | 1.0 |
| IPM | 0.5 | 1 | Inf | 1 | Inf |
| Garis.Kemiskinan | 1.0 | 1 | 1.0 | Inf | 1.0 |
| Pengeluaran.Perkapita | 0.5 | 1 | Inf | 1 | Inf |

Lampiran 6. Output Matriks Jarak *Euclidean* dengan R Studio

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 0.0000 | 1.2880 | 1.7575 | 1.9702 | 1.7434 | 1.5652 | 1.6721 | 1.4843 | 3.3017 | 3.1947 | 5.2240 | 2.2642 | 1.6441 | 3.2378 | 1.6802 | 2.2499 | 3.0373 |
| 2 | 1.2880 | 0.0000 | 0.6623 | 1.2500 | 1.0067 | 1.4480 | 1.9916 | 1.4034 | 2.7154 | 2.5803 | 4.6634 | 1.6870 | 1.3031 | 2.9931 | 1.2017 | 1.4190 | 2.1296 |
| 3 | 1.7575 | 0.6623 | 0.0000 | 1.2060 | 1.2907 | 2.0029 | 2.3285 | 1.9201 | 2.2509 | 2.1946 | 4.2938 | 1.9643 | 1.8941 | 3.0762 | 1.7348 | 1.2857 | 2.1216 |
| 4 | 1.9702 | 1.2500 | 1.2060 | 0.0000 | 0.7000 | 1.6249 | 1.5530 | 1.4930 | 2.1264 | 3.0159 | 4.5881 | 2.8459 | 1.8888 | 2.6323 | 1.7063 | 2.3974 | 1.8942 |
| 5 | 1.7434 | 1.0067 | 1.2907 | 0.7000 | 0.0000 | 1.0345 | 1.4622 | 0.9122 | 2.6594 | 3.2667 | 4.9897 | 2.4969 | 1.3423 | 2.8292 | 1.2146 | 2.3153 | 1.9421 |
| 6 | 1.5652 | 1.4480 | 2.0029 | 1.6249 | 1.0345 | 0.0000 | 1.2980 | 0.4651 | 3.3870 | 3.7301 | 5.4397 | 2.5042 | 0.8966 | 2.9557 | 0.8908 | 2.6611 | 2.3641 |
| 7 | 1.6721 | 1.9916 | 2.3285 | 1.5530 | 1.4622 | 1.2980 | 0.0000 | 1.1732 | 2.9868 | 3.9268 | 5.3984 | 3.4427 | 1.9697 | 2.8516 | 1.9089 | 3.2795 | 2.8402 |
| 8 | 1.4843 | 1.4034 | 1.9201 | 1.4930 | 0.9122 | 0.4651 | 1.1732 | 0.0000 | 3.2648 | 3.8225 | 5.6171 | 2.6457 | 1.2199 | 3.2120 | 1.2361 | 2.7300 | 2.5970 |
| 9 | 3.3017 | 2.7154 | 2.2509 | 2.1264 | 2.6594 | 3.3870 | 2.9868 | 3.2648 | 0.0000 | 2.7056 | 3.8157 | 4.0549 | 3.6817 | 3.6551 | 3.4025 | 3.0371 | 3.1058 |
| 10 | 3.1947 | 2.5803 | 2.1946 | 3.0159 | 3.2667 | 3.7301 | 3.9268 | 3.8225 | 2.7056 | 0.0000 | 2.5423 | 2.7196 | 3.3877 | 3.3502 | 3.1547 | 1.6583 | 2.8393 |
| 11 | 5.2240 | 4.6634 | 4.2938 | 4.5881 | 4.9897 | 5.4397 | 5.3984 | 5.6171 | 3.8157 | 2.5423 | 0.0000 | 4.9170 | 5.1468 | 3.6670 | 4.8567 | 4.0362 | 3.7870 |
| 12 | 2.2642 | 1.6870 | 1.9643 | 2.8459 | 2.4969 | 2.5042 | 3.4427 | 2.6457 | 4.0549 | 2.7196 | 4.9170 | 0.0000 | 1.8108 | 3.6943 | 1.8567 | 1.2130 | 2.7307 |
| 13 | 1.6441 | 1.3031 | 1.8941 | 1.8888 | 1.3423 | 0.8966 | 1.9897 | 1.2199 | 3.6817 | 3.3877 | 5.1468 | 1.8108 | 0.0000 | 2.7270 | 0.3565 | 2.2129 | 2.0196 |
| 14 | 3.2378 | 2.9931 | 3.0762 | 2.6323 | 2.8292 | 2.9557 | 2.8516 | 3.2120 | 3.6551 | 3.3502 | 3.6670 | 3.6943 | 2.7270 | 0.0000 | 2.5425 | 3.4738 | 1.8105 |
| 15 | 1.6802 | 1.2017 | 1.7348 | 1.7063 | 1.2146 | 0.8908 | 1.9089 | 1.2361 | 3.4025 | 3.1547 | 4.8567 | 1.8567 | 0.3565 | 2.5425 | 0.0000 | 2.0798 | 1.7761 |
| 16 | 2.2499 | 1.4190 | 1.2857 | 2.3974 | 2.3153 | 2.6611 | 3.2795 | 2.7300 | 3.0371 | 1.6583 | 4.0362 | 1.2130 | 2.2129 | 3.4738 | 2.0798 | 0.0000 | 2.4847 |
| 17 | 3.0373 | 2.1296 | 2.1216 | 1.8942 | 1.9421 | 2.3641 | 2.8402 | 2.5970 | 3.1058 | 2.8393 | 3.7870 | 2.7307 | 2.0196 | 1.8105 | 1.7761 | 2.4847 | 0.0000 |
| 18 | 2.5033 | 2.6105 | 3.0925 | 2.3499 | 1.8896 | 1.2384 | 1.4583 | 1.2552 | 4.0195 | 4.8579 | 6.3254 | 3.6943 | 1.9688 | 3.4824 | 2.0220 | 3.8845 | 3.1426 |
| 19 | 2.9909 | 3.6592 | 4.2060 | 3.7954 | 3.3155 | 2.5845 | 2.6414 | 2.4366 | 5.2604 | 5.9946 | 7.8040 | 4.4697 | 3.2030 | 5.1061 | 3.3643 | 4.8422 | 4.9071 |
| 20 | 2.0494 | 1.4784 | 1.8095 | 1.7438 | 1.2052 | 1.4457 | 2.1450 | 1.1468 | 3.2983 | 3.9068 | 5.9284 | 2.5484 | 1.7931 | 3.9877 | 1.8260 | 2.5989 | 2.9167 |
| 21 | 2.2991 | 1.3852 | 1.4622 | 0.7908 | 0.5905 | 1.4406 | 1.8424 | 1.3615 | 2.4941 | 3.3235 | 4.9023 | 2.7585 | 1.7217 | 2.9379 | 1.5406 | 2.4711 | 1.7933 |
| 22 | 2.4168 | 1.3632 | 1.3298 | 0.9961 | 0.9309 | 1.6572 | 2.1347 | 1.6867 | 2.3139 | 2.9097 | 4.4516 | 2.5733 | 1.7647 | 2.8018 | 1.5069 | 2.1585 | 1.4872 |
| 23 | 2.6938 | 2.1598 | 1.6998 | 1.8466 | 2.4102 | 3.1267 | 2.8376 | 3.0932 | 1.6717 | 1.8371 | 3.1569 | 3.2723 | 3.0861 | 2.6282 | 2.8536 | 2.3366 | 2.4141 |
| 24 | 2.6156 | 2.3784 | 2.1160 | 1.7835 | 2.2025 | 2.9325 | 2.3353 | 2.5919 | 1.8758 | 3.6371 | 5.2875 | 3.9630 | 3.3864 | 4.0524 | 3.2591 | 3.2798 | 3.5811 |
| 25 | 2.0655 | 1.3134 | 1.7228 | 2.1599 | 1.7286 | 1.7699 | 2.7877 | 1.9562 | 3.8052 | 3.0411 | 4.9505 | 1.1097 | 0.9922 | 3.0226 | 1.0707 | 1.6899 | 1.9523 |
| 26 | 2.1846 | 2.2791 | 2.6726 | 1.8425 | 1.5053 | 1.2784 | 1.0413 | 1.0168 | 3.5260 | 4.5937 | 6.1627 | 3.6348 | 2.0780 | 3.4728 | 2.0948 | 3.6651 | 3.1087 |
| 27 | 2.3535 | 1.8225 | 2.2913 | 1.9357 | 1.3868 | 1.1260 | 2.1565 | 1.4076 | 3.8651 | 3.8922 | 5.4133 | 2.4292 | 0.8721 | 2.7349 | 0.9339 | 2.7931 | 1.8346 |
| 28 | 2.4757 | 2.3901 | 2.8940 | 2.2473 | 1.7334 | 1.3047 | 1.8817 | 1.3522 | 4.2751 | 4.7435 | 6.2755 | 3.2700 | 1.6075 | 3.2432 | 1.7651 | 3.6456 | 2.7753 |
| 29 | 2.8460 | 3.0459 | 3.5649 | 2.8382 | 2.3735 | 1.6305 | 1.8721 | 1.7296 | 4.5481 | 5.2585 | 6.6463 | 3.9724 | 2.2282 | 3.6067 | 2.3057 | 4.2798 | 3.4173 |
| 30 | 3.3025 | 3.2931 | 3.7561 | 3.0701 | 2.5540 | 2.0574 | 2.4403 | 1.9669 | 4.7382 | 5.6996 | 7.2682 | 4.2331 | 2.6969 | 4.4582 | 2.7959 | 4.5465 | 3.8696 |
| 31 | 1.0840 | 2.0075 | 2.3466 | 2.7236 | 2.5094 | 2.3345 | 2.3463 | 2.1398 | 3.6404 | 3.6641 | 5.8687 | 2.7598 | 2.5389 | 4.2758 | 2.5923 | 2.7015 | 4.0020 |
| 32 | 2.4401 | 2.0137 | 2.2970 | 1.8326 | 1.4043 | 1.7152 | 2.1167 | 1.3568 | 3.5582 | 4.4712 | 6.3294 | 3.2021 | 2.1703 | 4.0593 | 2.2370 | 3.2745 | 3.1205 |
| 33 | 2.5098 | 3.4435 | 3.8000 | 3.7399 | 3.5040 | 3.1005 | 2.7528 | 2.8535 | 4.4658 | 5.2046 | 7.1693 | 4.3704 | 3.6748 | 5.3210 | 3.7289 | 4.3466 | 5.2121 |
| 34 | 4.4599 | 5.2979 | 5.7014 | 5.3000 | 5.0194 | 4.4676 | 4.0290 | 4.2527 | 6.0803 | 7.2547 | 8.9720 | 6.2810 | 5.1984 | 6.7057 | 5.2724 | 6.3774 | 6.7119 |

Lampiran 6 (Lanjutan)

| | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 2.5033 | 2.9909 | 2.0494 | 2.2991 | 2.4168 | 2.6938 | 2.6156 | 2.0855 | 2.1846 | 2.3535 | 2.4757 | 2.8460 | 3.3025 | 1.0840 | 2.4401 | 2.5098 | 4.4599 |
| 2 | 2.6105 | 3.6592 | 1.4784 | 1.3852 | 1.3632 | 2.1598 | 2.3784 | 1.3134 | 2.2791 | 1.8225 | 2.3901 | 3.0459 | 3.2931 | 2.0075 | 2.0137 | 3.4435 | 5.2979 |
| 3 | 3.0925 | 4.2060 | 1.8095 | 1.4622 | 1.3298 | 1.6998 | 2.1160 | 1.7228 | 2.6726 | 2.2913 | 2.8940 | 3.5649 | 3.7581 | 2.3466 | 2.2970 | 3.8000 | 5.7014 |
| 4 | 2.3499 | 3.7954 | 1.7438 | 0.7908 | 0.9961 | 1.8466 | 1.7835 | 2.1599 | 1.8425 | 1.9357 | 2.2473 | 2.8382 | 3.0701 | 2.7236 | 1.8326 | 3.7399 | 5.3000 |
| 5 | 1.8696 | 3.3155 | 1.2052 | 0.5905 | 0.9309 | 2.4102 | 2.2025 | 1.7286 | 1.5053 | 1.3868 | 1.7334 | 2.3735 | 2.5540 | 2.5094 | 1.4043 | 3.5040 | 5.0194 |
| 6 | 1.2384 | 2.5845 | 1.4457 | 1.4406 | 1.6572 | 3.1287 | 2.9325 | 1.7699 | 1.2784 | 1.1260 | 1.3047 | 1.6305 | 2.0574 | 2.3345 | 1.7152 | 3.1005 | 4.4676 |
| 7 | 1.4583 | 2.6414 | 2.1450 | 1.8424 | 2.1347 | 2.8376 | 2.3353 | 2.7877 | 1.0413 | 2.1565 | 1.6817 | 1.8721 | 2.4403 | 2.3463 | 2.1167 | 2.7528 | 4.0290 |
| 8 | 1.2552 | 2.4366 | 1.1468 | 1.3615 | 1.6667 | 3.0932 | 2.5919 | 1.9562 | 1.0168 | 1.4076 | 1.3522 | 1.7296 | 1.9669 | 2.1398 | 1.3568 | 2.8535 | 4.2527 |
| 9 | 4.0195 | 5.2604 | 3.2983 | 2.4941 | 2.3139 | 1.6717 | 1.8758 | 3.8052 | 3.5260 | 3.8651 | 4.2751 | 4.5481 | 4.7382 | 3.6404 | 3.5582 | 4.4658 | 6.0603 |
| 10 | 4.8579 | 5.9946 | 3.9088 | 3.3235 | 2.9097 | 1.8371 | 3.6371 | 3.0411 | 4.5937 | 3.8922 | 4.7435 | 5.2585 | 5.6996 | 3.6641 | 4.4712 | 5.2046 | 7.2547 |
| 11 | 6.3254 | 7.8040 | 5.9284 | 4.9023 | 4.4516 | 3.1569 | 5.2875 | 4.9505 | 6.1627 | 5.4133 | 6.2755 | 6.6463 | 7.2682 | 5.8687 | 6.3294 | 7.1693 | 8.9720 |
| 12 | 3.6943 | 4.4697 | 2.5484 | 2.7585 | 2.5733 | 3.2723 | 3.9630 | 1.1097 | 3.6348 | 2.4292 | 3.2700 | 3.9724 | 4.2331 | 2.7598 | 3.2021 | 4.3704 | 6.2610 |
| 13 | 1.9688 | 3.2030 | 1.7931 | 1.7217 | 1.7647 | 3.0861 | 3.3864 | 0.9922 | 2.0780 | 0.8721 | 1.6075 | 2.2282 | 2.6969 | 2.5389 | 2.1703 | 3.6748 | 5.1984 |
| 14 | 3.4824 | 5.1061 | 3.9877 | 2.9379 | 2.8018 | 2.6282 | 4.0524 | 3.0226 | 3.4728 | 2.7349 | 3.2432 | 3.6067 | 4.4582 | 4.2758 | 4.0593 | 5.3210 | 6.7057 |
| 15 | 2.0220 | 3.3643 | 1.8260 | 1.5406 | 1.5069 | 2.8536 | 3.2591 | 1.0707 | 2.0948 | 0.9339 | 1.7651 | 2.3057 | 2.7959 | 2.5923 | 2.2370 | 3.7289 | 5.2724 |
| 16 | 3.6845 | 4.8422 | 2.5989 | 2.4711 | 2.1585 | 2.3366 | 3.2798 | 1.6899 | 3.6651 | 2.7931 | 3.6456 | 4.2798 | 4.5465 | 2.7015 | 3.2745 | 4.3466 | 6.3774 |
| 17 | 3.1426 | 4.9071 | 2.9167 | 1.7933 | 1.4872 | 2.4141 | 3.5811 | 1.9523 | 3.1087 | 1.8346 | 2.7753 | 3.4173 | 3.8696 | 4.0020 | 3.1205 | 5.2121 | 6.7119 |
| 18 | 0.0000 | 2.0066 | 2.0948 | 2.1154 | 2.4717 | 4.0071 | 3.3921 | 2.8792 | 0.8607 | 1.7704 | 1.1277 | 0.5839 | 1.1266 | 3.0954 | 1.9322 | 3.1925 | 3.8986 |
| 19 | 2.0066 | 0.0000 | 2.9381 | 3.6899 | 4.0628 | 5.2825 | 4.1921 | 3.9994 | 2.1648 | 3.3347 | 2.5404 | 1.9818 | 1.9485 | 2.9661 | 2.8433 | 2.2127 | 2.3596 |
| 20 | 2.0948 | 2.9381 | 0.0000 | 1.3809 | 1.7068 | 3.3178 | 2.5023 | 2.0121 | 1.7399 | 1.8706 | 1.9814 | 2.5781 | 2.2900 | 2.3751 | 0.8583 | 3.2014 | 4.6620 |
| 21 | 2.1154 | 3.6899 | 1.3809 | 0.0000 | 0.5570 | 2.4649 | 2.2812 | 1.9730 | 1.7827 | 1.5523 | 2.0042 | 2.6084 | 2.6669 | 3.0072 | 1.5294 | 3.9283 | 5.3464 |
| 22 | 2.4717 | 4.0628 | 1.7068 | 0.5570 | 0.0000 | 2.2656 | 2.4976 | 1.8850 | 2.2419 | 1.6916 | 2.3910 | 2.9412 | 3.0837 | 3.1410 | 2.0284 | 4.1776 | 5.6655 |
| 23 | 4.0071 | 5.2825 | 3.3178 | 2.4649 | 2.2656 | 0.0000 | 2.2654 | 3.0435 | 3.5326 | 3.3917 | 3.9129 | 4.4458 | 4.6674 | 3.3149 | 3.5713 | 4.6117 | 6.4662 |
| 24 | 3.3921 | 4.1921 | 2.5023 | 2.2812 | 2.4976 | 2.2654 | 0.0000 | 3.6083 | 2.6236 | 3.5721 | 3.5405 | 3.9314 | 3.9266 | 2.7538 | 2.4944 | 3.4065 | 4.9973 |
| 25 | 2.8792 | 3.9994 | 2.0121 | 1.9730 | 1.8650 | 3.0435 | 3.6083 | 0.0000 | 2.8497 | 1.3870 | 2.3053 | 3.1385 | 3.4188 | 2.8749 | 2.4793 | 4.3003 | 5.9942 |
| 26 | 0.8607 | 2.1648 | 1.7399 | 1.7827 | 2.2419 | 3.5326 | 2.6236 | 2.8497 | 0.0000 | 1.9536 | 1.2946 | 1.3507 | 1.5017 | 2.7248 | 1.4255 | 2.9135 | 3.8524 |
| 27 | 1.7704 | 3.3347 | 1.8706 | 1.5523 | 1.6916 | 3.3917 | 3.5721 | 1.3870 | 1.9536 | 0.0000 | 1.1714 | 1.9626 | 2.3152 | 3.2389 | 1.9903 | 4.1739 | 5.4340 |
| 28 | 1.1277 | 2.5404 | 1.9814 | 2.0042 | 2.3910 | 3.9129 | 3.5405 | 2.3053 | 1.2946 | 1.1714 | 0.0000 | 1.2088 | 1.5162 | 3.2345 | 1.6947 | 3.7649 | 4.6929 |
| 29 | 0.5839 | 1.9818 | 2.5781 | 2.6084 | 2.9412 | 4.4458 | 3.9314 | 3.1385 | 1.3507 | 1.9626 | 1.2088 | 0.0000 | 1.1775 | 3.4567 | 2.3842 | 3.4701 | 3.9622 |
| 30 | 1.1266 | 1.9485 | 2.2900 | 2.6669 | 3.0837 | 4.8674 | 3.9266 | 3.4188 | 1.5017 | 2.3152 | 1.5162 | 1.1775 | 0.0000 | 3.7115 | 1.9405 | 3.5927 | 3.9008 |
| 31 | 3.0954 | 2.9661 | 2.3751 | 3.0072 | 3.1410 | 3.3149 | 2.7538 | 2.8749 | 2.7248 | 3.2389 | 3.2345 | 3.4567 | 3.7115 | 0.0000 | 2.8278 | 1.8188 | 4.0151 |
| 32 | 1.9322 | 2.8433 | 0.8583 | 1.5294 | 2.0284 | 3.5713 | 2.4944 | 2.4793 | 1.4255 | 1.9903 | 1.6947 | 2.3842 | 1.9405 | 2.8278 | 0.0000 | 3.4141 | 4.6006 |
| 33 | 3.1925 | 2.2127 | 3.2014 | 3.9283 | 4.1776 | 4.6117 | 3.4065 | 4.3003 | 2.9135 | 4.1739 | 3.7649 | 3.4701 | 3.5927 | 1.8188 | 3.4141 | 0.0000 | 2.2748 |
| 34 | 3.8986 | 2.3596 | 4.6620 | 5.3464 | 5.6655 | 6.4662 | 4.9973 | 5.9942 | 3.8524 | 5.4340 | 4.6929 | 3.9622 | 3.9008 | 4.0151 | 4.6006 | 2.2748 | 0.0000 |

Lampiran 7. Centroid Klaster pada Metode Single Linkage menggunakan Software Excel

| Klaster | No | Provinsi | Centroid |
|---------------------------------|---------------------------|----------------------|-----------------|
| 1 | 1 | Aceh | 0,3152 |
| | 2 | Sumatera Utara | 0,1118 |
| | 3 | Sumatera Barat | 0,1850 |
| | 4 | Riau | -0,0168 |
| | 5 | Jambi | -0,1632 |
| | 6 | Sumatera Selatan | -0,1513 |
| | 7 | Bengkulu | 0,0436 |
| | 8 | Lampung | -0,2231 |
| | 9 | Kep. Bangka Belitung | 0,4376 |
| | 10 | Kepulauan Riau | 1,0238 |
| | 11 | Jawa Barat | 0,2276 |
| | 12 | Jawa Tengah | -0,0346 |
| | 13 | DI Yogyakarta | 0,6268 |
| | 14 | Jawa Timur | 0,0301 |
| | 15 | Banten | 0,4441 |
| | 16 | Bali | 0,1253 |
| | 17 | Nusa Tenggara Barat | -0,4562 |
| | 18 | Nusa Tenggara Timur | -0,5628 |
| | 19 | Kalimantan Barat | -0,4931 |
| | 20 | Kalimantan Tengah | -0,2668 |
| | 21 | Kalimantan Selatan | -0,1213 |
| | 22 | Kalimantan Timur | 0,6928 |
| | 23 | Kalimantan Utara | 0,0376 |
| | 24 | Sulawesi Utara | -0,0293 |
| | 25 | Sulawesi Tengah | -0,4165 |
| | 26 | Sulawesi Selatan | -0,3202 |
| | 27 | Sulawesi Tenggara | -0,5407 |
| | 28 | Gorontalo | -0,5004 |
| | 29 | Sulawesi Barat | -0,9451 |
| | 30 | Maluku | 0,3264 |
| | 31 | Maluku Barat | -0,7046 |
| | 32 | Papua Barat | 0,1064 |
| Centroid Klaster 1 | | | -0,0379 |
| 2 | 1 | DKI Jakarta | 1,6024 |
| | Centroid Klaster 2 | | |
| 3 | 1 | Papua | -0,3905 |
| | Centroid Klaster 3 | | |
| Centroid Seluruh Klaster | | | 0,3913 |

Lampiran 8. Centroid Klaster pad Metode *Average Linkage* menggunakan *Software Excel*

| Klaster | No | Provinsi | Centroid |
|---------------------------------|-----------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | 1 | Aceh | 0,3152 |
| | 2 | Sumatera Utara | 0,1118 |
| | 3 | Sumatera Barat | 0,1850 |
| | 4 | Riau | -0,0168 |
| | 5 | Jambi | -0,1632 |
| | 6 | Sumatera Selatan | -0,1513 |
| | 7 | Bengkulu | 0,0436 |
| | 8 | Lampung | -0,2231 |
| | 9 | Kep. Bangka Belitung | 0,4376 |
| | 10 | Kepulauan Riau | 1,0238 |
| | 11 | Jawa Barat | 0,2276 |
| | 12 | Jawa Tengah | -0,0346 |
| | 13 | DI Yogyakarta | 0,6268 |
| | 14 | Jawa Timur | 0,0301 |
| | 15 | Banten | 0,4441 |
| | 16 | Bali | 0,1253 |
| | 17 | Nusa Tenggara Barat | -0,4562 |
| | 18 | Kalimantan Barat | -0,4931 |
| | 19 | Kalimantan Tengah | -0,2668 |
| | 20 | Kalimantan Selatan | -0,1213 |
| | 21 | Kalimantan Timur | 0,6928 |
| | 22 | Kalimantan Utara | 0,0376 |
| | 23 | Sulawesi Utara | -0,0293 |
| | 24 | Sulawesi Tengah | -0,4165 |
| | 25 | Sulawesi Selatan | -0,3202 |
| | 26 | Sulawesi Tenggara | -0,5407 |
| | 27 | Gorontalo | -0,5004 |
| | 28 | Sulawesi Barat | -0,9451 |
| | 29 | Maluku | 0,3264 |
| | 30 | Maluku Barat | -0,7046 |
| | 31 | Papua Barat | 0,1064 |
| | | Centroid Klaster 1 | -0,0209 |
| 2 | 1 | DKI Jakarta | 1,6024 |
| | | | Centroid Klaster 2 |
| 3 | 1 | Nusa Tenggara Timur | -0,5628 |
| | 2 | Papua | -0,3905 |
| | | | Centroid Klaster 3 |
| Centroid Seluruh Klaster | | | 0,3683 |



YAYASAN PAKUAN SILIWANGI - UNIVERSITAS PAKUAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI MATEMATIKA

Jl. Pakuan P.O. Box 452 Telp. (0251) 8363405, Fax (0251) 8375547 Bogor
<http://www.math.unpak.ac.id> email : matematika@unpak.ac.id

KARTU KONSULTASI PENELITIAN

Nama : Miftahul Nur Khasanah Mulai Konsultasi :

NPM. : 064119025 Pembimbing Utama : Dr. Ir. Fiteria Virgantari, M.Si.

Program Studi : Matematika Pembimbing Pendamping : Yasmin Erika Faridhan, M.Si

Judul Penelitian :

| Tanggal | Tanda tangan Mahasiswa | Tanda tangan Pembimbing | | Materi Konsultasi |
|----------|------------------------|-------------------------|------------|---------------------------------------|
| | | Utama | Pendamping | |
| 28/01/23 | | | | outline rencana penelitian |
| 13/02/23 | | | | outline rencana penelitian |
| 28/02/23 | | | | bab 1 |
| 13/02/23 | | | | outline rencana penelitian |
| 04/03/23 | | | | Proposal penelitian bab 2 |
| 06/06/23 | | | | Proposal penelitian bab 3 |
| 04/01/24 | | | | proposal penelitian |
| 11/01/24 | | | | Proposal penelitian bab 1,4 dan dapus |
| 12/02/24 | | | | Proposal penelitian |
| 23/02/24 | | | | proposal penelitian |
| 31/05/24 | | | | Laporan hasil |
| 15/05/24 | | | | Metode elbow |

Mengetahui,
Wakil Dekan Bid. Akademik

(.....)

Bogor, 7 Oktober 2024
Program Studi Matematika
Ketua,

(.....)



YAYASAN PAKUAN SILIWANGI - UNIVERSITAS PAKUAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI MATEMATIKA

Jl. Pakuan P.O. Box 452 Telp. (0251) 8363405, Fax (0251) 8375547 Bogor
<http://www.math.unpak.ac.id> email : matematika@unpak.ac.id

KARTU KONSULTASI PENELITIAN

Nama : Miftahul Nur Khasanah Mulai Konsultasi :

NPM. : 064119025 Pembimbing Utama : Dr. Ir. Fitria Virgantari, M. Si

Program Studi : Matematika Pembimbing Pendamping : Yasmin Erika Faridhan, M. Si

Judul Penelitian :

| Tanggal | Tanda tangan Mahasiswa | Tanda tangan Pembimbing | | Materi Konsultasi |
|--------------|------------------------|-------------------------|---------------|----------------------|
| | | Utama | Pendamping | |
| 11 / 06 / 24 | | | <i>Yasmin</i> | Laporan hasil |
| 25 / 06 / 24 | | <i>Fitria</i> | | poster |
| 26 / 06 / 24 | | | <i>Yasmin</i> | poster |
| 04 / 07 / 24 | | | <i>Yasmin</i> | Laporan sidang akhir |
| 06 / 07 / 24 | | <i>Fitria</i> | | Laporan sidang akhir |
| 06 / 09 / 24 | | <i>Fitria</i> | <i>Yasmin</i> | Revisi & ACC |
| 27 / 09 / 24 | | | <i>Yasmin</i> | Revisi & ACC |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Mengetahui,
Wakil Dekan Bid. Akademik

(.....)

Bogor, 7, Oktober, 2024.
Program Studi Matematika
Ketua,

(.....)