

**PENGELOMPOKAN KABUPATEN/KOTA DI JAWA BARAT
BERDASARKAN TINGKAT KEMISKINAN MENGGUNAKAN
ANALISIS KLASTER *K-HARMONIC MEANS***

SKRIPSI

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

Oleh :

Aprilianti Solihat

064120006



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

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah rabbil'alamin.. saya panjatkan puji dan syukur kepada Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Atas segala rahmat dan karunianya saya diberi kemudahan dalam menyelesaikan skripsi.

Terima kasih untuk keluargaku tercinta, kedua orangtuaku Ibu Tating Nuryani dan Bapak Obay, Umi, alm Abah, teteh-tetehku Novi dan Desi, adikku Fuji, Keponakanku Raisa, Aini, Rayna atas segala dukungan, kasih sayang, motivasi dan doa yang telah diberikan. Dukungan yang kalian berikan membuatku bangkit dan selalu bersemangat sehingga dapat terselesaikannya skripsi ini.

Terima kasih teruntuk Ibu Dr. Ir. Fitria Virgantari, M.Si dan Ibu Ani Andriyati, 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 sehingga dapat dijadikan bekal menuju kesuksesan.

Terima kasih untuk rekan-rekan Matematika Angkatan 2020, teman-teman pengurus HIMATIKA Kabinet Alpha, 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 sahabatku (Mufatih Ariska, Ghina Rifqatul), yang telah menjadi orang-orang penting yang selalu mendengarkan keluh kesah, mendukung dan mengingatkan untuk segera melakukan hal-hal kebaikan, serta manusia manusia lainnya yang telah menemani selama penulisan skripsi. Terima kasih atas segala dukungan dan doa yang telah diberikan, terima kasih untuk semua kasih dan cerita manisnya, semoga kesuksesan, kebahagiaan, dan kesehatan 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 Rabbal Alamin.

HALAMAN PENGESAHAN

JUDUL : **PENGELOMPOKAN KABUPATEN/KOTA DI JAWA BARAT BERDASARKAN TINGKAT KEMISKINAN MENGGUNAKAN ANALISIS KLASTER K-HARMONIC MEANS**

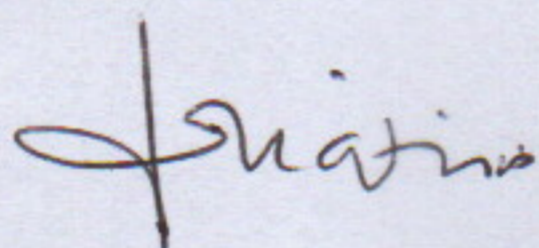
NAMA : **APRILIANTI SOLIHAT**

NPM : **064120006**

Bogor, Juli 2024

Menyetujui,

Pembimbing Pendamping



Ani Andriyati, M.Si.

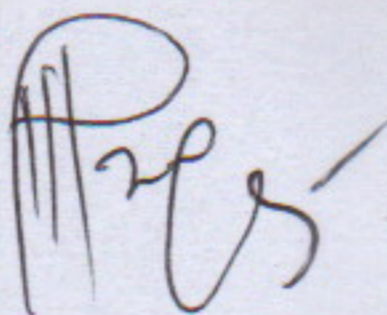
Pembimbing Utama



Dr. Ir. Fitria Virgantari, M.Si.

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Ir. Fitria Virgantari, M.Si.

Dekan FMIPA



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

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

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aprilianti Solihat
NPM : 064120006
Judul Skripsi : Pengelompokan Kabupaten/Kota di Jawa Barat Berdasarkan
Tingkat Kemiskinan Menggunakan Analisis Klaster *K-
Harmonic Means*

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

Aprilianti Solihat
NPM. 064120006

RIWAYAT HIDUP



Aprilianti Solihat lahir di Kota Bogor pada tanggal 30 April 2002. Penulis merupakan anak ketiga dari empat bersaudara. Kedua orang tua penulis bernama Bapak Obay, S.Pd dan Ibu Tating Nuryani. Penulis menyelesaikan Sekolah Dasar pada tahun 2014 di SD Negeri Cibeureum 02 Kota Bogor. Kemudian melanjutkan ke jenjang pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 13 Kota Bogor dan lulus pada tahun 2017, lalu melanjutkan Pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Tamansari dan lulus pada tahun 2020. Pada tahun 2020 penulis melanjutkan pendidikan Strata Satu di Universitas Pakuan Bogor pada Program Studi Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Penulis mengikuti MBKM Kampus Mengajar selama 1 (satu) semester di SMP Taman Siswa Kota Bogor. Selama menjadi mahasiswa, penulis mengikuti program *Mobillity Student* UTHM selama satu semester serta berperan aktif dalam mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Matematika Universitas Pakuan periode 2023 sebagai Kepala Departemen Sosial, Masyarakat dan Infomasi .

RINGKASAN

APRILIANTI SOLIHAT, Pengelompokan Kabupaten/Kota Berdasarkan Tingkat Kemiskinan Menggunakan Analisis Klaster *K-Harmonic Means*. Dibimbing oleh FITRIA VIRGANTARI dan ANI ANDRIYATI.

Tingkat kemiskinan merupakan proporsi masyarakat yang berada di bawah garis kemiskinan dan yang dipandang sebagai ketidakmampuan untuk memenuhi kebutuhan dasar hidup. Tingkat kemiskinan Provinsi Jawa Barat mengalami kenaikan sebesar 0,7 persen dari tahun 2019 sampai 2023. Tingkat kemiskinan tertinggi berada pada Kabupaten Indramayu sebesar 12,13 persen. Pemerintah memerlukan program yang efektif dan efisien dalam menanggulangi kemiskinan untuk 27 kabupaten/kota di Jawa Barat. Agar program dalam menanggulangi kemiskinan tepat sasaran, perlu dilakukan pengelompokan berdasarkan karakteristik wilayah menggunakan analisis klaster *K-Harmonic Means*. *K-Harmonic* merupakan salah satu pengembangan dari algoritma *K-Means* yang bertujuan untuk meminimalisasi rata-rata harmonik dari seluruh titik data ke seluruh pusat klaster yang ada. Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan metode *K-Harmonic Means* dalam menganalisis banyaknya klaster optimal pada pengelompokan kabupaten/kota di Jawa Barat berdasarkan tingkat kemiskinan. Data yang digunakan pada penelitian ini diambil dari laman resmi Badan Pusat Statistika (BPS) dan *Open Data JABAR* tahun 2022 sebanyak delapan variabel. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengelompokan yang paling optimal yaitu sebanyak 2 klaster berdasarkan nilai *silhouette coefficient* sebesar 0,909. Klaster 1 memiliki anggota sebanyak 19 wilayah yaitu Kab. Bogor, Kab. Sukabumi, Kab. Cianjur, Kab. Bandung, Kab. Garut, Kab. Tasikmalaya, Kab. Ciamis, Kab. Kuningan, Kab. Cirebon, Kab. Majalengka, Kab. Sumedang, Kab. Indramayu, Kab. Subang, Kab. Purwakarta, Kab. Karawang, Kab. Bandung Barat, Kab. Pangandaran, Kota Tasikmalaya, dan Kota Banjar. Klaster 2 memiliki anggota sebanyak 8 wilayah yaitu Kab. Bekasi, Kota Bogor, Kota Sukabumi, Kota Bandung, Kota Cirebon, Kota Bekasi, Kota Depok, dan Kota Cimahi. Berdasarkan hasil pengelompokan menggunakan *K-Harmonic Means* dapat dikatakan bahwa kabupaten/kota yang ada pada Klaster 1 perlu dijadikan prioritas utama dalam upaya menurunkan tingkat kemiskinan dan prioritas kedua adalah wilayah kabupaten/kota pada Klaster 2.

Kata kunci : *K-Harmonic Means*, Tingkat Kemiskinan, *Silhouette Coefficient*.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan hasil penelitian yang berjudul "**Pengelompokan Kabupaten/Kota Di Jawa Barat Berdasarkan Tingkat Kemiskinan Menggunakan Analisis Klaster *K-Harmonic Means***".

Penelitian ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika Program Studi Matematika Fakultas MIPA Universitas Pakuan. Penulis menyadari bahwa penyusunan hasil penelitian ini tidak lepas dari kontribusi banyak pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Fitria Virgantari, M. Si selaku pembimbing utama.
2. Ani Andriyati, M.Si selaku pembimbing pendamping.
3. Dr. Ir. Fitria Virgantari, M. Si selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan.
4. Keluarga yang selalu mendukung penulis dalam pengerjaan laporan ini.
5. Teman-teman Program Studi Matematika.
6. Semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Diharapkan hasil penelitian ini bermanfaat bagi pembaca dan khususnya bagi mahasiswa Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan. Oleh karena itu, diharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca.

Bogor, Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Ruang Lingkup.....	3
1.4 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kemiskinan	5
2.2 Statistika Deskriptif.....	8
2.3 Standarisasi Data.....	9
2.4 Uji Multikolinearitas	10
2.5 Analisis Klaster	10
2.5.1 <i>K-Means</i>	11
2.5.2 <i>K-Harmonic Means (KHM)</i>	13
2.6 Evaluasi Klaster Dengan <i>Silhouette Coefficient</i>	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1 Data	18
3.2 Tahapan Analisis.....	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Deskripsi Data.....	22
4.2 Standarisasi Data.....	24
4.3 Uji Multikolinearitas	26
4.4 Analisis Klaster <i>K-Harmonic Means</i>	27

4.4.1	Analisis <i>K-Harmonic Means</i> 2 Klaster	27
4.4.2	Analisis <i>K-Harmonic Means</i> 3 Klaster	33
4.4.3	Analisis <i>K-Harmonic Means</i> 4 Klaster	39
4.5	Evaluasi Hasil Klaster menggunakan <i>Sillhoutte Coeficient</i>	46
4.6	Interpretasi Hasil	48
BAB V PENUTUP		52
5.1	Kesimpulan	52
5.2	Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....		53
LAMPIRAN		56

DAFTAR TABEL

1. Variabel dalam Penelitian	18
2. Deskripsi data	22
3. Nilai Koefisien Korelasi Variabel	26
4. Nilai Pusat Awal 2 Klaster	27
5. Nilai-nilai Variabel pada objek ke-1 (Kabupaten Bogor)	27
6. Jarak Data <i>Euclidean</i> 2 Klaster	28
7. Nilai Keanggotaan untuk 2 klaster	30
8. Nilai Bobot 2 Klaster	31
9. Titik Pusat 2 Klaster	31
10. Hasil Pengelompokan pada 2 Klaster	32
11. Nilai Pusat Awal 3 Klaster	33
12. Jarak Data <i>Euclidean</i> 3 Klaster	34
13. Nilai Keanggotaan untuk 3 klaster	36
14. Nilai Bobot 3 Klaster	37
15. Titik Pusat 3 Klaster	38
16. Hasil Pengelompokan data pada 3 Klaster	38
17. Nilai Pusat Awal 4 Klaster	39
18. Jarak Data <i>Euclidean</i> 4 Klaster	41
19. Nilai Keanggotaan untuk 4 Klaster	43
20. Nilai Bobot 4 Klaster	44
21. Titik Pusat 4 Klaster	45
22. Hasil Pengelompokan data pada 4 Klaster	45
23. Hasil Evaluasi Klustering berdasarkan Nilai <i>Silhouette Coefficient</i>	48
24. Hasil Pengelompokan 2 Klaster	49
25. Rata-Rata Variabel Setiap Klaster	49

DAFTAR GAMBAR

1. Contoh Diagram Kotak Garis (<i>Boxplot</i>)	9
2. Diagram Alir Tahapan Penelitian	19
3. Boxplot Data Penelitian	25
4. Plot klaster pengelompokan 2 Klaster	32
5. Plot klaster pengelompokan 3 Klaster	39
6. Plot klaster pengelompokan 4 Klaster	46
7. Peta Berwarna Hasil Klaster	51

DAFTAR LAMPIRAN

1. Data Penelitian.....	57
2. <i>Output R studio</i> Perhitungan untuk Deskripsi Data Penelitian.....	58
3. Hasil Standarisasi Data Penelitian	59
4. <i>Output R studio</i> Perhitungan Koefisien Korelasi Data Penelitian	60
5. Hasil Perhitungan Jarak <i>Euclidean</i> 2 Klaster terhadap Titik Pusat Awal.....	61
6. <i>Output R studio</i> Perhitungan Jarak <i>Euclidean</i> Analisis KHM 2 Klaster	62
7. Hasil Perhitungan Nilai Fungsi Objektif 2 Klaster.....	63
8. <i>Output R studio</i> Fungsi Objektif Analisis KHM 2 Klaster.....	64
9. Hasil Perhitungan Nilai Keanggotaan 2 Klaster	65
10. <i>Output R studio</i> Nilai Keanggotaan Analisis KHM 2 Klaster	66
11. Hasil Perhitungan Nilai Bobot 2 Klaster	67
12. <i>Output R studio</i> Nilai Bobot Analisis KHM 2 Klaster	68
13. <i>Output R studio</i> Titik Pusat Analisis KHM 2 Klaster.....	69
14. <i>Output R studio</i> Hasil Klaster Analisis KHM 2 Klaster	70
15. Hasil Perhitungan Jarak <i>Euclidean</i> 3 Klaster terhadap Titik Pusat Awal....	71
16. <i>Output R studio</i> Jarak Data <i>Euclidean</i> Analisis KHM 3 Klaster.....	72
17. Hasil Perhitungan Nilai Fungsi Objektif 3 Klaster.....	73
18. <i>Output R studio</i> Fungsi Objektif Analisis KHM 3 Klaster	74
19. Hasil Perhitungan Nilai Keanggotaan 3 Klaster	75
20. <i>Output R studio</i> Nilai Keanggotaan Analisis KHM 3 Klaster	76
21. Hasil Perhitungan Nilai Bobot 3 Klaster	77
22. <i>Output R studio</i> Nilai Bobot Analisis KHM 3 Klaster	78
23. <i>Output R studio</i> Titik Pusat Analisis KHM 3 Klaster.....	79
24. <i>Output R studio</i> Hasil Klaster Analisis KHM 3 Klaster	80
25. Hasil Perhitungan Jarak <i>Euclidean</i> 4 Klaster terhadap Titik Pusat Awal....	81
26. <i>Output R studio</i> Jarak Data <i>Euclidean</i> Analisis KHM 4 Klaster	82
27. Hasil Perhitungan Nilai Fungsi Objektif 4 Klaster.....	83
28. <i>Output R studio</i> Fungsi Objektif Analisis KHM 4 Klaster	84
29. Hasil Perhitungan Nilai Keanggotaan 4 Klaster	85
30. <i>Output R studio</i> Nilai Keanggotaan Analisis KHM 4 Klaster	86
31. Hasil Perhitungan Nilai Bobot 4 Klaster	87

32. <i>Output R studio</i> Nilai Bobot Analisis KHM 4 Klaster	88
33. <i>Output R studio</i> Titik Pusat Analisis KHM 4 Klaster.....	89
34. <i>Output R studio</i> Hasil Klaster Analisis KHM 4 Klaster	90
35. Hasil Perhitungan Nilai <i>Sillhoutte Coefficient</i> 2 Klaster	91
36. Hasil Perhitungan Nilai <i>Sillhoutte Coefficient</i> 3 Klaster	92
37. Hasil Perhitungan Nilai <i>Sillhoutte Coefficient</i> 4 Klaster	93

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara umum kemiskinan dipandang sebagai ketidakmampuan untuk memenuhi kepentingan dasar hidup seperti sandang, pangan, papan, dan kesehatan berdasarkan pengeluaran dari sisi ekonomi suatu penduduk (Widodo dkk, 2021). Tingkat kemiskinan adalah ukuran yang digunakan untuk mengukur proporsi masyarakat yang berada di bawah garis kemiskinan. Garis kemiskinan adalah nilai rupiah pengeluaran seseorang untuk memenuhi kebutuhan pokok hidupnya dalam sebulan. Tingkat kemiskinan ini dapat diukur dengan menggunakan beberapa indikator seperti persentase penduduk miskin, angka kemiskinan, atau indeks kemiskinan. Badan Pusat Statistik (BPS) di Indonesia menggunakan persentase penduduk miskin sebagai indikator untuk mengukur tingkat kemiskinan di Indonesia (BPS Provinsi Jawa Barat, 2023a)

Provinsi Jawa Barat merupakan provinsi terluas kedua di pulau jawa, dengan populasi penduduk terbesar di Indonesia sebanyak 49,405 juta penduduk . Sebagai provinsi yang memiliki penduduk terbesar, Jawa Barat mengalami kenaikan dan penurunan persentase penduduk miskin. Pada tahun 2019 presentase penduduk miskin sebesar 6,91 persen dan tahun 2021 mengalami kenaikan mencapai 8,40 persen akibat adanya pandemi *Covid-19* yang melanda pada tahun 2020. Pada tahun 2023 kembali turun menjadi 7,62 persen. Tetapi nilai ini masih lebih besar dibandingkan dengan sebelum pandemi *Covid-19*. Selain itu, kenaikan dan penurunan tingkat kemiskinan juga terjadi di seluruh kabupaten/kota di Jawa Barat. Namun, pada kenyatannya masih terdapat tingkat kemiskinan kabupaten/kota yang berada diatas rata-rata tingkat kemiskinan nasional yang sebesar 9,36 persen maupun provinsi yang sebesar 7,62 persen. Seperti, tingkat kemiskinan tertinggi di Kabupaten Indramayu sebesar 12,13 persen (BPS Provinsi Jawa Barat, 2023a). Hal ini disebabkan oleh, banyak dari kebijakan pemerintah dalam menanggulangi kemiskinan pada setiap daerah disamaratakan saja sehingga pada beberapa daerah kebijakan pengetasan kemiskinan tersebut berjalan tidak tepat sasaran (Arifin, 2020). Dengan demikian, diperlukan langkah untuk mengentaskan kemiskinan di Provinsi Jawa Barat. Namun, membuat

program untuk 27 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat dengan karakter kemiskinan yang berbeda-beda akan memakan waktu yang lama dan program yang diciptakan akan terlalu banyak variasinya dan tidak adanya keefektifitan dan keefisiensian (Lubis, 2017). Menurut Wahyuni dan Jatmiko (2019) setiap wilayah memiliki karakteristik kemiskinan yang berbeda sehingga perlu dilakukan pengelompokan wilayah agar tindakan yang dilakukan dapat sesuai.

Pengelompokan (Klastering) yaitu membagi kumpulan data ke dalam kelompok-kelompok dimana kesamaan dalam suatu kelompok lebih besar daripada antar kelompok (Yunistya dkk, 2022). Salah satu metode yang dapat diterapkan yaitu analisis klaster. Analisis klaster adalah analisis yang digunakan untuk mengelompokkan objek tertentu dan membentuk kelompok berdasarkan karakteristik yang sama (Mattjik dan Sumertajaya, 2011).

K-Means merupakan metode pengelompokan data nonhierarki yang mencoba untuk mempartisi data yang ada menjadi satu atau lebih bentuk klaster. Ciri utama dari klastering algoritma *K-Means* adalah tingginya tingkat kemiripan data pada klaster yang sama dan rendahnya tingkat kemiripan data pada klaster yang berbeda. Pada tahapan *K-Means* untuk mendapatkan klaster akhir masih terlihat kelemahannya, pada titik awal pusat klaster ditentukan secara random dan proses pembaharuan titik pusatnya sangat memungkinkan hasil klaster konvergen pada lokal optimal (Widiartha, 2011). Dalam mengatasi masalah tersebut, diusulkan sebuah metode yang bernama *K-Harmonic Means*.

K-Harmonic Means (KHM) merupakan salah satu pengembangan dari algoritma *K-Means* yang bertujuan untuk meminimalisasi rata-rata harmonik dari seluruh titik data ke seluruh pusat klaster yang ada. Nilai fungsi tujuan dari algoritma *K-Harmonic Means* dihasilkan dengan mencari total rata-rata harmonik dari seluruh titik data terhadap jarak antara masing-masing titik data ke seluruh titik pusat klaster yang ada. Pada *K-Means* diasumsikan tiap titik data mempunyai bobot yang sama sedangkan pada *K-Harmonic Means* tiap titik data diberi bobot yang dinamis berdasarkan suatu rata-rata harmoniknya (Yunistya, 2022).

Beberapa penelitian terdahulu terkait analisis klaster antara lain yaitu penelitian yang dilakukan oleh Gunadi dkk (2019) dalam penelitiannya menggunakan Metode *K-Means* dan Metode *K-Harmonic Means* untuk

pengelompokan siswa Diktuk Bindata SPN Singaraja dan didapatkan bahwa metode *K-Harmonic Means* memiliki jumlah ketepatan yang lebih baik pada hasil pengelompokannya dan nilai *Silhouette Indeks* yang dihasilkan oleh *K-Harmonic Means* juga lebih tinggi dibandingkan dengan *K-Means*. Penelitian menggunakan metode *K-Harmonic Means* juga dilakukan oleh Shalsabila dkk (2023) dalam mengelompokan Kota/Kabupaten di Indonesia berdasarkan indikator kemiskinan yaitu persentase penduduk miskin, indeks kedalaman kemiskinan, indeks keparahan kemiskinan, dan garis kemiskinan. Dalam penelitian tersebut diperoleh klaster yang paling optimal yaitu sebanyak dua klaster dengan dua kategori tingkat kemiskinan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka judul yang akan diambil dalam penelitian ini adalah **“Pengelompokan Kabupaten/Kota di Jawa Barat Berdasarkan Tingkat Kemiskinan Menggunakan Analisis Klaster *K-Harmonic Means*”**.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengaplikasikan metode *K-Harmonic Means* untuk mengelompokkan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Barat berdasarkan tingkat kemiskinan.
2. Menganalisis banyaknya klaster optimal yang terbentuk pada pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Barat berdasarkan tingkat kemiskinan menggunakan *K-Harmonic Means*.

1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yaitu data indikator tingkat kemiskinan di Provinsi Jawa Barat 2022 yang diambil dari laman resmi BPS.
2. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah garis kemiskinan, presentase penduduk miskin, indeks kedalaman kemiskinan, indeks keparahan kemiskinan, gini rasio, tingkat pengangguran terbuka, angka partisipasi murni SMA/MA/Paket C, dan indeks pembangunan manusia.
3. Metode yang digunakan *K-Harmonic Means*

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian dapat menjadi sumber informasi bagi pemerintah terkait pengelompokan Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Barat berdasarkan tingkat kemiskinan dan dapat dijadikan tolak ukur agar pemerintah mengetahui daerah yang dapat dijadikan prioritas utama dalam menurunkan angka kemiskinan. Selain itu, pemerintah dapat menyusun kebijakan untuk mencegah kenaikan angka kemiskinan sesuai dengan klaster yang terbentuk seperti dengan menciptakan sarana prasarana yang sesuai.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kemiskinan

Kemiskinan adalah taraf hidup yang rendah atau suatu kondisi ketidakmampuan secara ekonomi untuk memenuhi standar hidup rata-rata masyarakat disuatu daerah. Kondisi ketidakmampuan ini ditandai dengan rendahnya kemampuan pendapatan untuk memenuhi kebutuhan pokok baik berupa pangan, sandang, maupun papan (Widodo, dkk. 2021)

Badan Perencanaan dan Pembangunan Nasional (BAPPENAS) mendefinisikan kemiskinan sebagai kondisi di mana seseorang atau sekelompok orang, laki-laki dan perempuan, tidak terpenuhi hak-hak dasarnya untuk mempertahankan dan mengembangkan kehidupan yang bermartabat. Hak-hak dasar terdiri dari hak-hak yang dipahami masyarakat miskin sebagai hak mereka untuk dapat menikmati kehidupan yang bermartabat dan hak yang diakui dalam peraturan perundang-undangan. Hak-hak dasar yang diakui secara umum antara lain meliputi terpenuhinya kebutuhan pangan, kesehatan, pendidikan, pekerjaan, perumahan, air bersih, pertanahan, sumber daya alam dan lingkungan hidup, rasa aman dari perlakuan atau ancaman tindak kekerasan dan hak untuk berpartisipasi dalam kehidupan sosial-politik (BAPPEDA, 2013).

Tingkat kemiskinan adalah persentase jumlah penduduk yang berada dibawah garis kemiskinan yaitu minimum untuk memperoleh standar hidup yang mencukupi di suatu negara (BPS Provinsi Jawa Barat, 2023a). Pengukuran tingkat kemiskinan BPS menggunakan konsep kemampuan dalam memenuhi kebutuhan dasar (*Basic Needs Approach*). Dengan pendekatan ini, kemiskinan dipandang sebagai ketidakmampuan dari sisi ekonomi untuk memenuhi kebutuhan dasar makanan dan nonmakanan yang bersifat mendasar. Berdasarkan pendekatan itu, indikator yang digunakan oleh BPS sebagai berikut :

1. Garis Kemiskinan (GK) merupakan representasi dari rupiah yang diperlukan atau harga yang dibayarkan agar penduduk dapat hidup layak secara minimum yang mencakup pemenuhan kebutuhan minimum makanan (setara dengan 2.100 kilokalori per kapita per hari) dan non makanan

essential. Garis Kemiskinan yang digunakan oleh BPS terdiri dari dua komponen yaitu :

- i. Garis Kemiskinan Makanan (GKM) merupakan nilai pengeluaran kebutuhan minimum makanan yang di sertakan dengan 2100 kilokalori perkapita perhari. Paket komoditi kebutuhan dasar makanan diwakili oleh 52 jenis komoditi (padi-padian, umbi-umbian, ikan daging, telur dan susu, sayuran, kacang-kacangan, buah-buahan, minyak, lemak, dan lain-lain).
 - ii. Garis Kemiskinan Non Makanan (GKNM) adalah kebutuhan minum untuk perumahan, sandang, pendidikan, dan kesehatan. paket komoditi kebutuhan dasar non makanan diwakili oleh 51 jenis komoditi di perkotaan dan 47 jenis komoditi di pedesaan.
2. Penduduk Miskin (P0) adalah penduduk yang memiliki rata-rata pengeluaran per kapita per bulan di bawah Garis Kemiskinan.
 3. Indeks Kedalaman Kemiskinan (P1) merupakan ukuran rata-rata kesenjangan pengeluaran masing-masing penduduk miskin terhadap garis kemiskinan. Angka ini memperlihatkan jurang (gap) antara pendapatan rata-rata yang diterima penduduk miskin dengan garis kemiskinan. Semakin kecil angka ini menunjukkan secara rata-rata pendapatan penduduk miskin sudah semakin mendekati garis kemiskinan. Semakin tinggi angka ini maka semakin besar kesenjangan pengeluaran penduduk miskin terhadap garis kemiskinan atau dengan kata lain semakin tinggi nilai indeks menunjukkan kehidupan ekonomi penduduk miskin semakin terpuruk
 4. Indeks Keparahan kemiskinan (P2) adalah ukuran yang memberikan gambaran mengenai penyebaran pengeluaran di antara penduduk miskin. Angka ini memperlihatkan sensitivitas distribusi pendapatan antar kelompok miskin. Semakin kecil angka ini menunjukkan distribusi pendapatan diantara penduduk miskin semakin merata.

Adapun faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi kemiskinan yaitu sebagai berikut :

1. Gini Rasio merupakan salah satu ukuran ketimpangan dengan nilai antara 0 dan 1. Semakin tinggi nilai gini rasio maka semakin tinggi pula

ketimpangannya. Nilai 0,3 ke bawah termasuk dalam ketimpangan rendah, 0,3 - 0,5 termasuk ketimpangan sedang dan di atas 0,5 masuk pada ketimpangan tinggi (BPS, 2023b). Berdasarkan penelitian Atmojo (2017) gini rasio berpengaruh positif dan signifikan terhadap tingkat kemiskinan. Semakin meningkatnya gini rasio maka akan meningkat juga tingkat kemiskinan di suatu wilayah.

2. Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) adalah persentase jumlah pengangguran terhadap jumlah angkatan kerja. Angkatan kerja adalah penduduk usia kerja (15 tahun dan lebih) yang bekerja, atau punya pekerjaan namun sementara tidak bekerja dan pengangguran (BPS, 2022b). Berdasarkan penelitian Novdwikaputri (2022) tingkat pengangguran terbuka berpengaruh positif dan signifikan terhadap tingkat kemiskinan. Semakin meningkatnya TPT maka tingkat kemiskinan di suatu wilayah akan meningkat juga.
3. Angka Partisipasi Murni SMA/MA/Paket C (APM) adalah proporsi penduduk pada kelompok umur jenjang pendidikan tertentu yang masih bersekolah terhadap penduduk pada kelompok umur tersebut (BPS, 2022c). APM menunjukkan banyaknya penduduk usia sekolah yang sudah dapat memanfaatkan fasilitas pendidikan sesuai dengan pendidikannya. Dalam penelitian Hikma, dkk (2019) angka partisipasi murni berpengaruh negatif dan signifikan terhadap tingkat kemiskinan. Semakin meningkat APM maka tingkat kemiskinan di suatu wilayah akan menurun.
3. Indeks Pembangunan Manusia (IPM) merupakan alat ukur pembangunan manusia di suatu wilayah berdasarkan sejumlah komponen dasar kualitas hidup. (BPS, 2022d). Semakin tinggi nilai IPM semakin tinggi pula tingkat pembangunan di wilayah tersebut yang mencerminkan kualitas hidup, pendidikan, dan standar hidup yang baik. Nilai IPM kurang dari 60 dikategorikan kelompok rendah, nilai IPM 60 – 69 kategori kelompok sedang, nilai IPM 70 – 79 kategori kelompok tinggi, dan nilai IPM lebih dari 80 dikategorikan kelompok sangat tinggi. Berdasarkan penelitian Atmojo (2017) indeks pembangunan manusia berpengaruh negatif dan signifikan

terhadap tingkat kemiskinan. Semakin naik IPM maka akan menurunnya tingkat kemiskinan di suatu wilayah.

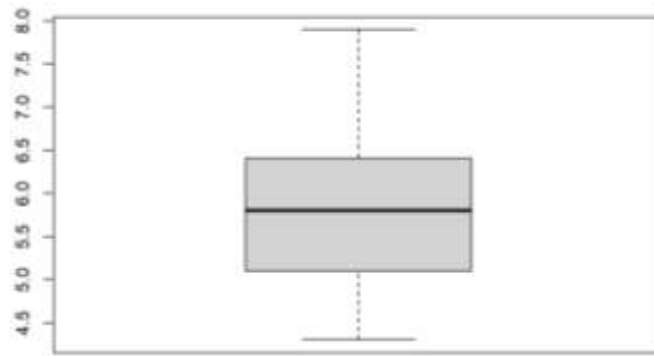
2.2 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah proses mengklasifikasikan dan mendeskripsikan informasi yang mencakup cara-cara menghimpun, menyusun atau mengatur, mengolah, menyajikan dan menganalisis data angka, agar dapat memberikan gambaran yang teratur, ringkas, dan jelas (Hartanto, 2019). Menurut Riza dan Andreas (2012) Dalam statistika deskriptif terdapat ukuran-ukuran yang sering digunakan seperti :

1. Ukuran Pemusatan Data (*Measure of Central Tendency*) yaitu ukuran untuk mengetahui bagaimana ukuran pemusatan data suatu data. Ukuran yang dapat digunakan yaitu mean, median, dan modus.
2. Ukuran penyebaran data (*Measure of Spread*) yaitu ukuran untuk mengetahui sebaran data terhadap nilai rata-ratanya. Ukuran yang dapat adalah Standar deviasi dan varians.

Dalam statistika deskriptif terdapat pula penyajian data yang bertujuan untuk memberikan kemudahan dalam pemahaman data yang telah dihimpun. Menurut Salasi dan Erni (2017) secara garis besar ada dua cara penyajian data, berikut contoh penyajian data :

1. Daftar atau Tabel, yaitu penyajian data dalam bentuk kumpulan angka yang disusun menurut kategori tertentu dalam suatu daftar.
2. Diagram atau Grafik, yaitu penyajian data dalam bentuk gambar-gambar. Salah satu contoh diagram adalah diagram kotak garis atau *Boxplot*, seperti yang terlihat pada Gambar 1. Diagram Kotak Garis merupakan alat analisis data yang digunakan untuk menampilkan, meringkas data dan membantu untuk menunjukkan letak, sebaran, bentuk sebaran data (*skewneess*) dan pencilan (*outlier*) dari data numeris (Rahmania, 2022).



Gambar 1. Contoh Diagram Kotak Garis (*Boxplot*)

Dalam membuat *boxplot* hanya dibutuhkan lima statistik, yaitu nilai minimal, Q1 (Kuartil Pertama), Q2 (Median), Q3 (Kuartil Ketiga), dan nilai maksimal. Jarak antara Q1 (Kuartil Pertama) dan Q3 (Kuartil Ketiga) disebut IQR (Jangkaun Antar Kuartil) yang menunjukkan penyebaran. Nilai minimum dan maksimum merupakan nilai yang berada di luar garis yang menghubungkan IQR (jarak antar kuartil) dengan nilai minimum dan maksimum yang bukan merupakan pencilan. Adapun aturan metode *boxplot* adalah sebagai berikut:

1. IQR (*Interquartile Range*) adalah jarak antara kuartil pertama (Q1) dan kuartil ketiga (Q3).
2. Pagar dalam atas dan pagar dalam bawah (*inner fences*) terletak pada jarak $1,5 \times \text{IQR}$ diukur dari Q1 atau Q3. $[\text{Q1} - 1,5 \text{ IQR}, \text{Q3} + 1,5 \text{ IQR}]$.
3. Pagar luar atas pagar luar bawah (*outer fences*) terletak pada jarak $3 \times \text{IQR}$ diukur dari Q1 atau Q3. $[\text{Q1} - 3 \text{ IQR}, \text{Q3} + 3 \text{ IQR}]$.
4. Nilai antara batas dalam dan luar adalah *outlier*.

2.3 Standarisasi Data

Satuan pengukuran yang digunakan dapat mempengaruhi analisis data, untuk membantu menghindari ketergantungan pada pilihan unit pengukuran, data distandarisasi. Tujuan standarisasi data yaitu untuk mendapatkan bobot yang sama dari semua atribut data dan tidak bervariasi atau hasil pembobotan tersebut tidak terdapat atribut yang lebih dominan (Mustakim dkk, 2015).

Z-Score Normalization disebut juga *zero-mean normalization*, *value* dari sebuah data dinormalisasi berdasarkan nilai rata-rata dan simpangan baku dari data (Ulandari, 2020). Adapun rumus *Z-score* yaitu :

$$Z = \frac{X_i - \bar{X}_i}{S} \quad (1)$$

- Z : Nilai standarisasi dari data variabel ke- i
 X_i : Nilai dari data variabel ke- i
 \bar{X}_i : Rata-rata nilai dari data variabel ke- i
 S : Simpangan baku

2.4 Uji Multikolinearitas

Multikolinearitas adalah adanya korelasi atau hubungan yang sangat tinggi antar variabel bebas dan juga salah satu uji asumsi didalam analisis klaster (ar, 2020). Uji multikolinearitas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui adanya korelasi antar variabel (Ghozali, 2016). Salah satu cara untuk mendeteksi adanya multikolinearitas adalah dengan melihat nilai koefisien korelasi *Pearson* antar variabel. Jika koefisien korelasinya mencapai atau melebihi 0,8 maka dapat dikatakan terjadi multikolinearitas yang tinggi antar variabel tersebut (Afdhaliah, 2020). Rumus koefisien korelasi antar peubah dapat dihitung seperti berikut (Johnson & Wichern, 2007):

$$r_{x_i x_j} = \frac{(n \sum x_i x_j - \sum x_i \sum x_j)}{\sqrt{(n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2)(n \sum x_j^2 - (\sum x_j)^2)}} \quad (2)$$

- $r_{x_i x_j}$: Korelasi antar peubah x_i dan x_j
 n : banyaknya observasi

2.5 Analisis Klaster

Clustering atau klasterisasi adalah proses mengelompokan objek berdasarkan informasi yang diperoleh dari data yang menjelaskan hubungan antar objek dengan prinsip untuk memaksimalkan kesamaan antar anggota satu kelas dan meminimalkan kesamaan antar kelas/klaster dengan tujuannya yaitu menemukan klaster yang berkualitas dalam waktu yang layak (Jollyta dkk, 2020).

Secara umum klastering dibagi menjadi dua yaitu *hierarchical clustering* dan *partitional clustering*. Sebagai tambahan, terdapat pula metode *Density-Based* dan *Grid-based* yang sering digunakan dalam penerapan metode klastering. (Wahidin, 2018).

Menurut Tan (2006) *partitional clustering* yaitu data dikelompokkan ke dalam sejumlah kluster tanpa adanya struktur hirarki antara satu dengan yang lainnya. Pada metode *partitional clustering* setiap kluster memiliki titik pusat kluster (*centroid*) dan secara umum metode ini memiliki fungsi tujuan yaitu meminimumkan jarak (*dissimilarity*) dari seluruh data ke pusat kluster masing-masing. Contoh metode *partitional clustering*: *K-Means*, *Fuzzy K-Means* dan *Mixture Modelling*. Metode yang paling sederhana dan paling mendasar dari analisis partisi kluster, yang mengatur objek dari suatu himpunan ke dalam beberapa kelompok eksklusif atau kluster, singkatnya memisahkan data per kelompok dengan kelompok lainnya.

2.5.1 *K-Means*

K-Means Clustering merupakan metode analisis kluster yang bertujuan untuk membagi objek menjadi k kluster kemudian mengamati dimana setiap objek kluster diperoleh rata-rata terdekat. Algoritma ini adalah salah satu algoritma sederhana yang terkenal dan mudah dipelajari sebagai cara untuk memecahkan masalah pengelompokan kumpulan data. Algoritma *K-Means* merupakan algoritma evolusioner yang mode operasinya memiliki arti yang sama dengan nama algoritmanya. Algoritma ini mengelompokkan observasi ke dalam k grup, nilai k adalah parameter input. Kemudian, setiap tingkat data ditugaskan untuk setiap pengamatan kluster berdasarkan seberapa dekat pengamatan dengan rata-rata kluster (Mutaali, 2023).

Langkah-langkah pengelompokan data menggunakan metode *K-Means* sebagai berikut (Prasetyo, 2012) :

1. Tentukan jumlah kelompok
2. Alokasikan data ke dalam kelompok yang telah ditentukan
3. Hitung pusat kelompok (*centroid*/rata-rata) dari data yang ada, menggunakan persamaan (3).

$$C_k = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M x_j \quad (3)$$

Keterangan:

C_k : nilai *centroid* kelompok k

M : banyak data dalam kelompok k

x_j : data ke- j dalam kelompok k ,
dimana $j = 1, 2, \dots, M$

4. Menghitung jarak data ke pusat kelompok dari data pada masing-masing kelompok menggunakan rumus korelasi antar dua objek yaitu *Euclidean*.

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{l=1}^n (x_{il} - x_{jl})^2} \quad (4)$$

Keterangan:

$d(x_i, x_j)$: jarak antara objek ke- i dengan objek ke- j ,
dimana $i = 1, 2, \dots, n$ dan $j = 1, 2, \dots, n$

x_{il} : nilai objek ke- i pada variabel l

x_{jl} : nilai objek ke- j pada variabel l

n : banyak variabel data objek i dan j

5. Kelompokan setiap data berdasarkan jarak terdekat antara data dengan *centroid*-nya. Pengelompokan ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$a_{il} = D = \min\{d(x_i, C_l)\} \quad (5)$$

Keterangan:

a_{il} : nilai keanggotaan titik x_i ke pusat kelompok C_l

D : jarak terdekat dari data x_i ke K kelompok setelah dibandingkan

C_l : *centroid* (pusat kelompok) ke l

6. Tentukan posisi *centroid* baru dengan cara menghitung nilai rata-rata dari data-data yang ada pada *centroid* yang sama menggunakan persamaan (3).
7. Kembali ke langkah (5) apabila posisi *centroid* baru dan *centroid* lama masih berpindah. atau apabila ada perubahan nilai *centroid* di atas nilai ambang yang ditentukan, atau apabila perubahan nilai pada fungsi objektif yang digunakan masih di atas nilai ambang yang ditentukan. Fungsi objektif yang digunakan untuk *K-Means* ditentukan berdasarkan jarak dan nilai keanggotaan data dalam kelompok. Fungsi objektif yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$KM = \sum_{i=1}^N \sum_{l=1}^K a_{il} d(x_i, C_l)^2 \quad (6)$$

Keterangan:

KM : Fungsi Objektif *K-Means*

N : jumlah data

- K : jumlah kelompok
- a_{il} : nilai keanggotaan titik x_i ke pusat kelompok C_l
- C_l : *centroid* (pusat kelompok) ke l
- $d(x_i, C_l)$: jarak dari titik x_i ke pusat kelompok C_l yang diikuti

Adapun karakteristik dari algoritma *K-Means* salah satunya adalah sangat sensitif dalam penentuan titik pusat awal kluster karena *K-Means* membangkitkan titik pusat kluster awal secara random. Inilah yang menyebabkan metode *K-Means* sulit untuk mencapai optimum global, akan tetapi hanya minimum lokal.

2.5.2 *K-Harmonic Means (KHM)*

K-Harmonic Means (KHM) merupakan salah satu metode klustering yang menggunakan prosedur partisi dengan menggunakan rata-rata harmonik (*harmonic average*) jarak dari setiap titik data ke centroid sebagai komponen dalam fungsi tujuan (Wijaya, 2018). *K-Harmonic Means* merupakan pengembangan dari analisis kluster non-hierarki *K-Means*. Tujuan pengembangan metode KHM adalah untuk menangani masalah utama dalam *K-Means* yang hasil klusteringnya sangat sensitif dengan inisialisasi data yang dijadikan sebagai *centroid* awal. Hasil yang sering berbeda dari setiap proses klusteringnya walaupun masih pada set data yang sama karena disebabkan oleh inisialisasi centroid yang berbeda (Widiartha, 2011).

K-Harmonic Means merupakan salah satu contoh *center-based kluster* dan merupakan sebuah metode di mana kluster-kluster dibentuk dengan penyempurnaan secara iteratif berdasarkan letak titik pusat dari masing-masing kluster (Yunistya, 2022). Rata-rata harmonik (*Harmonic Average*) ini didefinisikan seperti Persamaan (7).

$$HA(C_l) = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{x_{il}}} \quad (7)$$

Keterangan :

$HA(C_l)$: rata rata harmonik pada kelompok ke- l

n : banyaknya data

x_{il} : nilai data ke- i pada kelompok ke- l

Dalam fungsi harmonik, jika terdapat satu anggota dalam a_{i1}, \dots, a_{nl} bernilai kecil maka nilai rata-rata harmonik pun bernilai kecil, tetapi jika tidak ada anggota bernilai kecil maka nilainya pun besar. Pada metode *K-Means*, penentuan suatu data ke dalam suatu kluster didasarkan pada rata-rata jarak minimum ke suatu kluster, sedangkan pada *K-Harmonic Means* digunakan rata-rata harmoniknya. Fungsi objektif dari *K-Harmonic Means* diperoleh dari fungsi objektif *K-Means* pada persamaan (6) dan rata-rata harmonik pada persamaan (7). maka fungsi objektif *K-Harmonic Means* sebagai berikut:

$$KHM = \sum_{i=1}^n \frac{K}{\sum_{l=1}^K \frac{1}{\|x_i - c_l\|^2}} \quad (8)$$

Dalam penelitian Yunistya pada tahun 2022 menggunakan parameter p yang merupakan pemangkatan yang digunakan untuk pengukuran jarak antara data dan titik pusat kluster. Parameter p ini digunakan untuk mengganti *square* pada Persamaan (6), sehingga performansi dari *K-Harmonic Means* menjadi:

$$KHM = \sum_{i=1}^n \frac{K}{\sum_{l=1}^K \frac{1}{\|x_i - c_l\|^p}} \quad (9)$$

Keterangan:

KHM : Fungsi Objektif *K-Harmonic Means*

n : Jumlah data

K : Jumlah kelompok

x_i : Data ke- i

C_l : *Centroid*/pusat kelompok ke- j

p : parameter

$\|x_i - C_l\|$: Jarak *euclidean* data ke- i dengan Pusat kluster ke- j

Rata-rata harmonik sangat sensitif dengan keadaan di mana terdapat dua atau lebih titik pusat yang saling berdekatan. Metode ini secara natural menempatkan satu atau lebih titik pusat ke area titik data yang jauh dari titik-titik pusat yang ada sebelumnya. Hal ini akan membuat fungsi tujuan akan semakin kecil. Adapun langkah-langkah metode *K-Harmonic Means* adalah sebagai berikut (Yunistya, 2022):

1. Menentukan banyaknya kluster
2. Menentukan posisi titik pusat awal kluster

3. Menghitung jarak data ke pusat kelompok dari data pada masing-masing kelompok menggunakan rumus korelasi antar dua objek yaitu *Euclidean* pada Persamaan (4).
4. Menghitung nilai fungsi objektif dengan Persamaan (9), di mana p adalah parameter. Nilai p biasanya ≥ 2 .
5. Menghitung nilai keanggotaan $m(C_l|x_i)$ untuk setiap titik data x_i pada setiap pusat kluster C_l berdasarkan Persamaan (10).

$$m(C_l|x_i) = \frac{\|x_i - C_l\|^{-p-2}}{\sum_{l=1}^K \|x_i - C_l\|^{-p-2}} \quad (10)$$

6. Menghitung nilai bobot untuk setiap data x_i . Fungsi pembobotan *K-Harmonic Means*.

$$w(x_i) = \frac{\sum_{l=1}^K \|x_i - C_l\|^{-p-2}}{(\sum_{l=1}^K \|x_i - C_l\|^{-p})^2} \quad (11)$$

7. Mengulang kembali perhitungan untuk posisi titik pusat kluster untuk setiap titik pusat C_l dari semua data berdasarkan nilai keanggotaan dan bobot yang dimiliki tiap data.

$$C_l = \frac{\sum_{i=1}^n m(C_l|x_i) \cdot w(x_i) \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n m(C_l|x_i) \cdot w(x_i)} \quad (12)$$

Keterangan:

$m(C_l|x_i)$: Nilai keanggotaan data ke- i pada titik pusat kluster ke- l

$w(x_i)$: Nilai bobot data ke- i

x_i : Titik data ke- i

C_l : Titik pusat kluster ke- l

p : Parameter

8. Mengulang langkah (2) sampai (5) hingga mendapatkan nilai fungsi tujuan yang tidak terdapat perubahan yang signifikan.
9. Menetapkan keanggotaan data x_i pada suatu kluster dengan titik pusat C_l kluster sesuai dengan nilai keanggotaan x_i terhadap C_l . x_i merupakan anggota dari kluster dengan titik pusat kluster C_l apabila nilai keanggotaan $m(C_l|x_i)$ adalah yang terbesar dibandingkan dengan nilai keanggotaannya ke titik pusat kluster lain.

2.6 Evaluasi Kluster Dengan *Silhouette Coefficient*

Silhouette Indeks adalah metode yang digunakan untuk validasi kluster pada tiap objek. Teknik ini memberikan representasi singkat tentang seberapa baik objek pada klasternya (Ulinuha, 2020). *Silhouette Coefficient* merupakan sebuah metode yang digunakan untuk memvalidasi kluster dan mengukur kekuatan dan kualitas hasil kluster dengan menggabungkan dua metode yaitu metode separasi yang merupakan sebuah ukuran seberapa jauh atau terpisah sebuah kluster dengan yang lainnya dan metode kohesi adalah sebuah ukuran seberapa dekat relasi antara objek dalam sebuah kluster (Afdhaliah, 2020).

Nilai rata-rata *Silhouette Coefficient* berada pada interval $-1 \leq s(i) \leq 1$. Jika nilai *Silhouette Coefficient* < 0 maka objek berada dalam kelompok yang salah. Jika nilai *Silhouette Coefficient* > 0 maka objek berada pada kelompok yang benar dan jika nilai *Silhouette Coefficient* $= 0$ maka objek berada pada kedua kluster sehingga objek tersebut belum dapat diputuskan untuk masuk di kelompok yang mana (Ulinuha, 2020).

Berikut langkah-langkah untuk *Silhouette Coefficient* atau *Silhouette Indeks* (Ulinuha, 2020) dan (Yunistya, 2022) :

1. Menghitung rata-rata jarak dari suatu data ke- i dengan semua data yang berada pada suatu kluster yang sama.

$$a_i = \frac{1}{n_k - 1} \sum_{r=1}^{n_k - 1} d(x_i, x_r), r \neq i \quad (13)$$

a_i : perbedaan rata-rata objek (i) ke objek lain pada n_k

n_k : Jumlah Kluster

$d(x_i, x_r)$: Jarak antara data ke- i dengan data ke- r

2. Hitung rata-rata jarak data i tersebut dengan semua data di kluster lain, dan diambil nilai terkecilnya.

$$d_i(k) = \frac{1}{n_k} \sum_{r=1}^{n_k} d(x_i, x_r) \quad (14)$$

$d_i(k)$: Perbedaan rata-rata objek i ke semua objek lain pada K

k : kluster lain

$$b_i = \min\{d_i(k)\}, r \neq i \quad (15)$$

b_i : Rata-rata terkecil jarak suatu data ke- i dengan semua objek di kluster yang berbeda

3. Menghitung nilai *Silhouette Coefficient* atau *Silhouette Indeks* untuk setiap data ke- i dengan menggunakan persamaan:

$$SC = \frac{1}{nk} \sum_{c=1}^{nk} s(x_c) \quad (16)$$

dimana

$$s(x_c) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N s(x_i) \quad (17)$$

dengan

$$s(x_i) = \frac{b_i - a_i}{\max\{a_i, b_i\}}, i = 1, 2, \dots, n \quad (18)$$

SC : *Silhouette Coefficient* atau *Silhouette Indeks* global

$s(x_c)$: Nilai SC dari sebuah kluster ke- c

$s(x_i)$: Nilai SC untuk setiap data ke- i

N : Banyaknya data

$\max\{a_i, b_i\}$: Nilai maksimum antara a_i dan b_i

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Data

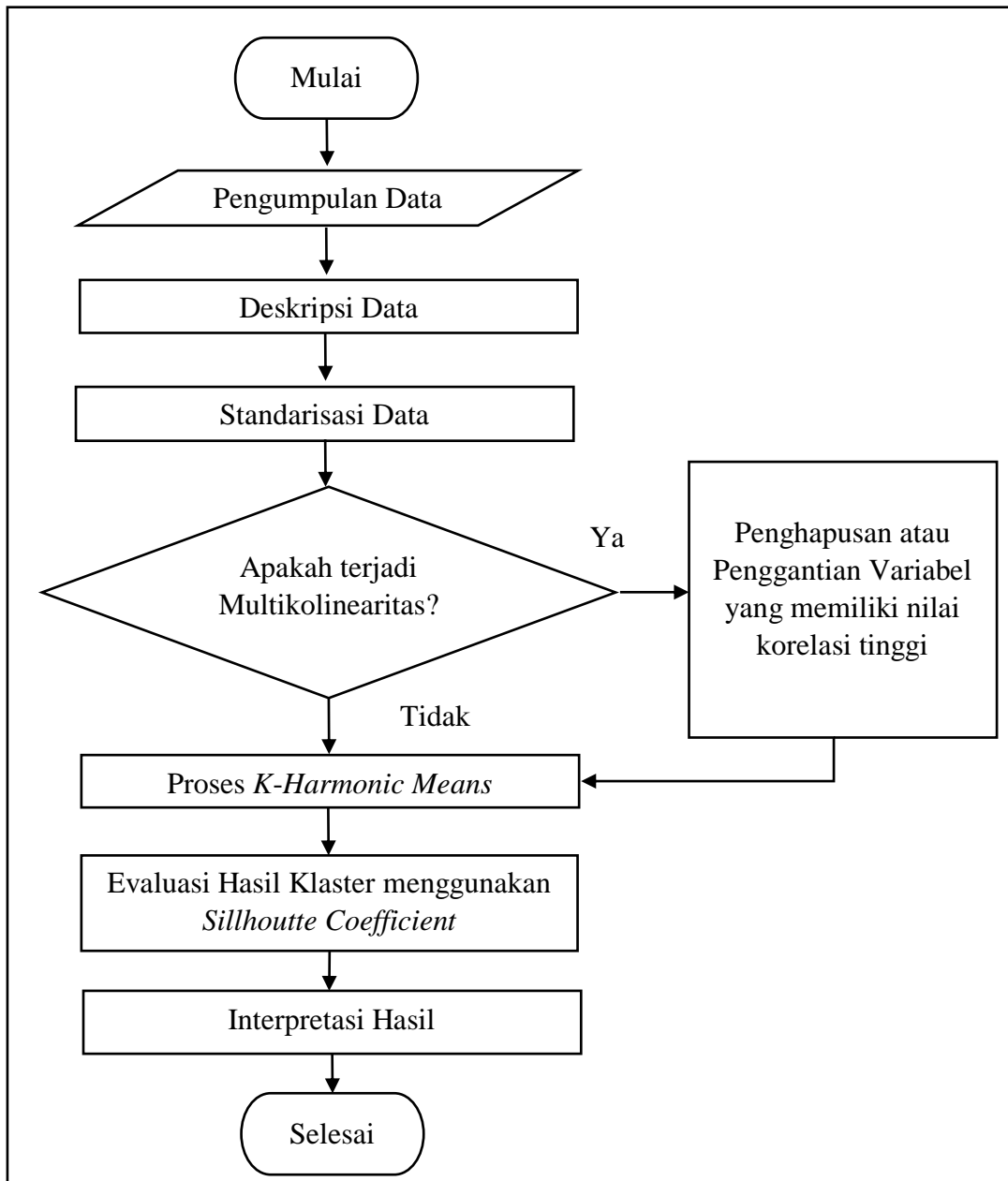
Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah data indikator kemiskinan Provinsi Jawa Barat yang terdiri dari 27 Kabupaten/Kota. Data diperoleh dari laman resmi Badan Pusat Statistika Provinsi Jawa Barat pada tahun 2022 (BPS Provinsi Jawa Barat, 2022a, 2022b, 2022c, 2022d) dan Laman *Open Data* Jabar Tahun 2022. Pemilihan variabel berdasarkan indikator yang ditetapkan oleh Badan Pusat Statistik untuk mengukur kemiskinan, yaitu kemampuan untuk memenuhi kebutuhan dasar. Hal ini juga berdasarkan pada penelitian-penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Atmojo (2017), Novdwikaputri (2022), dan Hikma dkk (2019) tentang faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kemiskinan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini variabel yang digunakan adalah Presentase Penduduk Miskin, Garis Kemiskinan, Indeks Kedalaman Kemiskinan, Indeks Keparahan Kemiskinan, Gini Rasio, Tingkat Pengangguran Terbuka, Angka Partisipasi Murni SMA/MA/Paket C dan Indeks Pembangunan Manusia. Variabel yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel dalam Penelitian

Variabel	Keterangan	Skala	Satuan
X_1	Presentase Penduduk Miskin	Rasio	Persen
X_2	Garis Kemiskinan	Rasio	Rupiah/Kapita/Bulan
X_3	Indeks Kedalaman Kemiskinan	Rasio	Persen
X_4	Indeks Keparahan Kemiskinan	Rasio	Persen
X_5	Gini Rasio	Rasio	Poin
X_6	Tingkat Pengangguran Terbuka	Rasio	Persen
X_7	Angka Partisipasi Murni SMA/MA/Paket C	Rasio	Persen
X_8	Indeks Pembangunan Manusia	Rasio	Persen

3.2 Tahapan Analisis

Tahapan analisis penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Tahapan Penelitian

Berikut penjelasan dari diagram alir tahapan penelitian

1. Pengumpulan data mengenai Presentase Penduduk Miskin, Garis Kemiskinan, Indeks Kedalaman Kemiskinan, Indeks Keparahan Kemiskinan, Gini Rasio, Tingkat Pengangguran Terbuka, Angka Partisipasi Murni SMA/MA/Paket C, dan Indeks Pembangunan Manusia.

Bersumber dari laman resmi BPS Jawa Barat Tahun 2022 dan *Open Data* Jabar 2022. Data penelitian dapat dilihat pada Lampiran 1.

2. Deskripsi data dilakukan untuk mengetahui gambaran umum data yang digunakan dengan menampilkan ukuran pemusatan data, ukuran penyebaran data dan penyajian data.
3. Standarisasi data untuk menyamakan satuan karena data dalam penelitian ini memiliki satuan yang berbeda menggunakan persamaan (1).
4. Uji multikolinearitas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui adanya korelasi antar variabel. Salah satu cara untuk mendeteksi adanya multikolinearitas adalah dengan melihat nilai koefisien korelasi *Pearson* antar variabel. Jika koefisien korelasinya mencapai atau melebihi 0,8 maka dapat dikatakan terjadi multikolinearitas yang tinggi antar variabel tersebut. Apabila terdapat nilai korelasi yang tinggi antar variabel, maka perlu dipertimbangkan apakah sebaiknya variabel dihapuskan atau digantikan dengan variabel yang lain.
5. Dilakukan analisis kluster menggunakan *software R* dengan tahapan berikut:
 - a. Penentuan banyaknya kluster. Kluster yang akan dianalisis yaitu 2, 3, dan 4.
 - b. Penentuan posisi titik pusat kluster awal.
 - c. Perhitungan jarak data menggunakan *euclidean*.
 - d. Perhitungan nilai fungsi objektif dengan Persamaan (9), di mana p adalah parameter. Nilai p yang akan digunakan yaitu 2
 - e. Perhitungan nilai keanggotaan $m(c_l, x_i)$ untuk setiap titik data x_i pada setiap pusat kluster c_l berdasarkan Persamaan (10).
 - f. Perhitungan nilai bobot untuk setiap data x_i . Fungsi pembobotan *K-Harmonic Means* menggunakan persamaan (11).
 - g. Pengulangan kembali perhitungan untuk posisi titik pusat kluster untuk setiap titik pusat c_l dari semua data berdasarkan nilai keanggotaan dan bobot yang dimiliki tiap data dengan menggunakan persamaan (12).
 - h. Pengulangan langkah (b) sampai (e) hingga mendapatkan nilai fungsi tujuan yang tidak terdapat perubahan yang signifikan.

- i. Penetapan keanggotaan data x_i pada suatu kluster dengan titik pusat c_l kluster sesuai dengan nilai keanggotaan x_i terhadap c_l . x_i merupakan anggota dari kluster dengan titik pusat kluster c_l apabila nilai keanggotaan $m(c_l|x_i)$ adalah yang terbesar dibandingkan dengan nilai keanggotaannya ke titik pusat kluster lain.
6. Evaluasi hasil kluster menggunakan *Sillhoutte Coefficient* dengan *Microsoft Excel* menggunakan persamaan (16), persamaan (17), dan persamaan (18)
 7. Interpretasi Hasil

Pada tahap ini menjelaskan hasil dari kluster optimal berdasarkan karakteristik variabel yang telah diolah dari masing masing klasternya atau disebut profiling. Selanjutnya akan diidentifikasi karateristik dari masing masing kluster dan disimpulkan hasil dari tiap klasternya berdasarkan kesamaan karakteristik variabel.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Data

Deskripsi data merupakan gambaran informasi dari suatu data. Data ditampilkan melalui nilai minimum, mean, maksimum, standar deviasi, dan koefisien keragaman setiap variabel. Perhitungan menggunakan R terlampir pada Lampiran 2. Secara ringkas deskripsi data disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Deskripsi data

Variabel	Satuan	Min	Mean	Maks	Std. Deviasi	Koefisien Keragaman
Persentase Penduduk Miskin (X_1)	Persen	2,53	8,654	12,77	2,824	32,633
Garis Kemiskinan (X_2)	Rupiah/Kapita /Bulan	335.134	468.619	744.771	111.193	23,728
Indeks Kedalaman Kemiskinan (X_3)	Persen	0,42	1,356	2,34	0,494	36,482
Indeks Keparahan Kemiskinan (X_4)	Persen	0,1	0,336	0,65	0,142	42,376
Gini Rasio (X_5)	Poin	0,294	0,375	0,482	0,050	13,567
Tingkat Pengangguran Terbuka (X_6)	Persen	1,56	7,801	10,78	2,331	29,893
Angka Partisipasi Murni SMA/MA/Paket C (X_7)	Persen	48,44	61,48	76,44	8,455	13,753
Indeks Pembangunan Manusia (X_8)	Persen	66,55	73,25	83,04	4,688	6,401

Pada Tabel 2 dapat diketahui pada variabel persentase penduduk miskin (X_1), Kota Depok merupakan kabupaten/kota dengan persentase penduduk miskin terendah di Jawa Barat yaitu sebesar 2,53%. Hal ini berarti Kota Depok memiliki penduduk sebanyak 2,53% yang berada di bawah garis kemiskinan. Sedangkan, persentase terbesar yaitu di Kabupaten Indramayu mencapai 12,77%. Pada variabel ini memiliki nilai koefisien keberagam sebesar 32,633%.

Pada variabel garis kemiskinan (X_2), kabupaten/kota dengan garis kemiskinan terendah adalah Kabupaten Garut. Hal ini berarti Kabupaten Garut

memiliki kebutuhan minimum sebesar 335.134 rupiah/bulan/kapita. Kota Depok memiliki nilai garis kemiskinan tertinggi yang berarti Kota Depok memiliki kebutuhan minimum sebesar 774.771 rupiah/bulan/kapita.

Pada variabel indeks kedalaman kemiskinan (X_3), kabupaten/kota dengan indeks kedalaman kemiskinan terendah yaitu Kota Depok sebesar 0,42%. Hal ini berarti bahwa rata-rata pendapatan penduduk miskin Kota Depok mendekati garis kemiskinan. Kota Tasikmalaya memiliki nilai indeks kedalaman kemiskinan sebesar 2,34%, semakin tinggi nilai indeks menunjukkan kehidupan ekonomi penduduk miskin semakin berada di bawah garis kemiskinan.

Pada variabel indeks keparahan kemiskinan (X_4), kabupaten/kota yang memiliki indeks keparahan kemiskinan terendah yaitu Kota Depok sebesar 0,1%. Hal ini menunjukkan semakin kecil nilai indeks keparahan kemiskinan, pendapatan diantara penduduk miskin relatif sama, sehingga tidak adanya ketimpangan yang jauh diantara penduduk miskin. Sedangkan, nilai indeks keparahan kemiskinan tertinggi terjadi di Kota Tasikmalaya sebesar 0,65% yang berarti pendapatan diantara penduduk miskin kurang merata, sehingga adanya ketimpangan diantara penduduk miskin.

Pada variabel gini rasio (X_5), kabupaten/kota yang memiliki nilai gini rasio terendah yaitu Kabupaten Pangandaran sebesar 0,294. Hal ini menunjukkan ketimpangan rendah karena berada di bawah 0,3 yang artinya wilayah tersebut memiliki pemerataan keseimbangan antara pendapatan dan pengeluaran konsumsi. Sedangkan, untuk nilai gini rasio tertinggi yaitu Kota Sukabumi sebesar 0,482. Nilai gini rasio semakin mendekati angka satu menunjukkan ketidakmerataan pendapatan semakin tinggi.

Pada variabel tingkat pengangguran terbuka (X_6), kabupaten/kota yang memiliki tingkat pengangguran terbuka terendah yaitu Kabupaten Pangandaran sebesar 1,56%. Hal ini menunjukkan bahwa pengangguran di Kabupaten Pangandaran hanya sebesar 1,56% dari jumlah angkatan kerja. Sementara itu, Kota Bogor memiliki tingkat pengangguran terbuka tertinggi di Jawa Barat sebesar 10,78%. Hal ini menunjukkan pengangguran di Kota Bogor sebanyak 10,78% penduduknya belum memiliki pekerjaan.

Pada variabel angka partisipasi murni SMA/MA/Paket C (X_7) , kabupaten/kota yang memiliki nilai angka partisipasi murni terendah yaitu Kabupaten Bogor sebesar 48,44%. Hal ini berarti hanya 48,44% penduduk usia sekolah yang sudah memanfaatkan fasilitas sekolah sesuai jenjangnya. Sementara itu, Kota Depok memiliki nilai angka partisipasi murni tertinggi di Jawa Barat sebesar 76,44%. Hal ini menunjukkan sudah sebanyak 76,44% penduduk usia sekolah telah memanfaatkan fasilitas sekolah sesuai jenjangnya.

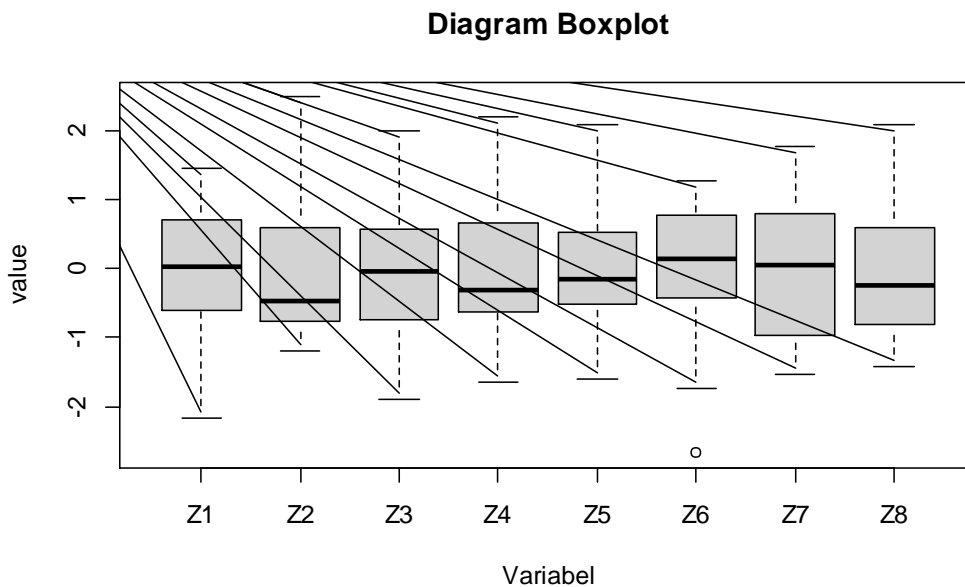
Pada variabel indeks pembangunan manusia (X_8), kabupaten/kota yang memiliki nilai indeks pembangunan manusia terendah yaitu Kabupaten Sukabumi sebesar 66,55%. Hal ini menunjukkan bahwa capaian komponen kualitas hidup wilayah tersebut sebesar 66,55% dan berada pada kelompok IPM sedang. Sedangkan, Kota Bandung memiliki capaian komponen kualitas hidup sudah mencapai 83,04% dan berada pada kelompok IPM sangat tinggi. Variabel indeks pembangunan manusia memiliki nilai koefisien keragaman terendah dibandingkan dengan variabel lainnya yaitu hanya sebesar 6,401%, hal ini berarti data seragam pada variabel indeks pembangunan manusia. Sedangkan nilai koefisien keragaman pada variabel indeks keparahan kemiskinan mencapai 42,376%, yang berarti semakin besar nilai koefisien keparahan data semakin tidak seragam.

4.2 Standarisasi Data

Pada penelitian ini dilakukan standarisasi data karena variabel yang digunakan memiliki satuan yang berbeda sehingga perlu dilakukan transformasi data asli kedalam bentuk *Zscore* . Sebagai contoh, perhitungan *Zscore* di Kabupaten Bogor pada variabel persentase penduduk miskin adalah seperti berikut ini:

$$Z_{1,1} = \frac{7,73-8,654}{2,771} = -0,327$$

Hasil standarisasi data secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 3. Visualisasi data dengan boxplot digambarkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Boxplot Data Penelitian

Boxplot pada Gambar 3 menampilkan nilai minimum, kuartil bawah (Q_1), median (Q_2), kuartil atas (Q_3), dan nilai maksimum untuk masing-masing variabel yang sudah di normalisasi. Nilai minimum pada suatu diagram boxplot, ditandai oleh garis horizontal yang ada di bawah kotak dan nilai maksimum ditandai oleh garis horizontal yang ada di atas kotak dari variabel. Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui bahwa nilai minimum terendah berada di variabel presentase penduduk miskin dan nilai maksimum tertinggi berada di variabel garis kemiskinan. Nilai Q_1 dan Q_3 ditunjukkan oleh sisi bawah dan atas kotak. Posisi Q_1 terendah berada di variabel angka partisipasi murni SMA/MA/Paket C dan posisi Q_3 tertinggi berada di variabel yang sama. Hal ini berarti nilai variabel angka partisipasi murni SMA/MA/Paket C lebih tinggi dibandingkan variabel lainnya. Letak Q_2 yang berada tepat ditengah ada pada variabel presentase penduduk miskin dan tingkat pengangguran terbuka, hal ini berarti sebaran data Q_1 dan Q_3 pada variabel tersebut simetrik. Pada variabel indeks keparahan kemiskinan, gini rasio, dan indeks pembangunan manusia, letak Q_2 lebih dekat ke Q_1 , hal ini berarti sebaran data lebih menyebar diantara Q_1 dan Q_2 tidak simetrik. Pada variabel indeks kedalaman dan angka partisipasi murni SMA/MA/Paket C, letak Q_2 lebih dekat ke Q_3 , hal ini berarti sebaran data lebih menyebar diantara Q_1 dan Q_3 tidak simetrik. Terdapat *outlier* atau pencilan pada satu variabel penelitian, yaitu data tingkat pengangguran terbuka (X_6) pada Kabupaten Pangandaran. Ini berarti kabupaten

tersebut memiliki tingkat pengangguran yang rendah. Data *outlier* ini tetap dipertahankan karena merupakan representasi dari populasi yang diteliti dan memberikan gambaran bahwa Kabupaten Pangandaran pada variabel tingkat pengangguran terbuka sangat berbeda karakteristiknya dibanding dengan kabupaten/kota lainnya.

4.3 Uji Multikolinearitas

Jika koefisien korelasinya antar variabel mencapai atau melebihi 0,8 ($r \leq 0,8$) maka terjadi multikolinearitas pada variabel penelitian. Sebagai contoh, perhitungan nilai koefisien korelasi antara variabel presentase penduduk miskin dengan variabel garis kemiskinan seperti berikut ini:

$$r_{x_1x_2} = \frac{(n \sum x_1x_2 - \sum x_1 \sum x_2)}{\sqrt{(n \sum x_1^2 - (\sum x_1)^2)(n \sum x_2^2 - (\sum x_2)^2)}}$$

$$r_{x_1x_2} = \frac{(27(-16,228)) - ((-3,442 \times 10^{-15})(-4,33 \times 10^{-15}))}{\sqrt{(27(27) - (1,184 \times 10^{-29}))(27(27) - (1,874 \times 10^{-29}))}}$$

$$r_{x_1x_2} = \frac{-438,163}{\sqrt{531441}}$$

$$r_{x_1x_2} = -0,601$$

Nilai koefisien korelasi yang diperoleh antara variabel presentase penduduk miskin dengan variabel garis kemiskinan adalah -0,601 (dibawah 0,8). Hasil *output* perhitungan koefisien korelasi menggunakan *software R* dapat dilihat pada Lampiran 4. Berikut *output* koefisien korelasi yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Koefisien Korelasi Variabel

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
X_1	1	-0,601	0,893	0,789	-0,397	-0,29	-0,278	0,75
X_2	-0,601	1	-0,459	-0,33	0,575	0,343	0,596	0,818
X_3	0,893	-0,459	1	0,964	-0,226	-0,067	-0,2	-0,538
X_4	0,789	-0,33	0,964	1	-0,118	0,014	-0,126	-0,402
X_5	-0,397	0,575	-0,226	-0,118	1	0,43	0,535	0,759
X_6	-0,29	0,343	-0,067	0,014	0,43	1	-0,051	0,408
X_7	-0,278	0,596	-0,2	-0,126	0,535	-0,051	1	0,648
X_8	0,75	0,818	-0,538	-0,402	0,759	0,408	0,648	1

Berdasarkan Tabel 3, terlihat bahwa terdapat nilai koefisien korelasi yang melebihi 0,8 yaitu pada variabel X_1 dengan X_3 , X_3 dengan X_4 , dan X_2 dengan X_8 dan dilakukan penghapusan variabel yaitu variabel X_3 dan X_8 . Sehingga, variabel yang digunakan pada penelitian ini yaitu X_1, X_2, X_4, X_5, X_6 , dan X_7 .

4.4 Analisis Klaster *K-Harmonic Means*

Pada penelitian analisis klaster metode *K-Harmonic Means* (KHM) ini parameter (p) yang digunakan yaitu bernilai 2 dan banyak klaster yang akan dianalisis adalah 2 klaster, 3 klaster, dan 4 klaster. Pengolahan data pengelompokan dilakukan dengan *software R* dan *Microsoft Excel*.

4.4.1 Analisis *K-Harmonic Means* 2 Klaster

a. Penentuan pusat klaster awal

Penentuan pusat awal 2 klaster berdasarkan nilai minimum dan nilai maksimum dari variabel X_1 (Persentase Penduduk Miskin) yaitu objek ke-12 (Kabupaten Indramayu) dan objek ke-24 (Kota Depok). Nilai pusat awal 2 klaster dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Pusat Awal 2 Klaster

Pusat Awal	X_1	X_2	X_4	X_5	X_6	X_7
C_1	1,457	0,280	1,008	-1,479	-0,562	-0,259
C_2	-2,168	2,483	-1,658	0,366	0,008	1,769

b. Perhitungan jarak setiap data terhadap pusat awal dari masing-masing klaster.

Perhitungan jarak pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rumus korelasi antar dua objek yaitu *euclidean*. Berikut contoh perhitungan *euclidean* pada objek ke-1 (Kabupaten Bogor) terhadap titik pusat awal masing-masing. Nilai-nilai variabel objek ke-1 ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai-nilai Variabel pada objek ke-1 (Kabupaten Bogor)

Wilayah	X_1	X_2	X_4	X_5	X_6	X_7
Bogor	-0,327	-0,223	0,798	0,484	1,217	-1,542

$$d(x_1, x_{12}) = \sqrt{\sum_{l=1}^{27} (x_{1l} - x_{12l})^2}$$

$$d(x_1, x_{12}) = \sqrt{(-0,327 - 1,457)^2 + (-0,223 - 0,280)^2 + (-0,797 - 1,008)^2 + (0,484 - (-1,479))^2 + (1,217 - (-0,562))^2 + (-1,542 - (-0,259))^2}$$

$$d(x_1, x_{12}) = \sqrt{12,153} = 3,486$$

$$d(x_1, x_{24}) = \sqrt{(-0,327 - (-2,168))^2 + (-0,223 - 2,483)^2 + (-0,797 - (-1,658))^2 + (0,4844 - 0,366)^2 + (1,217 - 0,008)^2 + (-1,5422 - 1,769)^2}$$

$$d(x_1, x_{24}) = \sqrt{29,192} = 5,402$$

$$D = \min(dx_{12}, x_{24}) = 3,486$$

Berdasarkan hasil perhitungan jarak data objek ke-1 (Kabupaten Bogor) dengan pusat kluster C_1 dan C_2 . Objek ke-1 berada pada kluster C_1 karena nilai jarak *euclidean* terdekat berada pada kluster C_1 dengan nilai data sebesar 3,486. Hasil perhitungan jarak data pada 2 kluster terhadap titik pusat awal tertera pada Lampiran 5.

Hasil *output* jarak data *euclidean* analisis 2 kluster KHM menggunakan *software R* terlampir pada Lampiran 6. Berdasarkan *output* tersebut hasil perhitungan jarak data *euclidean* 2 kluster dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Jarak Data *Euclidean* 2 Kluster

Objek	C_1	C_2	Objek	C_1	C_2	Objek	C_1	C_2
1	2,2723	3,0282	10	1,9244	3,2551	19	3,1015	1,1077
2	2,0164	3,4920	11	1,4740	3,1426	20	3,6494	1,7717
3	1,6309	3,7220	12	1,8043	3,9607	21	3,8320	1,2788
4	1,7526	2,5954	13	0,7807	3,2634	22	2,8165	1,8238
5	1,4433	4,1742	14	1,2889	2,4821	23	4,3194	1,6795
6	1,7900	3,4587	15	1,6054	2,2850	24	5,0580	2,6351
7	2,1545	3,7453	16	3,0866	1,4193	25	3,7542	1,3615
8	2,1308	3,8021	17	1,4304	3,3880	26	3,0211	3,8433
9	1,6978	3,7442	18	3,0306	4,4107	27	2,2149	2,6262

c. Perhitungan fungsi objektif

Fungsi objektif KHM dihitung untuk mendapatkan hasil pengelompokan yang optimal. Berikut perhitungan fungsi objektif dengan menggunakan hasil perhitungan jarak data *euclidean* saat iterasi berhenti yaitu iterasi ke-12 pada pengelompokan 2 kluster :

$$\begin{aligned}
 KHM &= \sum_{i=1}^{27} \frac{2}{\sum_{l=1}^2 \frac{1}{\|x_i - C_l\|^2}} \\
 KHM &= \left[\frac{2}{\frac{1}{\|x_1 - C_1\|^2} + \frac{1}{\|x_1 - C_2\|^2}} \right] + \left[\frac{2}{\frac{1}{\|x_2 - C_1\|^2} + \frac{1}{\|x_2 - C_2\|^2}} \right] + \dots + \left[\frac{2}{\frac{1}{\|x_{15} - C_1\|^2} + \frac{1}{\|x_{15} - C_2\|^2}} \right] \\
 &+ \dots + \left[\frac{2}{\frac{1}{\|x_{26} - C_1\|^2} + \frac{1}{\|x_{26} - C_2\|^2}} \right] + \left[\frac{2}{\frac{1}{\|x_{27} - C_1\|^2} + \frac{1}{\|x_{27} - C_2\|^2}} \right] \\
 KHM &= \left[\frac{2}{\frac{1}{2,272^2} + \frac{1}{3,028^2}} \right] + \left[\frac{2}{\frac{1}{2,016^2} + \frac{1}{3,491^2}} \right] + \dots + \left[\frac{2}{\frac{1}{1,605^2} + \frac{1}{2,284^2}} \right] \\
 &+ \dots + \left[\frac{2}{\frac{1}{3,021^2} + \frac{1}{3,843^2}} \right] + \left[\frac{2}{\frac{1}{2,214^2} + \frac{1}{2,626^2}} \right] \\
 KHM &= \left[\frac{2}{0,302} \right] + \left[\frac{2}{0,328} \right] + \dots + \left[\frac{2}{0,579} \right] + \dots + \left[\frac{2}{0,177} \right] + \left[\frac{2}{0,348} \right] = 140,7729
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai fungsi objektif 2 kluster didapatkan nilai sebesar 140,7729. Hasil perhitungan fungsi objektif 2 kluster tertera pada Lampiran 7 dan *output* perhitungan fungsi objektif analisis 2 kluster KHM menggunakan *software R* terlampir pada Lampiran 8.

d. Perhitungan nilai keanggotaan untuk setiap objek data

Perhitungan nilai keanggotaan ini menggunakan nilai jarak data yang sebelumnya telah diketahui. Berikut perhitungan nilai keanggotaan untuk objek ke-1 (Kabupaten Bogor) dengan masing-masing kluster :

$$\begin{aligned}
 m(C_l|x_i) &= \frac{\|x_i - C_l\|^{-2-2}}{\sum_{l=1}^2 \|x_i - C_l\|^{-2-2}} \\
 m(C_1|x_1) &= \frac{2,272^{-4}}{2,272^{-4} + 3,028^{-4}} = 0,759 \\
 m(C_2|x_1) &= \frac{2,272^{-4}}{2,272^{-4} + 3,028^{-4}} = 0,240
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai keanggotaan menunjukkan bahwa objek ke-1 (Kabupaten Bogor) pada Kluster 1 memiliki nilai keanggotaan sebesar 0,759. dan pada Kluster 2 memiliki nilai keanggotaan sebesar 0,240. Hal ini berarti objek

ke-1 (Kabupaten Bogor) lebih tepat berada pada Kluster 1. Hasil perhitungan nilai keanggotaan untuk objek lainnya dapat dilihat pada Lampiran 9.

Hasil *output* nilai keanggotaan analisis 2 kluster KHM menggunakan *software R* terlampir pada Lampiran 10. Berdasarkan *output* tersebut hasil perhitungan nilai keanggotaan 2 kluster disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Keanggotaan untuk 2 kluster

Objek	Nilai Keanggotaan		Objek	Nilai Keanggotaan	
	C_1	C_2		C_1	C_2
1	0,7592	0,2408	15	0,8039	0,1961
2	0,8999	0,1001	16	0,0428	0,9572
3	0,9644	0,0356	17	0,9692	0,0308
4	0,8278	0,1722	18	0,8177	0,1823
5	0,9859	0,0141	19	0,0160	0,9840
6	0,9330	0,0670	20	0,0526	0,9474
7	0,9013	0,0987	21	0,0123	0,9877
8	0,9102	0,0898	22	0,1494	0,8506
9	0,9594	0,0406	23	0,0224	0,9776
10	0,8911	0,1089	24	0,0687	0,9313
11	0,9538	0,0462	25	0,0170	0,9830
12	0,9587	0,0413	26	0,7236	0,2764
13	0,9967	0,0033	27	0,6639	0,3361
14	0,9322	0,0678			

e. Perhitungan nilai bobot

Perhitungan nilai bobot ini menggunakan jarak data *euclidean* yang sebelumnya telah diketahui. Berikut perhitungan nilai bobot untuk objek ke-1 (Kabupaten Bogor) :

$$w(x_i) = \frac{\sum_{l=1}^2 \|x_i - C_l\|^{-2-2}}{(\sum_{l=1}^2 \|x_i - C_l\|^{-2})^2}$$

$$w(x_1) = \frac{\|x_1 - C_1\|^{-2-2} + \|x_1 - C_2\|^{-2-2}}{(\|x_1 - C_1\|^{-2} + \|x_1 - C_2\|^{-2})^2}$$

$$w(x_1) = \frac{2,272^{-4} + 3,028^{-4}}{(2,272^{-2} + 3,028^{-2})^2} = \frac{0,049}{0,092} = 0,539$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai bobot menunjukkan bahwa objek ke-1 (Kabupaten Bogor) memiliki nilai bobot sebesar 0,539. Hasil perhitungan nilai bobot untuk objek lainnya tertera Lampiran 11 dan hasil *output* nilai bobot analisis 2 kluster KHM menggunakan *software R* terlampir pada Lampiran 12. Hasil

perhitungan nilai bobot 2 kluster yang didapatkan pada saat iterasi ke-12 dengan menggunakan *software R* disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Bobot 2 Kluster

Objek	Nilai Bobot	Objek	Nilai Bobot	Objek	Nilai Bobot
1	0,539	10	0,616	19	0,799
2	0,625	11	0,704	20	0,691
3	0,730	12	0,715	21	0,820
4	0,570	13	0,898	22	0,584
5	0,809	14	0,665	23	0,772
6	0,667	15	0,557	24	0,664
7	0,626	16	0,712	25	0,794
8	0,636	17	0,743	26	0,528
9	0,717	18	0,564	27	0,514

f. Perhitungan kembali untuk posisi titik pusat kluster

Perhitungan titik pusat kluster menggunakan nilai keanggotaan dan bobot yang dimiliki setiap objek. Berikut perhitungan titik pusat Kluster 1 :

$$C_l = \frac{\sum_{i=1}^{27} m(C_l|x_i).w(x_i).x_i}{\sum_{i=1}^{27} m(C_l|x_i).w(x_i)}$$

$$C_1 = \frac{(m(C_1|x_1).w(x_1).x_1)+(m(C_1|x_2).w(x_2).x_2)+\dots+(m(C_1|x_{26}).w(x_{26}).x_{26})+(m(C_1|x_{27}).w(x_{27}).x_{27}))}{(m(C_1|x_1).w(x_1))+\dots+(m(C_1|x_{26}).w(x_{26}))+\dots+(m(C_1|x_{27}).w(x_{27}))}$$

$$C_1 = \frac{((0,759)(0,539)[-0,3272 \dots -1,5422]) + ((0,899)(0,624)[-0,4653 \dots -1,0916]) + \dots + ((0,723)(0,276)[1,4397 \dots 1,2372]) + ((0,664)(0,335)[-0,6813 \dots 1,0940])}{((0,759)(0,539) + (0,899)(0,624) + \dots + (0,723)(0,276) + (0,664)(0,335))}$$

$$C_1 = [0,465 \quad -0,525 \quad 0,324 \quad -0,475 \quad -0,229 \quad -0,443]$$

Dari hasil perhitungan titik pusat 2 kluster didapatkan bahwa titik pusat kluster untuk masing masing variabel yaitu $X_1 = 0,465$; $X_2 = -0,525$; $X_4 = 0,324$; $X_5 = -0,475$; $X_6 = -0,229$; $X_7 = -0,443$. Hasil *output* titik pusat baru analisis 2 kluster KHM menggunakan *software R* tertera pada Lampiran 13. Berikut hasil perhitungan titik pusat 2 kluster yang didapatkan pada saat iterasi ke-12 dengan menggunakan *software R* yang disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Titik Pusat 2 Kluster

Titik Pusat	X_1	X_2	X_4	X_5	X_6	X_7
C_1	0,465	-0,525	0,324	-0,475	-0,229	-0,443
C_2	-0,813	0,942	-0,582	0,837	0,525	0,704

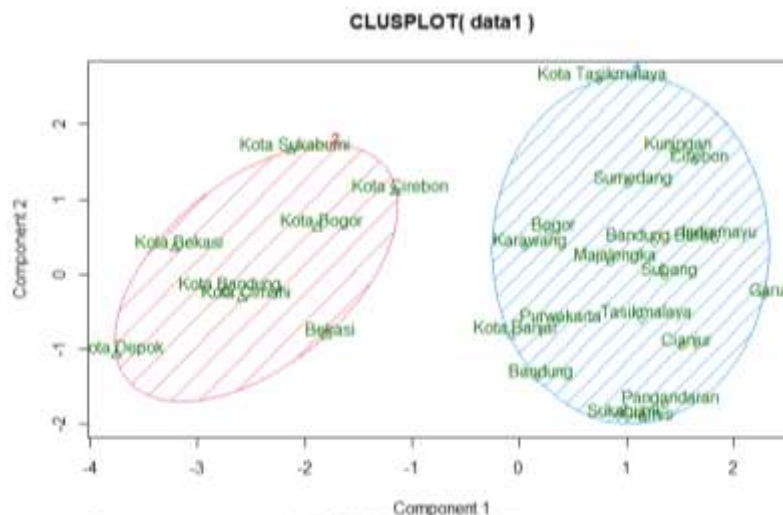
- g. Pengulangan langkah (b) sampai (e) hingga mendapatkan nilai fungsi objektif tidak terdapat perubahan yang signifikan.

Berdasarkan hasil *ouput* pengolahan data menggunakan *software R* yang tertera pada Lampiran 14, hasil pengelompokan 2 klaster yang dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pengelompokan pada 2 Klaster

Wilayah	Klaster	Wilayah	Klaster	Wilayah	Klaster
Bogor	1	Majalengka	1	Kota Bogor	2
Sukabumi	1	Sumedang	1	Kota Sukabumi	2
Cianjur	1	Indramayu	1	Kota Bandung	2
Bandung	1	Subang	1	Kota Cirebon	2
Garut	1	Purwakarta	1	Kota Bekasi	2
Tasikmalaya	1	Karawang	1	Kota Depok	2
Ciamis	1	Bekasi	2	Kota Cimahi	2
Kuningan	1	Bandung Barat	1	Kota Tasikmalaya	1
Cirebon	1	Pangandaran	1	Kota Banjar	1

Pada hasil pengelompokan 2 klaster didapatkan Klaster 1 dengan jumlah anggota pada sebanyak 19 kabupaten/kota dan Klaster 2 dengan jumlah anggota sebanyak 8 kabupaten/kota. Klaster yang terbentuk diilustrasikan kedalam bentuk plot klaster yang digambarkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Plot klaster pengelompokan 2 Klaster

Berdasarkan Gambar 4. dapat diketahui daerah arsiran berwarna biru merupakan Klaster 1 dengan banyak anggota klaster yaitu 19 wilayah. Daerah arsiran berwarna merah merupakan Klaster 2 dengan banyak anggota 8 wilayah.

4.4.2 Analisis *K-Harmonic Means* 3 Klaster

a. Penentuan pusat awal klaster

Penentuan titik pusat awal 3 klaster berdasarkan nilai minimum, median, dan nilai maksimum dari variabel X_2 (garis kemiskinan) yaitu objek ke-5 (Kabupaten Garut), objek ke-9 (Kabupaten Cirebon), dan objek ke-24 (Kota Depok). Nilai pusat awal 3 klaster dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Nilai Pusat Awal 3 Klaster

Pusat Awal	X_1	X_2	X_4	X_5	X_6	X_7
C_1	0,625	-1,200	0,798	-1,440	-0,086	-1,096
C_2	1,188	-0,465	1,780	-0,399	0,132	-0,128
C_3	-2,169	2,484	-1,658	0,367	0,008	1,769

b. Perhitungan jarak setiap objek terhadap pusat awal dari masing-masing klaster.

Perhitungan jarak data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rumus korelasi antar dua objek yaitu *euclidean*. Berikut contoh perhitungan *euclidean* pada objek ke-1 (Kabupaten Bogor) terhadap titik pusat awal masing-masing :

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{l=1}^n (x_{il} - x_{jl})^2}$$

$$d(x_1, x_5) = \sqrt{(-0,327 - 0,625)^2 + (-0,223 - (-1,200))^2 + (-0,797 - (-0,797))^2 + (0,484 - (-1,440))^2 + (1,217 - (-0,086))^2 + (-1,542 - (-1,096))^2}$$

$$d(x_1, x_5) = \sqrt{7,464} = 2,732$$

$$d(x_1, x_9) = \sqrt{(-0,327 - 1,188)^2 + (-0,223 - (-0,465))^2 + (-0,797 - 1,708)^2 + (0,484 - (-0,399))^2 + (1,217 - 0,132)^2 + (-1,542 - (-0,127))^2}$$

$$d(x_1, x_9) = \sqrt{7,279} = 2,698$$

$$d(x_1, x_{24}) = \sqrt{\begin{aligned} &(-0,327 - (-2,168))^2 + (-0,223 - 2,483)^2 \\ &+ (-0,797 - (-1,658))^2 + (0,4844 - 0,366)^2 \\ &+ (1,217 - 0,008)^2 + (-1,5422 - 1,769)^2 \end{aligned}}$$

$$d(x_1, x_{24}) = \sqrt{29,192} = 5,402$$

$$D = \min(dx_5, dx_9, dx_{24}) = 2,698$$

Berdasarkan hasil perhitungan jarak data *euclidean* menunjukkan perbandingan hasil perhitungan jarak data objek ke-1 pada kluster C_1 , C_2 , dan C_3 didapatkan bahwa objek ke-1 berada pada kluster C_2 , karena nilai *euclidean* terdekat berada pada kluster C_2 dengan nilai data sebesar 2,698. Hasil perhitungan jarak data pada 3 kluster terhadap titik pusat awal tertera pada Lampiran 15.

Hasil *output* jarak data *euclidean* analisis 3 kluster KHM menggunakan *software R* terlampir pada Lampiran 16. Berdasarkan *output* tersebut didapatkan hasil perhitungan jarak data *euclidean* 3 kluster yang disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Jarak Data *Euclidean* 3 Kluster

Objek	C_1	C_2	C_3	Objek	C_1	C_2	C_3
1	2,157	2,577	3,233	15	1,648	1,800	2,518
2	1,530	2,738	3,713	16	2,894	3,435	1,430
3	1,285	2,267	3,972	17	1,394	1,768	3,650
4	1,317	2,414	2,821	18	3,112	3,121	4,628
5	1,462	1,778	4,454	19	3,093	3,204	1,130
6	1,902	1,916	3,722	20	3,854	3,422	1,784
7	1,873	2,705	3,978	21	3,742	4,014	1,118
8	2,553	1,666	4,058	22	2,986	2,683	1,981
9	2,176	1,153	4,018	23	4,357	4,324	1,461
10	2,276	1,644	3,508	24	5,016	5,169	2,428
11	1,884	1,079	3,419	25	3,688	3,915	1,225
12	2,172	1,549	4,225	26	3,549	2,285	4,060
13	0,741	1,297	3,546	27	2,279	2,329	2,841
14	0,911	1,924	2,735				

c. Perhitungan fungsi objektif

Fungsi objektif KHM dihitung untuk mendapatkan hasil pengelompokan yang optimal. Berikut perhitungan fungsi objektif dengan menggunakan hasil perhitungan jarak data *euclidean* saat iterasi berhenti yaitu iterasi ke-48 pada pengelompokan 3 kluster :

$$KHM = \sum_{i=1}^{27} \frac{3}{\sum_{l=1}^3 \frac{1}{\|x_i - C_l\|^p}}$$

$$KHM = \left[\frac{3}{\frac{1}{\|x_1 - C_1\|^2} + \frac{1}{\|x_1 - C_2\|^2} + \frac{1}{\|x_1 - C_3\|^2}} \right] + \left[\frac{3}{\frac{1}{\|x_2 - C_1\|^2} + \frac{1}{\|x_2 - C_2\|^2} + \frac{1}{\|x_2 - C_3\|^2}} \right]$$

$$+ \dots + \left[\frac{3}{\frac{1}{\|x_{26} - C_1\|^2} + \frac{1}{\|x_{26} - C_2\|^2} + \frac{1}{\|x_{26} - C_3\|^2}} \right] + \left[\frac{3}{\frac{1}{\|x_{27} - C_1\|^2} + \frac{1}{\|x_{27} - C_2\|^2} + \frac{1}{\|x_{27} - C_3\|^2}} \right]$$

$$KHM = \left[\frac{3}{\frac{1}{2,156^2} + \frac{1}{2,577^2} + \frac{1}{3,232^2}} \right] + \left[\frac{3}{\frac{1}{1,530^2} + \frac{1}{3,738^2} + \frac{1}{3,713^2}} \right] + \dots + \left[\frac{3}{\frac{1}{3,549^2} + \frac{1}{2,284^2} + \frac{1}{4,059^2}} \right] +$$

$$\left[\frac{3}{\frac{1}{2,279^2} + \frac{1}{2,328^2} + \frac{1}{2,840^2}} \right]$$

$$KHM = \left[\frac{3}{0,461} \right] + \left[\frac{3}{0,633} \right] + \dots + \left[\frac{3}{0,331} \right] + \left[\frac{3}{0,501} \right] = 133,3231$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai fungsi objektif 3 kluster didapatkan nilai sebesar 133,3231. Hasil perhitungan fungsi objektif 3 kluster tertera pada Lampiran 17 dan *output* perhitungan fungsi objektif analisis 3 kluster KHM menggunakan *software R* terlampir pada Lampiran 18.

d. Perhitungan nilai keanggotaan untuk setiap objek

Perhitungan nilai keanggotaan ini menggunakan jarak data yang sebelumnya telah diketahui. Berikut perhitungan nilai keanggotaan untuk objek ke-1 (Kabupaten Bogor) :

$$m(C_l|x_i) = \frac{\|x_i - c_l\|^{-2-2}}{\sum_{l=1}^3 \|x_i - c_l\|^{-2-2}}$$

$$m(C_1|x_1) = \frac{2,156^{-4}}{2,156^{-4} + 2,577^{-4} + 3,232^{-4}} = 0,592$$

$$m(C_2|x_1) = \frac{2,577^{-4}}{2,156^{-4} + 2,577^{-4} + 3,232^{-4}} = 0,290$$

$$m(C_3|x_1) = \frac{3,232^{-4}}{2,156^{-4} + 2,577^{-4} + 3,232^{-4}} = 0,117$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai keanggotaan menunjukkan bahwa objek ke-1 (Kabupaten Bogor) pada kluster 1 memiliki nilai keanggotaan sebesar 0,592,

pada kluster 2 memiliki nilai keanggotaan sebesar 0,290, dan pada kluster 3 memiliki nilai keanggotaan sebesar 0,117. Hal ini berarti objek ke-1 (Kabupaten Bogor) lebih tepat berada pada kluster 1. Hasil perhitungan nilai keanggotaan untuk objek lainnya dapat dilihat pada Lampiran 19.

Berdasarkan hasil *output* nilai keanggotaan analisis 3 kluster KHM menggunakan *software R* terlampir pada Lampiran 20. Berikut hasil perhitungan nilai keanggotaan 3 kluster yang didapatkan pada saat iterasi ke-48 dengan menggunakan *software R* yang disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Nilai Keanggotaan untuk 3 kluster

Objek	Nilai Keanggotaan			Objek	Nilai Keanggotaan		
	C_1	C_2	C_3		C_1	C_2	C_3
1	0,592	0,291	0,117	15	0,530	0,373	0,097
2	0,888	0,087	0,026	16	0,055	0,028	0,918
3	0,897	0,093	0,010	17	0,711	0,274	0,015
4	0,880	0,078	0,042	18	0,456	0,451	0,093
5	0,681	0,312	0,008	19	0,017	0,015	0,968
6	0,490	0,476	0,033	20	0,041	0,066	0,893
7	0,782	0,180	0,038	21	0,008	0,006	0,986
8	0,150	0,827	0,023	22	0,130	0,199	0,671
9	0,073	0,921	0,006	23	0,012	0,013	0,975
10	0,206	0,757	0,037	24	0,050	0,044	0,906
11	0,096	0,895	0,009	25	0,012	0,009	0,979
12	0,203	0,783	0,014	26	0,135	0,786	0,079
13	0,902	0,096	0,002	27	0,429	0,393	0,178
14	0,941	0,047	0,012				

e. Perhitungan nilai bobot

Perhitungan nilai bobot ini menggunakan jarak data yang sebelumnya telah diketahui. Berikut perhitungan nilai bobot untuk objek ke-1 (Kabupaten Bogor) :

$$w(x_i) = \frac{\sum_{l=1}^3 \|x_i - c_l\|^{-2-2}}{(\sum_{l=1}^3 \|x_i - c_l\|^{-2})^2}$$

$$w(x_1) = \frac{\|x_1 - c_1\|^{-2-2} + \|x_1 - c_2\|^{-2-2} + \|x_1 - c_3\|^{-2-2}}{(\|x_1 - c_1\|^{-2} + \|x_1 - c_2\|^{-2} + \|x_1 - c_3\|^{-2})^2}$$

$$w(x_1) = \frac{2,732^{-4} + 2,698^{-4} + 5,403^{-4}}{(2,732^{-2} + 2,698^{-2} + 5,403^{-2})^2} = \frac{0,038}{0,0934} = 0,406$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai bobot menunjukkan bahwa objek ke-1 (Kabupaten Bogor) memiliki nilai bobot sebesar 0,406. Hasil perhitungan nilai bobot untuk objek lainnya dapat dilihat pada Lampiran 21.

Hasil *output* nilai bobot analisis 3 kluster KHM menggunakan *software R* terlampir pada Lampiran 22. Berikut hasil perhitungan nilai bobot 3 kluster yang didapatkan pada saat iterasi ke-48 dengan menggunakan *software R* yang disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Nilai Bobot 3 Kluster

Objek	Nilai Bobot	Objek	Nilai Bobot	Objek	Nilai Bobot
1	0,370	10	0,455	19	0,446
2	0,451	11	0,560	20	0,416
3	0,546	12	0,556	21	0,465
4	0,416	13	0,736	22	0,365
5	0,646	14	0,487	23	0,451
6	0,489	15	0,384	24	0,414
7	0,445	16	0,433	25	0,456
8	0,484	17	0,565	26	0,389
9	0,578	18	0,388	27	0,348

f. Perhitungan kembali untuk posisi titik pusat kluster

Perhitungan titik pusat kluster menggunakan nilai keanggotaan dan bobot yang dimiliki setiap data. Berikut contoh perhitungan titik pusat kluster :

$$C_l = \frac{\sum_{i=1}^{27} m(C_l|X_i).w(x_i).x_i}{\sum_{i=1}^{27} m(C_l|X_i).w(x_i)}$$

$$C_1 = \frac{(m(C_1|X_1).w(x_1).x_1) + (m(C_1|X_2).w(x_2).x_2) + \dots + (m(C_1|X_{26}).w(x_{26}).x_{26}) + (m(C_1|X_{27}).w(x_{27}).x_{27}))}{(m(C_1|X_1).w(x_1)) + (m(C_1|X_2).w(x_2)) + \dots + (m(C_1|X_{26}).w(x_{26})) + (m(C_1|X_{27}).w(x_{27}))}$$

$$C_1 = \frac{((0,592)(0,370)[-0,3272 \quad \dots \quad -1,5422]) + ((0,887)(0,451)[-0,4653 \quad \dots \quad -1,0916]) + \dots + ((0,135)(0,389)[1,4397 \quad \dots \quad 1,2372]) + ((0,428)(0,348)[-0,6813 \quad \dots \quad 1,0940])}{((0,592)(0,370) + (0,887)(0,415) + \dots + (0,135)(0,389) + (0,428)(0,348))}$$

$$C_1 = [0,217 \quad -0,608 \quad -0,026 \quad -0,531 \quad -0,157 \quad -0,763]$$

Dari hasil perhitungan titik pusat 3 kluster didapatkan bahwa titik pusat kluster untuk Kluster 1 pada masing masing variabel yaitu $X_1 = 0,217$; $X_2 = -0,608$; $X_4 = -0,026$; $X_5 = -0,531$; $X_6 = -0,157$; $X_7 = -0,763$. Hasil *output* titik pusat baru analisis 3 kluster KHM menggunakan *software R* terlampir pada Lampiran 23. Hasil perhitungan titik pusat 3 kluster yang didapatkan pada

saat iterasi ke-48 dengan menggunakan *software R* yang dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Titik Pusat 3 Klaster

Titik Pusat	X_1	X_2	X_4	X_5	X_6	X_7
C_1	0,217	-0,608	-0,026	-0,531	-0,157	-0,763
C_2	0,780	-0,394	0,804	-0,339	-0,293	0,014
C_3	-0,977	1,104	-0,691	0,939	0,614	0,797

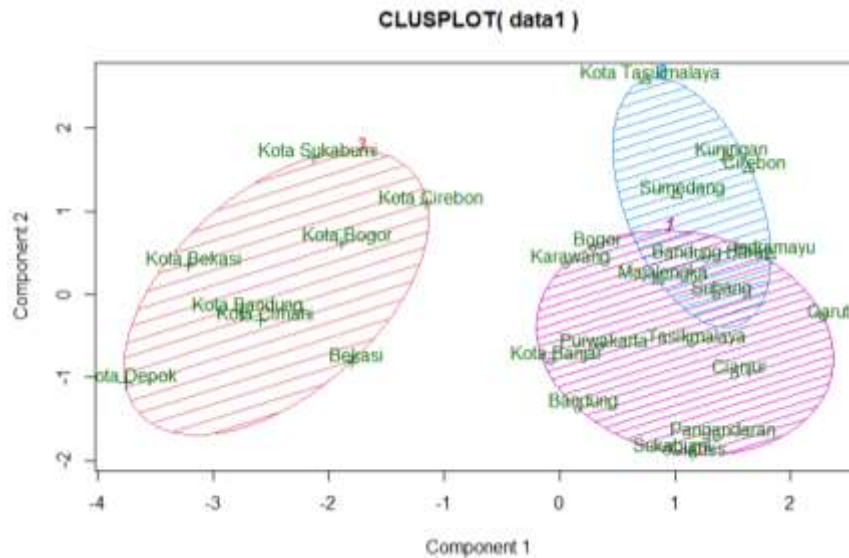
g. Pengulangan langkah (b) sampai (e) hingga mendapatkan nilai fungsi objektif tidak terdapat perubahan yang signifikan.

Berdasarkan hasil *ouput* hasil klaster menggunakan *software R* yang tertera pada Lampiran 24, hasil pengelompokan 3 klaster yang dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil Pengelompokan data pada 3 Klaster

Wilayah	Klaster	Wilayah	Klaster	Wilayah	Klaster
Bogor	1	Majalengka	2	Kota Bogor	3
Sukabumi	1	Sumedang	2	Kota Sukabumi	3
Cianjur	1	Indramayu	2	Kota Bandung	3
Bandung	1	Subang	1	Kota Cirebon	3
Garut	1	Purwakarta	1	Kota Bekasi	3
Tasikmalaya	1	Karawang	1	Kota Depok	3
Ciamis	1	Bekasi	3	Kota Cimahi	3
Kuningan	2	Bandung Barat	1	Kota Tasikmalaya	2
Cirebon	2	Pangandaran	1	Kota Banjar	1

Pada hasil pengelompokan 3 klaster didapatkan Klaster 1 memiliki jumlah anggota sebanyak 13 kabupaten/kota, klaster 2 memiliki jumlah anggota sebanyak 6 kabupaten/kota, dan klaster 3 memiliki jumlah anggota sebanyak 8 kabupaten/kota. Klaster yang terbentuk diilustrasikan dalam bentuk plot klaster yang digambarkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Plot kluster pengelompokan 3 Klaster

Berdasarkan Gambar 5. dapat diketahui daerah arsiran berwarna ungu merupakan Klaster 1 dengan banyak anggota kluster yaitu 13 wilayah. Daerah arsiran berwarna biru merupakan Klaster 2 dengan banyak anggota 6 wilayah. Daerah arsiran berwarna merah merupakan Klaster 3 dengan banyak anggota 8 wilayah.

4.4.3 Analisis *K-Harmonic Means* 4 Klaster

a. Penentuan pusat awal kluster

Penentuan pusat awal 4 kluster berdasarkan nilai maksimum, kuartil atas, kuartil bawah, dan nilai minimum dari variabel X_4 (Indeks Keparahan Kemiskinan) yaitu objek ke-26 (Kota Tasikmalaya), objek ke-1 (Kabupaten Bogor), objek ke-7 (Kabupaten Ciamis), dan objek ke-24 (Kota Depok). Nilai pusat awal 4 klaster dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Nilai Pusat Awal 4 Klaster

Pusat Awal	X_1	X_2	X_4	X_5	X_6	X_7
C_1	1,440	0,271	2,201	0,583	-0,506	1,237
C_2	-0,327	-0,223	0,798	0,484	1,217	-1,542
C_3	-0,331	-0,570	-0,676	-0,753	-1,737	-1,254
C_4	-2,169	2,484	-1,658	0,367	0,008	1,769

- b. Perhitungan jarak setiap objek data terhadap pusat awal dari masing-masing kluster.

Perhitungan jarak pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rumus korelasi antar dua objek yaitu *euclidean*. Berikut contoh perhitungan *euclidean* pada objek ke-1 (Kabupaten Bogor) terhadap titik pusat awal masing-masing :

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{l=1}^{27} (x_{il} - x_{jl})^2}$$

$$d(x_1, x_{26}) = \sqrt{\begin{matrix} (-0,327 - 1,439)^2 + (-0,223 - 0,270)^2 \\ + (0,797 - 2,201)^2 + (0,484 - 0,582)^2 \\ + (1,217 - (-0,506))^2 + (-1,542 - 1,237)^2 \end{matrix}}$$

$$d(x_1, x_{26}) = \sqrt{24,878} = 4,987$$

$$d(x_1, x_1) = \sqrt{\begin{matrix} (-0,327 - (-0,327))^2 + (-0,223 - (-0,223))^2 \\ + (0,797 - 0,797)^2 + (0,484 - 0,484)^2 \\ + (1,217 - 1,217)^2 + (-1,542 - (-1,542))^2 \end{matrix}}$$

$$d(x_2, x_1) = \sqrt{0,000} = 0,000$$

$$d(x_1, x_7) = \sqrt{\begin{matrix} (-0,327 - (-0,330))^2 + (-0,223 - (-0,569))^2 \\ + (0,797 - (-0,675))^2 + (0,484 - (-0,752))^2 \\ + (1,217 - (1,737))^2 + (-1,542 - (-1,253))^2 \end{matrix}}$$

$$d(x_1, x_7) = \sqrt{12,634} = 3,554$$

$$d(x_1, x_{24}) = \sqrt{\begin{matrix} (-0,327 - (-2,168))^2 + (-0,223 - 2,483)^2 \\ + (-0,797 - (-1,658))^2 + (0,4844 - 0,366)^2 \\ + (1,217 - 0,008)^2 + (-1,5422 - 1,769)^2 \end{matrix}}$$

$$d(x_1, x_{24}) = \sqrt{29,192} = 5,403$$

$$D = \min(dx_{26}, dx_1, dx_7, dx_{24}) = 0,000$$

Berdasarkan hasil perhitungan jarak data *euclidean* menunjukkan perbandingan hasil perhitungan jarak data objek ke-1 pada kluster C_1 , C_2 , C_3 , dan C_4 didapatkan bahwa objek ke-1 berada pada kluster C_2 , karena nilai *euclidean* terdekat berada pada kluster C_2 dengan nilai data sebesar 0,000 . Hasil perhitungan jarak data pada 4 kluster terhadap titik pusat awal tertera pada Lampiran 25.

Hasil *output* jarak data *euclidean* analisis 4 kluster KHM menggunakan *software R* terlampir pada Lampiran 26. Berdasarkan *output* tersebut didapatkan hasil perhitungan jarak data *euclidean* 4 kluster yang dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Jarak Data *Euclidean* 4 Kluster

Objek	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	Objek	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
1	2,499	1,852	3,296	3,326	15	1,783	1,458	2,538	2,630
2	3,071	1,601	2,194	3,831	16	3,600	2,871	3,290	1,446
3	2,495	1,153	2,342	4,097	17	1,735	1,060	2,618	3,777
4	2,783	1,485	1,713	2,945	18	3,563	3,483	1,960	4,761
5	1,894	1,402	2,301	4,597	19	3,226	3,015	3,521	1,143
6	2,361	2,251	0,973	3,873	20	3,410	3,898	3,759	1,811
7	3,161	2,168	1,579	4,109	21	4,165	3,789	3,792	1,061
8	1,314	2,483	2,998	4,188	22	2,755	3,056	2,916	2,078
9	0,729	2,117	2,632	4,156	23	4,422	4,410	4,268	1,360
10	2,008	2,568	1,353	3,653	24	5,376	5,144	4,690	2,343
11	0,923	1,897	2,220	3,562	25	4,046	3,725	3,773	1,180
12	1,624	2,239	2,295	4,363	26	2,047	3,621	3,336	4,178
13	1,473	0,620	1,851	3,689	27	2,691	2,589	1,504	2,975
14	2,183	0,866	1,882	2,864					

c. Perhitungan fungsi tujuan

Fungsi tujuan KHM dihitung untuk mendapatkan hasil pengelompokan yang optimal. Berikut perhitungan fungsi objektif dengan menggunakan hasil perhitungan jarak data *euclidean* saat iterasi berhenti yaitu iterasi ke-41 pada pengelompokan 4 kluster :

$$\begin{aligned}
 KHM &= \sum_{i=1}^{27} \frac{4}{\sum_{l=1}^4 \frac{1}{\|x_i - C_l\|^2}} \\
 KHM &= \left[\frac{4}{\frac{1}{\|x_1 - C_1\|^2} + \frac{1}{\|x_1 - C_2\|^2} + \frac{1}{\|x_1 - C_3\|^2} + \frac{1}{\|x_1 - C_4\|^2}} \right] + \left[\frac{4}{\frac{1}{\|x_2 - C_1\|^2} + \frac{1}{\|x_2 - C_2\|^2} + \frac{1}{\|x_2 - C_3\|^2} + \frac{1}{\|x_2 - C_4\|^2}} \right] \\
 &+ \dots + \left[\frac{4}{\frac{1}{\|x_{26} - C_1\|^2} + \frac{1}{\|x_{26} - C_2\|^2} + \frac{1}{\|x_{26} - C_3\|^2} + \frac{1}{\|x_{26} - C_4\|^2}} \right] + \left[\frac{4}{\frac{1}{\|x_{27} - C_1\|^2} + \frac{1}{\|x_{27} - C_2\|^2} + \frac{1}{\|x_{27} - C_3\|^2} + \frac{1}{\|x_{27} - C_4\|^2}} \right] \\
 KHM &= \left[\frac{4}{\frac{1}{2,499^2} + \frac{1}{1,852^2} + \frac{1}{3,296^2} + \frac{1}{3,326^2}} \right] + \left[\frac{4}{\frac{1}{3,071^2} + \frac{1}{1,601^2} + \frac{1}{2,194^2} + \frac{1}{3,831^2}} \right] \\
 &+ \dots + \left[\frac{4}{\frac{1}{2,047^2} + \frac{1}{3,621^2} + \frac{1}{3,336^2} + \frac{1}{4,178^2}} \right] + \left[\frac{4}{\frac{1}{2,691^2} + \frac{1}{2,589^2} + \frac{1}{1,504^2} + \frac{1}{2,975^2}} \right] \\
 KHM &= \left[\frac{4}{0,634} \right] + \left[\frac{4}{0,772} \right] + \dots + \left[\frac{4}{0,462} \right] + \left[\frac{4}{0,842} \right] = 129,943
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai fungsi objektif 4 kluster didapatkan nilai sebesar 129,943. Hasil perhitungan fungsi objektif 4 kluster tertera pada Lampiran 27 dan *output* perhitungan fungsi objektif analisis 4 kluster KHM menggunakan *software R* terlampir pada Lampiran 28.

d. Perhitungan nilai keanggotaan untuk setiap objek data

Perhitungan nilai keanggotaan ini menggunakan jarak data yang sebelumnya telah dihitung. Berikut perhitungan nilai keanggotaan untuk objek ke-1 (Kabupaten Bogor) :

$$m(c_l|x_i) = \frac{\|x_i - c_l\|^{-2-2}}{\sum_{l=1}^4 \|x_i - c_l\|^{-2-2}}$$

$$m(C_1|x_1) = \frac{2,499^{-4}}{2,499^{-4} + 1,852^{-4} + 3,295^{-4} + 3,325^{-4}} = 0,201$$

$$m(C_2|x_1) = \frac{1,852^{-4}}{2,499^{-4} + 1,852^{-4} + 3,295^{-4} + 3,325^{-4}} = 0,667$$

$$m(C_3|x_1) = \frac{3,295^{-4}}{2,499^{-4} + 1,852^{-4} + 3,295^{-4} + 3,325^{-4}} = 0,066$$

$$m(C_4|x_1) = \frac{3,325^{-4}}{2,499^{-4} + 1,852^{-4} + 3,295^{-4} + 3,325^{-4}} = 0,064$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai keanggotaan menunjukkan bahwa objek ke-1 (Kabupaten Bogor) pada Klaster 2 memiliki nilai keanggotaan sebesar 0,667, pada Klaster 1 memiliki nilai keanggotaan sebesar 0,201, pada Klaster 3 memiliki nilai keanggotaan sebesar 0,066, dan pada Klaster 4 memiliki nilai keanggotaan sebesar 0,064. Hal ini berarti objek ke-1 (Kabupaten Bogor) lebih tepat berada pada Klaster 2. Hasil perhitungan nilai keanggotaan pada 4 kluster untuk objek lainnya dapat dilihat pada Lampiran 29.

Hasil *output* nilai keanggotaan analisis 4 kluster KHM menggunakan *software R* terlampir pada Lampiran 30. Hasil perhitungan nilai keanggotaan 4 kluster yang didapatkan pada saat iterasi ke-41 dengan menggunakan *software R* yang dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Nilai Keanggotaan untuk 4 Kluster

Objek	Nilai Keanggotaan				Objek	Nilai Keanggotaan			
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
1	0,201	0,668	0,067	0,064	15	0,271	0,606	0,066	0,057
2	0,053	0,720	0,205	0,022	16	0,023	0,057	0,033	0,887
3	0,041	0,901	0,053	0,006	17	0,119	0,853	0,023	0,005
4	0,047	0,585	0,330	0,038	18	0,075	0,082	0,819	0,024
5	0,208	0,691	0,095	0,006	19	0,015	0,020	0,011	0,955
6	0,027	0,033	0,937	0,004	20	0,067	0,039	0,046	0,847
7	0,046	0,206	0,732	0,016	21	0,004	0,006	0,006	0,984
8	0,889	0,070	0,033	0,009	22	0,180	0,119	0,144	0,557
9	0,980	0,014	0,006	0,001	23	0,009	0,009	0,010	0,972
10	0,158	0,059	0,768	0,014	24	0,032	0,038	0,055	0,876
11	0,917	0,051	0,027	0,004	25	0,007	0,010	0,009	0,974
12	0,647	0,179	0,162	0,012	26	0,768	0,079	0,109	0,044
13	0,030	0,957	0,012	0,001	27	0,076	0,089	0,783	0,051
14	0,023	0,928	0,041	0,008					

e. Perhitungan nilai bobot

Perhitungan nilai bobot ini menggunakan jarak data yang sebelumnya telah diketahui. Berikut perhitungan nilai bobot untuk data ke-1 (Kabupaten Bogor) :

$$w(x_i) = \frac{\sum_{l=1}^4 \|x_i - C_l\|^{-2-2}}{(\sum_{l=1}^4 \|x_i - C_l\|^{-2})^2}$$

$$w(x_1) = \frac{\|x_1 - C_1\|^{-2-2} + \|x_1 - C_2\|^{-2-2} + \|x_1 - C_3\|^{-2-2} + \|x_1 - C_4\|^{-2-2}}{(\|x_1 - C_1\|^{-2} + \|x_1 - C_2\|^{-2} + \|x_1 - C_3\|^{-2} + \|x_1 - C_4\|^{-2})^2}$$

$$w(x_1) = \frac{2,499^{-4} + 1,852^{-4} + 3,295^{-4} + 3,325^{-4}}{(2,499^{-2} + 1,852^{-2} + 3,295^{-2} + 3,325^{-2})^2} = \frac{0,127}{0,402} = 0,316$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai bobot menunjukkan bahwa objek ke-1 (Kabupaten Bogor) memiliki nilai bobot sebesar 0,316. Hasil perhitungan nilai bobot 4 kluster untuk objek lainnya dapat dilihat pada Lampiran 31.

Hasil *output* nilai bobot analisis 4 kluster KHM menggunakan *software R* terlampir pada Lampiran 32. Hasil perhitungan nilai bobot 4 kluster yang

didapatkan pada saat iterasi ke-41 dengan menggunakan *software R* yang dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Nilai Bobot 4 Kluster

Objek	Nilai Bobot	Objek	Nilai Bobot	Objek	Nilai Bobot
1	0,292	10	0,362	19	0,314
2	0,337	11	0,409	20	0,295
3	0,396	12	0,413	21	0,321
4	0,320	13	0,526	22	0,266
5	0,480	14	0,346	23	0,314
6	0,400	15	0,298	24	0,299
7	0,356	16	0,307	25	0,316
8	0,362	17	0,409	26	0,294
9	0,430	18	0,318	27	0,288

f. Perhitungan kembali untuk posisi titik pusat kluster

Perhitungan titik pusat kluster menggunakan nilai keanggotaan dan bobot yang dimiliki setiap data. Berikut perhitungan titik pusat kluster :

$$C_l = \frac{\sum_{i=1}^{27} m(C_l|x_i).w(x_i).x_i}{\sum_{i=1}^{27} m(C_l|x_i).w(x_i)}$$

$$C_1 = \frac{(m(C_1|x_1).w(x_1).x_1) + (m(C_1|x_2).w(x_2).x_2) + \dots + (m(C_1|x_{26}).w(x_{26}).x_{26}) + (m(C_1|x_{27}).w(x_{27}).x_{27}))}{(m(C_1|x_1).w(x_1)) + (m(C_1|x_2).w(x_2)) + \dots + (m(C_1|x_{26}).w(x_{26})) + (m(C_1|x_{27}).w(x_{27}))}$$

$$C_1 = \frac{((0,201)(0,291)[-0,3272 \quad \dots \quad -1,5422]) + ((0,053)(0,337)[-0,4653 \quad \dots \quad -1,0916]) + \dots + ((0,768)(0,293)[1,4397 \quad \dots \quad 1,2372]) + ((0,076)(0,287)[-0,6813 \quad \dots \quad 1,0940])}{((0,201)(0,291) + (0,053)(0,337) + \dots + (0,768)(0,293) + (0,076)(0,287))}$$

$$C_1 = [0,904 \quad -0,372 \quad 1,163 \quad -0,280 \quad 0,023 \quad 0,058]$$

Dari hasil perhitungan titik pusat 4 kluster didapatkan bahwa titik pusat kluster untuk Kluster 1 pada masing masing variabel yaitu $X_1 = 0,904$; $X_2 = -0,372$; $X_4 = 1,163$; $X_5 = -0,280$; $X_6 = -0,023$; $X_7 = 0,058$. Hasil *output* titik pusat baru analisis 4 kluster KHM menggunakan *software R* terlampir pada Lampiran 33. Hasil perhitungan titik pusat 4 kluster yang didapatkan pada iterasi ke-41 dengan menggunakan *software R* yang dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Titik Pusat 4 Klaster

Titik Pusat	X_1	X_2	X_4	X_5	X_6	X_7
C_1	0,904	-0,372	1,163	-0,280	0,023	0,059
C_2	0,243	-0,586	0,082	-0,523	0,173	-0,947
C_3	0,252	-0,504	-0,259	-0,448	-1,234	0,023
C_4	-1,050	1,194	-0,740	0,993	0,685	0,829

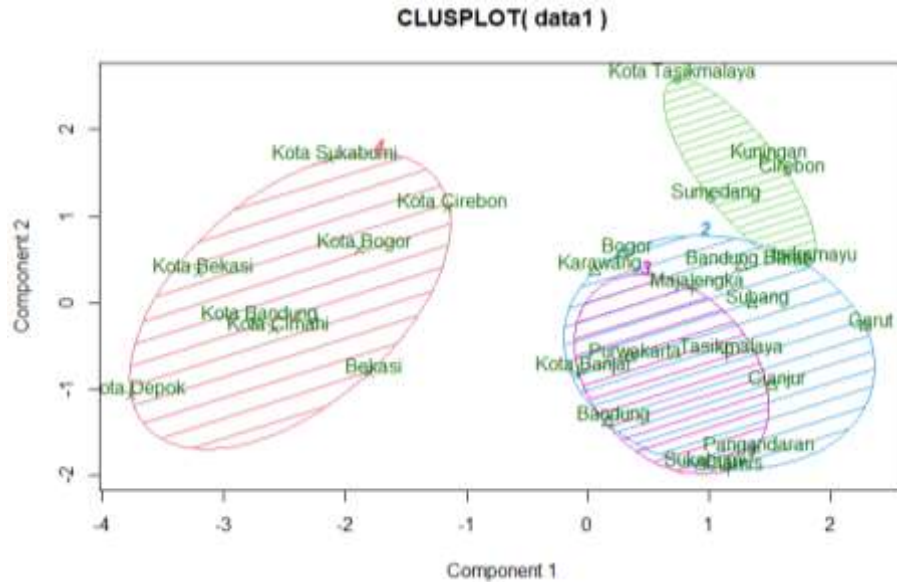
- g. Pengulangan langkah (b) sampai (e) hingga mendapatkan nilai fungsi objektif tidak terdapat perubahan yang signifikan.

Berdasarkan hasil *ouput* hasil klaster menggunakan *software R* yang tertera pada Lampiran 34, hasil pengelompokan 4 klaster yang dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 22. Hasil Pengelompokan data pada 4 Klaster

Wilayah	Klaster	Wilayah	Klaster	Wilayah	Klaster
Bogor	2	Majalengka	3	Kota Bogor	4
Sukabumi	2	Sumedang	1	Kota Sukabumi	4
Cianjur	2	Indramayu	1	Kota Bandung	4
Bandung	2	Subang	2	Kota Cirebon	4
Garut	2	Purwakarta	2	Kota Bekasi	4
Tasikmalaya	3	Karawang	2	Kota Depok	4
Ciamis	3	Bekasi	4	Kota Cimahi	4
Kuningan	1	Bandung Barat	2	Kota Tasikmalaya	1
Cirebon	1	Pangandaran	3	Kota Banjar	3

Pada hasil pengelompokan 4 klaster didapatkan, Klaster 1 memiliki jumlah anggota sebanyak 5 kabupaten/kota, Klaster 2 memiliki jumlah anggota sebanyak 9 kabupaten/kota, Klaster 3 memiliki jumlah anggota sebanyak 5 kabupaten/kota, dan klaster 4 memiliki jumlah anggota sebanyak 8 kabupaten/kota. Klaster yang terbentuk diilustrasikan kedalam bentuk plot klaster yang digambarkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Plot kluster pengelompokan 4 Klaster

Berdasarkan Gambar 6. dapat diketahui daerah arsiran berwarna hijau merupakan Klaster 1 dengan banyak anggota klaster yaitu 5 wilayah. Daerah arsiran berwarna biru merupakan Klaster 2 dengan banyak anggota 9 wilayah. Daerah arsiran berwarna ungu merupakan Klaster 3 dengan banyak anggota 5 wilayah. Daerah arsiran berwarna merah merupakan Klaster 4 dengan banyak anggota 8 wilayah.

4.5 Evaluasi Hasil Klaster menggunakan *Sillhoutte Coefficient*

Evaluasi klaster digunakan untuk mengetahui seberapa baik suatu data terkelompokan. Dalam memulai pengujian klaster menggunakan *Silhoutte Coefficient*, dibutuhkan data yang telah terbentuk dari hasil pengelompokan yang telah dilakukan. Berikut perhitungan *Silhoutte Coefficient* untuk pengelompokan 2 klaster dengan menggunakan objek ke-1 (Kabupaten Bogor) yang berada pada klaster 1 dengan anggota klaster sebanyak 19 objek.

1. Perhitungan rata-rata jarak dari suatu objek ke- i dengan semua objek yang berada pada klaster yang sama :

$$a_i = \frac{1}{19-1} \sum_{r=1}^{19-1} d(x_i, x_r)$$

$$a_1 = \frac{1}{19-1} (d(x_1, x_2) + d(x_1, x_3) + \dots + d(x_1, x_{26}) + d(x_1, x_{27}))$$

$$a_1 = \frac{1}{19-1} \left(\sqrt{(-0,3272 - (-0,4653))^2 + \dots + (-1,5422 - (-1,0916))^2} + \sqrt{(-0,3272 - 0,6713)^2 + \dots + (-1,5422 - (-1,5351))^2} + \dots + \right)$$

$$\frac{1}{18} \left(\sqrt{(-0,3272 - 1,4397)^2 + \dots + (-1,5422 - 1,2372)^2} + \sqrt{(-0,3272 - (-0,6813))^2 + \dots + (-1,5422 - 1,0940)^2} \right)$$

$$a_1 = \frac{1}{18} (53,447) = 2,969$$

Berdasarkan perhitungan rata-rata jarak objek ke- i dengan semua objek yang berada pada kluster yang sama menunjukkan bahwa objek ke-1 (Kabupaten Bogor) memiliki rata-rata jarak dengan semua objek pada kluster 1 yaitu sebesar 2,969.

2. Perhitungan jarak suatu objek ke- i dengan semua objek di kluster lain

Berikut perhitungan jarak data objek ke-1 (Kabupaten Bogor) yang berada di kluster 1 dengan 8 objek lainnya yang berada pada kluster 2:

$$d_i(k) = \frac{1}{2} \sum_{r=1}^2 d(x_i, x_r)$$

$$d_1(2) = \frac{1}{2} (d(x_1, x_{16}) + d(x_1, x_{19}) + \dots + d(x_1, x_{24}) + d(x_1, x_{25}))$$

$$d_1(2) = \frac{1}{2} \left(\sqrt{(-0,3272 - (1,2904))^2 + \dots + (-1,5422 - 0,0320)^2} + \sqrt{(-0,3272 - (-0,5503))^2 + \dots + (-1,5422 - 0,1065)^2} + \dots + \sqrt{(-0,3272 - (-1,2550))^2 + \dots + (-1,5422 - 1,7694)^2} + \sqrt{(-0,3272 - (-1,2550))^2 + \dots + (-1,5422 - 1,3353)^2} \right)$$

$$d_1(2) = \frac{1}{2} (44,161) = 14,720$$

Perhitungan $d_i(k)$ dilanjutkan untuk seluruh objek data pada kluster lain.

Penentuan nilai b_i dalam perhitungan 2 kluster dapat menggunakan nilai $d_i(2)$.

$$b_i = \min(d_i(k))$$

$$b_i = 14,720$$

3. Perhitungan *Silhouette Coefficient*

Dalam menghitung *Silhouette Coefficient* Global, terlebih dahulu menghitung *Silhouette Coefficient* setiap objek data. Berikut contoh perhitungan *Silhouette Coefficient* objek dengan menggunakan objek ke-1 (Kabupaten Bogor):

$$s(x_i) = \frac{b_i - a_i}{\max\{a_i, b_i\}}, i = 1, 2, \dots, n$$

$$s(x_1) = \frac{b_1 - a_1}{\max\{a_1, b_1\}} = \frac{14,7204 - 2,9692}{\max\{14,7204; 2,9692\}} = \frac{11,7584}{14,7204} = 0,798$$

Selanjutnya menghitung *Silhouette Coefficient* tiap klasternya. Berikut perhitungan *Silhouette Coefficient* Klaster 1 dan Klaster 2:

$$s(x_{Ci}) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N s(x_i)$$

$$s(x_{C1}) = \frac{1}{19} (s(x_1) + s(x_2) + \dots + s(x_{26}) + s(x_{27}))$$

$$s(x_{C1}) = \frac{1}{19} (0,7982 + 0,8375 + \dots + 0,7978 + 0,7873) = 0,835$$

$$s(x_{C2}) = \frac{1}{8} (s(x_{16}) + s(x_{19}) + \dots + s(x_{24}) + s(x_{25}))$$

$$s(x_{C2}) = \frac{1}{8} (0,9929 + 0,9796 + \dots + 0,9921 + 0,9878) = 0,984$$

Selanjutnya menghitung *Silhouette Coefficient* globalnya. Berikut perhitungan *Silhouette Coefficient* global 2 klaster :

$$SC = \frac{1}{nk} \sum_{c=1}^{nk} s(x_{Ci})$$

$$SC = \frac{1}{2} (s(x_1) + s(x_2)) = \frac{1}{2} (0,835 + 0,984) = 0,910$$

Berikut hasil *Silhouette Coefficient* untuk setiap klasternya menggunakan *Microsoft Excel* dengan yang dapat dilihat pada Tabel 23.

Tabel 23. Hasil Evaluasi Klaster berdasarkan Nilai *Silhouette Coefficient*

Klaster	<i>Silhouette Coefficient</i>
2 Klaster	0,910
3 Klaster	0,709
4 Klaster	0,474

Dari hasil evaluasi klusterisasi didapatkan bahwa nilai *Silhouette Coefficient* terbesar berada pada pengelompokan 2 klaster dengan nilai *Silhouette Coefficient* sebesar 0,910, hal tersebut menyatakan bahwa tiap anggota pada klaster memiliki kemiripan yang sama. Perhitungan nilai *Silhouette Coefficient* dapat dilihat pada Lampiran 35 sampai Lampiran 37

4.6 Interpretasi Hasil

Profiling hasil analisis klaster dilakukan pada hasil pengklasteran terbaik, yaitu pengklasteran data tingkat kemiskinan 27 Kabupaten/Kota di Jawa Barat

tahun 2022 ke dalam 2 klaster dengan jumlah anggota pada klaster 1 sebanyak 19 dan jumlah anggota pada klaster 2 sebanyak 8.

Hasil pengelompokan analisis klaster *K-Harmonic Means* 2 Klaster dapat dilihat pada Tabel 24.

Tabel 24. Hasil Pengelompokan 2 Klaster

Klaster	Kabupaten/Kota
1	Kab. Bogor, Kab. Sukabumi, Kab. Cianjur, Kab. Bandung, Kab. Garut, Kab. Tasikmalaya, Kab. Ciamis, Kab. Kuningan, Kab. Cirebon, Kab. Majalengka, Kab. Sumedang, Kab. Indramayu, Kab. Subang, Kab. Purwakarta, Kab. Karawang, Kab. Bandung Barat, Kab. Pangandaran, Kota Tasikmalaya, dan Kota Banjar
2	Kab. Bekasi, Kota Bogor, Kota Sukabumi, Kota Bandung, Kota Cirebon, Kota Bekasi, Kota Depok, dan Kota Cimahi

Dalam penelitian ini penentuan karakteristik tiap klaster berdasarkan dari rata-rata variabel dalam satu klasternya. Nilai rata-rata variabel dari masing-masing klaster dapat menunjukkan karakteristik klaster tersebut yang dapat dilihat pada Tabel 25.

Tabel 25. Rata-Rata Variabel Setiap Klaster

Klaster	X_1	X_2	X_4	X_5	X_6	X_7
C_1	9,840%	412.316,336	0,381%	0,352	7,135%	58,335%
C_2	5,838%	602.393,633	0,231%	0,431	9,382%	68,947%

Berdasarkan Tabel 25 nilai rata-rata variabel setiap klaster, dapat diketahui karakteristik dari kedua klaster yang terbentuk, sehingga hasil pengelompokan dijelaskan sebagai berikut:

1. Klaster 1 memiliki rata-rata tingkat persentase penduduk miskin (X_1) sebesar 9,840%, nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata persentase Provinsi Jawa Barat tahun 2023 yaitu sebesar 7,61%. Meskipun demikian, garis kemiskinan (X_2) di Klaster 1 lebih rendah dari nilai rata-rata Provinsi Jawa Barat sebesar 495.229 rupiah/bulan/kapita, hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan minimum penduduk untuk dianggap tidak miskin lebih terjangkau di klaster ini. Indeks keparahan kemiskinan (X_4)

yang juga lebih rendah di Klaster 1 yang menandakan bahwa meskipun persentase penduduk miskin lebih tinggi, ketimpangan kemiskinan relatif lebih ringan. Gini Ratio (X_5) pada Klaster 1 dan Klaster 2 masuk kedalam kategori yang sama yaitu ketimpangan sedang karena nilai gini rasio berada diantara 0,3 – 0,5. Walaupun berada pada kategori yang sama, tetapi gini rasio pada Klaster 1 menunjukkan wilayah yang memiliki ketimpangan relatif lebih ringan dibandingkan Klaster 2. Tingkat pengangguran terbuka (X_6) yang juga lebih rendah di Klaster 1 menunjukkan kesempatan kerja yang lebih baik meskipun tingkat kemiskinan yang lebih tinggi. Angka partisipasi murni SMA/MA/Paket C (X_7) yang lebih rendah di Klaster 1 menunjukkan bahwa hanya 58,335% penduduk usia sekolah yang sudah memanfaatkan fasilitas sekolah sesuai jenjangnya pada wilayah di Klaster 1. Oleh karena itu, klaster ini merupakan klaster wilayah yang harus dijadikan prioritas utama dalam upaya menurunkan tingkat kemiskinan.

2. Klaster 2 menunjukkan persentase penduduk miskin (X_1) yang lebih rendah yaitu sebesar 5,838%, nilai ini berada di bawah nilai rata-rata Provinsi Jawa Barat yaitu sebesar 7,61%. Namun, angka garis kemiskinan (X_2) yang lebih tinggi di Klaster 2 ini menunjukkan bahwa meskipun tingkat kemiskinan lebih rendah, tetapi kebutuhan hidup minimum lebih tinggi yaitu sebesar 602.393 rupiah/bulan/kapita dikarenakan wilayah di Klaster 2 cenderung dekat dengan ibu kota negara maupun ibu kota provinsi. Indeks keparahan kemiskinan (X_4) yang lebih rendah di Klaster 2 menunjukkan pendapatan diantara penduduk miskin relatif sama. Walaupun nilai gini rasio (X_5) Klaster 2 dan Klaster 1 berada pada kategori yang sama yaitu kategori ketimpangan sedang, tetapi nilai gini rasio pada Klaster 2 relatif lebih tinggi dibandingkan dengan Klaster 1, hal ini menunjukkan adanya ketimpangan sedang dalam keseimbangan antara pendapatan dan pengeluaran di wilayah Klaster 2. Meskipun tingkat kemiskinan di Klaster 2 lebih rendah, tetapi tingkat pengangguran terbuka (X_6) lebih tinggi di Klaster 2. Hal ini menunjukkan bahwa adanya tantangan yang lebih besar dalam menciptakan lapangan kerja ataupun mendapatkan pekerjaan. Angka partisipasi murni SMA/MA/Paket C (X_7) yang lebih tinggi di Klaster 2 menunjukkan

menunjukkan bahwa lebih banyak penduduk usia sekolah yang sudah memanfaatkan fasilitas sekolah sesuai jenjangnya dibandingkan Klaster 1. Dengan demikian, klaster ini merupakan klaster prioritas kedua setelah klaster 1 dalam upaya menurunkan tingkat kemiskinan.

Visualisasi dari hasil klaster menggunakan *K-Harmonic Means* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Peta Berwarna Hasil Klaster

Berdasarkan hasil visualisasi data pengelompokan dapat dilihat bahwa klaster 1 sebanyak 70,37% wilayah di Provinsi Jawa Barat memiliki tingkat kemiskinan yang lebih tinggi dibandingkan pada klaster 2 dengan rata-rata anggota pada klaster 1 memiliki wilayah yang luas, maka wilayah pada klaster 1 harus lebih diperhatikan dalam membuat program untuk menanggulangi kemiskinan. Sedangkan, untuk klaster 2 dengan persentase sebesar 29,63% merupakan wilayah-wilayah dengan tingkat kemiskinan yang lebih rendah dari klaster 1 dan luas wilayah yang lebih kecil dibandingkan dengan wilayah-wilayah pada klaster 1, hal ini berarti proses penanganan kemiskinan lebih mudah dilakukan pada wilayah yang kecil.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa pengelompokan kabupaten/kota di Jawa Barat berdasarkan indikator tingkat kemiskinan menggunakan analisis klaster *K-Harmonic Means* diperoleh pengelompokan yang paling optimal dengan jumlah klaster sebanyak 2 klaster berdasarkan nilai *sillhouette coefficient* sebesar 0,909. Klaster 1 merupakan klaster yang memiliki tingkat kemiskinan yang lebih tinggi dibandingkan dengan klaster 2 dengan anggota klaster sebanyak 19 Kabupaten/Kota. Sedangkan Klaster 2 merupakan klaster yang memiliki tingkat kemiskinan lebih rendah dari Klaster 1 dengan anggota klaster sebanyak 8 Kabupaten/Kota. Berdasarkan hasil pengelompokan menggunakan *K-Harmonic Means* dapat dikatakan bahwa kabupaten/kota yang ada pada Klaster 1 perlu dijadikan prioritas utama dalam upaya menurunkan tingkat kemiskinan dan prioritas kedua adalah wilayah kabupaten/kota pada Klaster 2.

5.2 Saran

Dengan masih banyaknya kabupaten/kota yang memiliki tingkat kemiskinan yang tinggi diharapkan pemerintah daerah dapat membuat program dalam menanggulangi kemiskinan lebih mudah dan pengalokasian anggaran yang lebih tepat sasaran. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah dapat menggunakan parameter p yang berbeda untuk mendapatkan dan membandingkan hasil klaster optimal serta dapat membandingkan analisis klaster *K-Harmonic Means* dengan metode analisis klaster lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afdhaliah, N. 2020. Perbandingan Kinerja Algoritma Ward Dan Algoritma *K-Means* Dengan Uji *Silhouette Coefficient*. Skripsi. Universitas Hasanudin. Makasar.
- Arifin, J. 2020. Budaya kemiskinan dalam penanggulangan kemiskinan di Indonesia. *Sosio Informa: Kajian Permasalahan Sosial dan Usaha Kesejahteraan Sosial*. **6(2)**:114-132.
- Atmojo, D. 2017. Analisis Pengaruh Gini Ratio, Indeks Pembangunan Manusia, dan Jumlah Penduduk Terhadap Tingkat Kemiskinan di Provinsi Jawa Barat Tahun 2012-2016. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.
- Badan Perencanaan dan Pengembangan Daerah (BAPPEDA). 2013. Penduduk Miskin dan Pemerataan Pendapatan Kabupaten Magelang Tahun 2012. Magelang: Badan Pusat Statistika Kabupaten Magelang.
- Badan Pusat Statistika Provinsi Jawa Barat. 2022a. Kemiskinan. <https://jabar.bps.go.id/subject/23/kemiskinan.html#subjekViewTab3>. [diakses 19 Desember 2023]
- , 2022b. Tenaga Kerja. <https://jabar.bps.go.id/subject/6/tenaga-kerja.html#subjekViewTab3>. [diakses 19 Desember 2023]
- , 2022c. Pendidikan. <https://jabar.bps.go.id/subject/28/pendidikan.html#subjekViewTab3>. [diakses 19 Desember 2023]
- , 2022d. Indeks Pembangunan Manusia. <https://jabar.bps.go.id/subject/26/indeks-pembangunan-manusia.html#subjekViewTab3> . [diakses 19 Desember 2023]
- , 2023a. Kemiskinan. <https://jabar.bps.go.id/subject/23/kemiskinan.html#subjekViewTab3>. [diakses 19 Desember 2023]
- , 2023b. Perkembangan Tingkat Kemiskinan Provinsi Jawa Barat Maret 2023. Jawa Barat: Badan Pusat Statistika Jawa Barat.
- Gunadi, I.G.A., Singgih, P., I.N.Mistanada., G.S. Prayoga., dan N.M.Y.D.Rahayu. 2019. Analisis Cluster Pada Pengelompokan Siswa Diktuk Bintara Polri TA. 2018/2019, SPN Singaraja-Polda Bali Menggunakan *K-Means* dan *K-Harmonic Means*. *Jurnal Ilmiah Sains*. **17(2)**:13-22. <https://doi.org/10.30646/sinus.v%vi%i.421>.

- Ghozali, I. 2016. Aplikasi Analisis Multivariete Dengan Program IBM SPSS 23. Edisi 8. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Hartanto, D. dan Sri, Y. 2019. Statistik Riset Pendidikan (Dilengkapi Analisis SPSS). Pekanbaru: Cahaya Firdaus.
- Hikma, A., Sekar, R., dan Nurizqi, A. 2019. Pengaruh Partisipasi Pendidikan Terhadap Tingkat Kemiskinan Di Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Ekonomi Bisnis*. **18(1)**: 1-7. <https://doi.org/10.32722/eb.v18i1.3249>.
- Johnson, R. dan Wichern, D. 2007. *Applied Multivariate Analysis*. 6th Edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Jollyta, D., William R, & M. Zarlis. 2020. Konsep Data Mining dan Penerapan. Yogyakarta : Deepublish.
- Lubis, H. 2017. Mengentaskan Kemiskinan: Multidimensional Approach. *Hermeneutika : Jurnal Hermeunitika*. **3(1)**:1-9. <http://dx.doi.org/10.30870/hermeneutika.v3i1.2901>.
- Mattjik, AA dan Sumertajaya IM. 2011. Sidik Peubah Ganda dengan Menggunakan SAS. Bogor : IPB Press.
- Mutaali, A.L. 2023. Perbandingan Algoritma *K-Means* dan *K-Medoids* Untuk Pengelompokan Wilayah Penyebaran Jumlah Positif Covid-19 di Jawa Barat Dengan Analisis *Davies-Bouldin Index*, *Purity* dan *Silhouette Coefficient*. Tugas Akhir. Universitas Siliwangi. Tasikmalaya
- Mustakim, Agus B., dan Irman, H. 2015. Scoring Keputusan Penentuan Pusat Pengembangan Energi Terbarukan Berdasarkan *Cluster* Wilayah Menggunakan Metode SAWP. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. **25(3)**: 260-270.
- Novdwikaputri, F. 2022. Analisis Pengaruh Tingkat Pengangguran Terbuka Dan Indeks Pembangunan Manusia Terhadap Tingkat Kemiskinan Di Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Barat Periode Tahun 2020-2021. *POPULER: Jurnal Penelitian Mahasiswa*. **1(4)**: 63-78.
- Open Data Jabar. 2022. Rasio Gini Berdasarkan Kabupaten/Kota di Jawa Barat. <https://opendata.jabarprov.go.id/id/dataset/gini-ratio-berdasarkan-kabupatenkota-di-jawa-barat>. [diakses 19 Desember 2022]
- Prasetyo, E. 2012. Data Mining : Konsep dan Aplikasi menggunakan MATLAB. CV Andi Offset
- Rahmania, A. 2022. Pengelompokan Provinsi di Indonesia Berdasarkan Indikator Pendidikan Menggunakan Metode Ward dan Single Linkage. Skripsi. Universitas Pakuan.

- Riza, F., dan Andreas, W. 2021. *Terampil Mengolah Data dengan SPSS*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Shalsabila, N.P., Nonong, A., Vionanda, D., dan Permana, D. 2023. *Grouping Level of Poverty Based on District/City in Indonesia Using K-Harmonic Means*. *UNP Journal Of Statistics And Data Science*. **1(3)** :157-163.
- Tan, P.N., Steinbach, M., dan Kumar, V., 2006. *Introduction to Data Mining*. Boston: Pearson Education.
- Ulandari, D.A., & Daniel S. 2020. Perbandingan Tranformasi data pada penentuan Peserta Bimbingan Belajar Menggunakan Metode Perceptron. *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*. **4(3)**: 191-196. <https://doi.org/10.29407/inotek.v4i3.85>
- Ulinuha, N. 2020. *Provincial Clustering in Indonesia Based on Plantation Production Using Fuzzy C-Means*. *ITSMART: Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasi*. **9(1)**:8-12.
- Wahidin, A.J. 2018. Perbandingan Algoritma *K-Means*, *X-Means*, dan *K-Medoids* untuk Klasterisasi Awak Kabin Pada PT. Lion Mentari Airlines. Tesis. Universitas Budi Luhur. Jakarta
- Wahyuni, S., & Jatmiko, Y. A. 2019. Pengelompokan Kabupaten/Kota di Pulau Jawa Berdasarkan Faktor-Faktor Kemiskinan dengan Pendekatan Average Linkage Hierarchical Clustering. *Jurnal Aplikasi Statistika & Komputasi Statistik*. **10(1)** : 1-8. <https://doi.org/10.34123/jurnalasks.v10i1.197>
- Widiartha, I Made. 2011. Studi Komparasi Metode Klasterisasi Data *K-Means* dan *K-Harmonics Means*. *Jurnal Ilmu Komputer*. **4(1)** :30-34. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jik/article/view/6492>
- Widodo, E., Ermayani, P., Laila, L. N., & Madani, A. T. 2021. Pengelompokan Provinsi di Indonesia Berdasarkan Tingkat Kemiskinan Menggunakan Analisis Hierarchical Agglomerative Clustering. *Seminar Nasional Official Statistics*. **2021(1)**:557–566. <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2021i1.971>
- Wijaya, S., M. Abdul., dan Dwi. P. 2018. Pengelompokan Kabupaten/Kota Di Jawa Tengah Menurut Kualitas Udara Ambien Menggunakan Analisis *K-Harmonic Mean Cluster*. *Prosiding Seminar Nasional Statistika 2018*. **1(1)**: 120-128. http://eprints.undip.ac.id/73393/1/Mukid_BUKU_PROSIDING_SEMNAS_STATISTIKA_2018_1.pdf
- Yunistya, D.I., Rito, G., dan Fidia, D.T.A. 2022. Penerapan Metode K – Harmonic Means Dalam Pengelompokan Kabupaten/Kota (Studi Kasus: Kemiskinan di Pulau Kalimantan Tahun 2020). *Jurnal Matematika Statistika dan Komputasi*. **19 (1)**: 51-64. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/jmsk/index>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penelitian

No	Wilayah	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
1	Bogor	7,73	443.787,00	1,49	0,45	0,40	10,64	48,44	71,78
2	Sukabumi	7,34	357.636,00	0,93	0,19	0,31	7,77	52,25	68,49
3	Cianjur	10,55	406.829,00	1,35	0,27	0,31	8,41	48,50	66,55
4	Bandung	6,80	398.884,00	0,90	0,21	0,37	6,98	54,09	73,74
5	Garut	10,42	335.134,00	1,81	0,45	0,30	7,60	52,21	68,11
6	Tasikmalaya	10,73	347.917,00	1,42	0,28	0,38	4,17	62,03	67,76
7	Ciamis	7,72	405.294,00	1,07	0,24	0,34	3,75	50,88	72,05
8	Kuningan	12,76	371.665,00	2,14	0,53	0,35	9,81	66,86	70,72
9	Cirebon	12,01	416.914,00	2,27	0,59	0,36	8,11	60,40	70,95
10	Majalengka	11,94	483.319,00	1,55	0,36	0,37	4,16	65,69	69,13
11	Sumedang	10,14	371.870,00	1,98	0,53	0,39	7,72	61,81	73,18
12	Indramayu	12,77	499.805,00	1,72	0,48	0,30	6,49	59,29	69,25
13	Subang	9,75	372.308,00	1,55	0,41	0,36	7,77	52,56	70,70
14	Purwakarta	8,70	403.663,00	1,19	0,25	0,37	8,75	55,20	72,09
15	Karawang	8,44	521.158,00	1,58	0,41	0,35	9,87	57,22	72,35
16	Bekasi	5,01	579.221,00	0,74	0,18	0,37	10,31	61,75	75,76
17	Bandung Barat	10,82	393.956,00	1,70	0,41	0,37	9,63	50,36	69,61
18	Pangandaran	9,32	411.174,00	1,24	0,26	0,29	1,56	66,78	69,38
19	Kota Bogor	7,10	608.949,00	1,27	0,29	0,43	10,78	62,38	77,85
20	Kota Sukabumi	8,02	594.118,00	1,27	0,38	0,48	8,83	72,50	76,32
21	Kota Bandung	4,25	545.675,00	0,70	0,17	0,46	9,55	67,84	83,04
22	Kota Cirebon	9,82	485.613,00	1,34	0,30	0,47	8,42	68,50	76,46
23	Kota Bekasi	4,43	731.392,00	0,96	0,27	0,44	8,81	70,53	83,03
24	Kota Depok	2,53	744.771,00	0,42	0,10	0,39	7,82	76,44	82,38
25	Kota Cimahi	5,11	549.450,00	0,67	0,14	0,41	10,77	72,77	79,46
26	Kota Tasikmalaya	12,72	498.711,00	2,34	0,65	0,41	6,62	71,94	74,47
27	Kota Banjar	6,73	373.510,00	1,02	0,28	0,36	5,53	70,73	73,08

Lampiran 2. Output R studio Perhitungan untuk Deskripsi Data Penelitian

```
7 View(data2)
8 MIN<-sapply(data2, function(x) min(x))
9 MIN
10 MEAN<-sapply(data2, function(x) mean(x))
11 MEAN
12 MAX<-sapply(data2, function(x) max(x))
13 MAX
14 SD<-sapply(data2, function(x) sd(x))
15 SD
16 KK<-sapply(data2, function(x) sd(x)/mean(x) *100)
14:37 [top level] z
```

Console Terminal Background Jobs

```
R 4.3.1 - /- /- /-
> MIN<-sapply(data2, function(x) min(x))
> MIN
      X1      X2      X3      X4      X5      X6      X7      X8
2.530 335134.000  0.420  0.100  0.294  1.560 48.440 66.550
> MEAN<-sapply(data2, function(x) mean(x))
> MEAN
      X1      X2      X3      X4      X5      X6      X7      X8
8.654074e+00 4.686194e+05 1.356296e+00 3.362963e-01 3.753333e-01 7.801111e+00 6.147963e+01 7.324778e+01
> MAX<-sapply(data2, function(x) max(x))
> MAX
      X1      X2      X3      X4      X5      X6      X7      X8
12.770 744771.000  2.340  0.650  0.482 10.780 76.440 83.040
> SD<-sapply(data2, function(x) sd(x))
> SD
      X1      X2      X3      X4      X5      X6      X7      X8
2.824052e+00 1.111930e+05 4.948049e-01 1.425091e-01 5.092226e-02 2.331956e+00 8.455209e+00 4.688869e+00
> KK<-sapply(data2, function(x) sd(x)/mean(x) *100)
> KK
      X1      X2      X3      X4      X5      X6      X7      X8
32.632633 23.727778 36.482067 42.376042 13.567211 29.892611 13.752863 6.401381
```

Lampiran 3. Hasil Standarisasi Data Penelitian

No	Wilayah	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8
1	Bogor	-0,327	-0,223	0,270	0,798	0,484	1,217	-1,542	-0,313
2	Sukabumi	-0,465	-0,998	-0,862	-1,027	-1,303	-0,013	-1,092	-1,015
3	Cianjur	0,671	-0,556	-0,013	-0,465	-1,224	0,261	-1,535	-1,428
4	Bandung	-0,657	-0,627	-0,922	-0,886	-0,105	-0,352	-0,874	0,105
5	Garut	0,625	-1,200	0,917	0,798	-1,440	-0,086	-1,096	-1,096
6	Tasikmalaya	0,735	-1,086	0,129	-0,395	0,052	-1,557	0,065	-1,170
7	Ciamis	-0,331	-0,570	-0,579	-0,676	-0,753	-1,737	-1,254	-0,255
8	Kuningan	1,454	-0,872	1,584	1,359	-0,596	0,861	0,636	-0,539
9	Cirebon	1,188	-0,465	1,847	1,780	-0,399	0,132	-0,128	-0,490
10	Majalengka	1,164	0,132	0,391	0,166	-0,164	-1,561	0,498	-0,878
11	Sumedang	0,526	-0,870	1,261	1,359	0,367	-0,035	0,039	-0,014
12	Indramayu	1,457	0,280	0,735	1,008	-1,479	-0,562	-0,259	-0,853
13	Subang	0,388	-0,866	0,391	0,517	-0,301	-0,013	-1,055	-0,543
14	Purwakarta	0,016	-0,584	-0,336	-0,606	-0,164	0,407	-0,743	-0,247
15	Karawang	-0,076	0,472	0,452	0,517	-0,439	0,887	-0,504	-0,191
16	Bekasi	-1,290	0,995	-1,246	-1,097	-0,046	1,076	0,032	0,536
17	Bandung Barat	0,767	-0,671	0,695	0,517	-0,144	0,784	-1,315	-0,776
18	Pangandaran	0,236	-0,517	-0,235	-0,535	-1,597	-2,676	0,627	-0,825
19	Kota Bogor	-0,550	1,262	-0,174	-0,325	1,074	1,277	0,106	0,982
20	Kota Sukabumi	-0,225	1,129	-0,174	0,307	2,095	0,441	1,303	0,655
21	Kota Bandung	-1,559	0,693	-1,326	-1,167	1,643	0,750	0,752	2,088
22	Kota Cirebon	0,413	0,153	-0,033	-0,255	1,820	0,265	0,830	0,685
23	Kota Bekasi	-1,496	2,363	-0,801	-0,465	1,290	0,433	1,070	2,086
24	Kota Depok	-2,169	2,484	-1,892	-1,658	0,367	0,008	1,769	1,948
25	Kota Cimahi	-1,255	0,727	-1,387	-1,377	0,642	1,273	1,335	1,325
26	Kota Tasikmalaya	1,440	0,271	1,988	2,201	0,583	-0,506	1,237	0,261
27	Kota Banjar	-0,681	-0,855	-0,680	-0,395	-0,262	-0,974	1,094	-0,036

Lampiran 4. *Output R studio* Perhitungan Koefisien Korelasi Data Penelitian

```
1 install.packages("Hmisc")
2 library(Hmisc)
3 library(tidyverse)
4 data<- data_standar1
5 data1=data[,-1]
6 row.names(data1)=data$wILAYAH
7 View(data1)
8 data2<-as.matrix(data1)
9 kor<-rcorr(data2)
10 kor
```

10:1 (Top Level) ±

Console Terminal Background Jobs

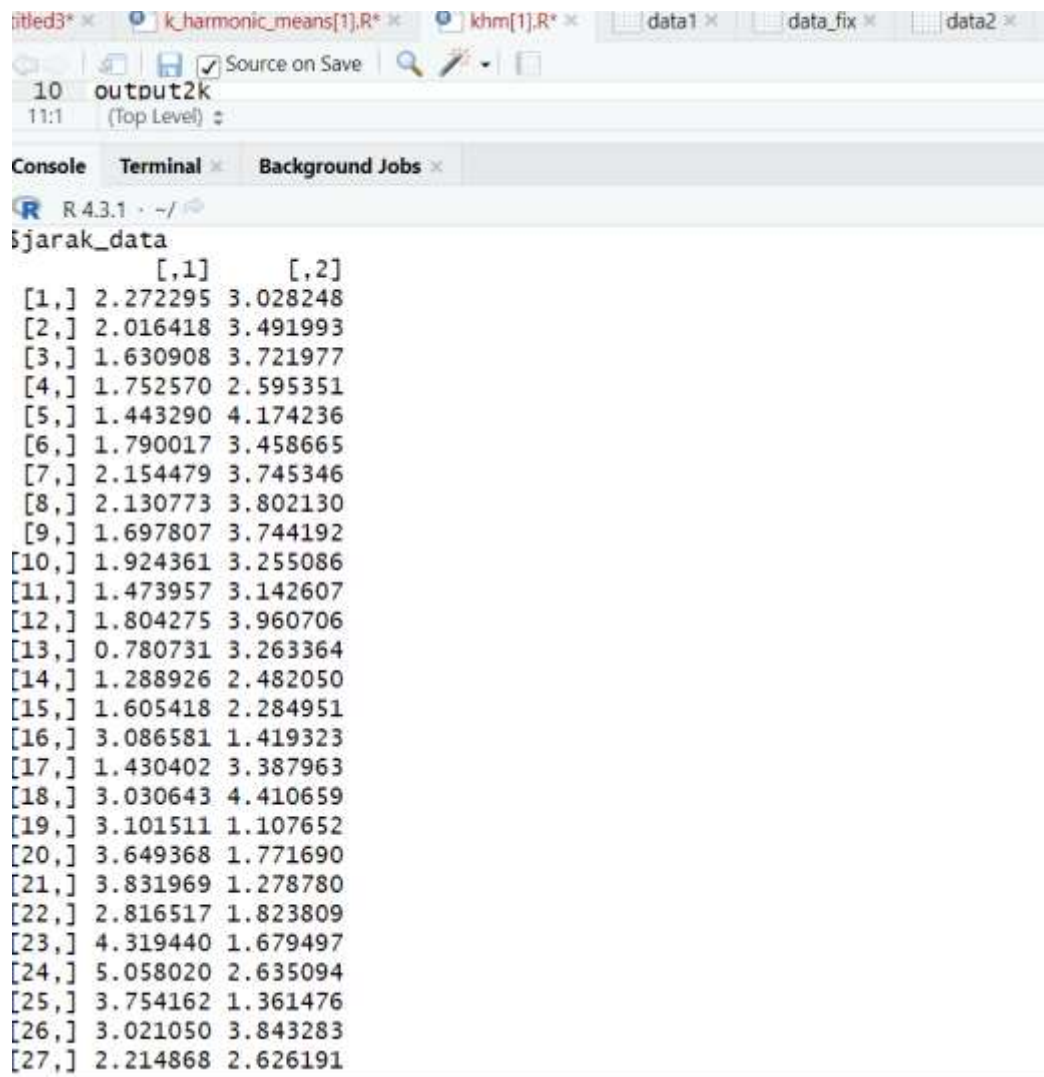
R 4.3.1 - ~/

```
> kor[["r"]]
      X1      X2      X3      X4      X5      X6      X7      X8
X1  1.000000 -0.6010475  0.8926950  0.78879796 -0.3965612 -0.28953898 -0.2775458 -0.7500829
X2 -0.6010475  1.0000000 -0.4592264 -0.33008654  0.5752011  0.34259261  0.5963863  0.8178282
X3  0.8926950 -0.4592264  1.0000000  0.96425207 -0.2262924 -0.06749530 -0.2000267 -0.5385471
X4  0.7887980 -0.3300865  0.9642521  1.00000000 -0.1177485  0.01429453 -0.1259023 -0.4019499
X5 -0.3965612  0.5752011 -0.2262924 -0.11774850  1.0000000  0.43047033  0.5352846  0.7594423
X6 -0.2895390  0.3425926 -0.0674953  0.01429453  0.4304703  1.00000000 -0.0506097  0.4083239
X7 -0.2775458  0.5963863 -0.2000267 -0.12590235  0.5352846 -0.05060970  1.0000000  0.6477939
X8 -0.7500829  0.8178282 -0.5385471 -0.40194989  0.7594423  0.40832394  0.6477939  1.0000000
```

Lampiran 5. Hasil Perhitungan Jarak *Euclidean* 2 Klaster terhadap Titik Pusat Awal

Objek	C1	C2	Jarak Minimum	Klaster
1	3,486163	5,402978	3,48616252	1
2	3,240161	5,137462	3,24016117	1
3	2,420785	5,677915	2,42078453	1
4	3,345789	4,460663	3,34578889	1
5	1,964498	6,236557	1,96449761	1
6	2,792553	5,312038	2,79255285	1
7	3,107123	5,205878	3,10712258	1
8	2,249572	6,03521	2,24957248	1
9	1,700104	5,998818	1,70010399	1
10	2,029736	4,931647	2,02973573	1
11	2,467543	5,532497	2,46754316	1
12	0	5,740952	0	1
13	2,241153	5,559818	2,24115256	1
14	2,886831	4,69497	2,8868309	1
15	2,423443	4,443427	2,42344298	1
16	4,161173	2,762559	2,7625595	2
17	2,517143	5,80348	2,51714266	1
18	3,127143	5,330134	3,12714327	1
19	4,099678	3,280923	3,28092285	2
20	4,501416	3,58698	3,58697962	2
21	5,14761	2,65189	2,65188966	2
22	3,931754	4,138261	3,93175394	1
23	5,065041	1,846845	1,84684516	2
24	5,740952	0	0	2
25	4,863855	2,421432	2,42143213	2
26	2,813649	5,779831	2,81364927	1
27	3,364006	4,095203	3,36400553	1

Lampiran 6. *Output R studio* Perhitungan Jarak *Euclidean* Analisis KHM 2 Klaster

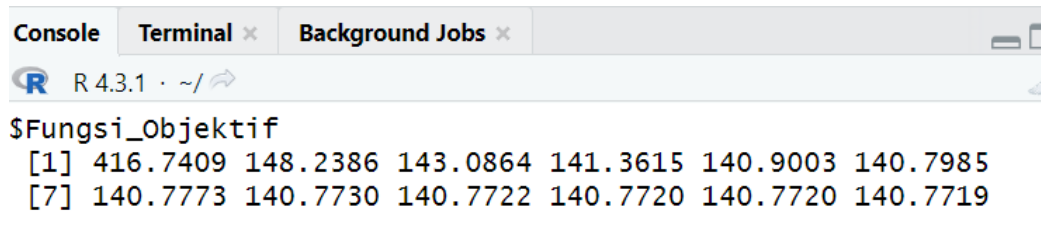


```
itled3* x k_harmonic_means[1].R* x khm[1].R* x data1 x data_fix x data2 x
10 output2k
11:1 (Top Level)
Console Terminal Background Jobs
R 4.3.1 ~-
jjarak_data
      [,1] [,2]
[1,] 2.272295 3.028248
[2,] 2.016418 3.491993
[3,] 1.630908 3.721977
[4,] 1.752570 2.595351
[5,] 1.443290 4.174236
[6,] 1.790017 3.458665
[7,] 2.154479 3.745346
[8,] 2.130773 3.802130
[9,] 1.697807 3.744192
[10,] 1.924361 3.255086
[11,] 1.473957 3.142607
[12,] 1.804275 3.960706
[13,] 0.780731 3.263364
[14,] 1.288926 2.482050
[15,] 1.605418 2.284951
[16,] 3.086581 1.419323
[17,] 1.430402 3.387963
[18,] 3.030643 4.410659
[19,] 3.101511 1.107652
[20,] 3.649368 1.771690
[21,] 3.831969 1.278780
[22,] 2.816517 1.823809
[23,] 4.319440 1.679497
[24,] 5.058020 2.635094
[25,] 3.754162 1.361476
[26,] 3.021050 3.843283
[27,] 2.214868 2.626191
```

Lampiran 7. Hasil Perhitungan Nilai Fungsi Objektif 2 Klaster

Objek	$\frac{1}{\ x_i - C_1\ ^2}$	$\frac{1}{\ x_i - C_2\ ^2}$	Fungsi Objektif
1	0,1937	0,1091	6,6067
2	0,2459	0,0820	6,0984
3	0,3760	0,0722	4,4628
4	0,3256	0,1485	4,2193
5	0,4801	0,0574	3,7213
6	0,3121	0,0836	5,0544
7	0,2154	0,0713	6,9754
8	0,2202	0,0692	6,9103
9	0,3469	0,0713	4,7818
10	0,2700	0,0944	5,4884
11	0,4603	0,1013	3,5618
12	0,3072	0,0637	5,3920
13	1,6407	0,0939	1,1530
14	0,6020	0,1623	2,6169
15	0,3880	0,1915	3,4511
16	0,1050	0,4964	3,3256
17	0,4887	0,0871	3,4730
18	0,1089	0,0514	12,4781
19	0,1040	0,8150	2,1764
20	0,0751	0,3186	5,0804
21	0,0681	0,6115	2,9429
22	0,1261	0,3006	4,6871
23	0,0536	0,3545	4,9005
24	0,0391	0,1440	10,9229
25	0,0710	0,5395	3,2764
26	0,1096	0,0677	11,2825
27	0,2038	0,1450	5,7334
Nilai Fungsi Objektif			140,7729

Lampiran 8. *Output R studio* Fungsi Objektif Analisis KHM 2 Klaster

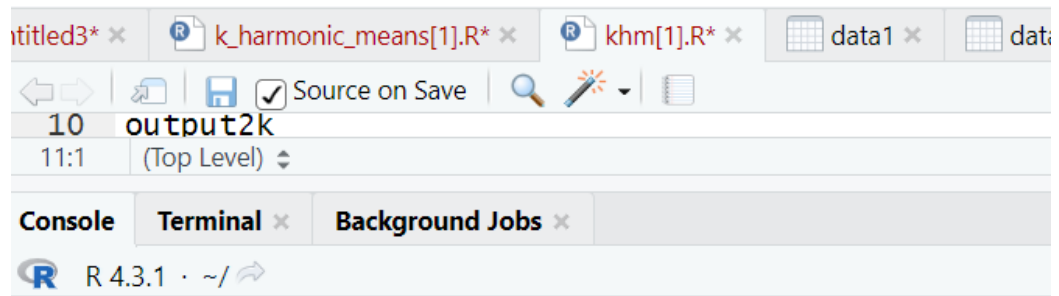


```
Console Terminal x Background Jobs x  
R 4.3.1 · ~/ ↵  
$Fungsi_Objektif  
[1] 416.7409 148.2386 143.0864 141.3615 140.9003 140.7985  
[7] 140.7773 140.7730 140.7722 140.7720 140.7720 140.7719
```

Lampiran 9. Hasil Perhitungan Nilai Keanggotaan 2 Kluster

Objek	$(x_i - C_1)^{-p-2}$	$(x_i - C_2)^{-p-2}$	$\sum_{i=1}^K \ x_i - C_i\ ^{-p-2}$	$m(C_1 x_i)$	$m(C_2 x_i)$
1	0,0375	0,0119	0,0494	0,7593	0,2407
2	0,0605	0,0067	0,0672	0,8999	0,1001
3	0,1413	0,0052	0,1466	0,9644	0,0356
4	0,1060	0,0220	0,1280	0,8279	0,1721
5	0,2304	0,0033	0,2337	0,9859	0,0141
6	0,0974	0,0070	0,1044	0,9331	0,0669
7	0,0464	0,0051	0,0515	0,9013	0,0987
8	0,0485	0,0048	0,0533	0,9102	0,0898
9	0,1204	0,0051	0,1254	0,9594	0,0406
10	0,0729	0,0089	0,0818	0,8911	0,1089
11	0,2118	0,0103	0,2221	0,9538	0,0462
12	0,0944	0,0041	0,0984	0,9587	0,0413
13	2,6919	0,0088	2,7007	0,9967	0,0033
14	0,3623	0,0263	0,3887	0,9322	0,0678
15	0,1505	0,0367	0,1872	0,8041	0,1959
16	0,0110	0,2464	0,2575	0,0428	0,9572
17	0,2389	0,0076	0,2465	0,9692	0,0308
18	0,0119	0,0026	0,0145	0,8177	0,1823
19	0,0108	0,6642	0,6750	0,0160	0,9840
20	0,0056	0,1015	0,1071	0,0526	0,9474
21	0,0046	0,3739	0,3786	0,0123	0,9877
22	0,0159	0,0904	0,1063	0,1495	0,8505
23	0,0029	0,1257	0,1286	0,0223	0,9777
24	0,0015	0,0207	0,0223	0,0686	0,9314
25	0,0050	0,2910	0,2961	0,0170	0,9830
26	0,0120	0,0046	0,0166	0,7237	0,2763
27	0,0416	0,0210	0,0626	0,6640	0,3360

Lampiran 10. Output R studio Nilai Keanggotaan Analisis KHM 2 Klaster



The screenshot shows the R Studio interface. The top toolbar includes navigation and editing icons. The source editor shows a file named 'output2k' at line 11:1. The console window is active, displaying the output of an R command. The output is a matrix with 27 rows and 2 columns, labeled 'Nilai_Keanggotaan'. The first column is labeled '[,1]' and the second column is labeled '[,2]'. The values range from approximately 0.01 to 0.99.

```
$Nilai_Keanggotaan
      [,1]      [,2]
[1,] 0.75918797 0.240812026
[2,] 0.89990270 0.100097304
[3,] 0.96442927 0.035570732
[4,] 0.82776438 0.172235618
[5,] 0.98590260 0.014097405
[6,] 0.93301622 0.066983779
[7,] 0.90126789 0.098732105
[8,] 0.91017434 0.089825661
[9,] 0.95941370 0.040586296
[10,] 0.89108444 0.108915557
[11,] 0.95380705 0.046192949
[12,] 0.95869494 0.041305064
[13,] 0.99673251 0.003267486
[14,] 0.93215551 0.067844494
[15,] 0.80393695 0.196063046
[16,] 0.04280329 0.957196710
[17,] 0.96918614 0.030813858
[18,] 0.81766882 0.182331185
[19,] 0.01600684 0.983993162
[20,] 0.05262497 0.947375027
[21,] 0.01226322 0.987736775
[22,] 0.14943641 0.850563591
[23,] 0.02237005 0.977629946
[24,] 0.06865547 0.931344534
[25,] 0.01701922 0.982980783
[26,] 0.72360754 0.276392463
[27,] 0.66390094 0.336099056
```

Lampiran 11. Hasil Perhitungan Nilai Bobot 2 Klaster

Objek	$(x_i - c_1)^{-p}$	$(x_i - c_2)^{-p}$	$\sum_{l=1}^K \ x_i - c_l\ ^{-p-2}$	$\left(\sum_{l=1}^K \ x_i - c_l\ ^{-p}\right)^2$	$w(x_i)$
1	0,1937	0,1091	0,0494	0,0916	0,5391
2	0,2459	0,0820	0,0672	0,1076	0,6249
3	0,3760	0,0722	0,1466	0,2008	0,7297
4	0,3256	0,1485	0,1280	0,2247	0,5698
5	0,4801	0,0574	0,2337	0,2888	0,8092
6	0,3121	0,0836	0,1044	0,1566	0,6667
7	0,2154	0,0713	0,0515	0,0822	0,6264
8	0,2202	0,0692	0,0533	0,0838	0,6362
9	0,3469	0,0713	0,1254	0,1749	0,7171
10	0,2700	0,0944	0,0818	0,1328	0,6162
11	0,4603	0,1013	0,2221	0,3153	0,7044
12	0,3072	0,0637	0,0984	0,1376	0,7154
13	1,6407	0,0939	2,7007	3,0089	0,8976
14	0,6020	0,1623	0,3887	0,5841	0,6654
15	0,3880	0,1915	0,1872	0,3359	0,5575
16	0,1050	0,4964	0,2575	0,3617	0,7119
17	0,4887	0,0871	0,2465	0,3316	0,7432
18	0,1089	0,0514	0,0145	0,0257	0,5643
19	0,1040	0,8150	0,6750	0,8445	0,7993
20	0,0751	0,3186	0,1071	0,1550	0,6913
21	0,0681	0,6115	0,3786	0,4619	0,8197
22	0,1261	0,3006	0,1063	0,1821	0,5837
23	0,0536	0,3545	0,1286	0,1666	0,7718
24	0,0391	0,1440	0,0223	0,0335	0,6642
25	0,0710	0,5395	0,2961	0,3726	0,7946
26	0,1096	0,0677	0,0166	0,0314	0,5279
27	0,2038	0,1450	0,0626	0,1217	0,5142

Lampiran 12. *Output R studio* Nilai Bobot Analisis KHM 2 Klaster

```
Console Terminal × Background Jobs ×  
R 4.3.1 · ~/ ↗  
$Bobot  
[1] 0.5390391 0.6248987 0.7296955 0.5697453 0.8092021  
[6] 0.6666721 0.6263294 0.6361875 0.7170208 0.6161177  
[11] 0.7043218 0.7153128 0.8975557 0.6653547 0.5574032  
[16] 0.7118316 0.7431484 0.5642594 0.7993586 0.6912917  
[21] 0.8195937 0.5837588 0.7717433 0.6641276 0.7944796  
[26] 0.5278643 0.5142058
```

Lampiran 13. *Output R studio* Titik Pusat Analisis KHM 2 Klaster

```
Console Terminal Background Jobs
R 4.3.1 ~ -/

$titik_pusat
      X1      X2      X4      X5      X6      X7
Indramayu  0.4650567 -0.5253603  0.3245794 -0.4750191 -0.2295446 -0.4438775
Kota Depok -0.8313540  0.9422598 -0.5823953  0.8377395  0.5251434  0.7046539
```

Lampiran 14. *Output R studio* Hasil Klaster Analisis KHM 2 Klaster

```
Console Terminal Background Jobs
R 4.3.1 - ~/
$Klaster
[1] 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 1 1 2 2 2 2 2 2 1 1

$JumlahAnggota
klaster
 1 2
19 8
```

Lampiran 15. Hasil Perhitungan Jarak *Euclidean* 3 Klaster terhadap Titik Pusat Awal

Objek	C1	C2	C3	Jarak Minimum	Klaster
1	2,7321	2,6980	5,4030	2,6980	2
2	2,1409	3,5586	5,1375	2,1409	1
3	1,5405	2,8276	5,6779	1,5405	1
4	2,5906	3,3791	4,4607	2,5906	1
5	0,0000	1,9729	6,2366	0,0000	1
6	2,6811	2,9014	5,3120	2,6811	1
7	2,5897	3,6385	5,2059	2,5897	1
8	2,3923	1,2519	6,0352	1,2519	2
9	1,9729	0,0000	5,9988	0,0000	2
10	2,9685	2,5056	4,9316	2,5056	2
11	2,2338	1,1926	5,5325	1,1926	2
12	1,9645	1,7001	5,7410	1,7001	2
13	1,2455	1,8131	5,5598	1,2455	1
14	2,1721	2,7548	4,6950	2,1721	1
15	2,3814	2,1875	4,4434	2,1875	2
16	4,0799	4,1943	2,7626	2,7626	3
17	1,6924	1,9276	5,8035	1,6924	1
18	3,4785	4,0207	5,3301	3,4785	1
19	4,2815	3,7379	3,2809	3,2809	3
20	4,9920	3,8821	3,5870	3,5870	3
21	5,0834	4,7858	2,6519	2,6519	3
22	4,1769	3,3142	4,1383	3,3142	2
23	5,5865	4,9622	1,8468	1,8468	3
24	6,2366	5,9988	0,0000	0,0000	3
25	4,9067	4,6783	2,4214	2,4214	3
26	3,8092	2,0042	5,7798	2,0042	2
27	3,1974	3,3340	4,0952	3,1974	1

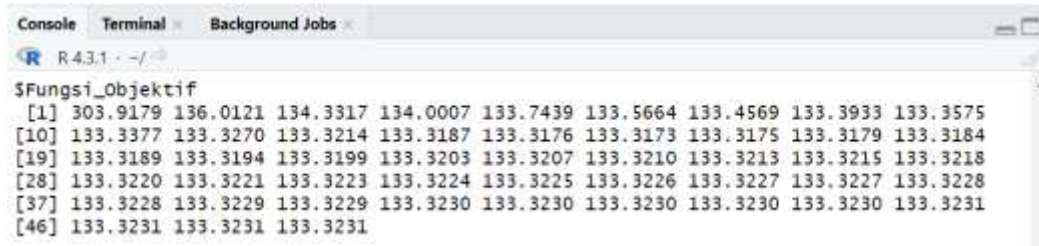
Lampiran 16. *Output R studio* Jarak Data *Euclidean* Analisis KHM 3 Klaster

```
Console Terminal × Background Jobs ×
R 4.3.1 · ~/ ↵
$jarak_data
      [,1]      [,2]      [,3]
[1,] 2.1568960 2.577170 3.232874
[2,] 1.5300535 2.738080 3.713004
[3,] 1.2850565 2.267000 3.971693
[4,] 1.3173184 2.413604 2.821080
[5,] 1.4622226 1.777602 4.454338
[6,] 1.9022368 1.915893 3.722131
[7,] 1.8732419 2.705326 3.977711
[8,] 2.5534977 1.665826 4.057940
[9,] 2.1756908 1.152622 4.018045
[10,] 2.2758503 1.644387 3.507779
[11,] 1.8840773 1.079448 3.419117
[12,] 2.1717509 1.549484 4.224850
[13,] 0.7414814 1.296839 3.546081
[14,] 0.9111187 1.924222 2.734829
[15,] 1.6483414 1.800209 2.518278
[16,] 2.8944676 3.434660 1.430090
[17,] 1.3936561 1.768094 3.650398
[18,] 3.1117657 3.121036 4.627704
[19,] 3.0932307 3.204137 1.130350
[20,] 3.8536540 3.421786 1.784223
[21,] 3.7416873 4.013958 1.117743
[22,] 2.9860868 2.683170 1.981412
[23,] 4.3572221 4.324307 1.461022
[24,] 5.0164420 5.168998 2.427908
[25,] 3.6882019 3.914826 1.225406
[26,] 3.5491007 2.284855 4.059861
[27,] 2.2792042 2.328835 2.840611
```

Lampiran 17. Hasil Perhitungan Nilai Fungsi Objektif 3 Klaster

Objek	$\frac{1}{\ x_i - c_1\ ^2}$	$\frac{1}{\ x_i - c_2\ ^2}$	$\frac{1}{\ x_i - c_3\ ^2}$	Fungsi Objektif
1	0,2150	0,1506	0,0957	6,5049
2	0,4272	0,1334	0,0725	4,7388
3	0,6056	0,1946	0,0634	3,4741
4	0,5763	0,1717	0,1257	3,4342
5	0,4677	0,3165	0,0504	3,5946
6	0,2764	0,2724	0,0722	4,8312
7	0,2850	0,1366	0,0632	6,1879
8	0,1534	0,3604	0,0607	5,2223
9	0,2113	0,7527	0,0619	2,9243
10	0,1931	0,3698	0,0813	4,6572
11	0,2817	0,8582	0,0855	2,4480
12	0,2120	0,4165	0,0560	4,3824
13	1,8189	0,5946	0,0795	1,2034
14	1,2046	0,2701	0,1337	1,8652
15	0,3680	0,3086	0,1577	3,5958
16	0,1194	0,0848	0,4890	4,3284
17	0,5149	0,3199	0,0750	3,2975
18	0,1033	0,1027	0,0467	11,8752
19	0,1045	0,0974	0,7827	3,0470
20	0,0673	0,0854	0,3141	6,4258
21	0,0714	0,0621	0,8004	3,2123
22	0,1121	0,1389	0,2547	5,9316
23	0,0527	0,0535	0,4685	5,2208
24	0,0397	0,0374	0,1696	12,1552
25	0,0735	0,0652	0,6659	3,7280
26	0,0794	0,1916	0,0607	9,0468
27	0,1925	0,1844	0,1239	5,9902
Nilai Fungsi Objektif				133,3231

Lampiran 18. *Output R studio* Fungsi Objektif Analisis KHM 3 Klaster



```
Console Terminal Background Jobs
R 4.3.1 - ~/
$Fungsi_Objektif
[1] 303.9179 136.0121 134.3317 134.0007 133.7439 133.5664 133.4569 133.3933 133.3575
[10] 133.3377 133.3270 133.3214 133.3187 133.3176 133.3173 133.3175 133.3179 133.3184
[19] 133.3189 133.3194 133.3199 133.3203 133.3207 133.3210 133.3213 133.3215 133.3218
[28] 133.3220 133.3221 133.3223 133.3224 133.3225 133.3226 133.3227 133.3227 133.3228
[37] 133.3228 133.3229 133.3229 133.3230 133.3230 133.3230 133.3230 133.3230 133.3231
[46] 133.3231 133.3231 133.3231
```

Lampiran 19. Hasil Perhitungan Nilai Keanggotaan 3 Kluster

Objek	$(x_i - c_1)^{-p-2}$	$(x_i - c_2)^{-p-2}$	$(x_i - c_3)^{-p-2}$	$\sum_{i=1}^K \ x_i - c_i\ ^{-p-2}$	$m(c_1 x_i)$	$m(c_2 x_i)$	$m(c_3 x_i)$
1	0,0462	0,0227	0,0092	0,0780	0,5922	0,2905	0,1173
2	0,1825	0,0178	0,0053	0,2055	0,8878	0,0866	0,0256
3	0,3667	0,0379	0,0040	0,4086	0,8975	0,0927	0,0098
4	0,3321	0,0295	0,0158	0,3773	0,8801	0,0781	0,0418
5	0,2187	0,1002	0,0025	0,3214	0,6805	0,3116	0,0079
6	0,0000	0,0742	0,0052	0,0794	0,0000	0,9344	0,0656
7	0,0812	0,0187	0,0040	0,1039	0,7818	0,1797	0,0385
8	0,0235	0,1299	0,0037	0,1571	0,1497	0,8268	0,0235
9	0,0446	0,5666	0,0038	0,6150	0,0726	0,9212	0,0062
10	0,0373	0,1368	0,0066	0,1806	0,2063	0,7571	0,0366
11	0,0794	0,7365	0,0073	0,8232	0,0964	0,8947	0,0089
12	0,0450	0,1735	0,0031	0,2216	0,2029	0,7830	0,0142
13	3,3083	0,3536	0,0063	3,6681	0,9019	0,0964	0,0017
14	1,4511	0,0729	0,0179	1,5419	0,9411	0,0473	0,0116
15	0,1355	0,0952	0,0249	0,2555	0,5301	0,3726	0,0973
16	0,0142	0,0072	0,2391	0,2605	0,0547	0,0276	0,9177
17	0,2651	0,1023	0,0056	0,3730	0,7106	0,2743	0,0151
18	0,0107	0,0000	0,0022	0,0128	0,8303	0,0000	0,1697
19	0,0109	0,0095	0,6126	0,6330	0,0173	0,0150	0,9678
20	0,0045	0,0073	0,0987	0,1105	0,0410	0,0660	0,8930
21	0,0051	0,0039	0,6407	0,6496	0,0079	0,0059	0,9862
22	0,0126	0,0193	0,0649	0,0967	0,1300	0,1994	0,6706
23	0,0028	0,0029	0,2195	0,2251	0,0123	0,0127	0,9750
24	0,0016	0,0014	0,0288	0,0318	0,0497	0,0441	0,9062
25	0,0054	0,0043	0,0000	0,0097	0,5594	0,4406	0,0000
26	0,0063	0,0367	0,0037	0,0467	0,1350	0,7861	0,0789
27	0,0371	0,0340	0,0154	0,0864	0,4288	0,3934	0,1777

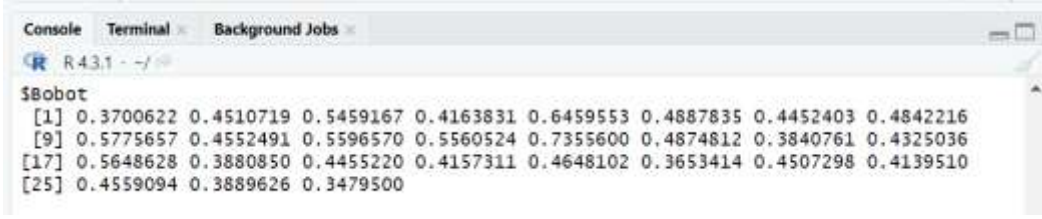
Lampiran 20. Output R studio Nilai Keanggotaan Analisis KHM 3 Klaster

```
Console Terminal x Background Jobs x
R 4.3.1 · ~/
$Nilai_Keanggotaan
      [,1]      [,2]      [,3]
[1,] 0.592145302 0.290527950 0.117326749
[2,] 0.887828901 0.086570458 0.025600641
[3,] 0.897496732 0.092667150 0.009836119
[4,] 0.880066132 0.078092161 0.041841707
[5,] 0.680518147 0.311579318 0.007902535
[6,] 0.490203595 0.476356868 0.033439538
[7,] 0.781825709 0.179720038 0.038454254
[8,] 0.149745519 0.826775627 0.023478853
[9,] 0.072559819 0.921202404 0.006237777
[10,] 0.206350568 0.757086010 0.036563422
[11,] 0.096401424 0.894710127 0.008888449
[12,] 0.202881816 0.782952460 0.014165724
[13,] 0.901884392 0.096391455 0.001724152
[14,] 0.941099755 0.047306666 0.011593579
[15,] 0.530084498 0.372612611 0.097302891
[16,] 0.054688194 0.027582546 0.917729260
[17,] 0.710590324 0.274312567 0.015097109
[18,] 0.456083335 0.450676276 0.093240389
[19,] 0.017257009 0.014989035 0.967753957
[20,] 0.041033195 0.066010628 0.892956177
[21,] 0.007853647 0.005929920 0.986216433
[22,] 0.129999963 0.199415054 0.670584982
[23,] 0.012324803 0.012704314 0.974970882
[24,] 0.049722976 0.044107450 0.906169574
[25,] 0.011926214 0.009395295 0.978678490
[26,] 0.135033956 0.786103194 0.078862850
[27,] 0.428840075 0.393423890 0.177736035
```

Lampiran 21. Hasil Perhitungan Nilai Bobot 3 Klaster

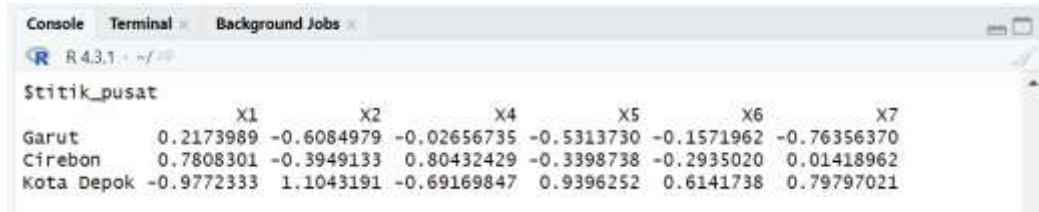
Objek	$(x_i - C_1)^{-2}$	$(x_i - C_2)^{-2}$	$(x_i - C_3)^{-2}$	$\sum_{l=1}^K \ x_i - C_l\ ^{-2-2}$	$\left(\sum_{l=1}^K \ x_i - C_l\ ^{-2}\right)^2$	$w(x_i)$
1	0,2150	0,1506	0,0957	0,0780	0,2127	0,3668
2	0,4272	0,1334	0,0725	0,2055	0,4008	0,5128
3	0,6056	0,1946	0,0634	0,4086	0,7457	0,5479
4	0,5763	0,1717	0,1257	0,3773	0,7631	0,4945
5	0,4677	0,3165	0,0504	0,3214	0,6965	0,4615
6	0,2764	0,2724	0,0722	0,1558	0,3856	0,4040
7	0,2850	0,1366	0,0632	0,1039	0,2350	0,4419
8	0,1534	0,3604	0,0607	0,1571	0,3300	0,4760
9	0,2113	0,7527	0,0619	0,6150	1,0525	0,5844
10	0,1931	0,3698	0,0813	0,1806	0,4149	0,4354
11	0,2817	0,8582	0,0855	0,8232	1,5018	0,5482
12	0,2120	0,4165	0,0560	0,2216	0,4686	0,4728
13	1,8189	0,5946	0,0795	3,6681	6,2150	0,5902
14	1,2046	0,2701	0,1337	1,5419	2,5870	0,5960
15	0,3680	0,3086	0,1577	0,2555	0,6961	0,3671
16	0,1194	0,0848	0,4890	0,2605	0,4804	0,5423
17	0,5149	0,3199	0,0750	0,3730	0,8277	0,4507
18	0,1033	0,1027	0,0467	0,0234	0,0638	0,3664
19	0,1045	0,0974	0,7827	0,6330	0,9694	0,6530
20	0,0673	0,0854	0,3141	0,1105	0,2180	0,5070
21	0,0714	0,0621	0,8004	0,6496	0,8722	0,7448
22	0,1121	0,1389	0,2547	0,0967	0,2558	0,3782
23	0,0527	0,0535	0,4685	0,2251	0,3302	0,6817
24	0,0397	0,0374	0,1696	0,0318	0,0609	0,5214
25	0,0735	0,0652	0,6659	0,4531	0,6476	0,6998
26	0,0794	0,1916	0,0607	0,0467	0,1100	0,4245
27	0,1925	0,1844	0,1239	0,0864	0,2508	0,3445

Lampiran 22. Output R studio Nilai Bobot Analisis KHM 3 Klaster



```
Console Terminal Background Jobs
R 4.3.1 - ~/
$Bobot
[1] 0.3700622 0.4510719 0.5459167 0.4163831 0.6459553 0.4887835 0.4452403 0.4842216
[9] 0.5775657 0.4552491 0.5596570 0.5560524 0.7355600 0.4874812 0.3840761 0.4325036
[17] 0.5648628 0.3880850 0.4455220 0.4157311 0.4648102 0.3653414 0.4507298 0.4139510
[25] 0.4559094 0.3889626 0.3479500
```

Lampiran 23. Output R studio Titik Pusat Analisis KHM 3 Klaster



```
R 4.3.1 ~ /  
$titik_pusat  
      X1      X2      X4      X5      X6      X7  
Garut  0.2173989 -0.6084979 -0.02656735 -0.5313730 -0.1571962 -0.76356370  
Cirebon 0.7808301 -0.3949133 0.80432429 -0.3398738 -0.2935020 0.01418962  
Kota Depok -0.9772333 1.1043191 -0.69169847 0.9396252 0.6141738 0.79797021
```

Lampiran 24. Output R studio Hasil Klaster Analisis KHM 3 Klaster

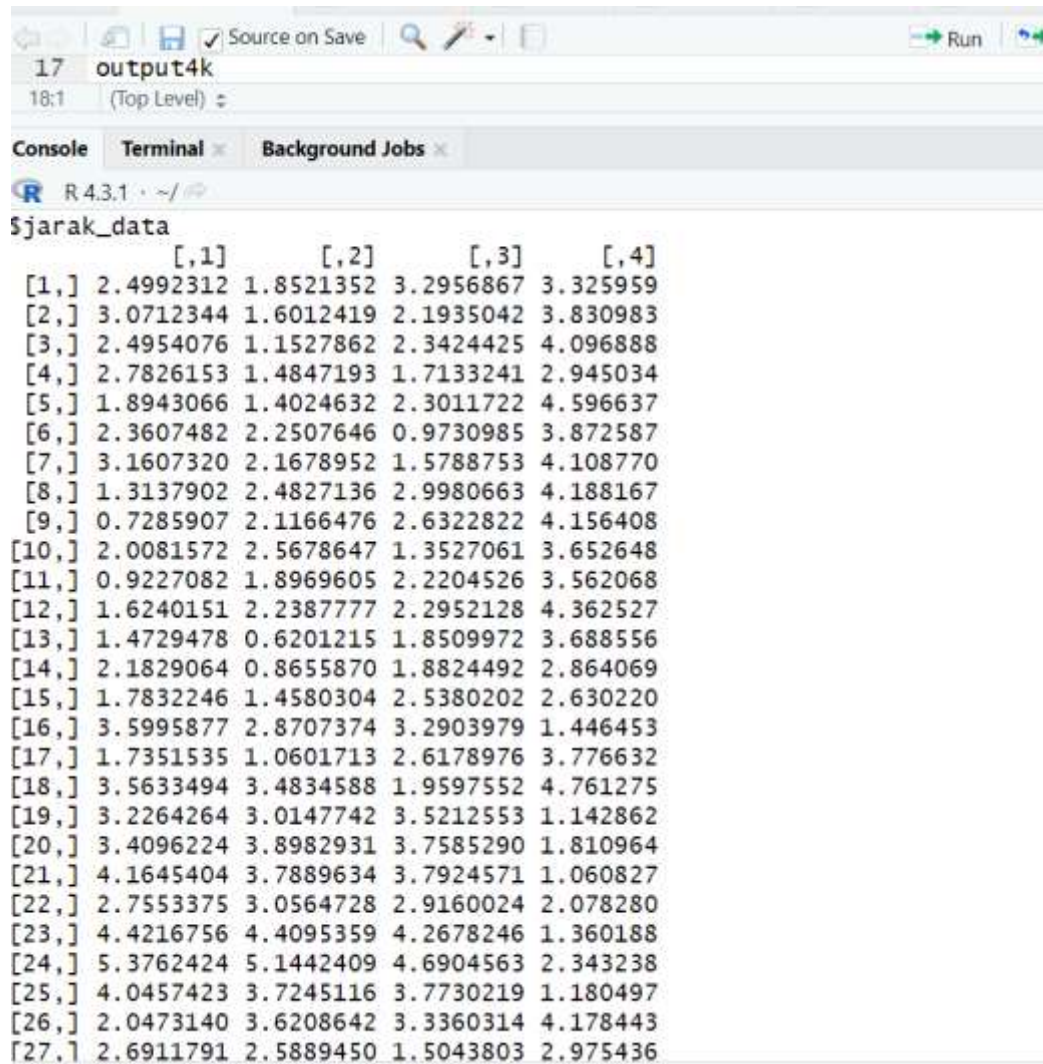
```
Console Terminal x Background Jobs x
R 4.3.1 . -/ ↵
$Klaster
[1] 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 1 1 1 3 1 1 3 3 3 3 3 3 3 2 1

$JumlahAnggota
klaster
 1 2 3
13 6 8
```

Lampiran 25. Hasil Perhitungan Jarak *Euclidean* 4 Klaster terhadap Titik Pusat Awal

Objek	C1	C2	C3	C4	Jarak Minimum	Klaster
1	4,0052	0,0000	3,5546	5,4030	0,0000	2
2	4,9878	2,9764	1,9040	5,1375	1,9040	3
3	4,4634	2,5566	2,3116	5,6779	2,3116	3
4	4,4369	2,5228	1,6237	4,4607	1,6237	3
5	3,8092	2,7321	2,5897	6,2366	2,5897	3
6	3,4402	3,7098	1,9750	5,3120	1,9750	3
7	4,6497	3,5546	0,0000	5,2059	0,0000	3
8	2,3739	3,1540	4,2151	6,0352	2,3739	1
9	2,0042	2,6980	3,6385	5,9988	2,0042	1
10	2,5402	3,8796	2,6231	4,9316	2,5402	1
11	2,1330	2,3546	3,2845	5,5325	2,1330	1
12	2,8136	3,4862	3,1071	5,7410	2,8136	1
13	3,3930	1,8365	2,2898	5,5598	1,8365	2
14	3,9933	1,9834	2,3089	4,6950	1,9834	2
15	3,3451	1,6326	3,1816	4,4434	1,6326	2
16	4,8173	2,9631	3,6893	2,7626	2,7626	4
17	3,5895	1,4529	3,0612	5,8035	1,4529	2
18	4,4035	5,1361	2,3398	5,3301	2,3398	3
19	4,0033	2,5662	4,2189	3,2809	2,5662	2
20	3,2070	3,6568	4,8220	3,5870	3,2070	1
21	4,8432	3,6116	4,3925	2,6519	2,6519	4
22	3,0647	3,1805	4,0278	4,1383	3,0647	1
23	4,6385	4,2120	4,9278	1,8468	1,8468	4
24	5,7798	5,4030	5,2059	0,0000	0,0000	4
25	4,8433	3,8475	4,5537	2,4214	2,4214	4
26	0,0000	4,0052	4,6497	5,7798	0,0000	1
27	3,6687	3,7758	2,5727	4,0952	2,5727	3

Lampiran 26. Output R studio Jarak Euclidean Analisis KHM 4 Klaster



```
17 output4k
18:1 (Top Level)

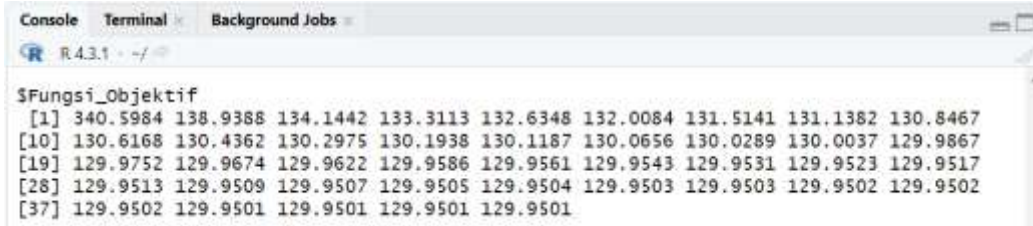
Console Terminal Background Jobs
R 4.3.1 ~/

$jarak_data
      [,1] [,2] [,3] [,4]
[1,] 2.4992312 1.8521352 3.2956867 3.325959
[2,] 3.0712344 1.6012419 2.1935042 3.830983
[3,] 2.4954076 1.1527862 2.3424425 4.096888
[4,] 2.7826153 1.4847193 1.7133241 2.945034
[5,] 1.8943066 1.4024632 2.3011722 4.596637
[6,] 2.3607482 2.2507646 0.9730985 3.872587
[7,] 3.1607320 2.1678952 1.5788753 4.108770
[8,] 1.3137902 2.4827136 2.9980663 4.188167
[9,] 0.7285907 2.1166476 2.6322822 4.156408
[10,] 2.0081572 2.5678647 1.3527061 3.652648
[11,] 0.9227082 1.8969605 2.2204526 3.562068
[12,] 1.6240151 2.2387777 2.2952128 4.362527
[13,] 1.4729478 0.6201215 1.8509972 3.688556
[14,] 2.1829064 0.8655870 1.8824492 2.864069
[15,] 1.7832246 1.4580304 2.5380202 2.630220
[16,] 3.5995877 2.8707374 3.2903979 1.446453
[17,] 1.7351535 1.0601713 2.6178976 3.776632
[18,] 3.5633494 3.4834588 1.9597552 4.761275
[19,] 3.2264264 3.0147742 3.5212553 1.142862
[20,] 3.4096224 3.8982931 3.7585290 1.810964
[21,] 4.1645404 3.7889634 3.7924571 1.060827
[22,] 2.7553375 3.0564728 2.9160024 2.078280
[23,] 4.4216756 4.4095359 4.2678246 1.360188
[24,] 5.3762424 5.1442409 4.6904563 2.343238
[25,] 4.0457423 3.7245116 3.7730219 1.180497
[26,] 2.0473140 3.6208642 3.3360314 4.178443
[27,] 2.6911791 2.5889450 1.5043803 2.975436
```

Lampiran 27. Hasil Perhitungan Nilai Fungsi Objektif 4 Klaster

Objek	1	1	1	1	Fungsi Objektif
k	$\ x_i - c_1\ ^2$	$\ x_i - c_2\ ^2$	$\ x_i - c_3\ ^2$	$\ x_i - c_4\ ^2$	
1	0,1601	0,2916	0,0921	0,0904	6,3079
2	0,1060	0,3901	0,2077	0,0681	5,1810
3	0,1606	0,7522	0,1823	0,0596	3,4640
4	0,1291	0,4535	0,3408	0,1153	3,8511
5	0,2788	0,5087	0,1889	0,0473	3,9074
6	0,1794	0,1974	1,0563	0,0667	2,6672
7	0,1001	0,2128	0,4011	0,0592	5,1736
8	0,5792	0,1622	0,1113	0,0570	4,3973
9	1,8817	0,2231	0,1444	0,0579	1,7338
10	0,2480	0,1516	0,5463	0,0749	3,9183
11	1,1738	0,2779	0,2029	0,0788	2,3076
12	0,3792	0,1995	0,1899	0,0525	4,8719
13	0,4609	2,6015	0,2919	0,0735	1,1670
14	0,2098	1,3334	0,2823	0,1219	2,0539
15	0,3146	0,4704	0,1552	0,1446	3,6873
16	0,0772	0,1213	0,0924	0,4783	5,2007
17	0,3322	0,8900	0,1459	0,0701	2,7813
18	0,0788	0,0824	0,2603	0,0441	8,5906
19	0,0961	0,1100	0,0807	0,7654	3,8016
20	0,0860	0,0658	0,0708	0,3049	7,5831
21	0,0576	0,0697	0,0695	0,8883	3,6861
22	0,1318	0,1071	0,1176	0,2316	6,8025
23	0,0511	0,0514	0,0549	0,5407	5,7297
24	0,0346	0,0378	0,0455	0,1822	13,3326
25	0,0611	0,0721	0,0702	0,7182	4,3403
26	0,2387	0,0763	0,0899	0,0573	8,6568
27	0,1381	0,1492	0,4421	0,1130	4,7486
Nilai Fungsi Objektif					129,9432

Lampiran 28. *Output R studio* Fungsi Objektif Analisis KHM 4 Klaster



```
Console Terminal Background Jobs
R 4.3.1 - ~/
$Fungsi_Objektif
[1] 340.5984 138.9388 134.1442 133.3113 132.6348 132.0084 131.5141 131.1382 130.8467
[10] 130.6168 130.4362 130.2975 130.1938 130.1187 130.0656 130.0289 130.0037 129.9867
[19] 129.9752 129.9674 129.9622 129.9586 129.9561 129.9543 129.9531 129.9523 129.9517
[28] 129.9513 129.9509 129.9507 129.9505 129.9504 129.9503 129.9503 129.9502 129.9502
[37] 129.9502 129.9501 129.9501 129.9501 129.9501
```

Lampiran 29. Hasil Perhitungan Nilai Keanggotaan 4 Klaster

Objek	$(x_i - c_1)^{-p-2}$	$(x_i - c_2)^{-p-2}$	$(x_i - c_3)^{-p-2}$	$(x_i - c_4)^{-p-2}$	$\sum_{i=1}^K \ x_i - c_i\ ^{-p-2}$	$m(c_1 x_i)$	$m(c_2 x_i)$	$m(c_3 x_i)$	$m(c_4 x_i)$
1	0,0256	0,0850	0,0085	0,0082	0,1273	0,2014	0,6678	0,0666	0,0642
2	0,0112	0,1522	0,0432	0,0046	0,2112	0,0532	0,7205	0,2043	0,0220
3	0,0258	0,5658	0,0332	0,0035	0,6284	0,0411	0,9004	0,0529	0,0056
4	0,0167	0,2056	0,1161	0,0133	0,3517	0,0474	0,5846	0,3302	0,0378
5	0,0777	0,2588	0,0357	0,0022	0,3744	0,2075	0,6912	0,0953	0,0060
6	0,0322	0,0389	1,1157	0,0044	1,1913	0,0270	0,0327	0,9366	0,0037
7	0,0100	0,0453	0,1609	0,0035	0,2197	0,0456	0,2061	0,7324	0,0160
8	0,3354	0,0263	0,0124	0,0033	0,3774	0,8889	0,0697	0,0328	0,0086
9	3,5407	0,0498	0,0208	0,0034	3,6147	0,9795	0,0138	0,0058	0,0009
10	0,0615	0,0230	0,2984	0,0056	0,3885	0,1583	0,0592	0,7680	0,0145
11	1,3778	0,0772	0,0412	0,0062	1,5024	0,9171	0,0514	0,0274	0,0041
12	0,1438	0,0398	0,0360	0,0028	0,2224	0,6465	0,1789	0,1621	0,0124
13	0,2124	6,7676	0,0852	0,0054	7,0706	0,0300	0,9571	0,0120	0,0008
14	0,0440	1,7780	0,0797	0,0149	1,9166	0,0230	0,9277	0,0416	0,0078
15	0,0989	0,2213	0,0241	0,0209	0,3652	0,2709	0,6059	0,0660	0,0572
16	0,0060	0,0147	0,0085	0,2287	0,2579	0,0231	0,0571	0,0331	0,8868
17	0,1104	0,7921	0,0213	0,0049	0,9287	0,1188	0,8529	0,0229	0,0053
18	0,0062	0,0068	0,0678	0,0019	0,0827	0,0750	0,0822	0,8193	0,0235
19	0,0092	0,0121	0,0065	0,5859	0,6137	0,0150	0,0197	0,0106	0,9546
20	0,0074	0,0043	0,0050	0,0930	0,1097	0,0674	0,0395	0,0457	0,8474
21	0,0033	0,0049	0,0048	0,7891	0,8021	0,0041	0,0060	0,0060	0,9838
22	0,0174	0,0115	0,0138	0,0536	0,0963	0,1803	0,1191	0,1436	0,5570
23	0,0026	0,0026	0,0030	0,2923	0,3006	0,0087	0,0088	0,0100	0,9725
24	0,0012	0,0014	0,0021	0,0332	0,0379	0,0316	0,0377	0,0546	0,8761
25	0,0037	0,0052	0,0049	0,5158	0,5296	0,0070	0,0098	0,0093	0,9738
26	0,0570	0,0058	0,0081	0,0033	0,0741	0,7683	0,0785	0,1089	0,0443
27	0,0191	0,0223	0,1954	0,0128	0,2495	0,0764	0,0892	0,7832	0,0512

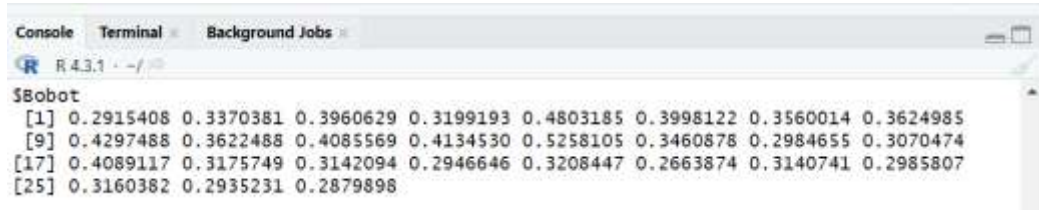
Lampiran 30. Output R studio Nilai Keanggotaan Analisis KHM 4 Klaster

```
Console Terminal Background Jobs
R 4.3.1 · -/
Snilai_Keanggotaan
      [,1]      [,2]      [,3]      [,4]
[1,] 0.201410553 0.667764358 0.066608863 0.0642162258
[2,] 0.053219057 0.720258535 0.204539735 0.0219826737
[3,] 0.041012912 0.900519282 0.052822682 0.0056451233
[4,] 0.047410503 0.584932541 0.329871197 0.0377857596
[5,] 0.207619554 0.691050918 0.095341107 0.0059884220
[6,] 0.027036420 0.032720876 0.936508986 0.0037337179
[7,] 0.045600377 0.206045578 0.732385237 0.0159688080
[8,] 0.888909620 0.069704163 0.032778933 0.0086072844
[9,] 0.979572911 0.013752538 0.005749639 0.0009249120
[10,] 0.158171612 0.059159805 0.768218059 0.0144505232
[11,] 0.917178008 0.051343209 0.027349220 0.0041295636
[12,] 0.646517654 0.179018286 0.162047919 0.0124161418
[13,] 0.030068088 0.957110184 0.012057126 0.0007646026
[14,] 0.022939209 0.927840001 0.041479952 0.0077408394
[15,] 0.270820178 0.605962533 0.065998196 0.0572190921
[16,] 0.023117737 0.057145548 0.033110645 0.8866260712
[17,] 0.118860865 0.852902968 0.022939797 0.0052963705
[18,] 0.074969982 0.082087264 0.819423344 0.0235194097
[19,] 0.015029256 0.019715434 0.010593438 0.9546618714
[20,] 0.067439395 0.039467570 0.045673579 0.8474194555
[21,] 0.004142016 0.006045023 0.006022818 0.9837901428
[22,] 0.180276667 0.119057319 0.143709411 0.5569566028
[23,] 0.008707986 0.008804266 0.010033191 0.9724545569
[24,] 0.031615693 0.037716540 0.054570518 0.8760972482
[25,] 0.007058748 0.009827495 0.009331798 0.9737819593
[26,] 0.768235376 0.078519945 0.108968603 0.0442760766
[27,] 0.076465991 0.089278114 0.783083535 0.0511723602
```

Lampiran 31. Hasil Perhitungan Nilai Bobot 4 Klaster

Objek	$(x_i - c_1)^{-p}$	$(x_i - c_2)^{-p}$	$(x_i - c_3)^{-p}$	$(x_i - c_4)^{-p}$	$\sum_{l=1}^k \ x_i - c_l\ ^{-p-2}$	$\left(\sum_{l=1}^k \ x_i - c_l\ ^{-p}\right)^2$	$w(x_i)$
1	0,1601	0,2916	0,0921	0,0904	0,1273	0,4021	0,3165
2	0,1060	0,3901	0,2077	0,0681	0,2112	0,5961	0,3544
3	0,1606	0,7522	0,1823	0,0596	0,6284	1,3334	0,4713
4	0,1291	0,4535	0,3408	0,1153	0,3517	1,0788	0,3260
5	0,2788	0,5087	0,1889	0,0473	0,3744	1,0480	0,3573
6	0,1794	0,1974	1,0563	0,0667	1,1913	2,2491	0,5297
7	0,1001	0,2128	0,4011	0,0592	0,2197	0,5978	0,3675
8	0,5792	0,1622	0,1113	0,0570	0,3774	0,8275	0,4561
9	1,8817	0,2231	0,1444	0,0579	3,6147	5,3225	0,6791
10	0,2480	0,1516	0,5463	0,0749	0,3885	1,0421	0,3728
11	1,1738	0,2779	0,2029	0,0788	1,5024	3,0047	0,5000
12	0,3792	0,1995	0,1899	0,0525	0,2224	0,6741	0,3299
13	0,4609	2,6015	0,2919	0,0735	7,0706	11,7491	0,6018
14	0,2098	1,3334	0,2823	0,1219	1,9166	3,7928	0,5053
15	0,3146	0,4704	0,1552	0,1446	0,3652	1,1768	0,3104
16	0,0772	0,1213	0,0924	0,4783	0,2579	0,5916	0,4360
17	0,3322	0,8900	0,1459	0,0701	0,9287	2,0684	0,4490
18	0,0788	0,0824	0,2603	0,0441	0,0827	0,2168	0,3815
19	0,0961	0,1100	0,0807	0,7654	0,6137	1,1071	0,5544
20	0,0860	0,0658	0,0708	0,3049	0,1097	0,2782	0,3943
21	0,0576	0,0697	0,0695	0,8883	0,8021	1,1776	0,6812
22	0,1318	0,1071	0,1176	0,2316	0,0963	0,3458	0,2785
23	0,0511	0,0514	0,0549	0,5407	0,3006	0,4874	0,6168
24	0,0346	0,0378	0,0455	0,1822	0,0379	0,0900	0,4208
25	0,0611	0,0721	0,0702	0,7182	0,5296	0,8493	0,6236
26	0,2387	0,0763	0,0899	0,0573	0,0741	0,2135	0,3472
27	0,1381	0,1492	0,4421	0,1130	0,2495	0,7096	0,3517

Lampiran 32. *Output R studio* Nilai Bobot Analisis KHM 4 Klaster



```
Console Terminal Background Jobs
R 4.3.1 --
$Bobot
[1] 0.2915408 0.3370381 0.3960629 0.3199193 0.4803185 0.3998122 0.3560014 0.3624985
[9] 0.4297488 0.3622488 0.4085569 0.4134530 0.5258105 0.3460878 0.2984655 0.3070474
[17] 0.4089117 0.3175749 0.3142094 0.2946646 0.3208447 0.2663874 0.3140741 0.2985807
[25] 0.3160382 0.2935231 0.2879898
```

Lampiran 33. Output R studio Titik Pusat Analisis KHM 4 Klaster

```
Console Terminal Background Jobs
R 4.3.1 - ~/
$titik_pusat
              x1      x2      x4      x5      x6
Kota Tasikmalaya 0.9044414 -0.3723278 1.16316451 -0.2802188 0.02313069
Bogor            0.2434581 -0.5862890 0.08168423 -0.5228812 0.17301478
Ciamis           0.2519860 -0.5039000 -0.25864219 -0.4483843 -1.23444039
Kota Depok      -1.0498905 1.1944893 -0.74037944 0.9933167 0.68450805
              x7
Kota Tasikmalaya 0.05862801
Bogor           -0.94659130
Ciamis          0.02292032
Kota Depok      0.82853159
```

Lampiran 34. Output R studio Hasil Klaster Analisis KHM 4 Klaster

```
Console Terminal Background Jobs
R 4.3.1 ~ /
$Klaster
[1] 2 2 2 2 2 3 3 1 1 3 1 1 2 2 2 4 2 3 4 4 4 4 4 4 4 1 3

$JumlahAnggota
klaster
1 2 3 4
5 9 5 8
```

Lampiran 35. Hasil Perhitungan Nilai *Sillhoutte Coefficient 2* Klaster

Wilayah	Klaster	a_i	$d_i(1)$	$d_i(2)$	b_i	$s(x_i)$	$s(x_c)$	SC
Bogor	1	2,969	-	14,720	14,720	0,798	0,835	0,910
Sukabumi	1	2,736	-	16,840	16,840	0,838		
Cianjur	1	2,515	-	17,769	17,769	0,858		
Bandung	1	2,539	-	13,559	13,559	0,813		
Garut	1	2,432	-	19,672	19,672	0,876		
Tasikmalaya	1	2,610	-	16,770	16,770	0,844		
Ciamis	1	2,846	-	17,919	17,919	0,841		
Kuningan	1	2,869	-	17,858	17,858	0,839		
Cirebon	1	2,537	-	17,777	17,777	0,857		
Majalengka	1	2,710	-	15,951	15,951	0,830		
Sumedang	1	2,416	-	15,458	15,458	0,844		
Indramayu	1	2,677	-	18,756	18,756	0,857		
Subang	1	2,067	-	16,143	16,143	0,872		
Purwakarta	1	2,280	-	13,145	13,145	0,827		
Karawang	1	2,518	-	12,377	12,377	0,797		
Bandung Barat	1	2,377	-	16,377	16,377	0,855		
Pangandaran	1	3,541	-	20,355	20,355	0,826		
Kota Tasikmalaya	1	3,558	-	17,599	17,599	0,798		
Kota Banjar	1	2,909	-	13,677	13,677	0,787		
Bekasi	2	0,239	33,808	-	33,808	0,993	0,984	
Kota Bogor	2	0,692	34,086	-	34,086	0,980		
Kota Sukabumi	2	1,007	38,505	-	38,505	0,974		
Kota Bandung	2	0,445	40,020	-	40,020	0,989		
Kota Cirebon	2	0,747	31,817	-	31,817	0,977		
Kota Bekasi	2	0,742	44,344	-	44,344	0,983		
Kota Depok	2	0,400	50,690	-	50,690	0,992		
Kota Cimahi	2	0,478	39,450	-	39,450	0,988		

Lampiran 36. Hasil Perhitungan Nilai *Sillhoutte Coefficient* 3 Klaster

Wilayah	Klaster	a_i	$d_i(1)$	$d_i(2)$	$d_i(3)$	b_i	$s(x_i)$	$s(x_c)$	SC
Bogor	1	2,822	-	6,526	9,738	6,526	0,567	0,594	0,709
Sukabumi	1	2,257	-	7,387	11,188	7,387	0,695		
Cianjur	1	2,203	-	6,277	11,732	6,277	0,649		
Bandung	1	2,101	-	6,833	9,105	6,833	0,693		
Garut	1	2,370	-	5,114	13,076	5,114	0,537		
Tasikmalaya	1	2,566	-	5,395	11,226	5,395	0,524		
Ciamis	1	2,476	-	7,173	11,886	7,173	0,655		
Subang	1	1,942	-	4,634	10,703	4,634	0,581		
Purwakarta	1	1,952	-	5,872	8,736	5,872	0,668		
Karawang	1	2,478	-	5,192	8,229	5,192	0,523		
Bandung Barat	1	2,288	-	5,110	10,830	5,110	0,552		
Pangandaran	1	3,478	-	7,335	13,609	7,335	0,526		
Kota Banjar	1	2,805	-	6,230	9,055	6,230	0,550		
Kuningan	2	2,105	13,709	-	11,905	11,905	0,823	0,811	
Cirebon	2	1,731	12,338	-	11,851	11,851	0,854		
Majalengka	2	2,477	12,132	-	10,634	10,634	0,767		
Sumedang	2	1,978	11,199	-	10,305	10,305	0,808		
Indramayu	2	2,252	12,306	-	12,504	12,306	0,817		
Kota Tasikmalaya	2	2,373	17,395	-	11,732	11,732	0,798		
Bekasi	3	2,327	13,737	8,367	-	8,367	0,722	0,721	
Kota Bogor	3	2,065	15,152	7,572	-	7,572	0,727		
Kota Sukabumi	3	2,421	18,215	7,455	-	7,455	0,675		
Kota Bandung	3	2,002	17,406	9,274	-	9,274	0,784		
Kota Cirebon	3	2,654	14,871	6,340	-	6,340	0,581		
Kota Bekasi	3	2,192	20,022	9,541	-	9,541	0,770		
Kota Depok	3	2,956	22,454	11,340	-	11,340	0,739		
Kota Cimahi	3	2,090	17,255	9,044	-	9,044	0,769		

Lampiran 37. Hasil Perhitungan Nilai *Sillhoutte Coefficient* 4 Klaster

Wilayah	Klaster	a_i	$d_i(1)$	$d_i(2)$	$d_i(3)$	$d_i(4)$	b_i	$s(x_i)$	$s(x_c)$	SC
Kuningan	1	1,898	-	6,505	3,674	8,929	3,674	0,436	0,411	0,474
Cirebon	1	1,537	-	5,780	4,724	8,888	4,724	0,381		
Sumedang	1	1,877	-	5,362	3,096	7,729	3,096	0,508		
Indramayu	1	2,308	-	6,131	4,937	9,378	4,937	0,286		
Kota Tasikmalaya	1	2,331	-	9,006	4,091	8,799	4,091	0,333		
Bogor	2	2,212	3,924	-	5,014	7,360	3,924	0,449	0,502	
Sukabumi	2	2,054	4,690	-	3,513	8,420	3,513	0,506		
Cianjur	2	1,785	3,930	-	3,817	8,884	3,817	0,360		
Bandung	2	1,997	4,403	-	3,030	6,779	3,030	0,441		
Garut	2	2,062	3,093	-	3,729	9,836	3,093	0,515		
Subang	2	1,563	2,836	-	3,340	8,072	2,836	0,614		
Purwakarta	2	1,586	3,704	-	3,382	6,573	3,382	0,432		
Karawang	2	2,017	3,151	-	4,144	6,189	3,151	0,365		
Bandung Barat	2	1,707	3,053	-	8,188	8,188	3,053	0,586		
Tasikmalaya	3	1,890	6,179	3,644	-	8,385	3,644	0,551		
Ciamis	3	2,378	5,706	4,708	-	8,959	4,708	0,564		
Majalengka	3	2,173	6,926	3,101	-	7,976	3,101	0,485		
Pangandaran	3	2,307	8,690	4,930	-	10,177	4,930	0,629		
Kota Banjar	3	2,302	6,696	4,088	-	6,838	4,088	0,344		
Bekasi	4	2,327	5,289	6,767	4,847	-	4,847	0,623	0,449	
Kota Bogor	4	2,065	4,737	7,128	5,178	-	4,737	0,492		
Kota Sukabumi	4	2,421	4,700	9,271	5,281	-	4,700	0,587		
Kota Bandung	4	2,002	5,890	8,799	5,322	-	5,322	0,481		
Kota Cirebon	4	2,654	4,043	7,551	4,315	-	4,043	0,495		
Kota Bekasi	4	2,192	6,070	10,237	5,866	-	5,866	0,299		
Kota Depok	4	2,956	7,272	11,854	6,219	-	6,219	0,532		
Kota Cimahi	4	2,090	5,723	8,693	5,308	-	5,308	0,437		



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 : Aprilianti Solihat Mulai Konsultasi : 07 Oktober 2023
 NPM. : 064120006 Pembimbing Utama : Dr. Ir. Fitria Virgantari, M.Si
 Program Studi : Matematika Pembimbing Pendamping : Api Andriyati, M.Si
 Judul Penelitian : Pengelompokan kabupaten/kota di Jawa Barat
berdasarkan tingkat kemiskinan menggunakan analisis kluster k-harmonic means

Tanggal	Tanda tangan Mahasiswa	Tanda tangan Pembimbing		Materi Konsultasi
		Utama	Pendamping	
7/10/2023				Rencana Judul Penelitian
4/11/2023				Latar Belakang Penelitian
30/11/2023				Bab 1-3 Penelitian
20/12/2023				Revisi Bab 1-3
12/01/2024				Revisi Bab 1-3
19/01/2024				Acc Bab 1-3
29/01/24				Seminar Proposal
5/4/24				Revisi hasil Bab 4-5
19/4/24				Revisi hasil Bab 4-5
10/5/24				Revisi hasil bab 4-5
14/6/24				Revisi hasil Bab 4-5
19/6/24				Revisi hasil Bab 4-5

Mengetahui,
 Wakil Dekan Bid. Akademik

Bogor,
 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 : Mulai Konsultasi :
 NPM. : **0641**..... Pembimbing Utama :
 Program Studi : **Matematika** Pembimbing Pendamping :
 Judul Penelitian :

Tanggal	Tanda tangan Mahasiswa	Tanda tangan Pembimbing		Materi Konsultasi
		Utama	Pendamping	
20/6/24				Revisi hasil Bab 4-5
22/6/24				ACC Bab 4-5
27/6/24				Seminar hasil
1/7/24				Revisi Skripsi
2/7/24				Revisi Skripsi
11/7/24				Sidang skripsi

Mengetahui,
 Wakil Dekan Bid. Akademik

(.....)

Bogor,
 Program Studi Matematika
 Ketua,

(.....)