

**PENERAPAN METODE *FUZZY GUSTAFSON-KESSEL CLUSTERING*
DALAM PENGELOMPOKAN DATA PADA OPTIMALISASI
PENERIMAAN PAJAK BPHTB DI KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

**Oleh:
IFTANUL IBNU ROCHMAN
NIM. 200601110101**



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

**PENERAPAN METODE *FUZZY GUSTAFSON-KESSEL CLUSTERING*
DALAM PENGELOMPOKAN DATA PADA OPTIMALISASI
PENERIMAAN PAJAK BPHTB DI KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

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

**Oleh:
IFTANUL IBNU ROCHMAN
NIM. 200601110101**

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

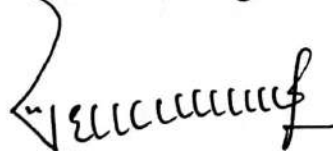
**PENERAPAN METODE *FUZZY GUSTAFSON-KESSEL CLUSTERING*
DALAM PENGELOMPOKAN DATA UNTUK OPTIMALISASI
PENERIMAAN PAJAK BPHTB DI KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

Oleh:
Iftanul Ibnu Rochman
NIM. 200601110101

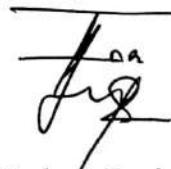
Telah Disetujui untuk Diuji
Malang, 9 April 2025

Dosen Pembimbing I



Evawati Alisah, M.Pd.
NIP. 19720604 199903 2 001

Dosen Pembimbing II



Dr. Fachrur Rozi, M.Si.
NIP. 19800527 200801 1 012

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika



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

**PENERAPAN METODE FUZZY GUSTAFSON-KESSEL CLUSTERING
DALAM PENGELOMPOKAN DATA PADA OPTIMALISASI
PENERIMAAN PAJAK BPHTB DI KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

**Oleh:
Iftanul Ibnu Rochman
NIM. 200601110101**

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

Tanggal 16 April 2025

Ketua Penguji : Prof. Dr. H. Turmudi, M.Si., Ph.D

Anggota Penguji 1 : Hisyam Fahmi, M.Kom

Anggota Penguji 2 : Evawati Alisah, M.Pd

Anggota Penguji 3 : Dr. Fachrur Rozi, M.Si.



Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika



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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Iftanul Ibnu Rochman

NIM : 200601110101

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Penerapan metode *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering* dalam pengelompokkan data pada Optimalisasi penerimaan pajak BPHTB kabupaten Malang

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini merupakan hasil karya sendiri, bukan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain yang saya akui sebagai pemikiran saya, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar rujukan di halaman terakhir. Apabila di kemudian hari terbukti skripsi ini adalah hasil jiplakan atau tiruan, maka saya bersedia menerima sanksi yang berlaku atas perbuatan tersebut.

Malang, 16 April 2025



Iftanul Ibnu Rochman
NIM. 200601110101

MOTO

“Sesungguhnya Bersama Kesulitan Ada Kemudahan”

(Q.S Al-Insyirah: 5)

PERSEMBAHAN

Dengan segenap rasa syukur dan cinta yang tak terhingga, karya sederhana ini kupersembahkan kepada sosok-sosok luar biasa yang telah menjadi bagian penting dalam perjalananku.

Kepada Almarhumah Ibuku tercinta, yang cintanya tak pernah padam meski raganya telah tiada. Terima kasih telah menjadi cahaya dalam hidupku, teladan dalam keteguhan, dan pelindung dalam setiap langkahku. Doa dan semangat Ibu adalah kekuatan yang tak pernah berhenti mengalir dalam hidupku. Semoga karya ini menjadi salah satu bentuk baktiku yang kecil untuk semua kasih yang telah Ibu curahkan.

Kepada Ayahku yang luar biasa, yang dengan penuh ketegaran dan ketulusan mendampingi langkahku sejauh ini. Terima kasih atas setiap peluh, doa, dan dukungan yang tak pernah henti, meski sering tak terucap. Aku tahu, setiap langkahku adalah harapanmu.

Kepada seluruh keluargaku, terima kasih atas pelukan hangat, tawa yang menyembuhkan, dan keyakinan bahwa aku mampu melewati ini semua.

Kepada dosen pembimbing dan penguji, atas setiap bimbingan, arahan, dan motivasi yang telah menjadi peta dalam menuntaskan karya ini. Terima kasih atas kesabaran dan ilmu yang tak ternilai.

Kepada teman-teman seperjuangan, yang telah menemani dalam setiap perjuangan, tangis, tawa, dan kopi di tengah malam. Kalian adalah rumah di antara ribuan langkah melelahkan.

Dan kepada diriku sendiri, yang tetap bertahan meski sering ingin menyerah, yang terus berjalan meski kadang tertatih. Terima kasih telah percaya bahwa kamu bisa sampai di titik ini.

Skripsi ini adalah bukti bahwa cinta, doa, dan tekad mampu menaklukkan waktu, ragu, dan lelah.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Karena limpahan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis masih diberikan anugerah kesehatan, kesabaran, dan semangat dalam pembuatan skripsi dengan judul “Penerapan Metode *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering* dalam Pengelompokan Data pada Optimalisasi Penerimaan Pajak BPHTB di Kabupaten Malang” dengan baik. Sholawat serta salam senantiasa selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang selalu dinantikan syafaatnya di yaumul akhir.

Dalam penyusunan skripsi, penulis mendapat bantuan, dukungan, bimbingan, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada yang terhormat:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A., selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Elly Susanti, M.Sc, selaku ketua Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Evawati Alisah, M.Pd., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan banyak arahan, nasihat, motivasi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan baik.
5. Dr. Fachrur Rozi, M.Si., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan serta arahan kepada penulis.
6. Prof. Dr. H. Turmudi, M.Si., Ph.D., selaku ketua penguji dalam ujian skripsi yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan saran yang membangun dalam penyusunan skripsi.
7. Hisyam Fahmi, M.Kom., selaku anggota penguji I dalam ujian skripsi yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan saran yang membangun dalam penyusunan skripsi.
8. Segenap civitas akademika Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang,

terutama untuk seluruh dosen Matematika terimakasih atas segala ilmu dan bimbingannya.

9. Kedua orang tua yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan penuh kepada penulis baik berupa materi maupun nonmateri, sekaligus nasehat-nasehat yang membangun sehingga menjadi motivasi bagi penulis selama perkuliahan dan penyusunan naskah skripsi ini.
10. Seluruh teman yang selalu menyemangati dan mendukung dalam berbagai hal.
11. Serta semua pihak yang selalu mendukung serta memberikan semangat dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah SWT melimpahkan pahala yang berlipat ganda. Penulis memohon maaf jika terdapat kesalahan dalam proses penulisan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Malang, 16 April 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
ABSTRACT	xvi
مستخلص البحث	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	10
2.1 Logika <i>Fuzzy</i>	10
2.1.1 Pengertian Logika <i>Fuzzy</i>	10
2.1.2 Himpunan <i>Fuzzy</i>	13
2.1.3 Fungsi Keanggotaan	14
2.2 Analisis <i>Cluster</i>	18
2.3 <i>Fuzzy Clustering</i>	19
2.3.1 <i>Fuzzy C-Means Clustering</i>	20
2.3.2 <i>Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering</i>	23
2.4 Bea Perolehan Hak atas Tanah dan Bangunan (BPHTB).....	25
2.4.1 Pengertian Umum	25
2.4.2 Konsep Optimalisasi Penerimaan Pajak BPHTB	30
2.5 Standardisasi Data	32
2.6 Metrik Evaluasi Hasil Clustering.....	33
2.6.1 <i>Sillhoutte Score</i>	33
2.6.2 <i>Davies Bouldin Index (DBI)</i>	35
2.7 <i>Equal Width Interval</i>	36
2.8 Kajian Integrasi Perpajakan dengan Al-Quran	36
BAB III METODE PENELITIAN.....	38
3.1 Jenis Penelitian.....	38
3.2 Data dan Sumber Data.....	38
3.3 Tahapan Penelitian	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1 Deskriptif Data	43
4.2 Preprocessing Data	44

4.2.1 Menghilangkan Ketidakkonsistenan dan Kesalahan	44
4.2.2 Standardisasi Data.....	46
4.3 Penerapan Metode <i>Fuzzy Gustafson Kessel Clustering</i>	48
4.3.1 Matriks Partisi Awal U	48
4.3.2 Pusat Kelompok v (<i>Cluster Centers</i>)	49
4.3.3 Matriks Kovarian	51
4.3.4 Jarak D	53
4.3.5 Mengoptimalkan Derajat Keanggotaan	55
4.3.6 Mengecek Kriteria Pemberhentian	57
4.3.7 Hasil Pengelompokan	60
4.4 Evaluasi Hasil <i>Clustering</i>	62
4.4.1 <i>Sillhoutte Score</i>	62
4.4.2 <i>Davies-Bouldin Index</i>	63
4.4.3 Hasil <i>Evaluasi Cluster</i>	64
4.4.4 Visualisasi Hasil <i>Clustering</i>	65
4.5 Analisis Karakteristik <i>Cluster</i>	67
4.6 Analisis Interval Penerimaan Pajak BPHTB.....	72
4.6.1 Penetapan Interval Pajak Terbayar.....	72
4.6.2 Penentuan Fungsi Keanggotaan.....	73
4.6.3 Analisis Distribusi Pajak Terbayar Penerimaan Pajak BPHTB	74
4.7 Analisis Hasil Optimalisasi Penerimaan Pajak BPHTB	77
4.8 Kajian Integrasi Agama Tentang Optimalisasi Pajak	79
BAB V PENUTUP	81
5.1 Kesimpulan	81
5.2 Saran.....	82
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN	85
RIWAYAT HIDUP	128

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel Interval	31
Tabel 3.1	Satuan Variabel	39
Tabel 4.1	Nilai Maksimum Pajak Terbayar dari Data Dinas Bapenda Kabupaten Malang tahun 2024.....	45
Tabel 4.2	Data yang Terduplikasi dari Bapenda Kabupaten Malang Tahun 2024.....	46
Tabel 4.3	Rata-Rata Dan Standar Deviasi Pada Setiap Variabel	47
Tabel 4.4	Hasil Perhitungan Pusat 2 <i>Cluster</i> Nilai Z dari Masing-Masing Variabel.....	50
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan Pusat 3 <i>Cluster</i> Nilai Z dari Masing-Masing Variabel.....	50
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan Pusat 4 <i>Cluster</i> Nilai Z dari Masing-Masing Variabel.....	51
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Pusat 5 <i>Cluster</i> Nilai Z dari Masing-Masing Variabel.....	51
Tabel 4.8	Jarak pada 2 <i>Cluster</i>	55
Tabel 4.9	Pengelompokan Analisis <i>Cluster</i> FGKC	61
Tabel 4.10	Metrik Evaluasi Klasterisasi	64
Tabel 4.11	Karakteristik <i>Cluster</i> 1	68
Tabel 4.12	Karakteristik <i>Cluster</i> 2	70
Tabel 4.13	Interval Pajak Terbayar.....	73
Tabel 4.14	Distribusi 2 <i>Cluster</i>	75
Tabel 4.15	Pencilan Data BPHTB dari Dinas Bapenda Kabupaten Malang 2024.....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Representasi Linear Naik	15
Gambar 2.2	Representasi Linear Turun	16
Gambar 2.3	Representasi Kurva Segitiga.....	16
Gambar 2.4	Representasi Kurva Trapesium	17
Gambar 3.1	Flowchart Tahapan Penelitian.....	42
Gambar 4.1	Deskripsi Data Dinas Bapenda Kabupaten Malang Tahun 2024	43
Gambar 4.2	Kriteria Pemberhentiaan pada 2 <i>Cluster</i>	57
Gambar 4.3	Kriteria Pemberhentiaan pada 3 <i>Cluster</i>	58
Gambar 4.4	Kriteria Pemberhentiaan pada 4 <i>Cluster</i>	59
Gambar 4.5	Kriteria Pemberhentiaan pada 5 <i>Cluster</i>	60
Gambar 4.6	Nilai <i>Sillhoutte Score</i>	62
Gambar 4.7	Nilai <i>Davies Bouldin Index</i>	63
Gambar 4.8	Visualisasi Variabel Luas Tanah dan Luas Bangunan	65
Gambar 4.9	Visualisasi Variabel Harga Tanah dan Harga Bangunan	66
Gambar 4.10	Visualisasi Variabel NPOP dan NJOP	67
Gambar 4.11	Fungsi Keanggotaan Fuzzy	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Preprocessing	85
Lampiran 2	Data Standardisasi Preprocessing	90
Lampiran 3	Matriks Partisi Awal pada Inisiasi 2 <i>Cluster</i>	95
Lampiran 4	Matriks Partisi Awal pada Inisiasi 3 <i>Cluster</i>	96
Lampiran 5	Matriks Partisi Awal pada Inisiasi 4 <i>Cluster</i>	99
Lampiran 6	Matriks Partisi Awal pada Inisiasi 5 <i>Cluster</i>	101
Lampiran 7	Jarak pada Inisiasi 2 <i>Cluster</i>	103
Lampiran 8	Jarak pada Inisiasi 3 <i>Cluster</i>	105
Lampiran 9	Jarak pada Inisiasi 4 <i>Cluster</i>	107
Lampiran 10	Jarak pada Inisiasi 5 <i>Cluster</i>	110
Lampiran 11	Derajat Keanggotaan Baru pada Inisiasi 2 <i>Cluster</i>	112
Lampiran 12	Derajat Keanggotaan Baru pada Inisiasi 3 <i>Cluster</i>	114
Lampiran 13	Derajat Keanggotaan Baru pada Inisiasi 4 <i>Cluster</i>	116
Lampiran 14	Derajat Keanggotaan Baru pada Inisiasi 5 <i>Cluster</i>	119
Lampiran 15	<i>Syntax Code Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering</i>	121
Lampiran 16	<i>Syntax Code Silhouette Score</i>	124
Lampiran 17	<i>Syntax Code Davies Bouldin-Index</i>	125
Lampiran 18	<i>Syntax Code Analisis Karakteristik Data</i>	127

ABSTRAK

Rochman, Iftanul Ibnu. 2025. **Penerapan Metode *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering* dalam Pengelompokan Data pada Optimalisasi Penerimaan Pajak BPHTB Kabupaten Malang**. Skripsi. Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Evawati Allisah, M.Pd. (II) Dr. Fachrur Rozi, M.Si.

Kata Kunci: *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering*, BPHTB, Pengelompokan Data, Optimalisasi Penerimaan Pajak, *Silhouette Score*, *Davies-Bouldin Index*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan penerimaan pajak BPHTB (Bea Perolehan Hak atas Tanah dan Bangunan) di Kabupaten Malang pada tahun 2024 dengan menggunakan metode *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering*. Pengelompokan dilakukan dengan berbagai inisiasi jumlah *cluster*, mulai dari 2 hingga 5 *cluster*, untuk menentukan pengelompokan data yang paling optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa inisiasi dengan jumlah 2 *cluster* memberikan hasil terbaik dalam hal stabilitas iterasi algoritma dan pengelompokan data yang lebih konsisten. Evaluasi menggunakan metrik *silhouette score* dan *Davies-Bouldin index* menunjukkan bahwa 2 *cluster* memiliki nilai terbaik dibandingkan dengan jumlah *cluster* lainnya. Pengelompokan ini menghasilkan dua *cluster* dengan karakteristik yang berbeda; *cluster* ke-2 menunjukkan penerimaan pajak yang lebih tinggi, dengan faktor luas tanah yang lebih rendah namun luas bangunan yang lebih tinggi, yang mempengaruhi penerimaan pajak. Meskipun kedua *cluster* masih berada dalam kategori penerimaan pajak rendah, *cluster* ke-2 mencatatkan nilai maksimum pada seluruh data, yang menandakan bahwa pengoptimalan penerimaan pajak BPHTB terbaik terdapat pada inisiasi jumlah 2 *cluster* dengan *cluster* ke-2 sebagai *cluster* optimal.

ABSTRACT

Rochman, Iftanul Ibnu. 2025. **Application of Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering Method in Data Grouping in Optimizing BPHTB Tax Revenue in Malang Regency**. Undergraduate Thesis. Mathematics Department, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) Evawati Allisah, M.Pd. (II) Dr. Fachrur Rozi, M.Si.

Keyword: *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering*, BPHTB, Data Clustering, Tax Revenue Optimization, *Silhouette Score*, *Davies-Bouldin Index*.

This research aims to optimize BPHTB tax revenue (Land and Building Rights Acquisition Duty) in Malang Regency in 2024 using the *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering method*. Grouping is carried out by various initiations of the number of *clusters*, ranging from 2 to 5 *clusters*, to determine the most optimal data grouping. The results showed that initiation with a number of two *clusters* gave the best results in terms of algorithm iteration stability and more consistent data clustering. Evaluation using *the silhouette score* metric and *the Davies-Bouldin index* showed that the two *clusters* had the best score compared to the number of other *clusters*. This grouping results in two *clusters* with different characteristics; The 2nd cluster shows higher tax revenues, with a lower land area factor but a higher building area, which affects tax revenue. Although both *clusters* are still in the category of low tax revenue, *the* 2nd cluster recorded the maximum value in all data, which indicates that the best BPHTB tax revenue optimization is found in the initiation of the number of 2 *clusters* with *the* 2nd cluster as the optimal *cluster*.

مستخلص البحث

رحمن، إفتانول ابن. 2025. تطبيق طريقة التجميع الغامض لغوستافسون-كيسيل (*Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering*) في تجميع البيانات في تحسين إيرادات ضريبة BPHTB في محافظة مالانج. بحث جامعي. قسم الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. للمشرف: (1) إيفالوتي أليسة للاجستير (2) الدكتور فخر الرازي للاجستير.

الكلمات الرئيسية: التجميع الغامض لغوستافسون-كيسيل، BPHTB، تجميع البيانات، تحسين الإيرادات الضريبية، درجة الصورة الظلية، مؤشر ديفيز-بولدين.

يهدف هذا البحث إلى تحسين إيرادات ضريبة BPHTB (رسوم الاستحواذ على حقوق الأراضي والبناء) في محافظة مالانج عام 2024 باستخدام طريقة *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering*. يتم التجميع من خلال عمليات بدء مختلفة لعدد المجموعات، تتراوح من 2 إلى 5 مجموعات، لتحديد التجميع الأمثل للبيانات. أظهرت النتائج أن البدء بعدد 2 (مجموعتين) أعطى أفضل النتائج من حيث استقرار تكرار الخوارزمية وتجميع البيانات الأكثر اتساقاً. أظهر التقييم باستخدام مقياس درجة الصورة الظلية ومؤشر *Davies-Bouldin* أن المجموعتين حصلتا على أفضل درجة مقارنة بعدد المجموعات الأخرى. أنتج هذا التجميع مجموعتين لهما خصائص مختلفة. تظهر المجموعة الثانية إيرادات ضريبية أعلى، مع قلة مساحة الأرض ولكن مساحة البناء أوسع، مما يؤثر على إيرادات الضرائب. على الرغم من أن كلتي المجموعتين لا تزالان في فئة الإيرادات الضريبية المنخفضة، إلا أن المجموعة الثانية سجلت القيمة القصوى في جميع البيانات، مما يشير إلى أن أفضل تحسين للإيرادات الضريبية ل BPHTB موجود في بدء مجموعتين مع المجموعة الثانية كمجموعة مثالية.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Metode *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering* (FGKC) dalam analisis data telah menunjukkan potensi yang besar dalam mengelompokkan data yang berskala besar dan kompleks, yang kini semakin relevan dengan berkembangnya konsep *big data*. *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering* merupakan pengembangan dari *Fuzzy C-Means* (FCM), yang pada dasarnya dirancang untuk memberikan cara yang lebih adaptif dan efektif dalam mengelompokkan data berdasarkan kedekatan karakteristiknya. Peneliti utama Gustafson dkk. (1978) menyatakan bahwa teknik FCM berkembang menjadi teknik FGKC. FGKC memperkenalkan inovasi dengan menggantikan penggunaan pusat *cluster* berbentuk titik tengah (*centroid*) yang digunakan dalam FCM, dengan pendekatan yang lebih fleksibel menggunakan matriks kovarians. Pendekatan ini memungkinkan pengelompokan data yang memiliki bentuk distribusi yang lebih kompleks, seperti elips atau oval, yang lebih representatif terhadap keragaman dan struktur data di dunia nyata.

Salah satu kelemahan yang dimiliki oleh FCM adalah keterbatasannya dalam mengidentifikasi pola pada data yang memiliki variasi bentuk dan distribusi yang lebih rumit. Pada FCM, setiap *cluster* hanya diwakili oleh titik pusat (*centroid*), yang berarti metode ini hanya mampu menangani data yang terdistribusi dalam bentuk bola atau bentuk yang lebih sederhana. Sebaliknya, FGKC memperbaiki hal ini dengan menggunakan matriks kovarian yang disesuaikan untuk setiap *cluster*. Matriks kovarian ini memungkinkan FGKC untuk menangani masalah seperti

pengelompokan data multidimensi atau data yang memiliki distribusi *non-linier*. Mauliyadi dkk. (2013) menyatakan bahwa analisis *cluster Gustafson-Kessel* memiliki nilai akurasi yang lebih besar daripada analisis *cluster Fuzzy C-means*. Menurut Amalia dkk. (2016) dibandingkan dengan FCM, nilai *icd-rate* FGKC lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan FGKC dianggap lebih berhasil dibandingkan metode FCM berdasarkan penelitian sebelumnya.

Metode *Fuzzy C-Means* (FCM), yang dikembangkan oleh Bezdek pada tahun 1981, merupakan dasar dari teknik *fuzzy clustering* dan memainkan peran penting dalam pengembangan metode *clustering* yang lebih maju, seperti FGKC. Pada dasarnya, FCM adalah teknik pengelompokan data yang memungkinkan setiap data memiliki keanggotaan lebih dari satu *cluster*, dengan derajat keanggotaan yang berkisar antara 0 hingga 1. Dalam FCM, setiap data diwakili oleh sejumlah derajat keanggotaan, yang menunjukkan sejauh mana data tersebut berasosiasi dengan *cluster* tertentu. Konsep ini membedakan *fuzzy clustering* dari teknik *clustering* tradisional yang bersifat *hard clustering*, seperti *K-Means*, di mana setiap data hanya dapat menjadi anggota dari satu *cluster* saja.

Fuzzy clustering sebagai pendekatan umum mencakup berbagai teknik, termasuk FCM dan FGKC, yang memungkinkan pembentukan *cluster* yang lebih dinamis dan tidak kaku, atau bisa dikatakan *fuzzy clustering* merupakan teknik pengelompokan data menjadi banyak kelompok atau *cluster*, dengan tingkat kesamaan minimum antar *cluster* dan tingkat kesamaan maksimum dalam suatu kelompok (Irwan dkk., 2022). Hal ini sangat berguna dalam situasi di mana data memiliki ketidakpastian atau ambiguitas, atau ketika data memiliki beberapa karakteristik yang relevan dengan beberapa *cluster* sekaligus. *Fuzzy clustering*

sering digunakan dalam pengelompokan, karena metode ini memberikan hasil yang halus dan cukup efektif untuk meningkatkan homogenitas tiap kelompok yang dihasilkan (Shihab, 2000).

Dalam konteks analisis *cluster* secara umum, teknik-teknik seperti FCM dan FGKC memberikan kemampuan untuk mengelompokkan data dengan cara yang lebih fleksibel dan representatif terhadap keragaman data tersebut. Analisis *cluster* itu sendiri adalah pendekatan pembelajaran mesin tanpa pengawasan yang menemukan subkelompok dalam pengumpulan data berdasarkan perbedaan diskrit (James dkk., 2010). Ketika data besar (*big data*) menjadi lebih umum karena kemajuan teknologi dan informasi, analisis *cluster* saat ini berkembang pesat. Penerapan analisis *cluster* mengacu pada kumpulan orang-orang dalam berbagai disiplin ilmu yang memiliki ciri-ciri serupa dalam satu kelompok dan kualitas yang berbeda dengan kelompok lain. Sebagai hasil dari pembuatan kelompok ini, mudah untuk mengidentifikasi ciri-ciri kelompok dan mendapatkan gambaran umum tentang atribut masing-masing kelompok.

Pengelompokan data memainkan peran penting dalam proses optimalisasi, khususnya dalam pengelolaan sumber daya dan peningkatan efisiensi operasional. Pengelompokan data adalah teknik yang digunakan untuk mengelompokkan objek berdasarkan kesamaan tertentu. Pada pengelompokan tradisional, seperti *K-means*, data hanya dapat dimasukkan ke dalam satu *cluster*, yang membatasi kemampuan untuk menangani data dengan distribusi yang kompleks. Sementara itu, FGKC sebagai pengembangan dari FCM, memperkenalkan fleksibilitas dengan memungkinkan data memiliki derajat keanggotaan pada lebih dari satu *cluster*, serta menggunakan matriks variansi adaptif untuk mengatasi data yang memiliki bentuk

cluster yang tidak simetris atau lebih kompleks, seperti berbentuk elips. Perbedaan utama antara pengelompokan data secara umum dan FGKC terletak pada kemampuan FGKC untuk menangani distribusi data yang lebih beragam dan bentuk *cluster* yang lebih fleksibel, sehingga memberikan hasil yang lebih akurat pada data dengan karakteristik yang lebih variatif. Pengelompokan ini tidak hanya mempermudah pemahaman terhadap pola atau tren dalam data, tetapi juga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih tepat, seperti penentuan prioritas atau alokasi sumber daya yang lebih efisien.

Optimalisasi adalah proses tindakan metodelis yang membuat sesuatu menjadi lebih baik, lebih sempurna, lebih bernilai, atau lebih efisien. Istilah optimalisasi berasal dari kata optimum, yang berarti mengoptimalkan prosedur terbaik dan paling menguntungkan. Sebaliknya, pengoptimalan sebagaimana didefinisikan oleh (Singiresu, 2009) adalah proses mencapai keadaan yang menghasilkan nilai maksimum atau minimum suatu fungsi. Karena pengoptimalan adalah realisasi hasil yang diinginkan, pengoptimalan dapat didefinisikan sebagai pencapaian harapan yang berhasil dan efisien dalam sebuah hasil. Optimalisasi penerimaan Pajak Bea Perolehan Hak Atas Tanah dan Bangunan (BPHTB) merupakan salah satu tujuan utama dalam upaya meningkatkan efektivitas pengelolaan pajak. Dengan menganalisis data dan mengelompokkannya ke dalam beberapa *cluster* yang masing-masing mencerminkan atribut tertentu, proses optimalisasi ini dapat dilakukan. Sesuai dengan kriteria analisis, kelompok dianggap optimal jika mencapai nilai yang maksimal pada penerimaan. Maka data tersebut menunjukkan data yang cukup akurat dan stabil untuk dijadikan dasar pengambilan keputusan tentang tindakan terbaik dalam administrasi dan penagihan pajak.

Pajak Bea Perolehan Hak atas Tanah dan Bangunan (BPHTB) merupakan salah satu jenis pajak yang sangat mempengaruhi pengalokasian pendapatan pajak daerah. Aturan yang mengatur tentang pengenalan jenis pajak baru, perluasan basis pajak, dan kebijakan penghitungan tarif pajak ini didasarkan pada Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2009 tentang Pajak Daerah dan Retribusi Daerah. Dalam peraturan perundang-undangan tersebut, salah satu pajak pusat yang dialokasikan ke daerah adalah Bea Perolehan Hak Atas Tanah dan Bangunan (BPHTB). Pajak yang dipungut oleh pemerintah daerah atas pertukaran, pembelian, penjualan, hadiah, dan pengalihan hak kepemilikan lainnya atas tanah dan bangunan, di antara transaksi-transaksi lain yang mencakup berbagai transaksi properti yang terjadi di suatu wilayah tertentu. Pajak yang ditentukan oleh undang-undang pada dasarnya bersifat memaksa karena dikenakan sanksi hukum, termasuk sanksi pidana dan administratif (Istiqlaila, 2020). Selain meningkatkan sumber daya keuangan pemerintah, pajak yang dikelola dengan baik juga penting untuk meningkatkan kesejahteraan sosial di masyarakat. Sebagaimana disebutkan dalam surat At-Taubah ayat 60 yang berbunyi:

“Sesungguhnya zakat itu hanyalah untuk orang-orang fakir, orang miskin, amil zakat, yang dilunakkan hatinya (mualaf), untuk (memerdekakan) hamba sahaya, untuk (membebaskan) orang yang berutang, untuk jalan Allah, dan untuk orang yang sedang dalam perjalanan, sebagai kewajiban dari Allah. Allah Maha Mengetahui, Mahabijaksana”

Ayat ini menyatakan bahwa zakat tidak boleh diberikan kepada orang-orang yang bukan merupakan bagian dari mereka, atau jika kelompok tersebut memang ada, maka tidak boleh dilarang untuk ikut serta di dalamnya. Selain itu, imamlah yang membaginya secara merata di antara kelompok-kelompok tersebut, meskipun imam bebas memberikan preferensi kepada anggota satu kelompok daripada

kelompok lainnya (Tafsir Jalalain). Pajak yang diterima oleh pemerintah dapat dianalogikan dengan zakat, di mana distribusinya dilakukan berdasarkan prinsip keadilan. Seperti halnya zakat yang bertujuan untuk mendistribusikan kekayaan dari orang kaya ke orang yang kurang mampu, pajak juga diharapkan dialokasikan sedemikian rupa sehingga menciptakan keseimbangan dan kesejahteraan dalam masyarakat. Pajak dapat digunakan untuk membiayai layanan publik dan infrastruktur yang bermanfaat bagi semua lapisan masyarakat, memastikan bahwa dana tersebut memberikan manfaat maksimal kepada mereka yang paling membutuhkannya.

Pengelolaan BPHTB melibatkan banyak faktor yang saling terkait, terutama yang berkaitan dengan regulasi hukum dan prosedur pemungutan pajak. Kompleksitas ini memunculkan tantangan tersendiri dalam memastikan penerapan pajak yang sesuai dengan peraturan yang berlaku (Nasution dkk., 2024). Oleh karena itu, pajak BPHTB dikelompokkan menggunakan pendekatan FGKC untuk mengetahui karakteristik yang mempengaruhi penerimaan pajak maksimal dengan fokus pada optimalisasi penerimaan pajak BPHTB di kabupaten Malang melalui pendekatan analitis dan matematis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana penerapan metode *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering* dalam pengelompokan data dapat diterapkan pada data BPHTB untuk optimalisasi penerimaan pajak BPHTB?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan di atas, maka tujuan penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi dan menganalisis hasil pengelompokan data BPHTB menggunakan metode *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering* untuk optimalisasi penerimaan pajak BPHTB.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang ada dipenelitian ini, adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis

Memperdalam pemahaman terkait metode *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering* dalam optimalisasi penerimaan pajak BPHTB berbasis data dan analisis matematis.

2. Bagi Pemerintah

Memahami pola dan karakteristik wajib pajak melalui *clustering*, pemerintah dapat mengidentifikasi kelompok-kelompok wajib pajak yang memiliki potensi besar untuk meningkatkan penerimaan pajak BPHTB.

1.5 Batasan Masalah

1. Data aktual dari Dinas Bapenda kabupaten Malang tahun 2024
2. Apabila terjadi transaksi pajak diluar dari data resmi yang dirilis Dinas Bapenda kabupaten Malang tahun 2024 tidak termasuk dalam analisis kami.

1.6 Definisi Operasional

1. Pengelompokan data

Pengelompokan data dalam penelitian ini adalah proses membagi data wajib pajak BPHTB di kabupaten Malang ke dalam kelompok-kelompok (*cluster*) yang memiliki karakteristik serupa. Rincian aspek pengelompokan data diantaranya:

a. Objek data yang dikelompokkan

Data BPHTB diperoleh berdasarkan 7 variabel, yaitu:

- i. Luas Tanah (m^2): Luas lahan tanah yang menjadi objek pajak.
- ii. Luas Bangunan (m^2): Luas bangunan yang ada di atas lahan tersebut.
- iii. Harga Tanah (Rp/m^2): Harga tanah per meter persegi di lokasi tertentu.
- iv. Harga Bangunan (Rp/m^2): Harga bangunan per meter persegi.
- v. Nilai Jual Objek Pajak (Rp): Nilai jual objek pajak, yaitu nilai jual yang diperoleh dari jual beli, tukar-menukar, hibah, atau proses perolehan hal lainnya.
- vi. Nilai Perolehan Objek Pajak (Rp): Nilai perolehan objek pajak, yaitu harga jual yang ditetapkan pemerintah untuk keperluan perpajakan.
- vii. Pajak Terbayar (Rp): Jumlah pajak BPHTB yang dibayarkan oleh wajib pajak.

b. Metode pengelompokan

Proses pengelompokan dilakukan menggunakan metode FGKC. FGKC dimana mampu membentuk *cluster* dengan bentuk yang tidak simetris (*non-spherical*). FGKC menggunakan matriks kovarian adaptif, yang

memungkinkan pembentukan *cluster* berbentuk elips atau lebih kompleks, sesuai distribusi data.

2. Optimalisasi penerimaan pajak BPHTB

Optimalisasi penerimaan pajak BPHTB adalah upaya untuk meningkatkan penerimaan pajak secara maksimal dari sektor BPHTB. Optimalisasi dilakukan dengan memanfaatkan hasil pengelompokan data wajib pajak menggunakan metode FGKC. Dengan kata lain, optimalisasi penerimaan pajak berdasarkan pembentukan *cluster*. Penerimaan pajak dalam penelitian ini dianggap optimal jika diperoleh hasil *clustering* dengan kinerja terbaik berdasarkan nilai *Davies-Bouldin Index* (DBI) dan *Sillhoutte Score*. Dengan menggunakan metode FGKC, data wajib pajak dikelompokkan ke dalam *cluster* tertentu, dan mengetahui karakteristik dari *cluster* tersebut dengan melihat kategori interval pajak terbayar pada setiap *cluster* termasuk kategori rendah, sedang atau tinggi terhadap penerimaan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Logika *Fuzzy*

2.1.1 Pengertian Logika *Fuzzy*

Secara bahasa, "*fuzzy*" berarti kabur atau samar-samar. Suatu nilai dapat bernilai besar atau salah pada saat yang sama. Derajat keanggotaan dalam fuzzy didefinisikan sebagai nilai yang berkisar antara 0 (nol) dan 1 (satu). Berbeda dengan himpunan tegas yang memiliki nilai 1 atau 0 yang berarti ya atau tidak (Nasution H. 2012). Dalam logika *fuzzy*, nilai bias bernilai benar atau salah secara bersamaan. Namun, tingkat keberadaan dan kesalahan suatu entitas tergantung pada tingkat keanggotaan yang dimilikinya. Untuk menterjemahkan besaran yang dikomunikasikan melalui bahasa (linguistik), logika *fuzzy* menggunakan rentang derajat keanggotaan 0 hingga 1, berbeda dengan logika digital, yang hanya memiliki dua nilai 1 atau 0. Misalnya, kecepatan laju kendaraan yang diwakili melalui pelan dapat dianggap agak cepat, cepat, atau sangat cepat. Selain itu, logika *fuzzy* menunjukkan seberapa benar atau salah suatu nilai.

Prof. Lotfi Astor Zadeh memperkenalkan konsep logika *fuzzy* pada tahun 1962. Logika *fuzzy* adalah teknik kontrol sistem yang cocok untuk memecahkan masalah. Ini cocok untuk sistem kecil atau sederhana. Sistem kontrol, jaringan PC, workstation multi-channel atau berbasis akuisisi data, dan sistem embedded. Metodologi ini dapat diterapkan baik pada perangkat lunak maupun perangkat keras, atau keduanya secara bersamaan. Logika klasik mengatakan bahwa segala sesuatu adalah biner, artinya hanya memiliki dua pilihan (misalnya, "Benar atau

Salah", "Ya atau Tidak", atau "Baik atau Buruk"). (Beu & Husna, 2019). yang sekaligus menjelaskan bahwa teori lain selain teori probabilitas dapat digunakan untuk menggambarkan ketidakpastian. Namun, teori himpunan *fuzzy* tidak dapat menggantikan teori probabilitas.

Dalam teori logika *fuzzy*, ada kemungkinan bahwa sesuatu memiliki nilai salah dan benar pada saat yang sama, tetapi nilai yang salah dan benar bergantung pada bobot keanggotaannya. Kata *fuzzy* berarti artinya kabur atau tidak jelas. Oleh karena itu, ketidakjelasan dan kekaburan selalu dikaitkan dengan sifat-sifat alami yang ada dalam kehidupan sehari-hari manusia (Pinem & Utomo, 2020).

Terdapat beberapa hal yang harus diketahui untuk memahami sistem logika fuzzy, di antaranya:

1. Variabel *Fuzzy*

Variabel *fuzzy* adalah jenis variabel yang nilainya akan dibahas untuk menunjukkan ketidakpastian suatu sistem *fuzzy*. Variabel *fuzzy* biasanya digunakan untuk mewakili masukan dan keluaran sistem pada domain tertentu, seperti kecepatan, warna, dan suhu.

2. Semesta Pembicaraan

Dalam konteks *fuzzy*, semesta pembicaraan *fuzzy* terdiri dari semua nilai yang dapat digunakan untuk variabel *fuzzy*, yang mana himpunan bilangan riil yang meningkat (naik) secara monoton dari kiri ke kanan.

3. Domain

Domain *fuzzy* adalah himpunan bilangan riil yang meningkat secara monoton dari kiri ke kanan, seperti semesta pembicaraan. Semua nilai

yang mungkin ada dalam semesta pembicaraan juga dikumpulkan di dalam himpunan *fuzzy*.

Logika *fuzzy* dianggap sebagai teknik yang akurat untuk mengaitkan nilai masukan dan nilai keluaran untuk suatu objek. Dalam konteks tersebut, logika *fuzzy* memungkinkan pembuatan aturan yang lebih fleksibel dan lebih rinci. Metode ini menggunakan teori matematika himpunan *fuzzy*. Prinsip ketidakpastian adalah dasar logika *fuzzy*, yang kemudian berkembang menjadi teori himpunan dari prinsip ketidakpastian.

Proses dalam logika *fuzzy* melibatkan beberapa tahapan, yaitu fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi:

1. Fuzzifikasi

Mengubah input yang memiliki nilai kebenaran pasti ke dalam input *fuzzy* yang berupa tingkat keanggotaan atau kebenaran adalah tahap pertama perhitungan fuzzifikasi. Akibatnya, langkah ini mengambil nilai *crisp* dan menentukan seberapa jauh nilai-nilai tersebut termasuk dalam himpunan *fuzzy* yang sesuai (Beu & Husna, 2019).

2. Inferensi

Penalaran menggunakan *fuzzy* input dan *fuzzy rules*, yang menghasilkan *fuzzy output*. Dalam sintaks, aturan *fuzzy* (*fuzzy rule*) dapat dituliskan sebagai berikut: *IF antecedent THEN consequent*

3. Defuzzifikasi

Mengubah *fuzzy* output menjadi nilai yang jelas berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditetapkan. Dalam pemodelan sistem *fuzzy*, metode yang paling penting adalah defuzzifikasi.

2.1.2 Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* adalah pengelompokan sesuatu berdasarkan variabel Bahasa (variabel linguistik), yang dinyatakan dengan fungsi keanggotaan. Nilai dalam himpunan diwakili dengan derajat keanggotaan, yang nilainya berkisar antara 0 dan 1. Gagasan di balik akumulasi *fuzzy* adalah bahwa fungsi karakteristik dapat diperluas hingga mencakup bilangan real pada interval $[0,1]$. Nilai keanggotaannya menunjukkan bahwa suatu item tidak hanya memiliki nilai benar atau salah; nilai 0 menunjukkan nilai salah, sedangkan nilai 1 menunjukkan nilai benar, dan masih ada nilai-nilai yang berada di antara benar dan salah (Saelan, 2009).

Himpunan *fuzzy* adalah himpunan kondisi tertentu yang diwakili oleh fungsi keanggotaan dalam variabel *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* memenuhi dua kriteria:

1. Variabel linguistik, yaitu nilai dalam bahasa sehari-hari, yang mengacu pada penjelasan yang mengacu pada situasi atau kondisi tertentu.
2. Variabel numeris, yaitu nilai yang dapat dihitung dengan menggunakan angka yang didasarkan pada seberapa besar atau kecil variabel tersebut.

Dalam matematika, teori himpunan *fuzzy* mewakili hal-hal seperti ketidakpastian, ketidaktepatan, ambiguitas, ketidakjelasan, dan kebenaran parsial. Minimalnya pengetahuan yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah banyak ditemukan di berbagai bidang kehidupan. Ketidakjelasan telah menjadi topik diskusi sejak tahun 1937. Max Black adalah seorang filsuf yang memberikan pemikirannya tentang ketidakjelasan. Dia menggambarkan ketidakjelasan sebagai suatu gagasan yang kemungkinannya belum dideskripsikan dengan jelas.

Fungsi keanggotaan, yang memetakan setiap elemen dari suatu himpunan ke dalam rentang nilai keanggotaan yang mencakup seluruh skala, dapat digunakan untuk menggambarkan ketidakjelasan dalam teori *fuzzy*. Ketidakjelasan adalah istilah yang dapat digunakan untuk menggambarkan ketidakpastian dalam bentuk informasi linguistik atau intuitif. Untuk ilustrasi, tidak ada standar yang jelas tentang ukuran yang tepat untuk item dalam kategori "sangat besar", "sedang", atau "kecil". Sebaliknya, bergantung pada situasi dan perspektif setiap orang, ada kecenderungan untuk menggunakan berbagai skala untuk menggambarkan objek tersebut. Dengan kata lain, *fuzzy* dan ketidakjelasan tidak dapat dianggap sama.

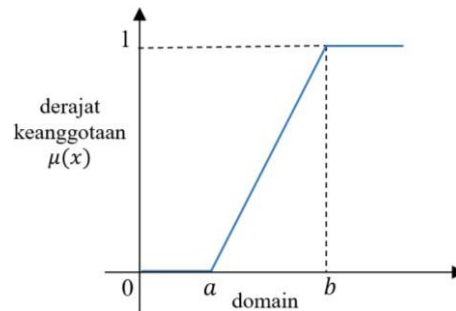
2.1.3 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan atau *membership function* adalah grafik yang menunjukkan besar derajat keanggotaan masing-masing variabel yang dimasukkan, yang berada di antara 0 dan 1 (Syahputri dkk., 2022). Derajat keanggotaan sebuah variabel x dilambangkan dengan simbol $\mu(X)$. Nilai keanggotaan digunakan sebagai faktor bobot oleh aturan untuk menentukan pengaruhnya saat melakukan inferensi untuk menarik kesimpulan. Terdapat beberapa fungsi yang dapat digunakan, diantaranya yaitu:

1. Representasi Linear

Terdapat dua keadaan representasi *fuzzy* linier. Yang pertama adalah representasi linier naik, yang menampilkan nilai-nilai input ke derajat keanggotaan dalam bentuk garis lurus. Dalam representasi linier naik, fungsi keanggotaan diwakili sebagai garis yang dimulai dari domain

dengan nilai derajat keanggotaan lebih rendah dan menuju domain dengan nilai derajat keanggotaan lebih tinggi. Representasi himpunan *fuzzy* linear naik ditunjukkan pada Gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1 Representasi Linear Naik

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & ; \quad a < x < b \\ 1 & ; \quad x \geq b \end{cases} \quad (2.1)$$

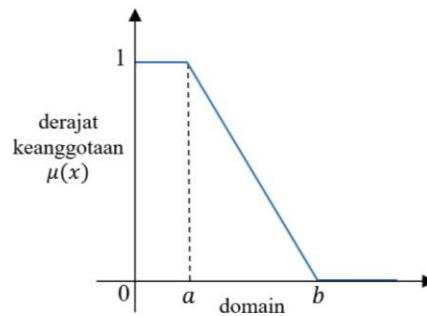
Keterangan:

$\mu(x)$ adalah Derajat keanggotaan

x adalah Nilai *input* yang akan diubah ke bilangan *fuzzy* dengan

$$a \leq x \leq b, x \in \mathbb{R}$$

Representasi selanjutnya adalah representasi turun. Pada representasi linier turun, garis yang dimulai dari domain dengan nilai derajat keanggotaan yang lebih tinggi dan berakhir di domain dengan nilai derajat keanggotaan yang lebih rendah menunjukkan fungsi keanggotaan. Representasi himpunan *fuzzy* linear turun ditunjukkan pada Gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2 Representasi Linear Turun

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & ; \quad a < x < b \\ 0 & ; \quad x \geq b \end{cases} \quad (2.2)$$

Keterangan:

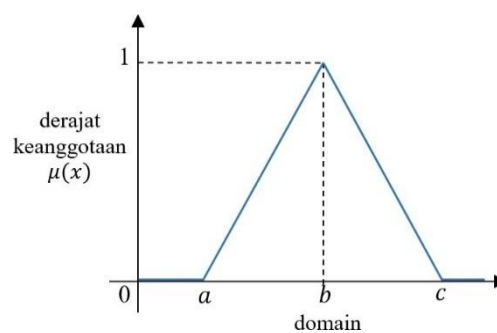
$\mu(x)$ adalah Derajat keanggotaan

x adalah Nilai *input* yang akan diubah ke bilangan *fuzzy* dengan

$$a \leq x \leq b, x \in \mathbb{R}$$

2. Representasi Kurva Segitiga

Representasi kurva segitiga adalah salah satu tipe fungsi keanggotaan yang digunakan untuk menunjukkan himpunan *fuzzy*. Kurva segitiga digambarkan sebagai gabungan antara 2 garis (linear). Representasi kurva segitiga ditunjukkan pada Gambar 2.3 berikut:



Gambar 2.3 Representasi Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & ; \quad a < x < b \\ \frac{(c-x)}{(c-b)} & ; \quad b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.3)$$

Keterangan:

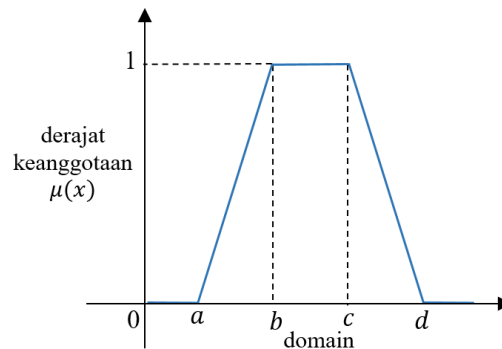
$\mu(x)$ adalah Derajat keanggotaan

x adalah Nilai *input* yang akan diubah ke bilangan *fuzzy* dengan

$$a \leq x \leq c, x \in \mathbb{R}$$

3. Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium, seperti kurva segitiga, digambarkan sebagai gabungan dua garis (linier). Namun, ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan satu. Representasi kurva trapesium ditunjukkan pada Gambar 2.4 berikut:



Gambar 2. 4 Representasi Kurva Trapesium

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; \quad x \geq d \text{ atau } x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & ; \quad a < x < b \\ \frac{(d-x)}{(d-c)} & ; \quad c < x < d \\ 1 & ; \quad b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.4)$$

Keterangan:

$\mu(x)$ = Derajat keanggotaan

x = Nilai *input* yang akan diubah ke bilangan *fuzzy* dengan

$$a \leq x \leq d, x \in \mathbb{R}$$

2.2 Analisis Cluster

Teknik statistik multivariat independen yang disebut analisis *cluster* bertujuan mengelompokkan objek berdasarkan kesamaan karakteristik. Meskipun objek dari berbagai kelompok menunjukkan perbedaan karakteristik yang mencolok, objek dalam satu kelompok memiliki banyak kualitas yang sama. Dengan kata lain, objek-objek dalam kelompok yang sama menunjukkan variasi terendah, sedangkan objek-objek dari kelompok berbeda menunjukkan variasi tertinggi (Amah dkk., 2017)

Karena tidak mengasumsikan apa pun mengenai jumlah atau struktur kelompok, analisis *cluster* adalah metode yang lebih sederhana. Jarak atau kesamaan menjadi dasar pengelompokan. Ukuran kesamaan atau data yang diperlukan untuk menghitung kesamaan adalah input yang diperlukan. Akibatnya, jumlah *cluster* ideal setiap kasus multivariat bersifat unik dan bergantung pada karakteristik data (Syafiyah dkk., 2020).

Ada dua kategori pendekatan yang digunakan dalam analisis klaster: metode hierarki dan metode *non-hierarki*. Teknik *hierarki* mengelompokkan sesuatu berdasarkan tingkat kemiripannya, dimulai dari yang paling dekat. Dari sana, ia beralih ke hal-hal yang memiliki kesamaan lebih dekat. Ada dua kategori utama dalam metode *hierarki*: memecah belah (dispersi) dan aglomeratif (konsentrasi). Ada lima metode aglomerasi yang terkenal: teknik *Ward*, metode *centroid*, linkage

rata-rata, linkage tunggal, dan linkage penuh. Sementara itu, ada dua teknik untuk memecah belah: Deteksi Interaksi Otomatis (AID) dan pendekatan jarak rata-rata sempalan (Hasanah, 2022).

Teknik *non-hierarki* dimulai dengan menentukan jumlah *cluster* yang diperlukan, berbeda dengan metode *hierarki*. Setelah jumlah *cluster* ditentukan, proses *cluster* dijalankan tanpa prosedur *hierarki*. Tiga teknik *Clustering* yang digunakan pada pendekatan *non-hierarki* adalah pendekatan *K-Means*, *K-Harmonic Means*, dan *K-Modes*.

2.3 Fuzzy Clustering

Fuzzy Clustering adalah teknik analisis *cluster* yang menggunakan himpunan *fuzzy* sebagai landasan berbobot untuk pengelompokan dan memperhitungkan tingkat keanggotaan. Pendekatan ini merupakan penyempurnaan dari metode partisi data berbobot *fuzzy*. *Fuzzy Clustering* memiliki keuntungan karena mampu mengklasifikasikan sesuatu secara akurat meskipun distribusinya tidak merata (Efiyah, 2014). Jika data tersebar secara tidak menentu, hal ini memungkinkan suatu titik data memiliki ciri atau atribut *cluster* lain. Bezdek mendefinisikan masalah *Fuzzy Clustering* secara matematis dalam batasan optimasi. Ada beberapa hal yang perlu diketahui sebelum melakukan *Fuzzy Clustering*:

1. Ukuran *Fuzzy*

Ukuran *fuzzy* menunjukkan derajat kekaburan dari himpunan *fuzzy*. Secara umum, kekaburan dapat dinyatakan sebagai:

$$f: P(X) \rightarrow R$$

Dengan $P(X)$ adalah himpunan semua subset dari X dan $f(A)$ adalah suatu fungsi yang memetakan subset A ke karakteristik derajat kekaburannya. Untuk mengukur nilai kekaburan, fungsi f harus mengikuti hal-hal sebagai berikut:

- a. $f(A) = 0$ jika dan hanya jika A adalah himpunan *crisp*
- b. jika $A < B$, maka $f(A) < f(B)$, dimana $A < B$ lebih kabur dibanding A dengan kata lain A Lebih tajam dibandingkan B . Relasi ketajaman $A < B$ didefinisikan dengan :

$$\mu_A[x] \leq \mu_B[x], \text{ jika } \mu_B[x] \leq 0,5; \text{ dan}$$

$$\mu_A[x] \geq \mu_B[x], \text{ jika } \mu_B[x] \geq 0,5$$

- c. $f(A)$ akan mencapai maksimum jika dan hanya jika A benar-benar kabur secara maksimum. Nilai *fuzzy* maksimal biasanya terjadi pada saat $\mu_A[x] = 0,5$ untuk setiap x , tergantung pada interpretasi derajat kekaburan.

2. Indeks kekaburan

Indeks kekaburan merupakan jarak antara himpunan *fuzzy* A dengan himpunan *crisp* C yang paling dekat . Himpunan *crisp* C yang paling dekat dari himpunan *fuzzy* A di notasikan sebagai berikut:

$$\mu_C[x] = 0, \text{ jika } \mu_A[x] \leq 0,5; \text{ dan}$$

$$\mu_C[x] = 1, \text{ jika } \mu_A[x] \geq 0,5$$

2.3.1 Fuzzy C-Means Clustering

Berdasarkan jarak *Euclidean* antar vektor, *cluster* ideal dalam ruang vektor dapat ditemukan dengan menggunakan teknik *fuzzy clustering*. Metode ini bekerja

dengan baik untuk pemodelan *fuzzy*, khususnya untuk mengidentifikasi aturan *fuzzy*. *Fuzzy C-Means*, atau FCM, adalah teknik pengelompokan yang banyak digunakan. Salah satu teknik *clustering* yang digunakan dalam pendekatan *Hard K-Means* adalah *Fuzzy C-Means Clustering* (FCM), yang juga dikenal sebagai *Fuzzy ISODATA* (Perkasa & Kurniawan, 2018). Data dapat dimasukkan ke dalam kelas atau *cluster* mana pun yang dibuat dengan tingkat partisipasi yang bervariasi mulai dari 0 hingga 1 dengan menggunakan pemodelan *Fuzzy C-Means*, atau FCM. Derajat keanggotaan suatu kelas atau *cluster* menentukan seberapa banyak data yang ada di dalamnya. Teknik ini pertama kali diperkenalkan oleh Jim Bezdek pada tahun 1981. (Kusumadewi & Purnomo, 2010).

Pusat *cluster*, yang berfungsi sebagai posisi rata-rata setiap *cluster*, merupakan langkah pertama dalam konsep dasar *Fuzzy C-Means*. Ada kemungkinan bahwa pusat *cluster* pada awalnya tidak berlokasi tepat. Untuk setiap *cluster*, terdapat derajat keanggotaan untuk setiap titik data. Pemutakhiran data tingkat partisipasi tiap individu akan menghasilkan posisi pusat *cluster* yang lebih tepat. Tujuan dari proses berulang ini adalah untuk meminimalkan fungsi tujuan yang menentukan jarak antara titik data tertentu dan pusat *cluster*. Berikut ini adalah algoritma *fuzzy clustering* atau yang dikenal dengan *Fuzzy C-Means*:

$$P_t(X; U, V) = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c (\mu_{ik})^w (d_{ik})^2 \quad (2.5)$$

dengan

$$d_{ik} = d(x_k - v_i) = \left(\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

Keterangan :

X adalah data yang akan dikelompokkan

U adalah matriks partisi awal dengan membangkitkan nilai acak

V adalah matriks pusat kelompok

Berikut adalah langkah-langkah dalam metode FCM:

1. Mengidentifikasi data yang akan dikelompokkan dalam bentuk matriks X berukuran dengan $n \times m$, dimana n adalah jumlah data yang akan dikelompokkan dan m adalah atribut setiap data.
2. Menentukan
 - a. Jumlah kelompok yang akan dibentuk $= c (\geq 2)$.
 - b. Pangkat atau pembobot $= w$
 - c. Maksimum iterasi
 - d. Kriteria penghentian terkecil $= \xi$
 - e. Iterasi awal $t = 1$.
3. Membentuk matriks partisi awal U dengan membangkitkan nilai acak $\mu_{ik}, i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, c$; sebagai elemen-elemen matriks partisi awal U sebagai berikut:

$$U = \begin{bmatrix} \mu_{11}(x_1) & \dots & \mu_{1c}(x_1) \\ \dots & \dots & \dots \\ \mu_{cn}(x_1) & \dots & \mu_{cn}(x_n) \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

4. Menghitung pusat kelompok (V_{kj}), dengan $k = 1, 2, \dots, c$; dan $j = 1, 2, \dots, m$

$$v_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w x_{kj}}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w} \quad (2.7)$$

5. Menghitung fungsi obyektif

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left(\left(\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj}) \right) (\mu_{ik})^w \right) \quad (2.8)$$

6. Memperbaiki derajat keanggotaan setiap data pada setiap kelompok (perbaiki matriks partisi), sebagai berikut :

$$\mu_{ik} = \left(\sum_{k=1}^c \left(\frac{d_{ik}}{d_{jk}} \right)^{\frac{2}{w-1}} \right)^{-1} \quad (2.9)$$

7. Menentukan kriteria pemberhentian.

Jika $(|U^t - U^{t-1}| \leq \xi \text{ atau } t > \text{MaxIter})$ maka dihentikan, namun apabila tidak. Maka elemen dinaikan iterasi $t = t + 1$ dan kembali ke langkah 4.

2.3.2 Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering

Fuzzy C-Means berevolusi menjadi algoritma *Gustafson-Kessel*, suatu teknik pengelompokan yang proses pengelompokannya dapat disesuaikan dengan bentuk data (Putri & Rochmawati, 2021). Nilai yang membentuk matriks dalam pendekatan pengelompokan ini dikenal sebagai norma jarak adaptif, dan variabel tersebut dimodifikasi pada setiap iterasi. Akibatnya, bentuk geometris dari fungsi keanggotaan yang sesuai mungkin lebih cocok dengan himpunan data melalui pengelompokan ini. Himpunan *fuzzy* digunakan sebagai landasan pembobotan dalam analisis *cluster fuzzy*, yang memperhitungkan derajat keanggotaan. Algoritma pengelompokan *Fuzzy Gustafson Kessel Clustering* (FGKC):

$$J(X; U, V, \{A_i\}) = \sum_{k=1}^c \sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w D_{ikA_i}^2 \quad (2.10)$$

dengan

$$D_{ikAi}^2 = (X_k - V_i)^T A_i (X_k - V_i)$$

Keterangan :

X merupakan data yang akan dikelompokkan

U merupakan matriks partisi awal yang dihasilkan dengan nilai acak

V merupakan matriks pusat kelompok

A_i merupakan jarak antar kelompok

$$A_i = \left(\rho_i \left(\det(F_i)^{\frac{1}{n}} \right) (F_i^{-1}) \right)$$

Berikut adalah langkah-langkah dalam metode FGKC:

1. Menentukan data yang akan dikelompokkan dengan bentuk matriks X berukuran dengan $n \times m$, dimana n = jumlah data yang akan dikelompokkan, m = attribute setiap data.
2. Menentukan:
 - a. Jumlah kelompok yang dibentuk $= c (\geq 2)$.
 - b. Pembobot atau pangkat $= w$.
 - c. Maksimum iterasi.
 - d. Kriteria pemberhentian paling kecil $= \xi$
 - e. Iterasi awal $t = 1$.
3. Membuat matriks partisi awal U dengan menghasilkan nilai acak μ_{ik} , $i = 1, 2, \dots, n$; $k = 1, 2, \dots, c$; sebagai elemen-elemen matriks partisi awal U berdasarkan Persamaan 2.6.
4. Menghitung pusat kelompok v_i , untuk v setiap kelompok seperti persamaan 2.7.

5. Menghitung kovarian matriks pengelompokan (F_i) dengan rumus

$$F_i = \frac{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^w (x_k - v_i)(x_k - v_i)^T}{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^w} \quad (2.11)$$

6. Menghitung jarak

$$D_{ikAi}^2 = (x_k - v_i)^T \left(\rho_i (\det(F_i)^{\frac{1}{n}} (F_i^{-1})) \right) (x_k - v_i) \quad (2.12)$$

7. Memperoleh derajat keanggotaan baru setiap data pada setiap kelompok

$$\mu_{ik} = \left(\sum_{k=1}^c \left(\frac{D_{ikAi}}{D_{jkAi}} \right)^{\frac{2}{w-1}} \right)^{-1} \quad (2.13)$$

8. Menentukan kriteria pemberhentian

Jika $(|U^t - U^{t-1}| \leq \xi \text{ atau } t > Maxlter)$ maka dihentikan, namun apabila tidak, maka iterasi dinaikkan menjadi $t = t + 1$ dan kembali langkah 4.

2.4 Bea Perolehan Hak atas Tanah dan Bangunan (BPHTB)

2.4.1 Pengertian Umum

Bea Perolehan Hak atas Tanah dan Bangunan (BPHTB) mulai diberlakukan secara resmi di Indonesia pada tahun 1997 berdasarkan Undang-Undang Nomor 21 Tahun 1997 tentang Bea Perolehan Hak atas Tanah dan Bangunan. Kemudian, sejak tahun 2010, pengelolaan BPHTB dialihkan dari pemerintah pusat ke pemerintah daerah. Hal ini diatur dalam Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2009 mengenai Pajak Daerah dan Retribusi Daerah, yang memberikan kewenangan kepada pemerintah daerah untuk mengatur dan memungut BPHTB.

1. Sejarah Singkat BPHTB

- a. Tahun 1997 : Peraturan mengenai pajak BPHTB dituangkan dalam Undang-Undang Nomor 21 Tahun 1997 pertama kali, UU ini mengatur tentang Biaya Perolehan Hak Atas Tanah dan Bangunan. Saat itu pengelolaan dan pemungutan BPHTB masih menjadi tanggung jawab pemerintah pusat.
- b. Tahun 2000 : Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2000 diundangkan untuk mengubah dan menyempurnakan Undang-Undang Nomor 21 Tahun 1997
- c. Tahun 2010: Dengan lahir dan terentuknya serta berlakunya Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2009, pengelolaan BPHTB dialihkan kepada pemerintah daerah mulai tanggal 1 Januari 2011. Undang-undang ini secara resmi mengalihkan kewenangan pengaturan BPHTB kepada pemerintah daerah sebagai bagian dari pajak daerah.

2. Tujuan BPHTB

Pengenaan BPHTB memiliki beberapa tujuan utama:

- a. Pendapatan Daerah: Menjadi tambahan terhadap pendapatan asli daerah yang dapat digunakan untuk pembangunan fasilitas umum dan perbaikan layanan masyarakat menjadi lebih baik.
- b. Regulasi Pasar Properti: Mengatur dan memonitor serta menganalisis transaksi tanah dan bangunan, mencegah spekulasi, dan menjaga stabilitas harga properti.
- c. Pemerataan Ekonomi: Dengan adanya BPHTB, Diharapkan dapat meningkatkan keadilan sosial dan ekonomi dengan memastikan bahwa

mereka yang mendapatkan manfaat dari tanah dan bangunan juga berkontribusi pada pembangunan daerah.

3. Objek dan Subjek BPHTB

a. Objek-objek BPHTB terdapat beberapa poin, sebagai berikut:

- i. Jual Beli
- ii. Tukar-Menukar
- iii. Hibah
- iv. Hibah Wasiat
- v. Warisan
- vi. Income dalam perseroan atau badan hukum lainnya
- vii. Pemisahan hak yang mendorong peralihan
- viii. Pembelian dilakukan dalam lelang
- ix. Pelaksanaan putusan hakim yang mempunyai kekuatan hukum tetap
- x. Penggabungan usaha
- xi. Peleburan usaha
- xii. Pemekaran usaha
- xiii. Hadiah

b. Subjek BPHTB: yaitu orang/badan pribadi atau wajib pajak yang memperoleh hak atas tanah & bangunan.

4. Hal-hal yang terkecualikan dari Pengenaan Bea Perolehan Hak atas Tanah dan Bangunan (BPHTB). Berikut adalah objek pajak yang tidak dikenakan Bea Perolehan Hak atas Tanah dan Bangunan (BPHTB):

- a. Perwakilan diplomatik dan konsulat, hal ini berdasarkan asas perlakuan timbal balik atas perlakuan negara asal diplomat yang melakukan hal yang sama/timbal balik;
 - b. Negara untuk penyelenggaraan pemerintahan dan/atau untuk pelaksanaan pembangunan yang bersifat untuk kepentingan umum/negara;
 - c. Badan dan/atau perwakilan organisasi internasional yang ditetapkan dengan keputusan Menteri Keuangan dengan catatan perwakilan tersebut tidak menjalankan usaha atau melakukan kegiatan lain diluar fungsi dan tugas perwakilan organisasi tersebut;
 - d. Badan pribadi karena pengalihan hak atau karena perbuatan hukum lain dengan tidak adanya perubahan nama;
 - e. Badan pribadi karena wakaf;
 - f. Badan pribadi yang dipergunakan untuk keperluan ibadah;
 - g. Objek pajak tertentu.
5. Dasar Pengenaan Pajak BPHTB, Harga Perolehan Objek Pajak Tidak Kena Pajak (NPOPTKP) dan Besaran Tarif Pajak Bea Perolehan Hak atas Tanah dan Bangunan (BPHTB).
- Bea Perolehan Hak atas Tanah dan Bangunan (BPHTB) dikenakan berdasarkan Nilai Perolehan Objek Pajak (NPOP), kemudian waktu diberlakukannya terutang Bea Perolehan Hak atas Tanah dan Bangunan (BPHTB) adalah tanggal peralihan hak.
- Harga perolehan bebas pajak (NPOPTKP) ditentukan berdasarkan daerah (kabupaten/kota) yaitu paling banyak Rp. 60.000.000 (60 juta rupiah).

NPOPTKP mengenai hak karena waris ataupun hibah wasiat ditetapkan berdasarkan daerah. Apabila sanak saudara langsung (termasuk suami dan istri) derajat pertama atau derajat lebih rendah memperoleh warisan atau hak berdasarkan wasiat, yaitu maksimal Rp. 300.000.000 (300 juta rupiah). Besaran NPOPTKP ditentukan oleh peraturan pemerintah daerah. Tarif pajak atas bea perolehan hak atas tanah dan bangunan (BPHTB) maksimal adalah 5%.

6. Mekanisme Penghitungan dan Pembayaran

Tarif BPHTB ditentukan yaitu sebesar 5% dari Nilai Perolehan Objek Pajak Kena Pajak (NPOP-KP), yang merupakan nilai transaksi atau nilai pasar wajar jika transaksi tidak mencerminkan nilai pasar. Pemerintah daerah dapat mematok batas nilai yang tidak kena pajak (NPOP-TKP) sesuai dengan peraturan daerah masing-masing. Pembayaran pajak BPHTB dapat dilakukan melalui kantor pelayanan pajak atau bank resmi yang ditunjuk oleh pemerintah daerah. Wajib pajak diharapkan telah melaporkan dan membayar BPHTB sebelum perolehan hak atas tanah dan/atau bangunan tersebut didaftarkan.

Misal, seseorang membeli tanah dan bangunan dengan nilai transaksi Rp1.000.000.000 dan NJOP sebesar Rp 900.000.000, maka NPOP yang digunakan adalah Rp1.000.000.000. BPHTB yang harus dibayar adalah:

$$\text{BPHTB} = 5 \% \times (\text{NPOP} - \text{NPOPTKP})$$

Dengan NPOP TKP (Nilai Perolehan Objek Pajak Tidak Kena Pajak) yang ditetapkan oleh pemerintah daerah, misalnya Rp60.000.000:

$$\text{BPHTB} = 5 \% \times (1.000.000.000 - 60.000.000) = 5 \% \times 940.000.000 = \text{Rp}47.000.000 \text{ (Pekab Malang, 2020).}$$

2.4.2 Konsep Optimalisasi Penerimaan Pajak BPHTB

Optimalisasi secara umum merupakan proses metodis yang bertujuan untuk mencapai hasil yang terbaik, dengan memaksimalkan atau meminimalkan fungsi tertentu berdasarkan tujuan yang telah ditetapkan. Menurut (Singiresu, 2009), optimalisasi adalah proses mencapai keadaan yang menghasilkan nilai maksimum atau minimum dari suatu fungsi. Dengan kata lain, optimalisasi berfokus pada upaya untuk mengidentifikasi cara terbaik untuk mendapatkan hasil yang paling menguntungkan atau paling efisien dalam suatu sistem. Dalam konteks penerimaan pajak, optimalisasi didefinisikan sebagai upaya untuk mencapai penerimaan pajak yang maksimal dengan efisiensi yang tinggi dan beban yang minimal bagi wajib pajak.

Optimalisasi penerimaan pajak BPHTB dapat dicapai melalui berbagai pendekatan. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah pendekatan matematis dan statistik, di mana data pajak yang ada dianalisis untuk menemukan pola dan potensi penerimaan pajak yang maksimal. Tujuan utama dari optimalisasi penerimaan pajak adalah untuk memastikan bahwa setiap objek pajak dikenai pajak secara tepat sesuai dengan potensi nilai objek pajaknya. Dalam konteks BPHTB, hal ini melibatkan analisis variabel-variabel diantaranya:

1. Luas Tanah : Luas tanah yang dimiliki oleh wajib pajak. Luas tanah ini akan memengaruhi harga tanah dan, pada akhirnya, Nilai Perolehan Objek Pajak (NPOP).

2. Harga Tanah : Harga tanah yang ditetapkan, berdasarkan pasar atau Nilai Jual Objek Pajak (NJOP). Harga tanah menentukan besarnya pajak yang terutang.
3. Luas Bangunan : Luas bangunan yang ada di atas tanah tersebut, yang juga memengaruhi nilai total dari objek pajak, termasuk bangunan dan tanahnya.
4. Harga Bangunan : Harga bangunan yang ditentukan berdasarkan NJOP atau nilai pasar. Harga ini menentukan besarnya pajak yang terutang atas bangunan tersebut.
5. Nilai Jual Objek Pajak (NJOP) : Nilai yang ditetapkan oleh pemerintah untuk objek pajak tertentu (tanah dan bangunan), digunakan untuk menentukan nilai pajak yang harus dibayarkan.
6. Nilai Perolehan Objek Pajak (NPOP) : Nilai perolehan hak atas tanah dan bangunan yang digunakan sebagai dasar penghitungan pajak BPHTB, berdasarkan nilai transaksi atau NJOP.

Mencapai optimalisasi penerimaan pajak diperlukan metode yang dapat memetakan nilai pajak terbayar ke dalam kategori yang memudahkan analisis lebih lanjut. Salah satu metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan membagi nilai pajak terbayar ke dalam interval yang mencakup tiga kategori utama

Tabel 2.1 Tabel Interval

Kategori Penerimaan Pajak	Rentang Nilai Pajak Terbayar (Rp)
Rendah	$0 - a$
Sedang	$a - b$
Tinggi	$b - c$

Keterangan:

a adalah batas atas untuk kategori Rendah dan menjadi batas antara kategori Rendah dan Sedang

b adalah batas atas untuk kategori Sedang dan batas bawah untuk kategori Tinggi

c adalah nilai maksimum dari pajak terbayar dalam data

Pada Tabel 2.1 interval ditentukan berdasarkan rentang nilai pajak terbayar yang diperoleh dari data. Pajak terbayar yang masuk dalam kategori rendah perlu ditingkatkan untuk mencapai potensi penerimaan yang lebih tinggi. Sedangkan, pajak yang sudah berada dalam kategori tinggi mencerminkan pencapaian yang optimal, dengan tetap memperhatikan keseimbangan antara penerimaan pajak yang maksimal dan beban yang wajar bagi wajib pajak. Mengutip dari buku "Perpajakan" oleh (Mardiasmo, 2016), optimalisasi penerimaan pajak harus dilakukan dengan menjaga keseimbangan antara maksimalisasi penerimaan dan beban yang tidak berlebihan bagi wajib pajak, untuk mencapai sistem perpajakan yang adil dan efisien.

2.5 Standardisasi Data

Ketika terdapat perbedaan mencolok dalam skala pengukuran variabel yang diteliti, standardisasi data menjadi langkah penting. Temuan analisis *cluster* mungkin ditutupi oleh unit pengukuran yang tidak seragam, sehingga data aktual harus diubah untuk mencapai standarisasi dan menjamin validitas kesimpulan yang dicapai. Variasi yang besar dalam skala pengukuran variabel dapat menyebabkan bias dalam proses analisis *cluster* dan kesimpulan yang salah. Dengan

menstandarisasi skala variabel dan memastikan bahwa setiap variabel berkontribusi secara proporsional terhadap analisis.

Pemantapan skala pengukuran variabel-variabel yang diteliti merupakan tujuan utama standarisasi data. Setiap variabel dalam analisis *cluster* memiliki bobot yang sama karena penghapusan disparitas skala, sehingga faktor skala besar tidak mengganggu hasil penelitian. Berikut transformasi dalam bentuk *z-score*:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (2.14)$$

Keterangan :

z adalah nilai data yang telah distandarisasi (*z-score*)

x adalah nilai data asli

μ adalah rata-rata (*mean*) dari fitur tersebut

σ adalah standar deviasi (*standard deviation*) dari fitur tersebut

2.6 Metrik Evaluasi Hasil Clustering

2.6.1 *Sillhoutte Score*

Validasi *cluster* adalah langkah di mana akurasi *cluster* dinilai. Koefisien *Silhouette* dapat digunakan untuk memvalidasi *cluster* yang salah. Kualitas *cluster* dapat ditentukan dengan menggunakan skala akurasi yang disebut koefisien *Silhouette*. persamaan berikut untuk mendapatkan koefisien *Silhouette*:

$$S(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max\{a(i), b(i)\}} \quad (2.15)$$

Keterangan :

$a(i)$ adalah jarak rata-rata antar anggota kelompok.

$b(i)$ adalah nilai terkecil antar jarak rata-rata objek i dengan objek pada kelompok lainnya.

Skor *Sillhouette* (*Sillhouette Score*) adalah evaluasi untuk mengetahui seberapa dekat relasi antara objek dalam sebuah *cluster* dan seberapa jauh sebuah *cluster* terpisah dengan *cluster* lain. Ini membantu dalam penentuan seberapa baik *clustering* telah dilakukan dan membantu memilih jumlah *cluster* yang optimal dalam algoritma *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering*. Berikut adalah teori dasar tentang *silhouette score*:

1. Jarak intra-*cluster* (a): jarak antara titik data dan semua titik lain dalam *cluster* yang sama diukur dan rata-rata. Semakin rendah jarak ini, semakin baik karena menunjukkan bahwa titik data lebih dekat dengan anggota *cluster* lainnya.
2. Jarak Rata-rata antar-cluster (b): Jarak antara titik data dan semua titik dalam *cluster* lain diukur dan rata-ratakan. Ini dilakukan untuk semua *cluster* lainnya kecuali *cluster* tempat titik tersebut berada.
3. *Sillhouette Coefficient* (s): *Sillhouette Coefficient* dihitung sebagai $(b-a)/\max(a,b)$. Skor ini berkisar dari -1 hingga 1. Semakin dekat 1, semakin baik, menunjukkan bahwa titik data secara signifikan lebih dekat ke *cluster* tempat itu berada daripada *cluster* lain. Nilai negatif menunjukkan bahwa titik data mungkin seharusnya ditempatkan di *cluster* lain.
4. Interpretasi Skor: Jika skor mendekati 1, maka *clustering* dianggap baik, dengan titik data lebih dekat dengan *cluster* tempat mereka berada daripada *cluster* lainnya. Jika skor mendekati 0, maka titik data mungkin berada di dekat batas antara dua *cluster*, atau data memiliki *overlap* yang

signifikan di antara *cluster*. Jika skor mendekati -1, maka *clustering* mungkin tidak efektif, dan titik data cenderung lebih dekat dengan *cluster* lainnya.

5. Pemilihan Jumlah cluster: *Sillhouette Score* sering digunakan untuk memilih jumlah *cluster* yang optimal. Nilai tertinggi atau paling mendekati 1 menunjukkan jumlah *cluster* yang lebih baik. Namun ini juga harus digunakan bersamaan dengan pertimbangan lain, seperti intuisi domain, analisis visual, dan metrik evaluasi lainnya.
6. Keterbatasan: Meskipun *Silhouette Score* dapat memberikan wawasan yang berharga, itu juga memiliki keterbatasan. Misalnya, skor ini cenderung memberikan hasil yang lebih baik untuk *cluster* yang berbentuk bulat dan memiliki ukuran yang seragam. Dalam kasus *cluster* yang tidak beraturan atau ukuran *cluster* yang bervariasi, interpretasi skor mungkin lebih sulit.

2.6.2 Davies Bouldin Index (DBI)

Untuk menilai hasil algoritma *clustering*, David L. Davies dan Donald W. Bouldin mengembangkan *Davies Bouldin Index* (DBI) pada tahun 1979. DBI adalah rasio rata-rata jarak dalam dan antar *cluster* untuk setiap *cluster* terhadap *cluster* terdekat di sekitarnya (Sopyan dkk., 2022).

$$DBI(c) = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k R_i \quad (2.16)$$

Dengan

$$R_i = \max R_{ij}$$

Dan

$$R_{ij} = \frac{\text{var}(C_i) + \text{var}(C_j)}{|c_i - c_j|}$$

Dimana C_i merupakan centeroid dari *cluster* i .

2.7 Equal Width Interval

Equal Width adalah metode pembagian data ke dalam beberapa interval yang memiliki lebar yang sama, digunakan dalam analisis data untuk mengelompokkan nilai-nilai kontinu menjadi kategori yang lebih sederhana. Pendekatan yang paling sederhana yaitu membagi rentang X menjadi k interval yang sama lebar. Lebar interval yaitu rentang X dibagi dengan k

$$w = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k} \quad (2.16)$$

Batas interval ke- i diberikan sebagai berikut

$$v_i = x_{\min} + iw, \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, k - 1$$

(Zaki & Wagner, 2014).

2.8 Kajian Integrasi Perpajakan dengan Al-Quran

Al-Qur'an merupakan pedoman hidup umat islam yang mengandung beberapa prinsip dasar yang mengatur aspek kehidupan manusia. Salah satu aspek muamalah dalam islam yaitu dalam urusan perpajakan. Pajak merupakan kewajiban yang diberikan oleh masyarakat untuk kepentingan negara, dalam Al-Qur'an menekankan pentingnya transparansi dalam pemungutan pajak. Allah berfirman dalam surat Al-Baqarah ayat 188:

وَلَا تَأْكُلُوا أَمْوَالَكُمْ بَيْنَكُمْ بِالْبَاطِلِ وَتُدْلُوا بِهَا إِلَى الْحُكَّامِ لِتَأْكُلُوا فَرِيقًا مِّنْ أَمْوَالِ النَّاسِ

بِالْإِثْمِ وَأَنْتُمْ تَعْلَمُونَ^ع

Artinya: “Dan janganlah kamu makan harta di antara kamu dengan jalan yang bathil dan (janganlah) kamu menyuap dengan harta itu kepada para hakim dengan maksud agar kamu dapat memakan sebagian harta orang lain dengan jalan dosa, padahal kamu mengetahui.”

Ayat ini menjelaskan bahwa tidak diperbolehkan memakai dan menggunakan harta milik orang lain secara tidak sah dan melanggar hukum syariah, seperti mencuri, mengintimidasi, atau membawa aset ke pengadilan dengan memberikan suap kepada hakim untuk menolak haknya. Ayat ini menekankan pentingnya transparansi dan kejujuran dalam segala bentuk transaksi dan interaksi yang melibatkan harta atau kekayaan. Pemerintah dan pihak yang bertanggung jawab atas pemungutan pajak harus menjalankan tugas dengan jujur, tanpa mengambil keuntungan pribadi atau menyalahgunakan kewenangan untuk mendapatkan keuntungan tidak sah dari wajib pajak.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan teknik deskriptif kuantitatif sebagai metodologi penelitiannya. Strategi studi literatur untuk penelitian mengumpulkan informasi dari perpustakaan, mengumpulkan dan membaca sumber informasi, serta mengolah bahan penelitian. Setelah mengumpulkan sumber-sumber bibliografi yang relevan untuk dijadikan acuan menyelesaikan penelitian, penulis mengolah bahan penelitian tersebut. Pendekatan deskriptif kuantitatif digunakan dalam penelitian ini, dengan penekanan khusus pada pengelompokan data BPHTB menggunakan algoritma *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering*. Teknik kuantitatif ini bertujuan untuk mengidentifikasi segmen wajib pajak, memeriksa fakta, menguji hipotesis, dan menghasilkan deskripsi statistik dan korelasi antar variabel.

3.2 Data dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder menurut Sugiyono (2006) adalah informasi yang bersumber dari sumber selain pengumpul data secara langsung, seperti dokumen atau pihak ketiga. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Badan Pendapatan Daerah (Bapenda) Kabupaten Malang. Catatan pendapatan BPHTB tahun 2024 yang memuat rincian nilai transaksi, luas tanah dan bangunan, lokasi properti, serta kriteria pendukung lainnya menjadi sumber data utama.

3.3 Tahapan Penelitian

Proses penelitian ini terdapat beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Deskriptif data

Data yang diperoleh dari Bapenda kabupaten Malang tahun 2024 dengan 200 data wajib pajak yang mencakup 7 variabel diantaranya:

Tabel 3.1 Satuan Variabel

Variabel	Satuan
Luas Tanah	m^2
Luas Bangunan	m^2
Harga Tanah	Rp / m^2
Harga Bangunan	Rp / m^2
NJOP	Rp
NPOP	Rp
Pajak Terbayar	Rp

2. Preprocessing data

a. Menghilangkan Ketidakkonsistenan dan Kesalahan.

b. Standardisasi Data

Variabel yang memiliki skala yang berbeda, seperti harga dalam rupiah (Rp) dan luas dalam meter persegi (m^2) berdasarkan persamaan (2.14).

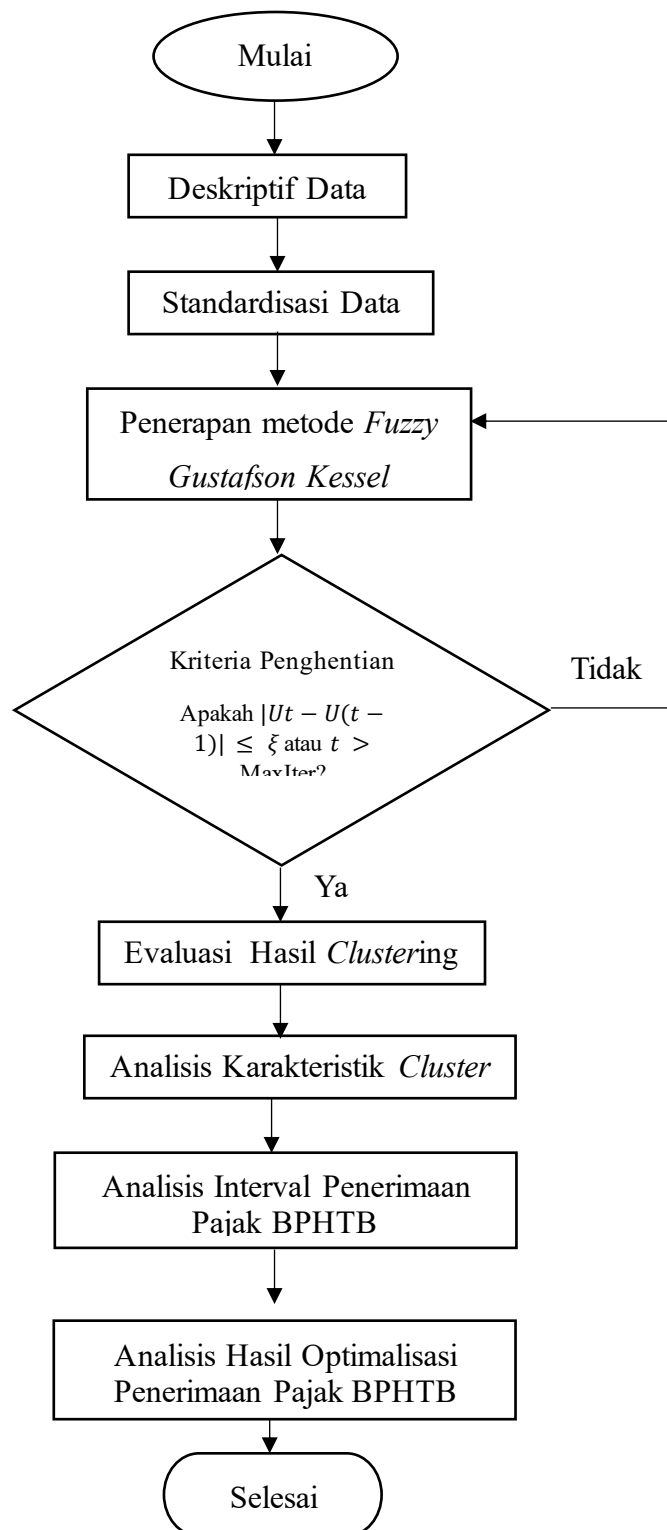
3. Penerapan metode *Fuzzy Gustafson Kessel Clustering*

- a. Data yang akan diklasifikasikan dengan matriks X berukuran $n \times 6$, dimana n adalah jumlah data yang akan dikelompokan.
- b. Menetapkan parameter *Fuzzy Gustafson Kessel Clustering*:
 - i. Jumlah *cluster* yang akan dibentuk 2 sampai 5 *Cluster*.

- ii. Pangkat atau pembobot $w = 3$.
 - iii. Maksimum iterasi $MaxIter = 1000$.
 - iv. Kriteria penghentian terkecil $\xi = 0,001$.
 - v. Iterasi awal $t = 1$.
- c. Membentuk matriks partisi awal U seperti pada Persamaan (2.6).
 - d. Menghitung pusat kelompok menggunakan Persamaan (2.7).
 - e. Menghitung kovarian matriks pengelompokan menggunakan Persamaan (2.11).
 - f. Menghitung jarak D seperti pada Persamaan (2.12).
 - g. Mengoptimalkan derajat keanggotaan setiap data untuk setiap kelompok menggunakan Persamaan (2.13).
 - h. Menentukan kriteria pemberhentian
 Jika $(|U^t - U^{t-1}| \leq \xi \text{ atau } t > MaxIter)$ maka dihentikan, namun jika tidak, maka iterasi dinaikkan menjadi $t = t + 1$ dan kembali ke langkah d.
4. Evaluasi Hasil *Clustering*
 - a. *Sillhouette Score*: Mengevaluasi hasil *cluster* berdasarkan Persamaan (2.15).
 - b. *Davies Bouldin Index*: Mengevaluasi hasil *cluster* berdasarkan Persamaan (2.16).
 5. Analisis Karakteristik *Cluster*
 Analisis Deskriptif variabel-variabel data yang telah dikelompokkan, diantaranya adalah *mean*, *median* dll.
 6. Analisis Interval Penerimaan Pajak BPHTB
 - a. Menetapkan jumlah interval yang digunakan yaitu Rendah, Sedang dan Tinggi berdasarkan Tabel 2.1.

- b. Mengidentifikasi *cluster* yang dominan pada interval pajak BPHTB tertentu.
7. Analisis hasil optimalisasi penerimaan pajak BPHTB.

Berikut merupakan diagram alur dengan menggunakan metode *Fuzzy Gustafson Kessel Clustering*:



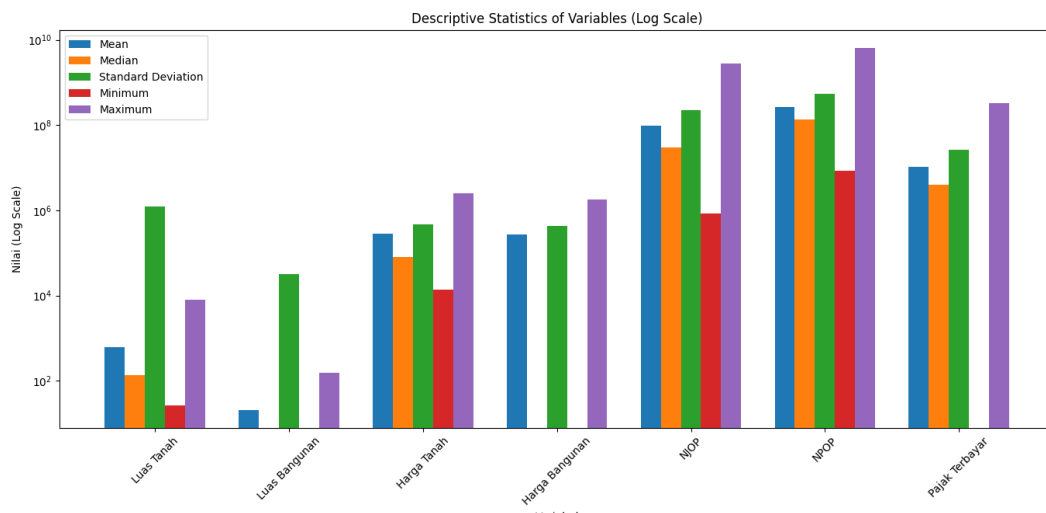
Gambar 3.1 Flowchart Tahapan Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskriptif Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini yang diperoleh dari Bapenda kabupaten Malang terdiri dari 200 wajib pajak keseleruhan pada periode tertentu dan 7 variabel dimana 6 variabel yang akan dikelompokkan menggunakan metode *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering*.



Gambar 4.1 Deskripsi Data Dinas Bapenda kabupaten Malang tahun 2024

Pada gambar 4.1 menampilkan statistik deskriptif untuk variabel-variabel Luas Tanah, Luas Bangunan, Harga Tanah, Harga Bangunan, NJOP, NPOP, dan Pajak Terbayar dengan menggunakan skala logaritmik pada sumbu y. Skala logaritmik ini memungkinkan perbandingan yang proporsional antara variabel yang memiliki rentang nilai sangat besar dan kecil dalam satu grafik. Pada sumbu y, nilai 10^2 hingga 10^{10} menunjukkan rentang dari ratusan hingga miliaran. Grafik ini menunjukkan bahwa variabel-variabel seperti NJOP, NPOP, dan Pajak Terbayar

memiliki rentang nilai yang sangat luas, dengan beberapa objek yang memiliki nilai ekstrem yang menaikkan rata-rata dan standar deviasi secara signifikan. Sementara itu, variabel seperti Luas Tanah, Luas Bangunan, Harga Tanah, dan Harga Bangunan cenderung memiliki distribusi yang lebih seimbang, meskipun tetap terdapat beberapa *outlier* dengan nilai yang jauh lebih besar dari objek lainnya.

4.2 Preprocessing Data

Preprocessing data adalah tahap persiapan data mentah sebelum digunakan dalam analisis atau model. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kualitas data agar lebih akurat, konsisten, dan relevan dalam proses analisis. Data BPHTB dari Dinas Bapenda Kabupaten Malang tahun 2024 dengan 200 wajib pajak diolah dengan menghilangkan beberapa data yang dianggap rancu atau data yang terduplikasi dan memiliki nilai variabel pada data yang memiliki rentang yang jauh diantara satu variabel dengan variabel lain.

4.2.1 Menghilangkan Ketidakkonsistenan dan Kesalahan

Data mentah sering kali mengandung kesalahan atau ketidakkonsistenan, seperti data yang hilang, duplikasi, atau nilai yang tidak masuk akal. Setelah melakukan preprocessing data maka ditemukan data yang memiliki nilai yang tidak masuk akal dan data yang terduplikasi hal ini bisa sangat mempengaruhi hasil *clustering* bisa dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Nilai Maksimum Pajak Terbayar dari data Dinas Bapenda kabupaten
Malang tahun 2024

Luas Tanah	Luas Bangunan	Harga Tanah	Harga Bangunan	NJOP	NPOP	Pajak Terbayar
1.100	0	2.508.000	0	2.758.800.000	6.500.000.000	322.000.000
185	124	2.013.000	1.200.000	521.205.000	2.022.727.278	98.136.364
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

(Sumber: data, Bapenda kabupaten Malang 2024)

Pada Tabel 4.1, data pada baris pertama menunjukkan nilai ekstrem yang signifikan pada variabel NJOP, NPOP, dan Pajak Terbayar, yang membuatnya sangat berbeda dari baris lainnya. Untuk menghindari distorsi dalam analisis keseluruhan, baris pertama ini perlu dianalisis secara terpisah, sehingga tren dan pola umum pada objek-objek lainnya tetap dapat diinterpretasikan dengan akurat. Analisis terpisah ini juga memungkinkan pemahaman yang lebih mendalam tentang faktor-faktor yang mungkin menyebabkan nilai ekstrem pada objek tersebut.

Pada 200 data wajib pajak juga terdapat beberapa data yang terduplikasi oleh karena itu akan dikelompokkan sebuah data yang mencerminkan karakter data tersebut. Data yang akan dikelompokkan adalah 191 mengecualikan 1 data wajib pajak yang akan dianalisis secara terpisah dan 8 data wajib pajak merupakan duplikasi bisa dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Data yang Terduplikasi dari Bapenda kabupaten Malang tahun 2024

Luas Tanah	Luas Bangunan	Harga Tanah	Harga Bangunan	NJOP	NPOP	Pajak Terbayar
60	23	48.000	0	2.880.000	150.500.000	4.525.000
60	23	48.000	0	2.880.000	150.500.000	4.525.000
60	23	48.000	0	2.880.000	150.500.000	4.525.000
60	23	48.000	0	2.880.000	150.500.000	4.525.000
60	23	48.000	0	2.880.000	150.500.000	4.525.000
72	0	64.000	0	4.608.000	72.000.000	600.000
70	0	48.000	0	3.360.000	91.000.000	1.550.000
175	0	48.000	0	8.400.000	8.400.000	0

(Sumber: data, Bapenda kabupaten Malang 2024)

Hal ini menunjukkan data yang semula terdapat 200 data wajib pajak setelah melakukan *preprocessing* data menjadi 191 data wajib pajak bisa dilihat pada Lampiran 1.

4.2.2 Standardisasi Data

Langkah selanjutnya setelah *preprocessing* data dengan menghilangkan data duplikasi dan data yang memiliki nilai kurang masuk akal yang nantinya akan dianalisis secara terpisah, maka data yang digunakan dalam proses penerapan metode *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering* memiliki perbedaan mencolok dalam skala pengukuran variabel yang diteliti, variabel data mempunyai jangkauan yang terpaut jauh antara variabel. Oleh sebab itu harus dilakukan standardisasi data. Proses perhitungan standardisasi data yang dimaksud dengan melakukan transformasi pada data asli menggunakan *z-score normalization*.

Oleh karena itu, didapatkan rata-rata ($\bar{x}$) dan standar deviasi (σ) dari data yang berjumlah 191 dengan 6 variabel dihitung nilai rata-rata luas tanah diantaranya,

$$\begin{aligned}
 \bar{x} &= \frac{\sum_{i=1}^n 2773}{191} \\
 &= \frac{119522}{191} \\
 &= 625,77
 \end{aligned}$$

Setelah menghitung rata-rata, maka selanjutnya menghitung standar deviasi luas tanah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \\
 &= \sqrt{\frac{1}{191-1} \sum_{i=1}^n (2773 - 625,77)^2} \\
 &= \sqrt{1531868,23} \\
 &= 1237,69
 \end{aligned}$$

Sedemikian sehingga maka didapatkan nilai rata-rata dan standar deviasi dari setiap variabel pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Rata-Rata Dan Standar Deviasi Pada Setiap Variabel

Variabel	Rata-Rata	Standar Deviasi
Luas Tanah (m^2)	625,77	1237,69
Luas Bangunan (m^2)	21,39	32,55
Harga Tanah (Rp/m^2)	278125,65	440228,29
Harga Bangunan (Rp/m^2)	287623,04	428861,42
NJOP (Rp)	86201348,17	121838597,2
NPOP (Rp)	241933543,5	306797717,9

(Sumber: data, diolah 2024)

Setelah mengetahui nilai rata-rata dan standar deviasi pada setiap variabel yang terdiri dari 191 wajib pajak maka langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai *z-score normalization* berdasarkan persamaan 2.14. Maka didapati hasil variabel luas tanah pada data pertama yaitu:

$$z = \frac{2773 - 625,769633507853}{1237,68664485907}$$

$$= 1,73487398883313$$

Sehingga didapatkan hasil standardisasi dari semua data yang berjumlah 191 wajib pajak pada Lampiran 2.

4.3 Penerapan Metode Fuzzy Gustafson Kessel *Clustering*

Dalam menerapkan metode *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering* diperlukan inisiasi jumlah *cluster*. Jumlah *cluster* yang harus ditentukan diawal analisis sebanyak 2 hingga 5 *cluster*. Data hasil standardisasi BPHTB dilakukan pemetaan atau *clustering* dengan menggunakan algoritma *Fuzzy-Gustfson Kessel Clustering*. Proses algoritma dilakukan dengan menentukan matriks partisi awal, menghitung pusat *cluster*, menghitung matriks kovarian, menghitung jarak, memperbarui derajat keanggotaan dan mengecek kriteria pemberhentian.

4.3.1 Matriks Partisi Awal *U*

Matriks ini berfungsi sebagai penentuan awal keanggotaan setiap data terhadap masing-masing *cluster*. Matriks partisi *U* memberikan nilai derajat keanggotaan yang menunjukkan sejauh mana setiap data memiliki keterkaitan dengan setiap *cluster*.

Matriks berukuran $191 \times k$ dimana k adalah jumlah *cluster* yang akan diinisiasi dengan membangkitkan nilai acak berada pada rentang antara 0 dan 1, yang menunjukkan probabilitas keanggotaan setiap data terhadap *cluster* tertentu. Semakin mendekati 1, semakin tinggi tingkat keanggotaan suatu data terhadap *cluster* tersebut, maka didapatkan matriks derajat keanggotaan pada setiap jumlah *cluster* yang diinisiasi pada rentang 2 sampai 5 *cluster*, diantaranya:

$$U = \begin{bmatrix} 0,434 & 0,566 \\ \vdots & \vdots \\ 0,652 & 0,348 \end{bmatrix}$$

$$U = \begin{bmatrix} 0,294 & 0,383 & 0,323 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0,814 & 0,032 & 0,155 \end{bmatrix}$$

$$U = \begin{bmatrix} 0,227 & 0,296 & 0,250 & 0,226 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0,409 & 0,219 & 0,212 & 0,160 \end{bmatrix}$$

$$U = \begin{bmatrix} 0,194 & 0,252 & 0,213 & 0,192 & 0,149 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0,119 & 0,534 & 0,089 & 0,159 & 0,099 \end{bmatrix}$$

Maka perolehan nilai matriks partisi awal U untuk setiap data pada setiap inisiasi pada rentang 2 sampai 5 jumlah *cluster* secara keseluruhan bisa dilihat pada Lampiran 3,4,5 dan 6.

4.3.2 Pusat Kelompok v (*Cluster Centers*)

Pusat kelompok dihitung terhadap data yang telah distandardisasi z dan berdasarkan derajat keanggotaan masing-masing data terhadap *cluster* tersebut. Pusat kelompok merepresentasikan titik sentral dari setiap *cluster*, yang menggambarkan karakteristik rata-rata dari data yang berada dalam *cluster* tersebut.

Maka dengan menggunakan Persamaan 2.7 didapatkan pusat *cluster* dari variabel luas tanah pada *cluster* 1 dengan inisiasi 2 jumlah *cluster*, diantaranya:

$$\begin{aligned}
 v_{11} &= \frac{\sum_{i=1}^n (0,434)^3 1,7349}{\sum_{i=1}^n (0,434)^3} \\
 &= \frac{\sum_{i=1}^n 0,142003197}{\sum_{i=1}^n 0,081852168} \\
 &= \frac{-1,23626586}{43,96078153} \\
 &= -0,028122017
 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan hasil pusat cluster untuk inisiasi jumlah 2 cluster pada setiap variabel bisa dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Pusat 2 *Cluster* Nilai Z dari Masing-Masing Variabel

<i>Cluster</i>	z-Luas Tanah	z-Luas Bangunan	z-Harga Tanah	z-Harga Bangunan	z-NJOP	z-NPOP
1	-0,0281	-0,1124	-0,0245	-0,121	-0,083	-0,0807
2	-0,075	0,10739	-0,0767	0,1673	-0,0633	-0,0457

(Sumber: data, diolah 2024)

Sedemikian sehingga menghitung pusat *cluster* dilanjutkan dengan inisiasi jumlah *cluster* 3,4, dan 5. Dengan menggunakan bantuan *software Python* maka didapatkan hasil pusat *cluster* pada setiap inisiasi bisa dilihat pada tabel 4.5, 4.6 dan 4.7.

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Pusat 3 *Cluster* Nilai Z dari Masing-Masing Variabel

<i>Cluster</i>	z-Luas Tanah	z-Luas Bangunan	z-Harga Tanah	z-Harga Bangunan	z-NJOP	z-NPOP
1	0,1085	-0,062	-0,0771	-0,0617	-0,0531	0,00874
2	-0,0186	0,0062	0,07428	-0,0164	0,06724	-0,005
3	-0,1191	0,0155	-0,0002	0,09518	-0,064	-0,113

(Sumber: data, diolah 2024)

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Pusat 4 *Cluster* Nilai Z dari Masing-Masing Variabel

<i>Cluster</i>	z-Luas Tanah	z-Luas Bangunan	z-Harga Tanah	z-Harga Bangunan	z-NJOP	z-NPOP
1	-0,0156	0,0467	-0,0197	0,088	0,0212	-0,0085
2	0,0976	-0,142	-0,1325	-0,1364	0,012	0,0313
3	-0,0714	0,1037	0,0112	0,1039	-0,0317	-0,1163
4	-0,0082	-0,095	0,0959	-0,0105	-0,0676	-0,0175

(Sumber: data, diolah 2024)

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Pusat 5 *Cluster* Nilai Z dari Masing-Masing Variabel

<i>Cluster</i>	z-Luas Tanah	z-Luas Bangunan	z-Harga Tanah	z-Harga Bangunan	z-NJOP	z-NPOP
1	0,086	-0,036	0,049	-0,076	0,174	0,128
2	0,030	0,009	-0,032	-0,033	0,048	-0,060
3	0,036	0,024	0,037	0,126	-0,025	0,005
4	-0,027	-0,049	-0,177	-0,044	-0,111	-0,142
5	0,014	-0,138	-0,077	-0,158	-0,050	-0,004

(Sumber: data, diolah 2024)

4.3.3 Matriks Kovarian

Matriks kovarian mencerminkan variasi dan hubungan antar variabel dalam setiap *cluster*. Matriks ini berfungsi untuk memahami distribusi data dalam *cluster* serta menentukan bentuk dan orientasi setiap *cluster* dalam ruang multidimensi. Perhitungan matriks kovarian dilakukan sesuai Persamaan 2.11 maka akan didapatkan Matriks Kovarian (F_1) pada *cluster* 1 untuk inisiasi jumlah 2 *cluster* diantaranya:

Berdasarkan Persamaan 2.11 dihitung menggunakan contoh sampel pada data standardisasi yang pertama yaitu,

$$F_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^3 (z_1 - v_1)(z_1 - v_1)^T}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w}$$

dimana,

$$\begin{aligned}(x_1 - v_1) &= (1,7349 - (-0,0281)), (-0,657 - (-0,1124)), (-0,5704 \\ &\quad - (-0,0245)), (-0,6707 - (-0,1208)), \\ &\quad (-0,093 - (-0,083)), (-0,1107 \\ &\quad - (-0,0807))\end{aligned}$$

$$= [1,763; -0,545; -0,546; -0,5499; -0,01; -0,03]$$

$$(\mu_{11})^3(x_1 - v_1)$$

$$\times [1,763; -0,545; -0,546; -0,5499; -0,01; -0,03]$$

$$= [0,144; -0,045; -0,045; -0,045; -0,0008; -0,002]$$

$$(\mu_{11})^3(x_1 - v_1)(x_1 - v_1)^T$$

$$= [0,144; -0,045; -0,045; -0,045; -0,0008; -0,002]$$

$$\times \begin{bmatrix} 1,763 \\ -0,545 \\ -0,546 \\ -0,5499 \\ -0,01 \\ -0,03 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0,254 & -0,079 & -0,079 & -0,079 & -0,001 & -0,004 \\ -0,079 & 0,024 & 0,024 & 0,024 & 0,0004 & 0,001 \\ -0,079 & 0,024 & 0,024 & 0,024 & 0,0004 & 0,001 \\ -0,079 & 0,024 & 0,024 & 0,024 & 0,0004 & 0,001 \\ -0,001 & 0,0004 & 0,0004 & 0,0004 & 8,176 & 0,00002 \\ -0,004 & 0,001 & 0,001 & 0,001 & 0,00002 & 0,00007 \end{bmatrix}$$

$$\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^3(x_k - v_i)(x_k - v_i)^T$$

$$= \begin{bmatrix} 37,748 & -4,529 & -7,628 & -6,517 & 22,521 & 5,293 \\ -4,529 & 35,203 & 17,477 & 26,673 & 12,435 & 11,200 \\ -7,628 & 17,477 & 40,349 & 22,406 & 19,509 & 18,806 \\ -6,517 & 26,673 & 22,406 & 34,289 & 11,907 & 9,231 \\ 22,521 & 12,435 & 19,509 & 11,907 & 38,076 & 23,334 \\ 5,293 & 11,200 & 18,806 & 9,231 & 23,334 & 36,038 \end{bmatrix}$$

$$F_1 = \frac{1}{43,96078153} \times \begin{bmatrix} 37,748 & -4,529 & -7,628 & -6,517 & 22,521 & 5,293 \\ -4,529 & 35,203 & 17,477 & 26,673 & 12,435 & 11,200 \\ -7,628 & 17,477 & 40,349 & 22,406 & 19,509 & 18,806 \\ -6,517 & 26,673 & 22,406 & 34,289 & 11,907 & 9,231 \\ 22,521 & 12,435 & 19,509 & 11,907 & 38,076 & 23,334 \\ 5,293 & 11,200 & 18,806 & 9,231 & 23,334 & 36,038 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0,859 & -0,103 & -0,173 & -0,149 & 0,512 & 0,120 \\ -0,103 & 0,8 & 0,397 & 0,607 & 0,283 & 0,255 \\ -0,173 & 0,397 & 0,918 & 0,51 & 0,444 & 0,428 \\ -0,149 & 0,607 & 0,51 & 0,78 & 0,27 & 0,21 \\ 0,512 & 0,283 & 0,444 & 0,27 & 0,866 & 0,531 \\ 0,120 & 0,255 & 0,428 & 0,21 & 0,531 & 0,82 \end{bmatrix}$$

Proses perhitungan matriks kovarian untuk *cluster 2* dilakukan dengan hal yang sama dengan memperhatikan μ_{ik} pada *cluster 2*, maka didapati nilai matriks kovarian F_2 adalah

$$F_2 = \begin{bmatrix} 0,715 & -0,156 & -0,133 & -0,21 & 0,261 & 0,156 \\ -0,156 & 1,086 & 0,310 & 0,841 & 0,340 & 0,364 \\ -0,133 & 0,310 & 0,705 & 0,471 & 0,396 & 0,348 \\ -0,21 & 0,841 & 0,472 & 1,113 & 0,306 & 0,304 \\ 0,261 & 0,340 & 0,396 & 0,306 & 0,7 & 0,539 \\ 0,156 & 0,364 & 0,348 & 0,304 & 0,539 & 0,706 \end{bmatrix}$$

Sedemikian sehingga proses perhitungan matriks kovarian dilakukan dengan perhitungan yang sama pada inisiasi 3, 4 dan 5 jumlah *cluster*.

4.3.4 Jarak D

Jarak dihitung menggunakan metrik Mahalanobis yang mempertimbangkan bentuk dan orientasi *cluster*, sesuai dengan matriks kovarian yang sudah dihitung sebelumnya. Hal ini berbeda dari *metrik Euclidean*, yang mengasumsikan bahwa semua *cluster* berbentuk bulat dan memiliki distribusi

yang seragam. Perhitungan jarak ini bertujuan untuk mengukur seberapa dekat atau jauh sebuah data dari pusat *cluster* tertentu.

Berdasarkan Persamaan 2.12 maka dihitung jarak untuk data standardisasi 1 pada *cluster* 1 dimana,

$$(z_i - v_i) = [1,763; -0,545; -0,546; -0,5499; -0,01; -0,03]$$

$$(z_i - v_i)^T = \begin{bmatrix} 1,763 \\ -0,545 \\ -0,546 \\ -0,5499 \\ -0,01 \\ -0,03 \end{bmatrix}$$

$$\det(F_1) = 0,0103$$

$$\det(F_1)^{\frac{1}{6}} = 0,4662$$

Dalam beberapa kasus, konstanta ρ dapat digunakan untuk mengatur skala relatif dari jarak antara *cluster*. Jika nilai ρ berbeda untuk setiap *cluster*, maka bisa memberikan bobot lebih atau kurang pada jarak dalam *cluster* tertentu. Namun, dalam praktik umum, FGKC sering menggunakan $\rho = 1$ secara default, karena matriks kovarian dan determinan pangkat $1/n$ sudah cukup untuk mengatur bentuk dan ukuran *cluster* secara otomatis. Oleh karena itu nilai $\rho_i = 1$,

$$F_1^{-1} = \begin{bmatrix} 4,143 & 0,545 & 2,080 & 0,268 & -4,300 & 0,852 \\ 0,545 & 3,254 & 0,531 & -2,449 & -0,724 & -0,272 \\ 2,080 & 0,531 & 3,254 & -1,196 & -2,579 & -0,192 \\ 0,268 & -2,449 & -1,196 & 3,988 & -0,318 & 0,530 \\ -4,300 & -0,724 & -2,579 & -0,318 & 6,558 & -1,962 \\ 0,852 & -0,272 & -0,192 & 0,530 & -1,962 & 2,414 \end{bmatrix}$$

$$\rho_i(\det(F_1)^{\frac{1}{6}}(F_1^{-1}))$$

$$= \begin{bmatrix} 1,931 & 0,254 & 0,970 & 0,125 & -2,005 & 0,397 \\ 0,254 & 1,517 & 0,247 & -1,142 & -0,338 & -0,127 \\ 0,970 & 0,247 & 1,517 & -0,558 & -1,202 & -0,090 \\ 0,125 & -1,142 & -0,558 & 1,859 & -0,148 & 0,247 \\ -2,005 & -0,338 & -1,202 & -0,148 & 3,057 & -0,915 \\ 0,397 & -0,127 & -0,090 & 0,247 & -0,915 & 1,125 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned}
& (x_k - v_i)^T \left[\rho_i (\det(F_1)^{\frac{1}{6}} (F_1^{-1})) \right] \\
& \quad = [2,676; 0,121; 1,068; 0,119; -2,616; 0,658] \\
& (x_1 - v_1)^T \left[\rho_i (\det(F_1)^{\frac{1}{6}} (F_1^{-1})) \right] (x_1 - v_1) \\
& \quad = 4,0103 \\
& D_{ikAi}^2 = 4,0103 \\
& D_{ikAi} = 2,0026
\end{aligned}$$

Sehingga didapatkan hasil jarak untuk setiap *cluster* pada setiap data dengan inisiasi jumlah 2 *cluster* bisa dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Jarak pada 2 *Cluster*

x_n	c_1	c_2
x_1	2,0026	1,661
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
x_{191}	2,2646	2,4296

(Sumber: data, diolah 2024)

Data dengan jarak yang lebih kecil dari pusat *cluster* memiliki derajat keanggotaan yang lebih tinggi terhadap *cluster* tersebut, sementara data dengan jarak yang lebih besar memiliki derajat keanggotaan yang lebih rendah. Sedemikian sehingga proses perhitungan jarak D menggunakan persamaan 2.11 diterapkan dengan inisiasi 3,4, dan 5 jumlah *cluster* dengan menggunakan bantuan software Python maka bisa dilihat hasil jarak pada setiap data untuk setiap inisiasi 2,3,4 dan 5 jumlah *cluster* pada Lampiran 7,8,9 dan 10.

4.3.5 Mengoptimalkan Derajat Keanggotaan

Mengoptimalkan derajat keanggotaan untuk setiap data menunjukkan seberapa besar keterkaitan atau keanggotaan suatu data terhadap masing-masing *cluster*, dan dihitung berdasarkan jarak yang telah diperoleh.

Proses optimasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa data dikelompokkan ke dalam *cluster* dengan cara yang paling optimal, sehingga setiap data mendapatkan derajat keanggotaan yang tepat sesuai dengan jarak ke pusat *cluster* masing-masing. Derajat keanggotaan dihitung menggunakan Persamaan 2.13 sehingga bisa didapatkan derajat keanggotaan baru pada data pertama $i = 1$ untuk pada $k = 1$ dan $k = 2$ dengan inisiasi jumlah 2 cluster.

Dimana,

$$D_{11} = 2,0026 \text{ dan } D_{12} = 1,661$$

$$\left(\frac{D_{11}}{D_{11}}\right)^{\frac{2}{w-1}} = \left(\frac{2,0026}{2,0026}\right)^{\frac{2}{3-1}} = 1,0$$

$$\left(\frac{D_{11}}{D_{12}}\right)^{\frac{2}{w-1}} = \left(\frac{2,0026}{1,661}\right)^{\frac{2}{3-1}} = 1,2056$$

sehingga denominator untuk U_{11} adalah

$$denominator = 1,0 + 1,2506 = 2,2506$$

maka, derajat keanggotaan untuk *cluster* 1 adalah

$$U_{11} = \frac{1}{2,2506} \approx 0,4534$$

selanjutnya dihitung derajat keanggotaan untuk *cluster* 2

$$\left(\frac{D_{12}}{D_{11}}\right)^{\frac{2}{w-1}} = \left(\frac{1,661}{2,0026}\right)^{\frac{2}{3-1}} = 0,8294$$

$$\left(\frac{D_{12}}{D_{12}}\right)^{\frac{2}{w-1}} = \left(\frac{1,661}{1,661}\right)^{\frac{2}{3-1}} = 1,0$$

sehingga denominator untuk U_{12} untuk *cluster* 1 adalah

$$denominator = 1,0 + 0,8294 = 1,8294$$

maka, derajat keanggotaan untuk *cluster* 2 adalah

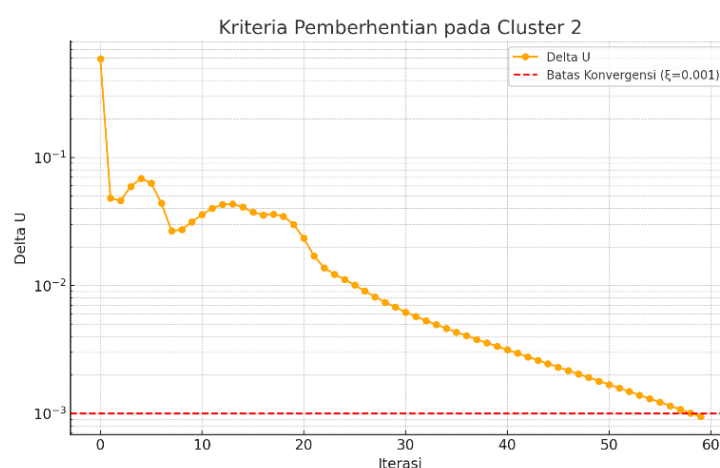
$$U_{12} = \frac{1}{1,8924} \approx 0,5446$$

Sedemikian sehingga perhitungan derajat keanggotaan baru dilanjutkan pada setiap titik data untuk inisiasi jumlah 2 *cluster* dan diterapkan pada semua tiap inisiasi bisa dilihat pada Lampiran 11,12,13 dan 14.

4.3.6 Mengecek Kriteria Pemberhentian

Kriteria pemberhentian dicek dengan menghitung nilai ΔU ($|U^t - U^{t-1}|$) digunakan untuk mengukur perubahan antara iterasi keanggotaan dalam algoritma *clustering*. Jika ΔU masih besar, artinya perubahan keanggotaan antar *cluster* masih signifikan, dan iterasi harus terus berlanjut. Proses iterasi dapat dihentikan ketika nilai perubahan keanggotaan menjadi sangat kecil dengan batas konvergensi yaitu $\varepsilon = 0,001$. Hal ini menunjukkan bahwa *cluster* telah mencapai stabilitas, dan hasil *clustering* sudah cukup optimal. Maka bisa dilihat hasil perubahan dalam matriks keanggotaan untuk setiap inisiasi diantaranya:

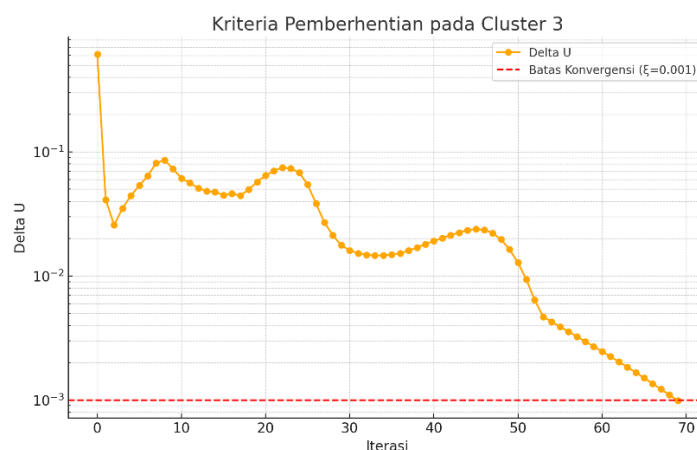
1. Inisiasi 2 *Cluster*



Gambar 4.2 Kriteria Pemberhentian pada 2 *Cluster*

Grafik ini menunjukkan perubahan dalam nilai ΔU selama iterasi. ΔU tampaknya menurun secara bertahap seiring bertambahnya iterasi. Awalnya, ΔU tinggi, namun mengalami penurunan signifikan pada beberapa iterasi pertama, kemudian perlahan-lahan stabil dan menurun secara eksponensial hingga mendekati batas konvergensi. Pada awal iterasi (sekitar iterasi ke-5 hingga ke-15), terdapat fluktuasi dalam nilai ΔU . Setelah itu, perubahan menjadi lebih stabil dan menurun secara konsisten hingga iterasi ke-60.

2. Inisiasi 3 Cluster

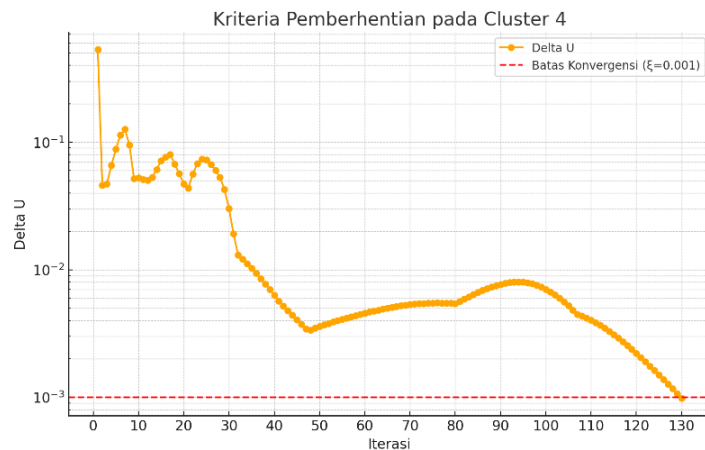


Gambar 4.3 Kriteria Pemberhentian pada 3 Cluster

Grafik grafik 4.3 menunjukkan perubahan dalam nilai ΔU terhadap iterasi. Perubahan ΔU memiliki pola yang menurun seiring bertambahnya jumlah iterasi. Pada iterasi awal (sekitar iterasi ke-5), terdapat penurunan yang signifikan. Setelah itu, terdapat beberapa peningkatan dan penurunan di antara iterasi ke-10 hingga ke-40, menunjukkan adanya fluktuasi dalam stabilisasi cluster. Pada akhirnya, nilai ΔU menurun dengan cepat setelah

iterasi ke-50 dan terus menurun hingga iterasi ke-70, mendekati batas konvergensi.

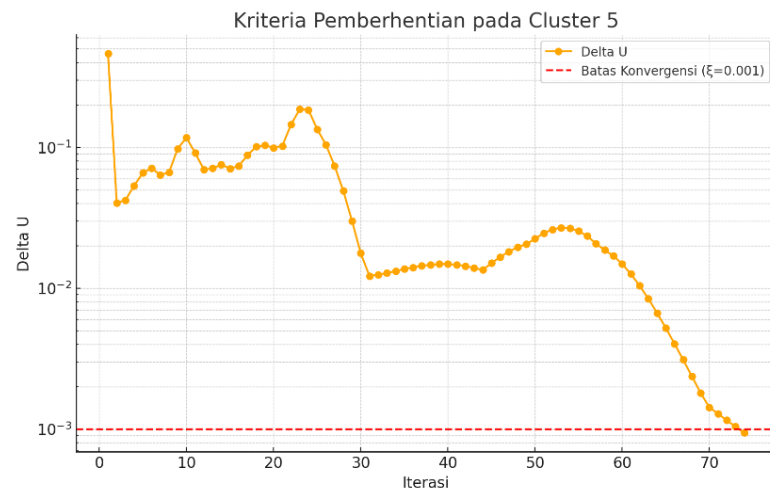
3. Inisiasi 4 *Cluster*



Gambar 4.4 Kriteria Pemberhentian pada 4 *Cluster*

Grafik 4.4 menampilkan perubahan nilai ΔU dalam matriks keanggotaan selama proses iterasi pada algoritma *clustering*. Perubahan ΔU selama iterasi yang berlangsung hingga sekitar 130 iterasi. Secara umum, Delta U mengalami penurunan, tetapi dengan beberapa fluktuasi yang lebih mencolok dibandingkan grafik sebelumnya. Pada iterasi awal, ada penurunan tajam pada nilai ΔU , tetapi fluktuasi cukup sering terjadi dari iterasi ke-5 hingga ke-30. Setelah iterasi ke-30, nilai ΔU menurun secara signifikan, tetapi ada kenaikan stabil di sekitar iterasi ke-70 hingga ke-110, menandakan bahwa proses stabilisasi tidak mulus dan terjadi ketidakpastian. Setelah iterasi ke-110, *Delta U* kembali menurun drastis, dan akhirnya mendekati batas konvergensi di sekitar iterasi ke-130.

4. Inisiasi 5 Cluster



Gambar 4.5 Kriteria Pemberhentian pada 5 Cluster

Grafik 4.5 menampilkan perubahan nilai ΔU dalam matriks keanggotaan selama proses iterasi pada algoritma *clustering*. Grafik menunjukkan perubahan ΔU terhadap iterasi hingga sekitar iterasi ke-70. Terdapat fluktuasi yang cukup tajam antara iterasi ke-5 hingga ke-30, yang menunjukkan adanya variasi dalam stabilisasi ΔU selama iterasi awal. Setelah iterasi ke-30, ΔU menurun lebih konsisten hingga mencapai batas konvergensi di iterasi sekitar ke-70. Seperti grafik-grafik sebelumnya, penurunan yang signifikan terjadi pada akhir iterasi, yang akhirnya mendekati atau mencapai batas konvergensi.

4.3.7 Hasil Pengelompokan

Proses penerapan algoritma *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering* untuk setiap inisiasi pada rentang 2 sampai 5 dibantu dengan *software Python* telah mencapai konvergensi dengan syarat ($|U^t - U^{t-1}| \leq 0,001$, dengan inisiasi 2 sampai 5 jumlah *cluster* tidak ada iterasi yang mencapai lebih dari Maximum

iterasi atau $t > Maxlter$ dengan batas maksimum 1000 iterasi, hal ini menandakan bahwa pada setiap inisiasi menggunakan algoritma *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering* telah mencapai konvergensi sebelum mencapai batas maksimum, maka bisa dilihat pada tabel 4.9 hasil pengelompokan data BPHTB di kabupaten Malang.

Tabel 4.9 Pengelompokan Analisis *Cluster FGKC*

	JUMLAH CLUSTER				Cluster
	2	3	4	5	
WAJIB PAJAK	106	111	26	13	1
	85	39	110	110	2
		41	22	30	3
			33	23	4
				15	5
KONVERGEN	Iterasi ke-60	Iterasi ke-70	Iterasi ke-130	Iterasi ke-74	

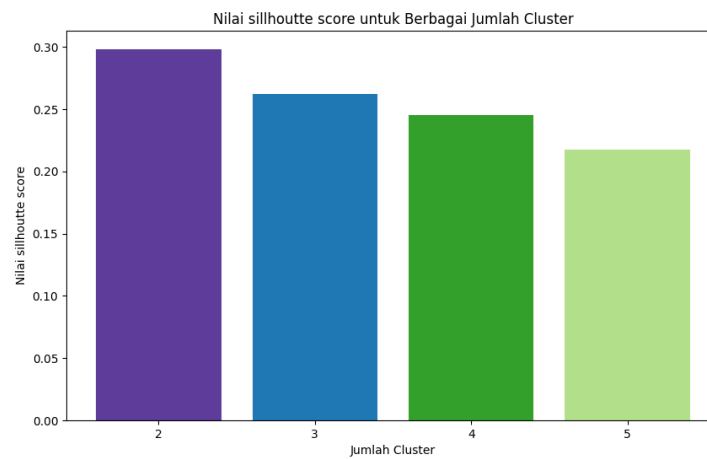
(Sumber: data, diolah 2024)

Hasil pengelompokan analisis *cluster Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering* yang ditunjukkan pada tabel 4.9 memberikan hasil yang beragam. Pada inisiasi 2 jumlah *cluster* terdapat 106 wajib pajak pada *cluster* ke-1 dan 85 wajib pajak pada *cluster* ke-2. Pada inisiasi 3 jumlah *cluster* terdapat 111 wajib pajak pada *cluster* ke-1, 39 wajib pajak pada *cluster* ke-2 dan 41 wajib pajak pada *cluster* ke-3. Pada inisiasi 4 jumlah *cluster* terdapat 26 wajib pajak pada *cluster* ke-1, 110 wajib pajak pada *cluster* ke-2, 22 wajib pajak pada *cluster* ke-3, dan 33 wajib pajak pada *cluster* ke-4. Pada inisiasi 5 jumlah *cluster* terdapat 12 wajib pajak pada *cluster* ke-1, 110 wajib pajak pada *cluster* ke-2, 30 wajib pajak pada *cluster* ke-3, 23 wajib pajak pada *cluster* ke-4, dan 12 wajib pajak pada *cluster* ke-5.

4.4 Evaluasi Hasil *Clustering*

Dalam penelitian ini, metode *Fuzzy Gustafson Kessel Clustering* diterapkan dengan empat skenario jumlah *cluster* yang berbeda, yaitu 2 hingga 5 *cluster*. Untuk menentukan hasil pengelompokan terbaik, dilakukan evaluasi menggunakan *Sillhoutte Score*, *Davies-Bouldin Index*.

4.4.1 *Sillhoutte Score*

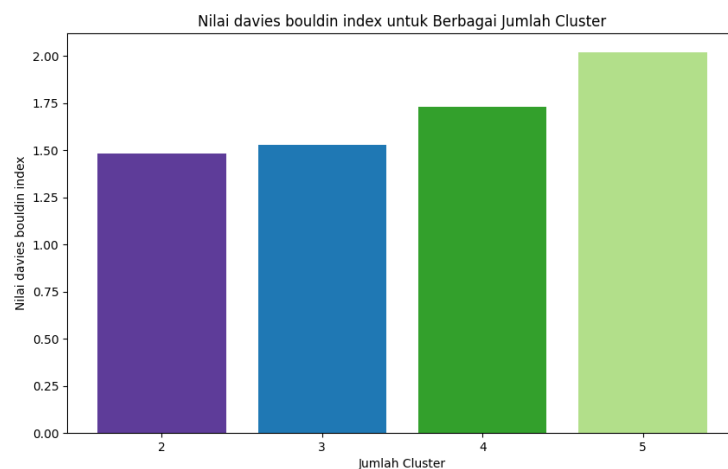


Gambar 4.6 Nilai *Sillhoutte Score*

Gambar 4.6 nilai *Sillhoutte Score* menunjukkan berbagai jumlah *cluster* (2,3,4 dan 5). *cluster* dengan jumlah 2 memiliki nilai Sillhoutte positif tinggi (sekitar 0,29) dibandingkan dengan dengan jumlah *cluster* lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pemisahan antar *cluster* lebih jelas dan jarak antar objek dalam *cluster* lebih dekat satu sama lain jika data dikelompokkan menjadi 2 *cluster*. Dengan kata lain, pembagian menjadi 2 *cluster* adalah yang paling optimal dalam hal seberapa baik *cluster* tersebut terbentuk dan seberapa jauh objek di setiap *cluster* dari objek di *cluster* lainnya. *cluster* dengan jumlah 3 memiliki nilai sillhoutte yang cukup layak yaitu sekitar 0,26. Hal ini menunjukkan

bahwa pembagian menjadi 3 *cluster* tidak terlalu efektif. Banyak objek yang mungkin terletak di perbatasan antar *cluster* atau memiliki ketidaksesuaian antara jarak dalam *cluster*. *cluster* ini menghasilkan pemisah yang cukup baik meskipun sedikit di bawah *cluster* 2. *cluster* dengan jumlah 4 memiliki nilai *Sillhoutte* yaitu sekitar 0,24. Hal ini menandakan bahwa performa *clustering* dengan 4 *Cluster* tidak jauh lebih baik dibandingkan *clustering* dengan 3 *cluster*. *Cluster* dengan jumlah 5 *cluster* memiliki nilai *Sillhoutte* terendah yaitu sekitar 0,20. Hal ini menunjukkan bahwa *clustering* dengan 5 *cluster* memiliki pemisahan *cluster* yang sangat buruk.

4.4.2 Davies-Bouldin Index



Gambar 4.7 Nilai Davies Bouldin Index

Gambar 4.7 menunjukkan evaluasi *clustering* dengan *Davies Bouldin Index* yang bervariasi dari 2 hingga 5 jumlah *cluster*. *cluster* dengan jumlah 2 menunjukkan hasil terbaik dengan nilai *Davies-Bouldin Index* yang paling rendah yaitu sekitar 1,40. Ini menunjukkan bahwa pengelompokkan dengan 2 *Cluster* memberikan pemisah yang lebih jelas antar *cluster* dibandingkan dengan jumlah

cluster lainnya. *cluster* 3 memiliki nilai yaitu sekitar 1,50. Hal ini menunjukkan bahwa 3 *cluster* memiliki kualitas pengelompokan yang cukup baik dengan memiliki nilai *Davies-Bouldin Index* yang hampir setara dengan *cluster* 2. *Cluster* dengan jumlah 4 menunjukkan hasil yang tidak lebih baik daripada dengan jumlah 3 *cluster* sekitar 1,70. *Cluster* 5 memiliki nilai *Davies-Bouldin Index* tertinggi yaitu sekitar 2,0 yang berarti bahwa *clustering* dengan 5 *cluster* memiliki kualitas pemisahan yang paling buruk dibandingkan dengan lainnya.

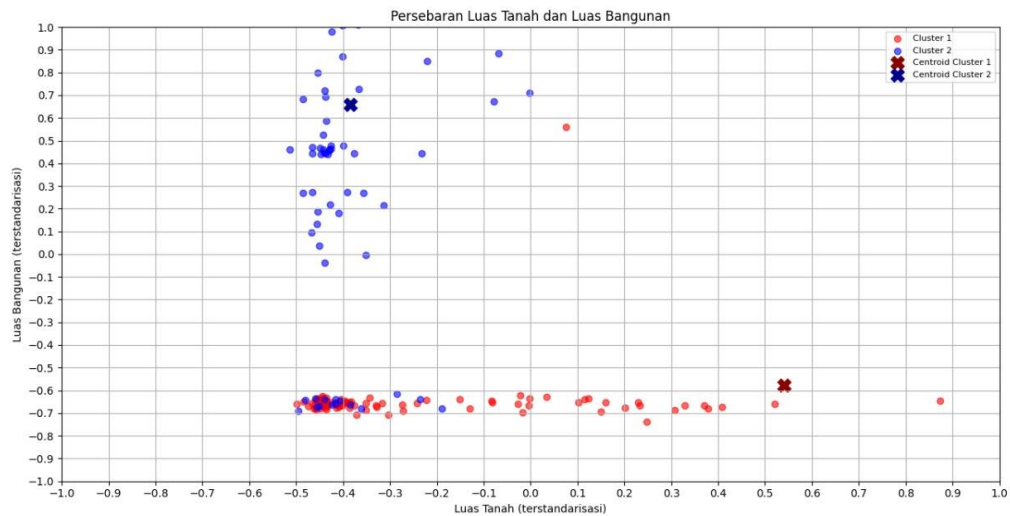
4.4.3 Hasil *Evaluasi Cluster*

Tabel 4.10 Metrik Evaluasi Klasterisasi

Jumlah <i>Cluster</i>	Sillhoutte Score	Davies-Bouldin Index
2	0,2981	1,4822
3	0,2625	1,5273
4	0,2454	1,7288
5	0,2178	2,0186

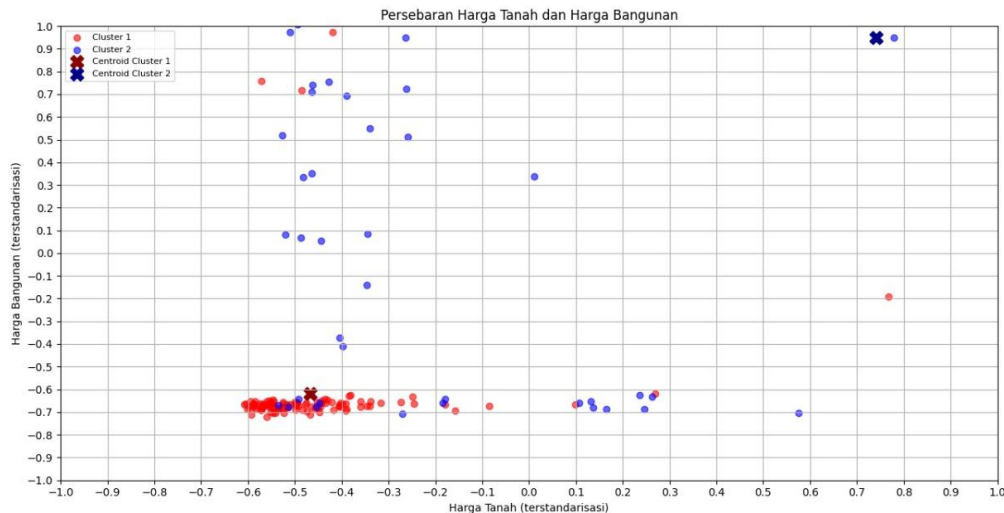
Berdasarkan tabel 4.10 evaluasi *clustering* menggunakan *Sillhoutte Score* dan *Davies-Bouldin Index*. *Cluster* dengan jumlah 2 memiliki *Silhouette Score* tertinggi (0,2981), yang menunjukkan bahwa pemisahan antar *cluster* pada 2 *cluster* cukup jelas dan rapi. Selain itu, nilai *Davies-Bouldin Index* untuk *cluster* 2 merupakan nilai terendah (1,4822) diantara jumlah *cluster* lainnya, menunjukkan bahwa jumlah 2 *cluster* memberikan pemisahan yang baik antara kelompok-kelompok data. Dengan demikian, secara teknis, 2 *cluster* memberikan kualitas pemisahan terbaik. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah 2 *cluster* merupakan yang paling optimal daripada jumlah *cluster* lainnya yang akan digunakan untuk analisis lebih lanjut.

4.4.4 Visualisasi Hasil Clustering



Gambar 4.8 Visualisasi Variabel Luas Tanah dan Luas Bangunan

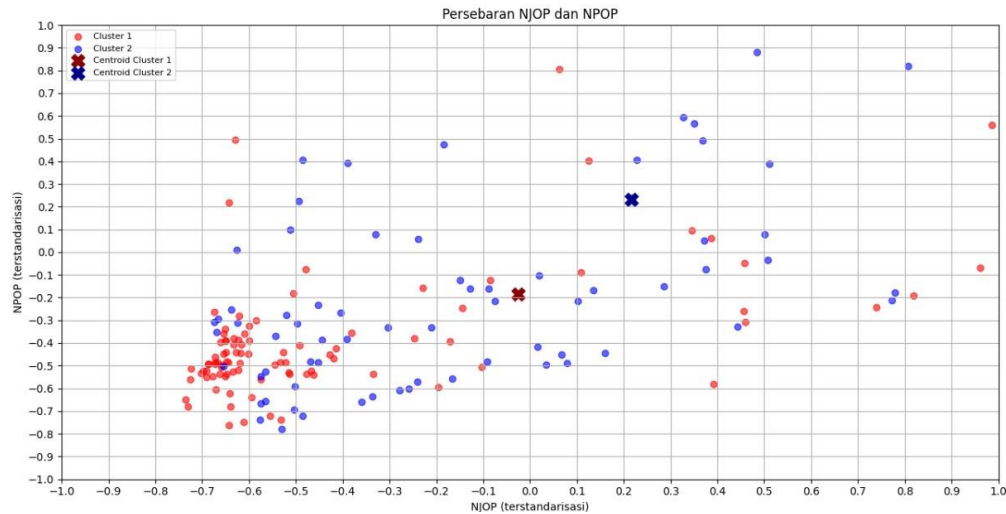
Berdasarkan gambar 4.8 dapat disimpulkan bahwa visualisasi persebaran variabel Luas Tanah dan Luas Bangunan berdasarkan hasil *clustering* menunjukkan perbedaan karakteristik yang cukup jelas antara dua kelompok. *Cluster 1* didominasi oleh objek pajak dengan luas tanah yang lebih besar dari rata-rata, namun memiliki luas bangunan yang relatif kecil. Hal ini ditunjukkan oleh posisi *centroid* yang berada di kuadran kanan bawah. Sementara itu, *Cluster 2* terdiri atas objek-objek dengan luas tanah yang lebih kecil, tetapi memiliki luas bangunan yang lebih besar dari rata-rata, dengan centroid terletak di kuadran kiri atas. Pola persebaran titik pada grafik juga menunjukkan bahwa sebagian besar objek pada *Cluster 1* terpusat pada nilai bangunan yang rendah, sedangkan objek dalam *Cluster 2* tersebar pada rentang nilai bangunan yang lebih tinggi. Dengan demikian, metode *clustering* yang digunakan mampu mengelompokkan data secara efektif berdasarkan pola hubungan antara luas tanah dan luas bangunan.



Gambar 4.9 Visualisasi Variabel Harga Tanah dan Harga Bangunan

Berdasarkan gambar 4.9 dapat disimpulkan bahwa visualisasi persebaran variabel Harga Tanah dan Harga Bangunan menunjukkan perbedaan karakteristik yang cukup signifikan antara dua *cluster* hasil pengelompokan. Berdasarkan posisi *centroid*, *Cluster 1* terdiri dari objek dengan harga tanah dan harga bangunan yang lebih rendah dari rata-rata, di mana titik-titiknya terpusat di kuadran kiri bawah grafik. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas objek dalam *cluster* ini memiliki nilai properti yang relatif rendah.

Sementara itu, *Cluster 2* memiliki persebaran yang lebih luas dan centroid yang berada di kuadran kanan atas, yang mencerminkan bahwa objek dalam *cluster* ini umumnya memiliki harga tanah dan harga bangunan yang lebih tinggi dari rata-rata. Beberapa titik bahkan berada pada nilai yang sangat tinggi, khususnya untuk harga bangunan. Dengan demikian, hasil visualisasi ini menunjukkan bahwa metode *clustering* mampu mengelompokkan objek berdasarkan tingkat nilai ekonomis properti.



Gambar 4.10 Visualisasi Variabel NPOP dan NJOP

Berdasarkan gambar 4.10 dapat disimpulkan bahwa visualisasi persebaran NJOP dan NPOP menunjukkan dua kelompok data dengan karakteristik yang berbeda. *Cluster 1* didominasi oleh objek pajak dengan nilai NJOP dan NPOP di bawah rata-rata, terlihat dari titik-titik persebaran data yang terpusat di kuadran kiri bawah dan posisi *centroid* yang berada di area bernilai rendah. Sementara itu, *Cluster 2* memiliki sebaran yang lebih luas hingga menjangkau kuadran kanan atas grafik dengan centroid yang menunjukkan nilai NJOP dan NPOP lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa metode *clustering* mampu mengelompokkan objek pajak berdasarkan tingkat nilai ekonomisnya.

4.5 Analisis Karakteristik *Cluster*

Analisis statistik deskriptif membahas secara mendalam hasil-hasil yang diperoleh dari analisis pengelompokan data BPHTB menggunakan metode *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering* dengan inisiasi 2 *cluster*. analisis statistik deskriptif yang bertujuan memberikan gambaran umum mengenai variabel-variabel penelitian, seperti Luas Tanah, Luas Bangunan, Harga Tanah, Harga Bangunan,

NJOP, NPOP, dan Pajak Terbayar pada masing-masing *cluster*. Analisis ini berfungsi untuk mengungkap distribusi data dan menyediakan informasi penting, seperti rata-rata, median, standar deviasi, nilai minimum, serta nilai maksimum dari setiap variabel dalam tiap *cluster*. Melalui analisis statistik deskriptif, akan terlihat bagaimana karakteristik objek pajak di setiap *cluster*, baik dari segi nilai properti maupun jumlah pajak yang terbayarkan.

Tabel 4.11 Karakteristik *Cluster 1*

Variabel	Rata-Rata	Median	Standar Deviasi	Minimum	Maximum
Luas Tanah (m^2)	995,415	250	1.563,637	50	8.016
Luas Bangunan (m^2)	2,547	0	14,280	0	120
Harga Tanah (Rp/m^2)	75.924,528	56.000	79.796,371	14.000	614.000
Harga Bangunan (Rp/m^2)	19.952,83	0	107.192,517	0	700.000
NJOP (Rp)	70.268.438,68	13.073.000	127.924.209,8	840.000	777.728.000
NPOP (Rp)	180.334.213,2	108.250.000	223.606.672,4	8.400.000	1.822.800.000
Pajak Terbayar (Rp)	6.182.363,377	2.926.250	11.322.084,51	0	91.140.000

Berdasarkan Tabel 4.11 menunjukkan karakteristik cluster 1 pada inisiasi jumlah 2 cluster. Rata-rata luas tanah adalah 995,41 m^2 , namun nilai median jauh lebih rendah, yaitu 250 m^2 , yang menandakan bahwa sebagian besar properti memiliki luas yang lebih kecil dari rata-rata. Standar deviasi yang tinggi, sebesar 1.563,63 m^2 , semakin menunjukkan adanya variasi yang signifikan dalam luas tanah di cluster ini, dengan nilai minimum sebesar 50 m^2 dan maksimum sebesar 8.016 m^2 . Properti di cluster ini terdiri dari objek dengan ukuran tanah yang sangat bervariasi, dari kecil hingga sangat luas. Luas bangunan pada cluster 1 memiliki

rata-rata yang rendah, yaitu $2,54 \text{ m}^2$, dengan median dan nilai minimum sebesar 0 m^2 . Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian besar properti di *cluster* ini tidak memiliki bangunan atau memiliki luas bangunan yang sangat kecil. Standar deviasi sebesar $14,28 \text{ m}^2$ menunjukkan hanya ada sedikit properti yang memiliki bangunan, sehingga luas bangunan tidak menjadi ciri utama dari properti dalam *cluster* ini.

Harga tanah pada cluster 1 bervariasi secara signifikan. Rata-rata harga tanah adalah Rp 75.924, dengan nilai median sebesar Rp 56.000. Hal ini menunjukkan bahwa ada beberapa properti yang memiliki harga tanah jauh di atas rata-rata. Standar deviasi sebesar Rp 79.796 mencerminkan adanya perbedaan dalam harga tanah, dengan rentang harga mulai dari Rp 14.000 hingga Rp 614.000. Harga bangunan juga menunjukkan variasi yang besar di antara properti. Rata-rata harga bangunan adalah Rp 19.952, namun nilai median sebesar Rp 0 menunjukkan bahwa sebagian besar properti tidak memiliki bangunan. Hanya sedikit properti yang memiliki nilai bangunan, seperti yang terlihat dari standar deviasi Rp 107.192, dengan nilai maksimum sebesar Rp 700.000.

Nilai Jual Objek Pajak (NJOP) pada cluster ini memiliki rata-rata Rp 70.268.438, dengan nilai median, yaitu Rp 13.073.000. Ini menunjukkan bahwa meskipun ada beberapa properti dengan NJOP sangat tinggi, sebagian besar properti memiliki NJOP yang jauh lebih rendah. Standar deviasi yang tinggi, sebesar Rp 127.924.209, mengindikasikan bahwa ada perbedaan yang signifikan dalam NJOP antara properti di cluster ini. Nilai Perolehan Objek Pajak (NPOP) juga memperlihatkan variasi yang besar. Rata-rata NPOP di *cluster* ini adalah Rp 180.334.213, dengan median sebesar Rp 108.250.000, yang menunjukkan bahwa

sebagian besar properti memiliki NPOP yang lebih rendah dari rata-rata. Standar deviasi sebesar Rp 223.606.672 menunjukkan perbedaan besar dalam NPOP di antara properti, dengan rentang nilai mulai dari Rp 8.400.000 hingga Rp 1.822.800.000. Dalam hal pajak terbayar, rata-rata pajak yang terbayar di cluster ini adalah Rp 6.182.363, dengan nilai median sebesar Rp 2.926.250. terdapat variasi dalam pajak terbayar, dari properti yang tidak dikenakan pajak (nilai minimum Rp 0) hingga properti yang membayar pajak sebesar Rp 91.140.000.

Tabel 4.12 Karakteristik *Cluster 2*

Variabel	Rata-Rata	Median	Standar Deviasi	Minimum	Maximum
Luas Tanah (m^2)	164,8	102	145,907	26	790
Luas Bangunan (m^2)	44,905	36	33,680	0	157
Harga Tanah (Rp/m^2)	530.282,352	335.000	560.773,288	20.000	2.352.000
Harga Bangunan (Rp/m^2)	621.423,529	595.000	445.522,362	0	1.833.000
NJOP (Rp)	106.070.623,5	68.796.000	111.362.399,5	2.880.000	521.205.000
NPOP (Rp)	318.751.531,8	187.500.000	373.686.995,6	14.000.000	2.022.727.278
Pajak Terbayar (Rp)	13.195.754,6	6.375.000	18.711.341,15	0	98.136.364

Berdasarkan Tabel 4.12 menunjukkan karakteristik *cluster 2* pada inisiasi jumlah 2 *cluster*, rata-rata luas tanah 164,8 m^2 , dengan nilai median sebesar 102 m^2 , yang menunjukkan bahwa mayoritas properti di *cluster* ini memiliki ukuran tanah yang relatif kecil. Namun, terdapat variasi yang cukup signifikan, dengan standar deviasi sebesar 145,9 m^2 , menunjukkan bahwa ukuran tanah properti di *cluster* ini bervariasi antara 26 m^2 hingga 790 m^2 . Dalam hal luas bangunan, rata-

rata yang ditemukan adalah $44,9 \text{ m}^2$, dengan nilai median sebesar 36 m^2 . Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar properti memiliki bangunan dengan luas yang relatif kecil. Standar deviasi sebesar $33,68 \text{ m}^2$ menandakan bahwa ada beberapa properti dengan luas bangunan yang lebih besar, namun variasi ini tidak terlalu signifikan, karena luas bangunan terbesar adalah 157 m^2 dan ada beberapa properti tanpa bangunan sama sekali.

Harga tanah pada cluster ini menunjukkan perbedaan yang sangat besar. Rata-rata harga tanah adalah Rp 530.282, dengan nilai median sebesar Rp 335.000, yang menunjukkan bahwa ada beberapa properti dengan harga tanah yang jauh di atas atau di bawah median. Hal ini juga terlihat dari standar deviasi yang sangat tinggi, yaitu Rp 560.773, yang menunjukkan rentang harga tanah mulai dari Rp 20.000 hingga Rp 2.352.000. Harga bangunan pada *cluster* ini juga menunjukkan variasi yang besar. Rata-rata harga bangunan adalah Rp 621.423, dengan nilai median sebesar Rp 595.000, menunjukkan bahwa sebagian besar properti memiliki nilai bangunan yang cukup tinggi. Namun, ada variasi yang cukup besar dengan standar deviasi Rp 445.522, yang mengindikasikan bahwa ada beberapa properti tanpa bangunan atau dengan nilai bangunan yang sangat rendah, sementara yang lain memiliki harga bangunan yang jauh lebih tinggi, dengan nilai maksimum mencapai Rp 1.833.000.

Nilai Jual Objek Pajak (NJOP) di cluster ini juga menunjukkan variasi yang besar, dengan rata-rata NJOP sebesar Rp 106.070.623 dan nilai median sebesar Rp 68.796.000. Standar deviasi sebesar Rp 111.362.399 menunjukkan perbedaan besar antara NJOP properti di cluster ini, dengan NJOP terendah sebesar Rp 2.880.000 dan NJOP tertinggi mencapai Rp 521.205.000. Nilai Perolehan Objek Pajak

(NPOP) pada cluster ini memiliki rata-rata sebesar Rp 318.751.531, dengan nilai median sebesar Rp 187.500.000. Variasi dalam NPOP juga sangat besar, dengan standar deviasi Rp 373.686.995, yang menunjukkan bahwa NPOP bervariasi dari Rp 14.000.000 hingga Rp 2.022.727.278. Perbedaan besar dalam nilai properti ini secara langsung memengaruhi jumlah pajak yang dibayarkan.

Pajak terbayar pada cluster ini menunjukkan variasi yang besar, dengan rata-rata sebesar Rp 13.195.754 dan nilai median Rp 6.375.000. Beberapa properti tidak dikenakan pajak sama sekali (dengan nilai pajak terendah Rp 0), sedangkan properti dengan pajak tertinggi membayar hingga Rp 98.136.364. Standar deviasi sebesar Rp 18.711.341 menunjukkan bahwa properti di *cluster* ini memiliki tanggungan pajak yang sangat bervariasi, seiring dengan perbedaan besar dalam NJOP dan NPOP.

4.6 Analisis Interval Penerimaan Pajak BPHTB

Pada tahap ini, dilakukan analisis untuk menentukan kelompok wajib pajak yang memberikan kontribusi terhadap penerimaan pajak BPHTB dalam kategori rendah, sedang, atau tinggi. Penentuan interval dilakukan berdasarkan distribusi nilai pajak terbayar di setiap *cluster* yang terbentuk dari proses *clustering* menggunakan metode *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering (FGKC)* dengan 2 *cluster*.

4.6.1 Penetapan Interval Pajak Terbayar

Analisis dan interpretasi pajak terbayar dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga kategori, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Metode yang digunakan untuk

menentukan batasan interval adalah *equal width* yang bertujuan untuk memberikan rentang yang seragam atau distribusi yang merata antara kategori-kategori tersebut. Batasan interval ini ditentukan dengan membagi rentang nilai pajak terbayar menjadi tiga bagian yang setara. Batasan interval diambil dengan nilai maksimum dari keseluruhan data dengan nilai Rp 322.000.000, meskipun nilai tersebut tidak dimasukkan dalam proses *clustering* namun nilai tersebut tetap dijadikan batas maksimum dikarenakan interval yang diambil dari keseluruhan data yang ada dilapangan pada batas waktu periode tertentu dikurangi dengan nilai minimum dibagi dengan kategori interval yang ditentukan.

Berdasarkan Persamaan 2.16 ditentukan interval menjadi 3 diantaranya: rendah, sedang dan tinggi. Maka di hasilkan rentang interval kategori pajak penerimaan pajak pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Interval Pajak Terbayar

Kategori Penerimaan Pajak	Rentang Nilai Pajak Terbayar (Rp)
Rendah	Rp 0 – Rp 107.333.333
Sedang	Rp 107.333.333 – Rp 214.666.666
Tinggi	Rp 214.666.666. – Rp 322.000.000

4.6.2 Penentuan Fungsi Keanggotaan

1. Fungsi keanggotaan pajak rendah

Fungsi keanggotaan untuk kategori ‘rendah’ dirancang untuk memberikan derajat keanggotaan penuh yaitu 1 pada nilai pajak yang sangat rendah. Untuk kategori ini direpresentasikan pada sebuah kurva linier yang turun yang terpisah menjadi tiga bagian domain yaitu $[0;0]$, $[0;107.333.333]$, $[107.333.333;\infty]$. Dengan demikian fungsi keanggotaan untuk kategori rendah dapat dijelaskan berdasarkan Persamaan (2.2) seperti berikut:

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x \leq 0 \\ \frac{(107.333.333 - x)}{(107.333.333 - 0)} & ; \quad 0 < x \leq 107.333.333 \\ 0 & ; \quad x > 107.333.333 \end{cases}$$

2. Fungsi keanggotaan pajak sedang

Fungsi keanggotaan dengan kategori sedang diwakili oleh sebuah kurva segitiga yang terpisah menjadi empat bagian domain, yaitu $[0;0]$, $[0;107.333.334]$, $[107.333.334; 214.666.666]$, $[214.666.666;\infty]$. Dengan demikian fungsi keanggotaan untuk kategori sedang dapat dijelaskan berdasarkan persamaan (2.1) seperti berikut:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 0 \text{ atau } x > 214.666.666 \\ \frac{(x - 0)}{(107.333.334 - 0)} & ; \quad 0 < x \leq 107.333.333 \\ \frac{(214.666.666 - x)}{(214.666.666 - 107.333.334)} & ; \quad 107.333.333 \leq x \leq 214.666.666 \end{cases}$$

3. Fungsi keanggotaan pajak tinggi

Fungsi keanggotaan untuk kategori tinggi di representasikan oleh kurva naik yang terpisah menjadi tiga bagian domain, yaitu $[0; 107.333.333]$, $[214.666.666;322.000.000]$, $[322.000.000;\infty]$. Dengan demikian fungsi keanggotaan untuk kategori tinggi dapat dijelaskan berdasarkan persamaan (2.3) sebagai berikut:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 107.333.333 \\ \frac{(x - 107.333.333)}{(214.666.666 - 107.333.333)} & ; \quad 107.333.333 < x \leq 214.666.666 \\ 1 & ; \quad 214.666.666 < x \leq 322.000.000 \end{cases}$$

4.6.3 Analisis Distribusi Pajak Terbayar Penerimaan Pajak BPHTB

Setelah menetapkan interval pajak terbayar, dilakukan analisis untuk menentukan bagaimana distribusi nilai pajak terbayar dalam setiap *cluster*.

Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi *cluster* mana yang memiliki rata-rata pajak terbayar dalam kategori rendah, sedang, atau tinggi. Pada hasil *clustering* dengan 2 *cluster*, analisis lebih lanjut dilakukan untuk mengetahui distribusi pajak terbayar pada tiap *cluster* dan klasifikasinya dalam kategori rendah, sedang, atau tinggi.

Tabel 4.14 Distribusi 2 *Cluster*

<i>Cluster</i>	Rata-rata Pajak Terbayar (Rp)	Kategori Penerimaan Pajak
1	Rp 6.182.363	Rendah
2	Rp 13.195.754	Rendah

1. Rata-rata pajak terbayar pada *cluster* 1 (Rp 6.182.363)

Fungsi keanggotaan rendah :

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x \leq 0 \\ \frac{(107.333.333 - x)}{(107.333.333 - 0)} & ; \quad 0 < x \leq 107.333.333 \\ 0 & ; \quad x > 107.333.333 \end{cases}$$

$$\mu(x) = \frac{(107.333.333 - 6.182.363)}{(107.333.333 - 0)} = 0,942$$

Fungsi keanggotaan sedang :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 0 \text{ atau } x > 214.666.666 \\ \frac{(x - 0)}{(107.333.333 - 0)} & ; \quad 0 < x \leq 107.333.333 \\ \frac{(214.666.666 - x)}{(214.666.666 - 107.333.333)} & ; \quad 107.333.333 \leq x \leq 214.666.666 \end{cases}$$

$$\mu(x) = \frac{(6.182.363 - 0)}{(107.333.333 - 0)} = 0,057$$

2. Rata-rata pajak terbayar pada *cluster* 2 (Rp 13.195.754)

Fungsi keanggotaan rendah :

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x \leq 0 \\ \frac{(107.333.333 - x)}{(107.333.333 - 0)} & ; \quad 0 \leq x \leq 107.333.333 \\ 0 & ; \quad x > 107.333.333 \end{cases}$$

$$\mu(x) = \frac{(107.333.333 - 13.195.754)}{(107.333.333 - 0)} = 0,877$$

Fungsi keanggotaan sedang :

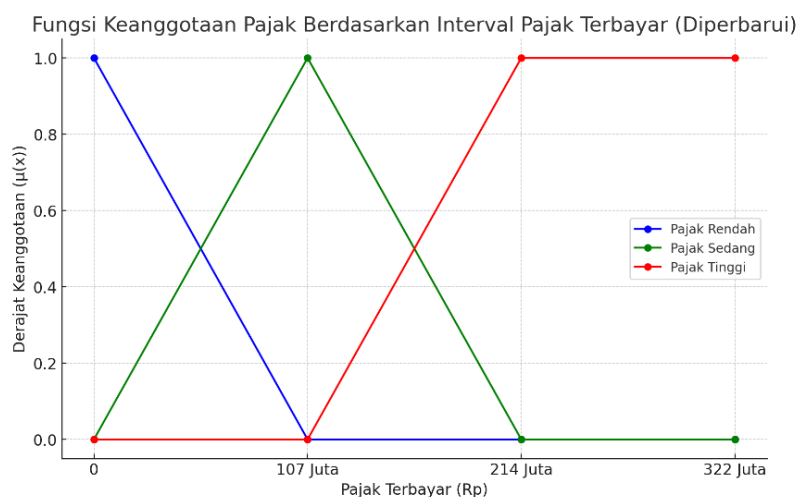
$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 0 \text{ atau } x > 214.666.666 \\ \frac{(x - 0)}{(107.333.333 - 0)} & ; \quad 0 < x \leq 107.333.333 \\ \frac{(214.666.666 - x)}{(214.666.666 - 107.333.333)} & ; \quad 107.333.333 \leq x \leq 214.666.666 \end{cases}$$

$$\mu(x) = \frac{(13.195.754 - 0)}{(107.333.333 - 0)} = 0,123$$

Berdasarkan perhitungan derajat keanggotaan untuk nilai pajak terbayar pada *cluster* 1 dan *cluster* 2, dapat disimpulkan bahwa kedua *cluster* memiliki derajat keanggotaan yang dalam kategori rendah. Pada *cluster* 1, nilai pajak terbayar sebesar Rp 6.182.363 menunjukkan derajat keanggotaan dalam kategori rendah sebesar 0,942, yang menandakan bahwa nilai ini sepenuhnya sesuai dengan kategori rendah. Di sisi lain, derajat keanggotaan dalam kategori sedang pada *cluster* 1 sebesar 0,057, yang menunjukkan bahwa nilai ini hampir tidak memiliki keterkaitan dengan kategori sedang. Hal serupa juga berlaku untuk *cluster* 2, di mana nilai pajak terbayar sebesar Rp 13.195.754 memiliki derajat keanggotaan dalam kategori rendah sebesar 0,877. Sementara itu, derajat keanggotaan dalam kategori sedang sebesar 0,123.

4.7 Analisis Hasil Optimalisasi Penerimaan Pajak BPHTB

Optimalisasi penerimaan pajak BPHTB didefinisikan sebagai kondisi dimana nilai pajak terbayar mencapai nilai maksimum dari seluruh data yang ada. Analisis ini dilakukan dengan membagi data ke dalam dua *cluster* untuk memahami karakteristik penerimaan pajak dari masing-masing *cluster* dan menentukan sejauh mana pencapaian nilai maksimum pajak terbayar dalam setiap *cluster* dan analisis terhadap data khusus secara terpisah yang tidak masuk dalam *clustering*.



Gambar 4.11 Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Berdasarkan grafik fungsi keanggotaan fuzzy, terlihat bahwa *cluster* 2 menunjukkan nilai pajak terbayar yang lebih maksimum dibandingkan *cluster* 1. Hal ini menunjukkan bahwa *cluster* 2 memiliki kontribusi pajak yang lebih optimal, dengan rata-rata pajak terbayar sebesar Rp 13.195.754 dengan beranggotakan 85 wajib pajak yang menghasilkan nilai pajak tertinggi dalam analisis ini. Sementara itu, *cluster* 1 menunjukkan rata-rata pajak terbayar yang lebih rendah, yaitu Rp 6.182.363, menandakan bahwa pada *cluster* 1 yang beranggotakan 106 wajib pajak belum mencapai nilai yang maksimum pada keseluruhan data dengan dipengaruhi oleh beberapa faktor utama diantaranya:

1. *Cluster* 1 memiliki luas tanah yang besar tetapi dengan bangunan yang kecil atau sering tanpa bangunan, menyebabkan NJOP dan NPOP yang rendah. Sebaliknya, *cluster* 2 memiliki bangunan yang luas, meningkatkan NJOP dan NPOP, sehingga mendorong pajak terbayar lebih tinggi.
2. Harga tanah dan bangunan yang lebih rendah di *cluster* 1 membatasi potensi penerimaan pajak BPHTB. *Cluster* 2, dengan harga properti yang jauh lebih tinggi, memberikan kontribusi yang signifikan terhadap optimalisasi pajak BPHTB.
3. Cluster 1 memiliki variasi data yang besar, mencerminkan ketidakmerataan nilai properti. Cluster 2 memiliki variasi yang lebih terkontrol, yang berkontribusi pada penerimaan pajak yang lebih stabil dan mencapai nilai maksimum.

Namun terdapat satu kasus yang menandai nilai maksimal dan nilai tersebut cenderung sangat tinggi atau memiliki nilai yang sangat jauh daripada wajib pajak yang lain dikarenakan terdapat nilai yang ekstrem daripada data lain secara keseluruhan bisa dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4.15 Pencilan Data BPHTB dari Dinas Bapenda Kabupaten Malang 2024

Luas Tanah	Luas Bangunan	Harga Tanah	Harga Bangunan	NJOP	NPOP	Pajak Terbayar
1.100	0	2.508.000	0	2.758.800.000	6.500.000.000	322.000.000

Tabel 4.15 menunjukkan bahwa nilai pajak terbayar yang sangat tinggi dengan Rp 322.000.000 dengan berbeda dari pola umum data lainnya. hal ini didasari oleh luas tanah yang tinggi dan nilai harga tanah yang teramat tinggi pada daerah tersebut dengan nilai Rp 2.508.000 walaupun masih terdapat beberapa nilai yang hampir sama pada cluster 2 akan tetapi nilai perolehan yang didapat jauh lebih besar

dari pada nilai jual dengan nilai Rp 6.500.000.000. Nilai perolehan yang ekstrem ini menunjukkan bahwa objek pada baris pertama memiliki transaksi atau valuasi pasar yang sangat tinggi, yang langsung berpengaruh terhadap besaran pajak yang harus dibayarkan. hal ini bisa dilihat bahwa nilai properti pada daerah tersebut jauh lebih tinggi atau bisa dikatakan kawasan dengan properti premium meskipun tidak terdapat bangunan pada data tersebut akan tetapi nilai pajak yang didapatkan bisa lebih tinggi dari pada luas tanah yang memiliki bangunan dikarenakan faktor yang merupakan kawasan tinggi tersebut.

4.8 Kajian Integrasi Agama Tentang Optimalisasi Pajak

Berdasarkan hasil dari pembahasan diatas didapatkan kesimpulan bahwa, kejujuran, amanah dan transparansi dalam pengelolaan data sangat penting. Sehingga, kita memerlukan metode *clustering* yang akurat, agar dapat memasikan bahwa data yang digunakan untuk menentukan pajak adalah data yang valid dan dapat dipercaya. Al-Qur'an menekankan pentingnya kejujuran dalam segala aspek kehidupan. Seperti yang dijelaskan dalam surat al-anfal ayat 27:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا لَا تَخُونُوا اللَّهَ وَالرَّسُولَ وَتَخُونُوا أَمْنَكُمْ وَاتُّم تَعْلَمُونَ ﴿٢٧﴾

Artinya: *“Wahai orang-orang yang beriman, janganlah kamu mengkhianati Allah dan Rasul serta janganlah kamu mengkhianati amanat yang dipercayakan kepadamu, sedangkan kamu mengetahui.”*

Ayat ini memberikan landasan moral yang kuat untuk pengelolaan data yang transparan dan jujur. Mengintegrasikan nilai-nilai ini dalam sistem perpajakan akan membantu menciptakan kepercayaan masyarakat, memastikan bahwa proses pengumpulan dan pengelolaan pajak berjalan dengan adil. Prinsip-prinsip ini

memungkinkan sistem perpajakan untuk mengoptimalkan manfaat yang diperoleh dari penerimaan pajak demi kemaslahatan masyarakat.

Selain Al-Qur'an, Hadis Rasulullah SAW juga menekankan pentingnya kejujuran dan integritas dalam transaksi dan pengelolaan keuangan. Rasulullah bersabda, "*Barangsiapa yang menipu, maka ia bukan dari golonganku*" (HR. Muslim). Hadis ini menegaskan bahwa transparansi dan keadilan dalam pengelolaan keuangan, termasuk dalam sistem perpajakan, adalah kewajiban moral yang tidak bisa diabaikan. Integrasi nilai-nilai kejujuran dalam pengelolaan data pajak BPHTB memastikan bahwa setiap langkah dalam proses ini dilakukan secara jujur dan bertanggung jawab.

Dengan menggunakan metode *clustering* yang akurat, seperti Fuzzy Gustafson-Kessel, pengelolaan data dapat dilakukan secara valid dan transparan, yang selaras dengan nilai-nilai keadilan yang diamanatkan dalam Islam. Transparansi ini meningkatkan kepercayaan publik dan mendorong partisipasi masyarakat dalam memenuhi kewajiban perpajakan. Integrasi Al-Qur'an dan Hadis dalam pendekatan ini menciptakan sistem perpajakan yang tidak hanya efisien secara teknis, tetapi juga memenuhi tuntutan etika dan keadilan, yang pada akhirnya berkontribusi pada kesejahteraan dan kemaslahatan masyarakat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dapat memberikan kesimpulan bahwa data BPHTB kabupaten Malang 2024 yang dikelompokkan pada inisiasi 2 sampai 5 *cluster* menggunakan metode *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering* menghasilkan inisiasi jumlah 2 *cluster* yang paling baik dibandingkan dengan inisiasi 3,4, dan 5 *cluster*. Inisiasi jumlah 2 *cluster* memberikan perubahan iterasi dalam algoritma mencapai stabilitas dibandingkan dengan jumlah *cluster* yang lain dan setelah mengevaluasi hasil *clustering* menggunakan metrik evaluasi *sillhoutte score* dan *davies bouldin-index* inisiasi jumlah 2 *cluster* menunjukkan nilai yang terbaik dibandingkan jumlah *cluster* yang lain .

Pada inisiasi jumlah 2 cluster menghasilkan cluster ke-1 dan cluster ke-2 yang dibedakan sehingga dihasilkan karakteristik pada masing-masing cluster, dimana pada cluster ke-2 menghasilkan penerimaan pajak yang paling tinggi dengan faktor luas tanah yang lebih rendah dibandingkan cluster ke-1 akan tetapi cluster ke-2 menunjukkan luas bangunan yang lebih tinggi sehingga mempengaruhi nilai jual objek pajak (NJOP) dan nilai perolehan objek pajak (NPOP), meskipun keduanya masih masuk dalam kategori penerimaan pajak rendah akan tetapi nilai maksimum pada seluruh data berhasil didapatkan pada cluster ke-2, sehingga cluster ke-2 merupakan cluster yang optimal atau dengan kata lain optimalisasi penerimaan pajak BPHTB terdapat pada inisiasi jumlah 2 cluster dengan cluster ke-2 mencapai nilai maksimum pada keseluruhan data.

5.2 Saran

1. Penggunaan Variabel Tambahan

Dalam penelitian ini, variabel yang digunakan terbatas pada luas tanah, luas bangunan, harga tanah, harga bangunan, NJOP, NPOP, dan pajak terbayar. Disarankan untuk menambahkan variabel lain yang relevan, seperti lokasi geografis atau kategori penggunaan tanah dan bangunan, untuk melihat pengaruh variabel tersebut terhadap potensi penerimaan pajak yang lebih optimal.

2. Penggunaan Kategori Interval yang Lebih Fleksibel

Saran lainnya adalah untuk meninjau kembali metode pembagian interval pajak yang digunakan. Dalam penelitian ini, kategori interval menggunakan metode equal width, yang mungkin kurang sesuai dalam menggambarkan distribusi data pajak yang tidak merata. Penggunaan metode lain seperti equal frequency atau pengelompokan berbasis data historis dapat dipertimbangkan untuk menghasilkan kategori yang lebih representatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Amah, N., Wahyuningsih, S., & Amijaya, F. D. (2017). Analisis *Cluster* Non-Hirarki Dengan Menggunakan Metode K-Modes pada Mahasiswa Program Studi Statistika Angkatan 2015 FMIPA Universitas Mulawarman. *Jurnal Eksponensial*, 8.
- Amalia, N. A., Widodo, D. A., & Oktaviana, P. P. (2016). Analisis *Clustering* Perusahaan Sub Sektor Perbankan Berdasarkan Rasio Keuangan Camels Tahun 2014 Menggunakan Metode Fuzzy C-Means Dan Fuzzy Gustafson Kessel. *sains dan seni*.
- Anggraeni, R., Indarto, W., & Kusumadewi, S. (2004). Sistem Pencarian Kriteria Kelulusan Menggunakan Metode Fuzzy Tahani. *Media informatika*, 65-74.
- Beu, L., & Husna, A. (2019). Metode Fuzzy Tsukamoto Untuk Memprediksi Jumlah Produksi Kue Pia. *Jurnal Nasional cosPhi*.
- Cahyono, T. (2016). *Statistik Deskriptif*. Purwokerto: Yasamas.
- Efiyah, U. (2014). Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means Untuk Pengelompokan Harga Gabah di Tingkat Penggilingan Berdasarkan Kualitas Gabah. *Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang*.
- Hasanah, I. N. (2022). Analisis *Cluster* berdasarkan dampak ekonomi di Indonesia akibat pandemi covid-19. *Mathunesa jurnal ilmiah matematika*, 10.
- irwan , Sidjara, S., & Aryati, A. P. (2022). Pengelompokan Jenis Penerimaan Pajak di Kota Makassar Menggunakan Fuzzy *Clustering*. *Euler: Jurnal Ilmiah Matematika, Sains dan Teknologi*, 98-102.
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2010). *An Introduction to Statistical Learning*. Springer.
- Kemenag RI. (2024). *Qur'an Kemenag*. Jakarta Timur : Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an. Retrieved from <https://quran.kemenag.co.id>
- Kusumadewi, & Purnomo. (2010). Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan. *Graha Ilmu Yogyakarta*, Edisi 2.
- Mauliyadi M, A., Sofyan, H., & Subianto, M. (2013). perbandingan metode fuzzy c-means dan fuzzy gustafson-kessel menggunakan data citra satelit. *transenden*, 01-05.
- Nasution, H. (2012). Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan. *jurnal ELKHA*, 4-8.
- Nugraheni , Y. (2013). *Data Mining Using Fuzzy Method For Customer Relationship Management In Retail Industry*. *Lontar Komputer*, Vol.4, 188-200.

- Oyewole, G. O., & Thopil, G. A. (2022). Data *Clustering*: application and trends. *Artificial Intilligence Review*.
- Pinem, N. S., & Utomo, D. P. (2020). Implementasi Fuzzy Logic Dengan Infrensi Tsukamoto Untuk Prediksi Jumlah Kemasan Produksi (Studi Kasus : PT. Sinar Sosro Medan). *Pelita Informatika* , 56-60.
- Putri, F. A., & Rochmawati, N. (2021). penerapan algoritma fuzzy fustafson kessel untuk *Clustering* tweets mention akun go-jek dan Grab indonesia. *journal of informatics and computer science*.
- Saelan, A. (2009). Logika Fuzzy. *Makalah If2091 Struktur Diskrit*.
- Sopyan , Y., Lesmana , A. D., & Juliane , C. (2022). Analisis Algoritma K-Means dan Davies Bouldin Index dalam Mencari *Cluster* Terbaik Kasus Perceraian di Kabupaten Kuningan. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 1464-1470.
- Suriasumanturi, J. (2003). Filsafat Ilmu: Sebuah Pengantar Popular. *Jakarta: Pustaka Slnar Harapan*.
- Syafiyah, U., Asrafi, I., Wicaksono, B., Puspitasari, D. P., & Sirait, F. M. (2020). Analisis Perbandingan Hierarchical dan Non-Hierarchical *Clustering* Pada Data Indikator Ketenagakerjaan di Jawa Barat Tahun 2020. *Politeknik Statistika STIS*.
- Syahputri, N. I., Chiuloto, K., & Harahap, N. N. (2022). Analisa Perbandingan Membership Function Fuzzy Tsukamoto dalam Menentukan Dosen Berprestasi . *Blend Sains Jurnal Teknik*.
- Tafsir Jalalain*. (n.d.). Sinar Baru Algensindo.
- Widiyanto, M. A. (2019). Perbandingan Validitas Fuzzy *Clustering* pada Fuzzy C-Means Dan Particle Swarms Optimazation (PSO) pada Pengelompokan Kelas. *JISKa*, 22-37.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data *Preprocessing*

Data	Luas Tanah	Luas Bangunan	Harga Tanah	Harga Bangunan	NJOP	NPOP	Pajak Terbayar
1	2.773	0	27.000	0	74.871.000	207.975.000	10.398.750
2	110	157	702.000	1.516.000	315.232.000	450.000.000	19.500.000
3	90	100	702.000	1.833.000	246.480.000	475.000.000	20.750.000
4	100	54	702.000	1.516.000	152.064.000	360.000.000	15.000.000
5	113	157	702.000	1.516.000	317.338.000	450.000.000	19.500.000
6	1.271	0	27.000	0	34.317.000	95.325.000	4.766.250
7	8.016	0	27.000	0	216.432.000	601.200.000	30.060.000
8	1.151	0	27.000	0	31.077.000	86.325.000	4.316.250
9	125	0	82.000	0	10.250.000	118.750.000	2.937.500
10	124	0	128.000	310.000	15.872.000	87.000.000	1.350.000
11	78	78	48.000	968.000	79.248.000	195.000.000	6.750.000
12	252	80	103.000	823.000	91.796.000	91.796.000	4.589.800
13	529	49	64.000	429.000	54.877.000	54.877.000	0
14	342	50	64.000	595.000	51.638.000	41.310.400	0
15	180	54	64.000	310.000	28.260.000	28.260.000	0
16	99	54	64.000	310.000	23.076.000	15.384.000	0
17	65	54	64.000	310.000	20.900.000	14.000.000	0
18	384	0	64.000	505.000	24.576.000	57.600.000	0
19	313	0	64.000	700.000	20.032.000	46.950.000	0
20	450	0	27.000	0	12.150.000	54.000.000	0
21	294	65	160.000	0	47.040.000	47.040.000	0
22	2.240	50	64.000	595.000	173.110.000	173.110.000	5.655.500
23	2.950	0	103.000	0	303.850.000	303.850.000	18.044.900
24	3.241	0	64.000	0	207.424.000	420.000.000	18.000.000
25	2.993	0	103.000	0	308.279.000	308.279.000	12.413.950
26	592	0	160.000	0	94.720.000	480.000.000	24.000.000
27	60	23	48.000	0	2.880.000	150.500.000	4.525.000
28	100	0	82.000	0	8.200.000	120.000.000	3.000.000
29	72	0	64.000	0	4.608.000	72.000.000	600.000
30	60	0	128.000	225.000	7.680.000	90.000.000	1.500.000
31	110	70	82.000	0	9.020.000	160.000.000	5.000.000
32	95	0	82.000	0	7.790.000	110.500.000	5.525.000
33	259	30	160.000	505.000	56.590.000	259.000.000	12.950.000

Data	Luas Tanah	Luas Bangunan	Harga Tanah	Harga Bangunan	NJOP	NPOP	Pajak Terbayar
34	250	0	27.000	0	6.750.000	62.500.000	125.000
35	62	0	82.000	0	5.084.000	108.500.000	2.425.000
36	69	36	335.000	0	23.115.000	280.000.000	11.000.000
37	85	36	335.000	0	28.475.000	320.000.000	13.000.000
38	72	0	394.000	0	28.368.000	100.800.000	2.040.000
39	96	0	394.000	0	37.824.000	134.400.000	3.720.000
40	1.820	120	36.000	595.000	136.920.000	65.520.000	276.000
41	72	0	128.000	0	9.216.000	123.000.000	325.000
42	803	0	36.000	0	28.908.000	220.000.000	8.000.000
43	137	0	64.000	0	8.768.000	117.000.000	2.850.000
44	798	0	36.000	0	28.728.000	80.000.000	1.000.000
45	70	0	48.000	0	3.360.000	91.000.000	1.550.000
46	150	0	27.000	0	4.050.000	97.500.000	1.875.000
47	3.783	0	27.000	0	102.141.000	370.000.000	10.100.000
48	92	48	160.000	968.000	61.184.000	402.252.252	17.112.613
49	77	36	702.000	595.000	75.474.000	187.500.000	6.375.000
50	169	0	27.000	0	4.563.000	76.050.000	802.500
51	518	0	27.000	0	13.986.000	104.000.000	2.200.000
52	99	36	802.000	1.200.000	122.598.000	202.000.000	7.100.000
53	84	44	1.274.000	823.000	143.228.000	260.000.000	10.000.000
54	60	0	48.000	0	2.880.000	93.000.000	1.650.000
55	820	0	36.000	0	29.520.000	82.000.000	1.100.000
56	1.032	0	36.000	0	37.152.000	120.000.000	3.000.000
57	607	0	36.000	0	21.852.000	91.050.000	1.552.500
58	1.092	0	36.000	0	39.312.000	104.000.000	2.200.000
59	180	0	200.000	0	36.000.000	580.000.000	26.000.000
60	66	0	27.000	0	1.782.000	66.000.000	300.000
61	70	0	27.000	0	1.890.000	77.000.000	850.000
62	84	0	27.000	0	2.268.000	92.400.000	1.620.000
63	72	0	27.000	0	1.944.000	79.200.000	960.000
64	102	0	27.000	0	2.754.000	102.000.000	2.100.000
65	87	28	82.000	595.000	23.794.000	23.794.000	0
66	175	0	48.000	0	8.400.000	8.400.000	0
67	223	30	64.000	968.000	43.312.000	43.312.000	0
68	28	0	537.000	823.000	15.036.000	36.400.000	0
69	76	0	128.000	0	9.728.000	9.728.000	0
70	140	30	285.000	429.000	52.770.000	52.770.000	0

Data	Luas Tanah	Luas Bangunan	Harga Tanah	Harga Bangunan	NJOP	NPOP	Pajak Terbayar
71	50	0	27.000	0	1.350.000	38.000.000	0
72	64	0	27.000	0	1.714.500	48.260.000	0
73	86	0	537.000	0	46.182.000	262.000.000	13.100.000
74	72	38	916.000	1.200.000	111.552.000	380.000.000	16.000.000
75	26	36	537.000	968.000	48.810.000	150.000.000	4.500.000
76	886	0	394.000	0	349.084.000	700.000.000	32.000.000
77	132	70	614.000	1.516.000	187.168.000	491.500.000	21.575.000
78	85	0	335.000	0	28.475.000	127.500.000	3.375.000
79	78	0	335.000	0	26.130.000	117.000.000	2.850.000
80	150	0	64.000	0	9.600.000	136.500.000	3.825.000
81	185	0	2.013.000	0	372.405.000	1.102.727.273	55.136.364
82	185	124	2.013.000	1.200.000	521.205.000	2.022.727.278	98.136.364
83	5.060	0	20.000	0	101.200.000	220.000.000	11.000.000
84	72	36	916.000	823.000	95.580.000	170.000.000	5.500.000
85	144	0	82.000	0	11.808.000	108.000.000	5.400.000
86	216	0	48.000	0	10.368.000	90.000.000	1.500.000
87	119	0	200.000	0	23.800.000	90.000.000	1.500.000
88	72	36	1.032.000	968.000	109.152.000	198.000.000	6.900.000
89	540	0	48.000	0	25.920.000	78.000.000	900.000
90	554	0	20.000	0	11.080.000	79.600.000	980.000
91	410	60	64.000	700.000	68.240.000	200.000.000	7.000.000
92	147	0	82.000	0	12.054.000	132.300.000	3.615.000
93	120	0	36.000	0	4.320.000	162.000.000	5.100.000
94	2.037	0	36.000	0	73.332.000	73.332.000	3.666.600
95	1.720	0	82.000	0	141.040.000	141.040.000	4.052.000
96	7.233	0	82.000	0	593.106.000	102.262.000	3.127.388
97	250	0	103.000	0	25.750.000	125.000.000	3.250.000
98	60	30	200.000	0	12.000.000	150.500.000	4.525.000
99	78	45	200.000	0	15.600.000	240.000.000	9.000.000
100	882	0	27.000	0	23.814.000	90.000.000	1.500.000
101	70	0	82.000	0	5.740.000	155.610.000	4.780.500
102	65	36	1.573.000	823.000	131.873.000	220.000.000	8.000.000
103	113	0	64.000	0	7.200.000	142.500.000	4.125.000
104	407	0	335.000	0	136.345.000	600.000.000	27.000.000
105	98	0	702.000	1.200.000	68.796.000	196.000.000	6.800.000
106	84	0	36.000	0	3.024.000	84.000.000	1.200.000
107	5.270	0	27.000	0	142.290.000	160.000.000	5.000.000

Data	Luas Tanah	Luas Bangunan	Harga Tanah	Harga Bangunan	NJOP	NPOP	Pajak Terbayar
108	84	0	36.000	0	3.024.000	84.000.000	1.200.000
109	670	0	64.000	0	42.880.000	80.000.000	4.000.000
110	329	0	27.000	0	8.883.000	300.000.000	12.000.000
111	949	60	103.000	700.000	139.747.000	220.000.000	8.000.000
112	2.730	0	48.000	0	131.040.000	273.000.000	10.650.000
113	80	36	27.000	823.000	31.788.000	366.000.000	15.300.000
114	81	36	27.000	823.000	31.815.000	369.000.000	15.450.000
115	138	96	2.176.000	595.000	357.408.000	1.203.000.000	57.150.000
116	280	0	1.573.000	0	440.440.000	1.400.000.000	67.000.000
117	77	36	802.000	595.000	83.174.000	205.500.000	7.275.000
118	1.005	0	64.000	0	64.320.000	190.000.000	6.500.000
119	958	0	27.000	0	25.866.000	70.000.000	500.000
120	719	40	614.000	225.000	450.466.000	450.466.000	7.523.300
121	1.104	0	36.000	0	39.744.000	130.000.000	3.500.000
122	61	72	1.032.000	595.000	105.792.000	105.792.000	2.289.600
123	183	45	160.000	700.000	60.780.000	1.266.000.000	60.300.000
124	3.198	0	64.000	0	204.672.000	220.000.000	8.000.000
125	212	0	36.000	0	7.632.000	130.000.000	3.500.000
126	96	40	1.032.000	823.000	131.992.000	256.500.000	9.825.000
127	92	0	82.000	0	7.544.000	92.000.000	1.600.000
128	260	0	103.000	0	26.780.000	180.000.000	6.000.000
129	147	0	103.000	0	15.141.000	150.000.000	4.500.000
130	110	30	614.000	700.000	88.540.000	123.000.000	3.150.000
131	93	0	128.000	0	11.904.000	105.000.000	2.250.000
132	168	0	27.000	0	4.536.000	100.800.000	2.040.000
133	140	0	48.000	0	6.720.000	140.000.000	4.000.000
134	72	28	20.000	823.000	24.484.000	150.500.000	4.525.000
135	60	0	14.000	0	840.000	72.000.000	600.000
136	120	0	64.000	0	7.680.000	130.000.000	3.500.000
137	72	28	20.000	823.000	24.484.000	150.500.000	4.525.000
138	195	64	160.000	595.000	69.280.000	69.280.000	464.000
139	153	50	2.013.000	823.000	349.139.000	400.000.000	17.000.000
140	123	90	160.000	823.000	93.750.000	93.750.000	1.687.500
141	60	0	82.000	0	4.920.000	80.000.000	1.000.000
142	125	0	103.000	595.000	12.875.000	68.750.000	437.500
143	654	45	103.000	120.000	72.762.000	1.048.500.000	49.425.000
144	292	0	243.000	0	70.956.000	160.000.000	5.000.000

Data	Luas Tanah	Luas Bangunan	Harga Tanah	Harga Bangunan	NJOP	NPOP	Pajak Terbayar
145	203	21	1.032.000	595.000	221.991.000	316.995.000	12.849.750
146	498	45	103.000	120.000	56.694.000	814.500.000	40.725.000
147	132	60	1.274.000	1.200.000	240.168.000	600.000.000	27.000.000
148	219	0	27.000	0	5.913.000	800.000.000	37.000.000
149	447	90	200.000	968.000	176.520.000	935.250.000	43.762.500
150	2.045	0	64.000	0	130.880.000	260.000.000	10.000.000
151	77	0	394.000	0	30.338.000	100.100.000	2.005.000
152	596	56	82.000	429.000	72.896.000	72.896.000	644.800
153	353	0	64.000	0	22.592.000	18.073.600	903.680
154	350	36	82.000	0	28.700.000	176.500.000	5.825.000
155	100	36	103.000	595.000	31.720.000	157.000.000	4.850.000
156	100	0	103.000	0	10.300.000	125.000.000	3.250.000
157	60	26	64.000	0	3.840.000	130.000.000	3.500.000
158	60	25	64.000	0	3.840.000	150.000.000	4.500.000
159	66	0	27.000	0	1.782.000	82.500.000	4.125.000
160	66	0	27.000	0	1.782.000	82.500.000	1.125.000
161	751	0	82.000	0	61.582.000	112.650.000	2.632.500
162	102	80	614.000	800.000	126.628.000	420.000.000	18.000.000
163	105	80	614.000	823.000	130.310.000	379.000.000	15.950.000
164	105	80	614.000	800.000	128.470.000	420.000.000	18.000.000
165	217	70	614.000	800.000	189.238.000	614.000.000	27.700.000
166	63	0	103.000	0	6.489.000	44.505.000	2.225.250
167	790	120	36.000	968.000	144.600.000	516.500.000	22.825.000
168	84	21	916.000	823.000	94.227.000	94.227.000	1.711.350
169	874	0	64.000	0	55.936.000	120.000.000	3.000.000
170	90	0	82.000	0	7.380.000	100.000.000	2.000.000
171	787	0	27.000	0	21.249.000	100.000.000	2.000.000
172	87	45	802.000	968.000	113.334.000	300.000.000	12.000.000
173	2.372	0	128.000	0	303.616.000	303.616.000	180.800
174	162	71	2.352.000	1.200.000	466.224.000	1.600.000.000	77.000.000
175	180	36	916.000	505.000	183.060.000	183.060.000	6.153.000
176	594	0	103.000	0	61.182.000	61.182.000	0
177	656	0	27.000	0	17.712.000	17.712.000	0
178	3.662	0	64.000	0	234.368.000	234.368.000	0
179	75	0	160.000	0	12.000.000	50.000.000	0
180	330	60	394.000	823.000	179.400.000	179.400.000	0
181	181	81	128.000	505.000	64.073.000	135.300.000	3.765.000

Data	Luas Tanah	Luas Bangunan	Harga Tanah	Harga Bangunan	NJOP	NPOP	Pajak Terbayar
182	78	0	103.000	0	8.034.000	401.700.000	17.085.000
183	114	0	48.000	0	5.472.000	80.000.000	1.000.000
184	84	36	1.274.000	968.000	141.864.000	150.000.000	4.500.000
185	6.076	0	128.000	0	777.728.000	1.822.800.000	91.140.000
186	91	0	103.000	0	9.373.000	118.300.000	2.915.000
187	140	36	916.000	505.000	146.420.000	228.180.000	8.409.000
188	3.623	0	128.000	0	463.744.000	750.000.000	34.500.000
189	84	0	36.000	0	3.024.000	79.800.000	990.000
190	76	0	160.000	0	12.160.000	76.000.000	800.000
191	3.956	0	48.000	0	189.888.000	189.888.000	6.494.400

Lampiran 2 Data Standardisasi *Preprocessing*

Data	Luas Tanah	Luas Bangunan	Harga Tanah	Harga Bangunan	NJOP	NPOP
1	1,7349	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,093	-0,1107
2	-0,4167	4,1656	0,9629	2,8643	1,8798	0,6782
3	-0,4329	2,4146	0,9629	3,6034	1,3155	0,7597
4	-0,4248	1,0015	0,9629	2,8643	0,5406	0,3848
5	-0,4143	4,1656	0,9629	2,8643	1,8971	0,6782
6	0,5213	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,426	-0,4779
7	5,971	-0,657	-0,5704	-0,671	1,0689	1,171
8	0,4244	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,452	-0,5072
9	-0,4046	-0,657	-0,4455	-0,671	-0,623	-0,4015
10	-0,4054	-0,657	-0,341	0,0522	-0,577	-0,505
11	-0,4426	1,7388	-0,5227	1,5865	-0,057	-0,153
12	-0,302	1,8002	-0,3978	1,2484	0,0459	-0,4894
13	-0,0782	0,8479	-0,4864	0,3297	-0,257	-0,6097
14	-0,2293	0,8786	-0,4864	0,7167	-0,284	-0,6539
15	-0,3602	1,0015	-0,4864	0,0522	-0,476	-0,6965
16	-0,4256	1,0015	-0,4864	0,0522	-0,518	-0,7384
17	-0,4531	1,0015	-0,4864	0,0522	-0,536	-0,7429
18	-0,1953	-0,657	-0,4864	0,5069	-0,506	-0,6008
19	-0,2527	-0,657	-0,4864	0,9616	-0,543	-0,6355
20	-0,142	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,608	-0,6126
21	-0,2681	1,3394	-0,2683	-0,671	-0,321	-0,6353
22	1,3042	0,8786	-0,4864	0,7167	0,7133	-0,2243
23	1,8779	-0,657	-0,3978	-0,671	1,7864	0,2018
24	2,113	-0,657	-0,4864	-0,671	0,9949	0,5804
25	1,9126	-0,657	-0,3978	-0,671	1,8227	0,2163

Data	Luas Tanah	Luas Bangunan	Harga Tanah	Harga Bangunan	NJOP	NPOP
26	-0,0273	-0,657	-0,2683	-0,671	0,0699	0,776
27	-0,4571	0,0492	-0,5227	-0,671	-0,684	-0,298
28	-0,4248	-0,657	-0,4455	-0,671	-0,64	-0,3974
29	-0,4474	-0,657	-0,4864	-0,671	-0,67	-0,5539
30	-0,4571	-0,657	-0,341	-0,146	-0,644	-0,4952
31	-0,4167	1,493	-0,4455	-0,671	-0,633	-0,2671
32	-0,4288	-0,657	-0,4455	-0,671	-0,644	-0,4284
33	-0,2963	0,2643	-0,2683	0,5069	-0,243	0,0556
34	-0,3036	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,652	-0,5849
35	-0,4555	-0,657	-0,4455	-0,671	-0,666	-0,4349
36	-0,4498	0,4486	0,1292	-0,671	-0,518	0,1241
37	-0,4369	0,4486	0,1292	-0,671	-0,474	0,2545
38	-0,4474	-0,657	0,2632	-0,671	-0,475	-0,46
39	-0,428	-0,657	0,2632	-0,671	-0,397	-0,3505
40	0,9649	3,029	-0,55	0,7167	0,4163	-0,575
41	-0,4474	-0,657	-0,341	-0,671	-0,632	-0,3877
42	0,1432	-0,657	-0,55	-0,671	-0,47	-0,0715
43	-0,3949	-0,657	-0,4864	-0,671	-0,636	-0,4072
44	0,1392	-0,657	-0,55	-0,671	-0,472	-0,5278
45	-0,449	-0,657	-0,5227	-0,671	-0,68	-0,492
46	-0,3844	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,674	-0,4708
47	2,5509	-0,657	-0,5704	-0,671	0,1308	0,4174
48	-0,4313	0,8172	-0,2683	1,5865	-0,205	0,5226
49	-0,4434	0,4486	0,9629	0,7167	-0,088	-0,1774
50	-0,3691	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,67	-0,5407
51	-0,0871	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,593	-0,4496
52	-0,4256	0,4486	1,19	2,1274	0,2987	-0,1302
53	-0,4377	0,6943	2,2622	1,2484	0,4681	0,0589
54	-0,4571	-0,657	-0,5227	-0,671	-0,684	-0,4854
55	0,1569	-0,657	-0,55	-0,671	-0,465	-0,5213
56	0,3282	-0,657	-0,55	-0,671	-0,403	-0,3974
57	-0,0152	-0,657	-0,55	-0,671	-0,528	-0,4918
58	0,3767	-0,657	-0,55	-0,671	-0,385	-0,4496
59	-0,3602	-0,657	-0,1775	-0,671	-0,412	1,1019
60	-0,4523	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,693	-0,5735
61	-0,449	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,692	-0,5376
62	-0,4377	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,689	-0,4874
63	-0,4474	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,692	-0,5304
64	-0,4232	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,685	-0,4561
65	-0,4353	0,2028	-0,4455	0,7167	-0,512	-0,711
66	-0,3642	-0,657	-0,5227	-0,671	-0,639	-0,7612

Data	Luas Tanah	Luas Bangunan	Harga Tanah	Harga Bangunan	NJOP	NPOP
67	-0,3254	0,2643	-0,4864	1,5865	-0,352	-0,6474
68	-0,483	-0,657	0,588	1,2484	-0,584	-0,6699
69	-0,4442	-0,657	-0,341	-0,671	-0,628	-0,7569
70	-0,3925	0,2643	0,0156	0,3297	-0,274	-0,6166
71	-0,4652	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,696	-0,6647
72	-0,4539	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,693	-0,6313
73	-0,4361	-0,657	0,588	-0,671	-0,328	0,0654
74	-0,4474	0,51	1,449	2,1274	0,2081	0,45
75	-0,4846	0,4486	0,588	1,5865	-0,307	-0,2997
76	0,2103	-0,657	0,2632	-0,671	2,1576	1,4931
77	-0,3989	1,493	0,763	2,8643	0,8287	0,8135
78	-0,4369	-0,657	0,1292	-0,671	-0,474	-0,373
79	-0,4426	-0,657	0,1292	-0,671	-0,493	-0,4072
80	-0,3844	-0,657	-0,4864	-0,671	-0,629	-0,3437
81	-0,3561	-0,657	3,9409	-0,671	2,349	2,8057
82	-0,3561	3,1519	3,9409	2,1274	3,5703	5,8045
83	3,5827	-0,657	-0,5863	-0,671	0,1231	-0,0715
84	-0,4474	0,4486	1,449	1,2484	0,077	-0,2345
85	-0,3893	-0,657	-0,4455	-0,671	-0,611	-0,4366
86	-0,3311	-0,657	-0,5227	-0,671	-0,622	-0,4952
87	-0,4094	-0,657	-0,1775	-0,671	-0,512	-0,4952
88	-0,4474	0,4486	1,7125	1,5865	0,1884	-0,1432
89	-0,0693	-0,657	-0,5227	-0,671	-0,495	-0,5343
90	-0,058	-0,657	-0,5863	-0,671	-0,617	-0,5291
91	-0,1743	1,1858	-0,4864	0,9616	-0,147	-0,1367
92	-0,3868	-0,657	-0,4455	-0,671	-0,609	-0,3573
93	-0,4086	-0,657	-0,55	-0,671	-0,672	-0,2605
94	1,1402	-0,657	-0,55	-0,671	-0,106	-0,5496
95	0,8841	-0,657	-0,4455	-0,671	0,4501	-0,3289
96	5,3384	-0,657	-0,4455	-0,671	4,1605	-0,4553
97	-0,3036	-0,657	-0,3978	-0,671	-0,496	-0,3811
98	-0,4571	0,2643	-0,1775	-0,671	-0,609	-0,298
99	-0,4426	0,725	-0,1775	-0,671	-0,579	-0,0063
100	0,207	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,512	-0,4952
101	-0,449	-0,657	-0,4455	-0,671	-0,66	-0,2814
102	-0,4531	0,4486	2,9414	1,2484	0,3749	-0,0715
103	-0,4143	-0,657	-0,4864	-0,671	-0,648	-0,3241
104	-0,1768	-0,657	0,1292	-0,671	0,4116	1,1671
105	-0,4264	-0,657	0,9629	2,1274	-0,143	-0,1497
106	-0,4377	-0,657	-0,55	-0,671	-0,683	-0,5148
107	3,7523	-0,657	-0,5704	-0,671	0,4604	-0,2671

Data	Luas Tanah	Luas Bangunan	Harga Tanah	Harga Bangunan	NJOP	NPOP
108	-0,4377	-0,657	-0,55	-0,671	-0,683	-0,5148
109	0,0357	-0,657	-0,4864	-0,671	-0,356	-0,5278
110	-0,2398	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,635	0,1893
111	0,2612	1,1858	-0,3978	0,9616	0,4395	-0,0715
112	1,7001	-0,657	-0,5227	-0,671	0,368	0,1013
113	-0,441	0,4486	-0,5704	1,2484	-0,447	0,4044
114	-0,4402	0,4486	-0,5704	1,2484	-0,446	0,4142
115	-0,3941	2,2917	4,3111	0,7167	2,226	3,1326
116	-0,2794	-0,657	2,9414	-0,671	2,9074	3,7747
117	-0,4434	0,4486	1,19	0,7167	-0,025	-0,1188
118	0,3064	-0,657	-0,4864	-0,671	-0,18	-0,1693
119	0,2684	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,495	-0,5604
120	0,0753	0,5714	0,763	-0,146	2,9897	0,6797
121	0,3864	-0,657	-0,55	-0,671	-0,381	-0,3648
122	-0,4563	1,5545	1,7125	0,7167	0,1608	-0,4438
123	-0,3577	0,725	-0,2683	0,9616	-0,209	3,3379
124	2,0783	-0,657	-0,4864	-0,671	0,9724	-0,0715
125	-0,3343	-0,657	-0,55	-0,671	-0,645	-0,3648
126	-0,428	0,5714	1,7125	1,2484	0,3758	0,0475
127	-0,4313	-0,657	-0,4455	-0,671	-0,646	-0,4887
128	-0,2955	-0,657	-0,3978	-0,671	-0,488	-0,2019
129	-0,3868	-0,657	-0,3978	-0,671	-0,583	-0,2997
130	-0,4167	0,2643	0,763	0,9616	0,0192	-0,3877
131	-0,4305	-0,657	-0,341	-0,671	-0,61	-0,4463
132	-0,3699	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,67	-0,46
133	-0,3925	-0,657	-0,5227	-0,671	-0,652	-0,3323
134	-0,4474	0,2028	-0,5863	1,2484	-0,507	-0,298
135	-0,4571	-0,657	-0,6	-0,671	-0,701	-0,5539
136	-0,4086	-0,657	-0,4864	-0,671	-0,644	-0,3648
137	-0,4474	0,2028	-0,5863	1,2484	-0,507	-0,298
138	-0,348	1,3087	-0,2683	0,7167	-0,139	-0,5628
139	-0,382	0,8786	3,9409	1,2484	2,1581	0,5152
140	-0,4062	2,1074	-0,2683	1,2484	0,062	-0,483
141	-0,4571	-0,657	-0,4455	-0,671	-0,667	-0,5278
142	-0,4046	-0,657	-0,3978	0,7167	-0,602	-0,5645
143	0,0228	0,725	-0,3978	-0,391	-0,11	2,629
144	-0,2697	-0,657	-0,0798	-0,671	-0,125	-0,2671
145	-0,3416	-0,012	1,7125	0,7167	1,1145	0,2447
146	-0,1032	0,725	-0,3978	-0,391	-0,242	1,8663
147	-0,3989	1,1858	2,2622	2,1274	1,2637	1,1671
148	-0,3287	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,659	1,819

Data	Luas Tanah	Luas Bangunan	Harga Tanah	Harga Bangunan	NJOP	NPOP
149	-0,1444	2,1074	-0,1775	1,5865	0,7413	2,2598
150	1,1467	-0,657	-0,4864	-0,671	0,3667	0,0589
151	-0,4434	-0,657	0,2632	-0,671	-0,459	-0,4623
152	-0,0241	1,063	-0,4455	0,3297	-0,109	-0,551
153	-0,2204	-0,657	-0,4864	-0,671	-0,522	-0,7297
154	-0,2228	0,4486	-0,4455	-0,671	-0,472	-0,2133
155	-0,4248	0,4486	-0,3978	0,7167	-0,447	-0,2768
156	-0,4248	-0,657	-0,3978	-0,671	-0,623	-0,3811
157	-0,4571	0,1414	-0,4864	-0,671	-0,676	-0,3648
158	-0,4571	0,1107	-0,4864	-0,671	-0,676	-0,2997
159	-0,4523	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,693	-0,5197
160	-0,4523	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,693	-0,5197
161	0,1012	-0,657	-0,4455	-0,671	-0,202	-0,4214
162	-0,4232	1,8002	0,763	1,1947	0,3318	0,5804
163	-0,4208	1,8002	0,763	1,2484	0,362	0,4468
164	-0,4208	1,8002	0,763	1,1947	0,3469	0,5804
165	-0,3303	1,493	0,763	1,1947	0,8457	1,2127
166	-0,4547	-0,657	-0,3978	-0,671	-0,654	-0,6435
167	0,1327	3,029	-0,55	1,5865	0,4793	0,8949
168	-0,4377	-0,012	1,449	1,2484	0,0659	-0,4814
169	0,2006	-0,657	-0,4864	-0,671	-0,248	-0,3974
170	-0,4329	-0,657	-0,4455	-0,671	-0,647	-0,4626
171	0,1303	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,533	-0,4626
172	-0,4353	0,725	1,19	1,5865	0,2227	0,1893
173	1,4109	-0,657	-0,341	-0,671	1,7844	0,2011
174	-0,3747	1,5238	4,7109	2,1274	3,1191	4,4266
175	-0,3602	0,4486	1,449	0,5069	0,795	-0,1919
176	-0,0257	-0,657	-0,3978	-0,671	-0,205	-0,5892
177	0,0244	-0,657	-0,5704	-0,671	-0,562	-0,7308
178	2,4531	-0,657	-0,4864	-0,671	1,2161	-0,0247
179	-0,445	-0,657	-0,2683	-0,671	-0,609	-0,6256
180	-0,239	1,1858	0,2632	1,2484	0,7649	-0,2038
181	-0,3594	1,8309	-0,341	0,5069	-0,182	-0,3476
182	-0,4426	-0,657	-0,3978	-0,671	-0,642	0,5208
183	-0,4135	-0,657	-0,5227	-0,671	-0,663	-0,5278
184	-0,4377	0,4486	2,2622	1,5865	0,4569	-0,2997
185	4,4036	-0,657	-0,341	-0,671	5,6758	5,1528
186	-0,4321	-0,657	-0,3978	-0,671	-0,631	-0,403
187	-0,3925	0,4486	1,449	0,5069	0,4942	-0,0448
188	2,4216	-0,657	-0,341	-0,671	3,0987	1,656
189	-0,4377	-0,657	-0,55	-0,671	-0,683	-0,5285

Data	Luas Tanah	Luas Bangunan	Harga Tanah	Harga Bangunan	NJOP	NPOP
190	-0,4442	-0,657	-0,2683	-0,671	-0,608	-0,5409
191	2,6907	-0,657	-0,5227	-0,671	0,851	-0,1696

Lampiran 3 Matriks Partisi Awal pada Inisiasi 2 *Cluster*

Data	μ_{i1}	μ_{i2}	Data	μ_{i1}	μ_{i2}	Data	μ_{i1}	μ_{i2}
1	0,434	0,566	65	0,695	0,305	129	0,486	0,514
2	0,525	0,475	66	0,59	0,41	130	0,767	0,233
3	0,396	0,604	67	0,312	0,688	131	0,706	0,294
4	0,329	0,671	68	0,491	0,509	132	0,017	0,983
5	0,715	0,285	69	0,468	0,532	133	0,46	0,54
6	0,6	0,4	70	0,602	0,398	134	0,325	0,675
7	0,38	0,62	71	0,709	0,291	135	0,116	0,884
8	0,449	0,551	72	0,328	0,672	136	0,527	0,473
9	0,024	0,976	73	0,534	0,466	137	0,26	0,74
10	0,472	0,528	74	0,098	0,902	138	0,196	0,804
11	0,55	0,45	75	0,417	0,583	139	0,541	0,459
12	0,372	0,628	76	0,147	0,853	140	0,419	0,581
13	0,156	0,844	77	0,209	0,791	141	0,257	0,743
14	0,132	0,868	78	0,127	0,873	142	0,979	0,021
15	0,557	0,443	79	0,587	0,413	143	0,701	0,299
16	0,255	0,745	80	0,855	0,145	144	0,672	0,328
17	0,445	0,555	81	0,606	0,394	145	0,438	0,562
18	0,03	0,97	82	0,455	0,545	146	0,729	0,271
19	0,498	0,502	83	0,533	0,467	147	0,812	0,188
20	0,581	0,419	84	0,032	0,968	148	0,695	0,305
21	0,451	0,549	85	0,81	0,19	149	0,102	0,898
22	0,921	0,079	86	0,906	0,094	150	0,503	0,497
23	0,499	0,501	87	0,915	0,085	151	0,539	0,461
24	0,62	0,38	88	0,78	0,22	152	0,804	0,196
25	0,464	0,536	89	0,271	0,729	153	0,637	0,363
26	0,565	0,435	90	0,957	0,043	154	0,713	0,287
27	0,906	0,094	91	0,209	0,791	155	0,984	0,016
28	0,564	0,436	92	0,708	0,292	156	0,84	0,16
29	0,721	0,279	93	0,603	0,397	157	0,47	0,53
30	0,656	0,344	94	0,476	0,524	158	0,733	0,267
31	0,59	0,41	95	0,701	0,299	159	0,43	0,57
32	0,826	0,174	96	0,655	0,345	160	0,542	0,458
33	0,348	0,652	97	0,165	0,835	161	0,673	0,327
34	0,894	0,106	98	0,601	0,399	162	0,155	0,845
35	0,897	0,103	99	0,472	0,528	163	0,365	0,635

Data	μ_{i1}	μ_{i2}	Data	μ_{i1}	μ_{i2}	Data	μ_{i1}	μ_{i2}
36	0,676	0,324	100	0,118	0,882	164	0,496	0,504
37	0,618	0,382	101	0,309	0,691	165	0,427	0,573
38	0,95	0,05	102	0,678	0,322	166	0,187	0,813
39	0,702	0,298	103	0,268	0,732	167	0,075	0,925
40	0,714	0,286	104	0,6	0,4	168	0,5	0,5
41	0,434	0,566	105	0,374	0,626	169	0,41	0,59
42	0,085	0,915	106	0,82	0,18	170	0,683	0,317
43	0,681	0,319	107	0,716	0,284	171	0,653	0,347
44	0,848	0,152	108	0,027	0,973	172	0,912	0,088
45	0,383	0,617	109	0,455	0,545	173	0,912	0,088
46	0,323	0,677	110	0,414	0,586	174	0,628	0,372
47	0,155	0,845	111	0,419	0,581	175	0,376	0,624
48	0,612	0,388	112	0,255	0,745	176	0,948	0,052
49	0,967	0,033	113	0,163	0,837	177	0,458	0,542
50	0,994	0,006	114	0,761	0,239	178	0,44	0,56
51	0,715	0,285	115	0,565	0,435	179	0,683	0,317
52	0,433	0,567	116	0,543	0,457	180	0,291	0,709
53	0,302	0,698	117	0,953	0,047	181	0,172	0,828
54	0,508	0,492	118	0,328	0,672	182	0,543	0,457
55	0,19	0,81	119	0,447	0,553	183	0,658	0,342
56	0,346	0,654	120	0,321	0,679	184	0,645	0,355
57	0,702	0,298	121	0,88	0,12	185	0,567	0,433
58	0,672	0,328	122	0,797	0,203	186	0,681	0,319
59	0,603	0,397	123	0,644	0,356	187	0,543	0,457
60	0,56	0,44	124	0,755	0,245	188	0,599	0,401
61	0,591	0,409	125	0,229	0,771	189	0,454	0,546
62	0,598	0,402	126	0,274	0,726	190	0,437	0,563
63	0,411	0,589	127	0,506	0,494	191	0,652	0,348
64	0,06	0,94	128	0,915	0,085			

Lampiran 4 Matriks Partisi Awal pada Inisiasi 3 *Cluster*

Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}
1	0,294	0,383	0,323	97	0,33	0,425	0,245
2	0,338	0,262	0,4	98	0,119	0,716	0,165
3	0,191	0,389	0,42	99	0,613	0,269	0,117
4	0,225	0,465	0,31	100	0,308	0,348	0,344
5	0,363	0,592	0,045	101	0,45	0,384	0,165
6	0,093	0,022	0,886	102	0,113	0,565	0,322
7	0,296	0,331	0,373	103	0,145	0,059	0,796
8	0,392	0,226	0,382	104	0,012	0,83	0,158
9	0,131	0,71	0,159	105	0,095	0,107	0,799

Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}
10	0,502	0,277	0,22	106	0,201	0,344	0,456
11	0,177	0,518	0,305	107	0,463	0,391	0,146
12	0,472	0,016	0,513	108	0,269	0,113	0,617
13	0,282	0,284	0,434	109	0,187	0,325	0,488
14	0,461	0,243	0,296	110	0,512	0,209	0,28
15	0,49	0,042	0,468	111	0,176	0,768	0,055
16	0,664	0,208	0,128	112	0,309	0,346	0,345
17	0,252	0,291	0,456	113	0,212	0,306	0,481
18	0,287	0,646	0,067	114	0,325	0,441	0,234
19	0,204	0,158	0,638	115	0,353	0,034	0,613
20	0,263	0,484	0,254	116	0,085	0,575	0,34
21	0,172	0,119	0,709	117	0,265	0,44	0,296
22	0,196	0,279	0,524	118	0,036	0,441	0,523
23	0,468	0,055	0,477	119	0,359	0,456	0,186
24	0,062	0,634	0,304	120	0,087	0,266	0,647
25	0,421	0,261	0,319	121	0,114	0,553	0,333
26	0,089	0,64	0,272	122	0,254	0,491	0,255
27	0,404	0,162	0,434	123	0,357	0,197	0,446
28	0,354	0,055	0,591	124	0,402	0,407	0,191
29	0,418	0,196	0,386	125	0,463	0,39	0,147
30	0,059	0,36	0,581	126	0,084	0,416	0,501
31	0,285	0,597	0,118	127	0,24	0,31	0,45
32	0,603	0,243	0,154	128	0,23	0,48	0,29
33	0,409	0,014	0,577	129	0,322	0,357	0,32
34	0,005	0,712	0,283	130	0,134	0,53	0,336
35	0,378	0,494	0,128	131	0,084	0,569	0,347
36	0,331	0,34	0,329	132	0,461	0,018	0,521
37	0,137	0,587	0,276	133	0,488	0,49	0,022
38	0,459	0,379	0,161	134	0,122	0,265	0,613
39	0,389	0,19	0,421	135	0,052	0,494	0,454
40	0,27	0,409	0,321	136	0,448	0,322	0,23
41	0,332	0,23	0,438	137	0,927	0,05	0,024
42	0,385	0,253	0,362	138	0,573	0,091	0,336
43	0,02	0,307	0,673	139	0,365	0,418	0,216
44	0,217	0,462	0,321	140	0,016	0,155	0,829
45	0,135	0,297	0,568	141	0,41	0,417	0,172
46	0,325	0,316	0,359	142	0,126	0,494	0,379
47	0,329	0,218	0,453	143	0,538	0,036	0,426
48	0,217	0,257	0,526	144	0,242	0,202	0,556
49	0,501	0,437	0,062	145	0,172	0,466	0,362
50	0,349	0,271	0,379	146	0,335	0,438	0,227
51	0,127	0,736	0,138	147	0,477	0,28	0,243

Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}
52	0,388	0,078	0,534	148	0,46	0,514	0,026
53	0,453	0,319	0,228	149	0,167	0,25	0,584
54	0,057	0,572	0,372	150	0,345	0,339	0,316
55	0,282	0,338	0,38	151	0,193	0,645	0,162
56	0,697	0,01	0,293	152	0,082	0,737	0,181
57	0,513	0,121	0,366	153	0,466	0,039	0,494
58	0,199	0,733	0,068	154	0,575	0,178	0,247
59	0,582	0,164	0,253	155	0,275	0,55	0,175
60	0,558	0,423	0,019	156	0,186	0,485	0,329
61	0,121	0,456	0,423	157	0,531	0,151	0,318
62	0,133	0,523	0,344	158	0,386	0,259	0,355
63	0,289	0,318	0,393	159	0,393	0,314	0,293
64	0,339	0,433	0,228	160	0,401	0,412	0,187
65	0,1	0,505	0,395	161	0,137	0,567	0,295
66	0,504	0,234	0,262	162	0,362	0,114	0,524
67	0,072	0,54	0,388	163	0,17	0,399	0,431
68	0,555	0,301	0,143	164	0,387	0,194	0,419
69	0,032	0,087	0,881	165	0,483	0,219	0,298
70	0,24	0,284	0,475	166	0,241	0,403	0,356
71	0,53	0,116	0,355	167	0,233	0,475	0,292
72	0,253	0,02	0,728	168	0,226	0,318	0,455
73	0,248	0,297	0,455	169	0,157	0,436	0,407
74	0,356	0,27	0,374	170	0,065	0,339	0,596
75	0,218	0,635	0,148	171	0,088	0,292	0,62
76	0,513	0,37	0,116	172	0,338	0,309	0,353
77	0,49	0,378	0,131	173	0,168	0,279	0,553
78	0,282	0,684	0,034	174	0,515	0,319	0,166
79	0,206	0,422	0,372	175	0,04	0,949	0,011
80	0,349	0,209	0,442	176	0,204	0,291	0,505
81	0,576	0,078	0,345	177	0,172	0,781	0,047
82	0,106	0,576	0,318	178	0,275	0,5	0,224
83	0,633	0,205	0,162	179	0,232	0,128	0,639
84	0,274	0,199	0,527	180	0,3	0,29	0,41
85	0,317	0,31	0,374	181	0,002	0,518	0,48
86	0,068	0,453	0,479	182	0,375	0,614	0,011
87	0,643	0,195	0,161	183	0,345	0,403	0,252
88	0,096	0,016	0,888	184	0,273	0,647	0,08
89	0,386	0,452	0,162	185	0,267	0,314	0,419
90	0,516	0,056	0,427	186	0,125	0,312	0,563
91	0,446	0,4	0,154	187	0,293	0,417	0,291
92	0,449	0,108	0,443	188	0,067	0,494	0,439
93	0,397	0,337	0,266	189	0,256	0,469	0,275

Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}
94	0,434	0,145	0,421	190	0,339	0,305	0,356
95	0,632	0,014	0,355	191	0,814	0,032	0,155
96	0,092	0,61	0,297				

Lampiran 5 Matriks Partisi Awal pada Inisiasi 4 *Cluster*

Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}
1	0,228	0,297	0,25	0,226	97	0,303	0,336	0,302	0,059
2	0,177	0,269	0,182	0,372	98	0,415	0,263	0,041	0,28
3	0,361	0,144	0,297	0,198	99	0,123	0,404	0,016	0,457
4	0,344	0,56	0,043	0,053	100	0,389	0,39	0,018	0,203
5	0,008	0,333	0,311	0,348	101	0,169	0,391	0,042	0,398
6	0,324	0,265	0,153	0,258	102	0,462	0,241	0,173	0,124
7	0,064	0,347	0,078	0,512	103	0,563	0,03	0,014	0,393
8	0,264	0,21	0,134	0,392	104	0,086	0,317	0,278	0,319
9	0,275	0,342	0,011	0,372	105	0,149	0,014	0,132	0,705
10	0,214	0,216	0,331	0,239	106	0,384	0,39	0,161	0,064
11	0,231	0,281	0,449	0,039	107	0,293	0,225	0,453	0,03
12	0,398	0,4	0,125	0,077	108	0,396	0,146	0,122	0,335
13	0,187	0,215	0,338	0,26	109	0,133	0,359	0,279	0,229
14	0,677	0,07	0,143	0,11	110	0,283	0,146	0,36	0,211
15	0,404	0,157	0,288	0,151	111	0,167	0,384	0,428	0,021
16	0,149	0,104	0,617	0,13	112	0,098	0,146	0,342	0,414
17	0,133	0,249	0,553	0,065	113	0,306	0,286	0,094	0,314
18	0,352	0,04	0,41	0,197	114	0,162	0,069	0,618	0,152
19	0,414	0,256	0,313	0,017	115	0,292	0,025	0,31	0,374
20	0,346	0,147	0,362	0,145	116	0,154	0,214	0,211	0,422
21	0,214	0,278	0,043	0,465	117	0,204	0,148	0,386	0,262
22	0,391	0,183	0,361	0,065	118	0,333	0,094	0,199	0,374
23	0,231	0,373	0,128	0,268	119	0,199	0,272	0,295	0,235
24	0,1	0,542	0,219	0,139	120	0,225	0,311	0,319	0,145
25	0,407	0,014	0,576	0,003	121	0,076	0,314	0,163	0,447
26	0,256	0,102	0,278	0,364	122	0,065	0,3	0,19	0,445
27	0,125	0,29	0,298	0,288	123	0,406	0,23	0,115	0,249
28	0,09	0,386	0,181	0,343	124	0,422	0,191	0,26	0,128
29	0,317	0,135	0,369	0,18	125	0,283	0,249	0,154	0,314
30	0,29	0,191	0,29	0,228	126	0,158	0,19	0,268	0,383
31	0,257	0,177	0,338	0,228	127	0,154	0,426	0,398	0,022
32	0,314	0,449	0,014	0,223	128	0,22	0,387	0,091	0,302
33	0,331	0,145	0,309	0,215	129	0,269	0,247	0,226	0,258
34	0,085	0,187	0,357	0,371	130	0,097	0,163	0,322	0,418
35	0,249	0,283	0,282	0,187	131	0,347	0,18	0,019	0,453

Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}
36	0,346	0,142	0,168	0,344	132	0,004	0,203	0,289	0,503
37	0,319	0,278	0,04	0,363	133	0,104	0,471	0,028	0,397
38	0,262	0,366	0,055	0,318	134	0,507	0,227	0,171	0,094
39	0,093	0,352	0,071	0,485	135	0,199	0,24	0,232	0,328
40	0,436	0,307	0,22	0,037	136	0,001	0,352	0,326	0,32
41	0,255	0,166	0,264	0,316	137	0,387	0,007	0,28	0,327
42	0,443	0,388	0,005	0,163	138	0,294	0,193	0,457	0,056
43	0,494	0,116	0,353	0,037	139	0,253	0,298	0,397	0,052
44	0,162	0,015	0,642	0,181	140	0,106	0,191	0,29	0,413
45	0,172	0,462	0,351	0,016	141	0,238	0,051	0,376	0,335
46	0,103	0,388	0,36	0,149	142	0,174	0,319	0,187	0,32
47	0,349	0,23	0,2	0,221	143	0,301	0,352	0,334	0,013
48	0,442	0,189	0,241	0,127	144	0,096	0,214	0,524	0,165
49	0,079	0,4	0,313	0,208	145	0,067	0,369	0,186	0,378
50	0,233	0,261	0,06	0,446	146	0,12	0,494	0,329	0,057
51	0,199	0,445	0,241	0,115	147	0,667	0,237	0,038	0,057
52	0,02	0,055	0,555	0,37	148	0,023	0,348	0,284	0,345
53	0,203	0,34	0,375	0,082	149	0,269	0,211	0,122	0,399
54	0,389	0,154	0,012	0,445	150	0,165	0,215	0,173	0,447
55	0,151	0,181	0,277	0,391	151	0,14	0,263	0,546	0,051
56	0,244	0,339	0,106	0,31	152	0,378	0,297	0,177	0,148
57	0,091	0,467	0,337	0,106	153	0,307	0,219	0,272	0,201
58	0,442	0,341	0,118	0,099	154	0,629	0,086	0,063	0,222
59	0,441	0,022	0,176	0,361	155	0,223	0,249	0,15	0,378
60	0,22	0,272	0,163	0,345	156	0,139	0,286	0,253	0,322
61	0,53	0,072	0,317	0,081	157	0,293	0,267	0,23	0,21
62	0,385	0,213	0,304	0,098	158	0,426	0,187	0,08	0,307
63	0,075	0,253	0,184	0,488	159	0,161	0,194	0,288	0,357
64	0,306	0,299	0,361	0,033	160	0,075	0,069	0,378	0,478
65	0,231	0,244	0,402	0,122	161	0,268	0,295	0,311	0,126
66	0,187	0,078	0,013	0,722	162	0,203	0,079	0,366	0,351
67	0,288	0,338	0,121	0,252	163	0,423	0,048	0,244	0,285
68	0,027	0,202	0,407	0,365	164	0,182	0,127	0,647	0,044
69	0,136	0,388	0,093	0,383	165	0,233	0,057	0,226	0,484
70	0,29	0,246	0,194	0,269	166	0,254	0,513	0,07	0,162
71	0,165	0,479	0,348	0,007	167	0,222	0,22	0,369	0,189
72	0,178	0,076	0,502	0,245	168	0,327	0,293	0,183	0,198
73	0,303	0,389	0,224	0,083	169	0,284	0,032	0,381	0,302
74	0,47	0,109	0,293	0,128	170	0,408	0,302	0,062	0,228
75	0,034	0,298	0,336	0,332	171	0,271	0,215	0,02	0,494
76	0,433	0,37	0,159	0,039	172	0,053	0,295	0,342	0,309
77	0,493	0,281	0,161	0,065	173	0,49	0,053	0,443	0,015

Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}
78	0,439	0,007	0,466	0,089	174	0,293	0,221	0,287	0,2
79	0,073	0,082	0,619	0,226	175	0,121	0,012	0,33	0,537
80	0,164	0,217	0,335	0,283	176	0,49	0,293	0,106	0,112
81	0,356	0,173	0,073	0,397	177	0,339	0,153	0,406	0,101
82	0,125	0,218	0,326	0,332	178	0,04	0,521	0,099	0,341
83	0,174	0,233	0,111	0,483	179	0,489	0,288	0,097	0,126
84	0,025	0,302	0,337	0,337	180	0,207	0,252	0,167	0,374
85	0,174	0,25	0,393	0,183	181	0,289	0,356	0,011	0,344
86	0,346	0,184	0,429	0,042	182	0,133	0,298	0,234	0,335
87	0,47	0,045	0,305	0,18	183	0,379	0,182	0,25	0,188
88	0,26	0,433	0,291	0,016	184	0,202	0,145	0,275	0,378
89	0,199	0,236	0,248	0,316	185	0,257	0,486	0,109	0,148
90	0,158	0,073	0,224	0,545	186	0,039	0,809	0,003	0,149
91	0,089	0,432	0,26	0,218	187	0,267	0,035	0,384	0,313
92	0,358	0,186	0,294	0,162	188	0,416	0,218	0,129	0,236
93	0,345	0,263	0,267	0,125	189	0,359	0,201	0,103	0,338
94	0,422	0,355	0,134	0,09	190	0,396	0,001	0,264	0,339
95	0,284	0,342	0,163	0,211	191	0,409	0,219	0,212	0,16
96	0,302	0,161	0,335	0,203					

Lampiran 6 Matriks Partisi Awal pada Inisiasi 5 Cluster

Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	μ_{i5}	Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	μ_{i5}
1	0,194	0,252	0,213	0,192	0,149	97	0,067	0,275	0,143	0,392	0,123
2	0,194	0,132	0,268	0,29	0,115	98	0,178	0,113	0,264	0,285	0,161
3	0,274	0,183	0,197	0,321	0,025	99	0,101	0,218	0,329	0,149	0,203
4	0,034	0,008	0,322	0,301	0,336	100	0,144	0,242	0,213	0,132	0,269
5	0,312	0,255	0,147	0,249	0,038	101	0,135	0,163	0,229	0,327	0,145
6	0,24	0,054	0,355	0,196	0,156	102	0,365	0,34	0,019	0,1	0,176
7	0,127	0,372	0,219	0,273	0,009	103	0,042	0,14	0,297	0,273	0,249
8	0,178	0,176	0,178	0,272	0,196	104	0,253	0,073	0,121	0,24	0,313
9	0,162	0,197	0,314	0,027	0,3	105	0,345	0,18	0,019	0,451	0,005
10	0,397	0,125	0,076	0,187	0,215	106	0,161	0,229	0,397	0,039	0,175
11	0,247	0,19	0,428	0,044	0,09	107	0,016	0,232	0,421	0,189	0,142
12	0,091	0,367	0,142	0,262	0,137	108	0,038	0,192	0,231	0,223	0,315
13	0,126	0,088	0,521	0,11	0,156	109	0,001	0,231	0,214	0,21	0,344
14	0,166	0,37	0,044	0,377	0,043	110	0,007	0,294	0,343	0,215	0,141
15	0,259	0,124	0,259	0,161	0,196	111	0,311	0,038	0,174	0,204	0,273
16	0,046	0,33	0,14	0,346	0,139	112	0,041	0,102	0,183	0,278	0,396
17	0,155	0,202	0,031	0,337	0,276	113	0,199	0,043	0,316	0,281	0,162
18	0,111	0,219	0,039	0,241	0,389	114	0,22	0,129	0,221	0,198	0,231
19	0,15	0,314	0,062	0,337	0,136	115	0,372	0,015	0,071	0,157	0,385

Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	μ_{i5}	Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	μ_{i5}
20	0,113	0,361	0,012	0,511	0,003	116	0,111	0,059	0,328	0,165	0,336
21	0,234	0,093	0,254	0,332	0,086	117	0,079	0,325	0,216	0,038	0,342
22	0,198	0,203	0,196	0,076	0,327	118	0,188	0,03	0,046	0,046	0,69
23	0,144	0,273	0,225	0,096	0,262	119	0,235	0,286	0,214	0,168	0,097
24	0,115	0,257	0,169	0,257	0,202	120	0,313	0,114	0,148	0,119	0,307
25	0,223	0,154	0,294	0,198	0,13	121	0,094	0,177	0,367	0,034	0,328
26	0,323	0,01	0,161	0,352	0,155	122	0,254	0,151	0,127	0,273	0,195
27	0,301	0,209	0,066	0,145	0,278	123	0,229	0,169	0,487	0,067	0,049
28	0,204	0,198	0,225	0,225	0,149	124	0,115	0,198	0,22	0,133	0,334
29	0,264	0,108	0,128	0,262	0,237	125	0,101	0,206	0,182	0,232	0,279
30	0,205	0,029	0,268	0,208	0,291	126	0,314	0,27	0,246	0,118	0,052
31	0,078	0,452	0,085	0,321	0,065	127	0,031	0,119	0,213	0,257	0,38
32	0,314	0,299	0,211	0,151	0,026	128	0,381	0,047	0,042	0,234	0,296
33	0,188	0,122	0,194	0,233	0,263	129	0,239	0,264	0,277	0,113	0,107
34	0,402	0,006	0,169	0,343	0,081	130	0,06	0,28	0,268	0,352	0,04
35	0,328	0,034	0,126	0,012	0,5	131	0,212	0,247	0,103	0,072	0,366
36	0,1	0,155	0,416	0,315	0,014	132	0,028	0,226	0,056	0,22	0,471
37	0,065	0,245	0,228	0,094	0,368	133	0,204	0,413	0,057	0,131	0,195
38	0,221	0,193	0,212	0,262	0,112	134	0,144	0,242	0,124	0,258	0,231
39	0,161	0,085	0,075	0,381	0,298	135	0,171	0,185	0,263	0,03	0,352
40	0,335	0,155	0,174	0,04	0,297	136	0,269	0,299	0,221	0,045	0,167
41	0,196	0,438	0,238	0,113	0,016	137	0,253	0,2	0,019	0,46	0,068
42	0,026	0,258	0,172	0,204	0,34	138	0,202	0,234	0,211	0,319	0,034
43	0,46	0,101	0,308	0,122	0,01	139	0,367	0,012	0,227	0,171	0,222
44	0,263	0,111	0,133	0,204	0,288	140	0,189	0,098	0,01	0,268	0,435
45	0,228	0,316	0,099	0,289	0,067	141	0,38	0,227	0,082	0,087	0,225
46	0,27	0,195	0,061	0,268	0,207	142	0,074	0,196	0,049	0,048	0,633
47	0,208	0,175	0,425	0,021	0,17	143	0,077	0,266	0,367	0,217	0,073
48	0,2	0,176	0,218	0,131	0,276	144	0,087	0,189	0,23	0,152	0,341
49	0,368	0,05	0,22	0,056	0,305	145	0,251	0,31	0,01	0,299	0,131
50	0,223	0,318	0,103	0,081	0,275	146	0,239	0,188	0,268	0,206	0,099
51	0,096	0,253	0,206	0,202	0,243	147	0,251	0,188	0,183	0,131	0,248
52	0,034	0,223	0,236	0,389	0,118	148	0,387	0,158	0,298	0,067	0,091
53	0,123	0,051	0,008	0,475	0,342	149	0,026	0,535	0,002	0,099	0,338
54	0,356	0,128	0,266	0,029	0,22	150	0,026	0,279	0,228	0,306	0,161
55	0,289	0,259	0,1	0,284	0,068	151	0,117	0,214	0,362	0,203	0,104
56	0,226	0,224	0,191	0,15	0,208	152	0,483	0,205	0,0008	0,136	0,175
57	0,138	0,4	0,291	0,006	0,164	153	0,288	0,154	0,149	0,113	0,296
58	0,054	0,358	0,174	0,181	0,233	154	0,232	0,244	0,093	0,237	0,194
59	0,182	0,067	0,405	0,094	0,252	155	0,304	0,11	0,097	0,075	0,415
60	0,072	0,031	0,277	0,312	0,308	156	0,103	0,158	0,172	0,272	0,295
61	0,362	0,309	0,133	0,032	0,163	157	0,06	0,183	0,362	0,351	0,044

Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	μ_{i5}	Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	μ_{i5}
62	0,201	0,115	0,046	0,628	0,01	158	0,146	0,285	0,071	0,398	0,101
63	0,438	0,084	0,045	0,051	0,382	159	0,227	0,098	0,238	0,047	0,39
64	0,087	0,15	0,198	0,306	0,259	160	0,405	0,17	0,105	0,109	0,21
65	0,265	0,129	0,054	0,295	0,257	161	0,018	0,281	0,179	0,166	0,356
66	0,183	0,273	0,278	0,113	0,152	162	0,193	0,259	0,096	0,244	0,209
67	0,072	0,315	0,023	0,279	0,311	163	0,159	0,276	0,128	0,388	0,05
68	0,342	0,114	0,165	0,259	0,12	164	0,103	0,088	0,195	0,36	0,254
69	0,198	0,105	0,246	0,024	0,427	165	0,411	0,0005	0,359	0,054	0,176
70	0,032	0,213	0,126	0,237	0,393	166	0,314	0,073	0,289	0,271	0,054
71	0,299	0,016	0,199	0,236	0,249	167	0,209	0,04	0,251	0,22	0,28
72	0,28	0,114	0,053	0,161	0,392	168	0,196	0,373	0,02	0,119	0,292
73	0,063	0,304	0,183	0,154	0,297	169	0,21	0,087	0,054	0,411	0,238
74	0,144	0,228	0,126	0,285	0,217	170	0,303	0,252	0,141	0,128	0,177
75	0,263	0,123	0,284	0,239	0,09	171	0,274	0,227	0,002	0,214	0,283
76	0,054	0,269	0,323	0,155	0,199	172	0,38	0,095	0,259	0,075	0,192
77	0,234	0,125	0,26	0,157	0,224	173	0,304	0,299	0,092	0,11	0,195
78	0,312	0,28	0,055	0,216	0,137	174	0,352	0,054	0,094	0,32	0,18
79	0,039	0,26	0,159	0,522	0,02	175	0,398	0,082	0,236	0,144	0,14
80	0,512	0,19	0,19	0,009	0,099	176	0,155	0,15	0,124	0,317	0,254
81	0,124	0,286	0,031	0,291	0,268	177	0,23	0,091	0,182	0,246	0,251
82	0,273	0,197	0,14	0,37	0,02	178	0,121	0,27	0,257	0,049	0,303
83	0,016	0,435	0,069	0,256	0,224	179	0,172	0,19	0,175	0,221	0,242
84	0,224	0,116	0,011	0,102	0,547	180	0,177	0,308	0,223	0,143	0,148
85	0,307	0,312	0,129	0,051	0,201	181	0,352	0,151	0,092	0,026	0,38
86	0,187	0,378	0,025	0,299	0,11	182	0,552	0,072	0,201	0,105	0,07
87	0,103	0,284	0,105	0,285	0,222	183	0,311	0,02	0,338	0,033	0,298
88	0,178	0,232	0,12	0,296	0,174	184	0,241	0,157	0,146	0,322	0,134
89	0,151	0,346	0,387	0,019	0,097	185	0,211	0,166	0,156	0,289	0,178
90	0,087	0,203	0,245	0,241	0,225	186	0,32	0,281	0,015	0,3	0,084
91	0,114	0,382	0,096	0,041	0,366	187	0,487	0,023	0,18	0,054	0,256
92	0,09	0,266	0,022	0,282	0,34	188	0,34	0,124	0,063	0,137	0,337
93	0,135	0,188	0,186	0,372	0,118	189	0,091	0,148	0,045	0,459	0,257
94	0,086	0,224	0,152	0,419	0,119	190	0,107	0,247	0,116	0,25	0,28
95	0,129	0,243	0,163	0,223	0,242	191	0,119	0,534	0,089	0,159	0,099
96	0,194	0,181	0,25	0,257	0,117						

Lampiran 7 Jarak pada Inisiasi 2 Cluster

Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}
1	2,003	1,661	65	1,214	0,927	129	0,574	0,735
2	3,805	3,196	66	0,701	0,754	130	1,106	1,061
3	3,386	2,517	67	2,255	1,78	131	0,599	0,723

Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}
4	2,886	2,159	68	2,279	1,866	132	0,6	0,719
5	3,817	3,208	69	0,738	0,797	133	0,601	0,76
6	0,786	0,765	70	0,681	0,674	134	1,953	1,491
7	6,692	5,447	71	0,709	0,762	135	0,678	0,758
8	0,712	0,719	72	0,689	0,751	136	0,597	0,744
9	0,588	0,72	73	1,065	1,336	137	1,953	1,491
10	0,953	0,822	74	2,289	1,885	138	1,451	1,249
11	2,113	1,51	75	1,733	1,319	139	3,349	3,979
12	1,955	1,599	76	3,144	2,867	140	2,133	1,793
13	1,131	1,024	77	2,818	2,031	141	0,631	0,732
14	1,255	1,034	78	0,761	0,922	142	1,786	1,46
15	1,417	1,316	79	0,774	0,932	143	3,065	3,625
16	1,44	1,341	80	0,586	0,737	144	0,757	0,765
17	1,445	1,344	81	4,011	4,49	145	1,755	1,859
18	1,54	1,277	82	4,686	5,356	146	2,416	2,81
19	2,131	1,756	83	4,233	3,439	147	1,99	1,98
20	0,543	0,64	84	1,508	1,62	148	2,451	3,198
21	2,443	2,318	85	0,586	0,702	149	2,921	2,608
22	1,579	1,756	86	0,577	0,679	150	0,942	1,099
23	1,964	2,578	87	0,65	0,746	151	0,889	1,041
24	1,7	1,857	88	1,851	1,873	152	1,313	1,209
25	1,994	2,617	89	0,507	0,606	153	0,657	0,725
26	1,042	1,316	90	0,526	0,625	154	1,297	1,251
27	0,941	1,008	91	1,454	1,001	155	1,093	0,714
28	0,597	0,735	92	0,579	0,722	156	0,59	0,734
29	0,641	0,729	93	0,633	0,821	157	1,028	1,066
30	0,763	0,727	94	1,186	1,213	158	0,996	1,054
31	2,559	2,393	95	0,908	1,244	159	0,657	0,75
32	0,601	0,729	96	4,61	6,604	160	0,657	0,75
33	0,863	0,549	97	0,554	0,656	161	0,537	0,644
34	0,589	0,68	98	1,188	1,269	162	1,494	1,345
35	0,613	0,746	99	1,689	1,718	163	1,474	1,305
36	1,49	1,656	100	0,579	0,634	164	1,491	1,338
37	1,491	1,673	101	0,615	0,805	165	1,492	1,217
38	0,89	1,047	102	2,696	3,14	166	0,671	0,745
39	0,846	1,002	103	0,602	0,766	167	3,02	2,345
40	3,427	3,32	104	1,369	1,644	168	1,81	1,815
41	0,596	0,75	105	3,291	2,657	169	0,484	0,608
42	0,644	0,755	106	0,641	0,738	170	0,607	0,725
43	0,591	0,721	107	3,996	3,48	171	0,546	0,617
44	0,521	0,612	108	0,641	0,738	172	1,476	1,286
45	0,635	0,741	109	0,519	0,625	173	2,149	2,565

Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}
46	0,609	0,723	110	0,858	1,159	174	3,974	4,744
47	3,008	2,426	111	1,495	1,223	175	1,531	1,815
48	2,085	1,573	112	1,524	1,481	176	0,701	0,774
49	0,954	1,152	113	2,048	1,675	177	0,585	0,689
50	0,611	0,706	114	2,053	1,682	178	1,865	2,357
51	0,51	0,623	115	4,127	4,917	179	0,677	0,763
52	2,261	1,846	116	4,048	4,388	180	1,744	1,503
53	1,904	2,301	117	1,102	1,367	181	1,972	1,712
54	0,639	0,747	118	0,495	0,611	182	1,107	1,557
55	0,524	0,614	119	0,614	0,667	183	0,624	0,718
56	0,589	0,637	120	4,331	3,892	184	2,178	2,431
57	0,496	0,598	121	0,625	0,656	185	5,827	6,562
58	0,612	0,662	122	2,23	2,693	186	0,594	0,733
59	1,485	2,041	123	3,976	4,613	187	1,253	1,599
60	0,669	0,747	124	1,589	2,009	188	3,128	3,639
61	0,658	0,747	125	0,577	0,724	189	0,643	0,736
62	0,642	0,748	126	1,488	1,701	190	0,639	0,745
63	0,656	0,746	127	0,612	0,72	191	2,265	2,43
64	0,63	0,747	128	0,551	0,712			

Lampiran 8 Jarak pada Inisiasi 3 Cluster

Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	D_{i3Ai}	Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	D_{i3Ai}
1	1,298	2,237	2,268	97	0,71	0,643	0,663
2	4,024	3,346	3,356	98	1,24	1,239	1,086
3	3,076	3,16	2,798	99	1,71	1,729	1,491
4	2,549	2,87	2,143	100	0,591	0,658	0,721
5	4,037	3,359	3,366	101	0,775	0,7	0,81
6	0,624	0,872	0,965	102	3,217	2,901	2,834
7	4,681	7,533	7,285	103	0,756	0,693	0,776
8	0,61	0,79	0,882	104	1,457	1,277	1,653
9	0,749	0,682	0,728	105	3,142	3,371	2,322
10	0,975	1,005	0,737	106	0,787	0,749	0,752
11	1,863	1,874	1,81	107	2,728	4,391	4,653
12	1,884	1,706	1,726	108	0,787	0,749	0,752
13	1,115	1,017	1,044	109	0,673	0,596	0,604
14	1,128	1,099	1,094	110	0,97	0,935	1,125
15	1,448	1,356	1,252	111	1,492	1,299	1,321
16	1,471	1,381	1,271	112	1,099	1,677	1,898
17	1,474	1,386	1,274	113	1,742	2,074	1,753
18	1,402	1,568	1,088	114	1,748	2,08	1,76
19	1,903	2,157	1,506	115	3,949	4,193	4,126

Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	D_{i3Ai}	Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	D_{i3Ai}
20	0,695	0,634	0,634	116	3,703	3,6	4,347
21	2,483	2,474	2,015	117	1,436	1,201	1,148
22	1,614	1,494	1,899	118	0,568	0,565	0,661
23	2,629	1,925	2,252	119	0,612	0,685	0,767
24	1,595	1,821	2,154	120	4,559	4,45	3,648
25	2,669	1,953	2,287	121	0,55	0,711	0,793
26	1,18	1,032	1,31	122	2,692	2,348	2,335
27	0,972	0,985	0,935	123	4,177	4,21	4,433
28	0,759	0,69	0,744	124	1,606	1,616	2,191
29	0,8	0,746	0,739	125	0,725	0,673	0,731
30	0,861	0,829	0,679	126	1,787	1,552	1,492
31	2,59	2,578	2,142	127	0,777	0,71	0,728
32	0,765	0,696	0,738	128	0,695	0,628	0,721
33	0,66	0,845	0,681	129	0,733	0,658	0,74
34	0,745	0,692	0,676	130	1,258	1,076	0,929
35	0,779	0,709	0,755	131	0,778	0,686	0,724
36	1,523	1,556	1,392	132	0,748	0,702	0,727
37	1,508	1,549	1,412	133	0,75	0,695	0,77
38	1,112	0,921	0,979	134	1,576	1,938	1,469
39	1,033	0,867	0,941	135	0,811	0,792	0,776
40	3,634	3,328	3,392	136	0,752	0,691	0,754
41	0,776	0,679	0,748	137	1,576	1,938	1,469
42	0,647	0,747	0,806	138	1,447	1,281	1,275
43	0,747	0,687	0,731	139	3,593	3,275	3,634
44	0,601	0,596	0,657	140	2,134	1,88	1,892
45	0,786	0,741	0,756	141	0,799	0,732	0,74
46	0,756	0,713	0,733	142	1,628	1,823	1,265
47	2,033	3,399	3,26	143	3,263	3,182	3,461
48	1,758	2,081	1,728	144	0,865	0,804	0,769
49	1,259	1,027	0,961	145	1,829	1,656	1,753
50	0,761	0,717	0,711	146	2,543	2,494	2,69
51	0,634	0,602	0,637	147	2,009	1,985	1,867
52	2,189	2,261	1,702	148	2,68	2,556	2,989
53	2,316	2,03	2,028	149	3,036	2,807	2,937
54	0,789	0,744	0,763	150	0,909	1	1,256
55	0,596	0,599	0,664	151	1,107	0,919	0,975
56	0,552	0,671	0,752	152	1,344	1,192	1,198
57	0,619	0,582	0,615	153	0,824	0,754	0,69
58	0,566	0,688	0,787	154	1,292	1,326	1,124
59	1,615	1,524	1,912	155	0,846	1,031	0,842
60	0,81	0,783	0,761	156	0,758	0,678	0,739
61	0,799	0,769	0,762	157	1,057	1,072	0,967

Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	D_{i3Ai}	Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	D_{i3Ai}
62	0,785	0,75	0,764	158	1,026	1,038	0,963
63	0,797	0,766	0,762	159	0,797	0,767	0,767
64	0,774	0,735	0,762	160	0,797	0,767	0,767
65	0,993	1,157	0,904	161	0,702	0,604	0,607
66	0,861	0,811	0,735	162	1,614	1,391	1,361
67	1,858	2,201	1,665	163	1,598	1,34	1,329
68	2,336	2,317	1,616	164	1,609	1,382	1,355
69	0,929	0,836	0,78	165	1,488	1,284	1,379
70	0,777	0,626	0,578	166	0,85	0,771	0,742
71	0,847	0,828	0,771	167	3,138	2,774	2,755
72	0,829	0,805	0,761	168	2,103	1,838	1,635
73	1,186	1,072	1,204	169	0,612	0,55	0,614
74	2,234	2,421	1,721	170	0,772	0,705	0,733
75	1,68	1,759	1,228	171	0,59	0,631	0,682
76	3,471	3,159	2,887	172	1,535	1,522	1,187
77	2,465	2,733	2,212	173	2,798	2,161	2,163
78	0,962	0,796	0,869	174	3,713	3,925	4,337
79	0,984	0,81	0,877	175	1,732	1,464	1,599
80	0,74	0,678	0,746	176	0,868	0,782	0,703
81	3,453	3,691	4,208	177	0,718	0,654	0,691
82	4,716	4,424	5,054	178	1,886	1,897	2,567
83	2,88	4,711	4,673	179	0,877	0,763	0,75
84	1,83	1,584	1,432	180	1,731	1,571	1,46
85	0,748	0,682	0,71	181	2,033	1,827	1,707
86	0,734	0,679	0,683	182	1,251	1,158	1,477
87	0,837	0,721	0,734	183	0,778	0,73	0,727
88	2,137	1,941	1,678	184	2,606	2,247	2,211
89	0,657	0,595	0,602	185	7,69	5,726	6,126
90	0,645	0,614	0,643	186	0,764	0,684	0,738
91	1,284	1,29	1,245	187	1,499	1,227	1,366
92	0,737	0,67	0,73	188	4,203	3,071	3,205
93	0,777	0,723	0,83	189	0,79	0,752	0,75
94	0,866	1,263	1,531	190	0,836	0,722	0,735
95	1,162	0,901	1,148	191	1,769	2,408	2,97
96	5,738	4,492	6,179				

Lampiran 9 Jarak pada Inisiasi 4 Cluster

Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	D_{i3Ai}	D_{i4Ai}	Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	D_{i3Ai}	D_{i4Ai}
1	2,293	1,634	2,079	1,202	97	0,676	0,57	0,672	0,626
2	3,845	3,801	3,254	3,757	98	1,132	1,238	1,183	1,17
3	2,6	2,98	2,871	3,149	99	1,617	1,783	1,613	1,623

Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	D_{i3Ai}	D_{i4Ai}	Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	D_{i3Ai}	D_{i4Ai}
4	2,101	2,635	2,451	2,305	100	0,725	0,586	0,68	0,58
5	3,858	3,81	3,267	3,773	101	0,76	0,653	0,776	0,733
6	0,949	0,724	0,869	0,634	102	2,811	3,349	2,845	3,189
7	7,546	5,459	6,837	4,058	103	0,74	0,638	0,752	0,709
8	0,868	0,679	0,797	0,617	104	1,471	1,328	1,754	1,562
9	0,724	0,613	0,718	0,666	105	2,821	3,236	2,891	2,363
10	0,955	1,017	0,887	0,745	106	0,767	0,674	0,746	0,706
11	1,741	2,078	1,666	2,088	107	4,516	3,404	4,098	2,589
12	1,775	2	1,617	1,947	108	0,767	0,674	0,746	0,706
13	1,023	1,238	0,969	1,16	109	0,621	0,588	0,587	0,703
14	1,066	1,309	1,022	1,262	110	1,024	0,919	1,096	1,102
15	1,344	1,507	1,291	1,352	111	1,247	1,496	1,204	1,717
16	1,372	1,52	1,32	1,375	112	1,793	1,257	1,646	1,292
17	1,379	1,52	1,325	1,38	113	1,596	2,08	1,787	2,033
18	1,384	1,632	1,349	1,18	114	1,602	2,085	1,794	2,041
19	1,85	2,224	1,857	1,599	115	4,352	5,831	4,135	4,002
20	0,672	0,607	0,636	0,639	116	4,039	4,602	4,486	4,002
21	2,288	2,616	2,288	2,07	117	1,178	1,407	1,17	1,338
22	1,547	1,693	1,51	1,957	118	0,614	0,46	0,652	0,684
23	1,885	1,909	2,043	3,6	119	0,76	0,629	0,703	0,609
24	1,973	1,35	1,919	1,996	120	4,255	3,796	4,129	5,317
25	1,914	1,935	2,075	3,652	121	0,779	0,586	0,733	0,582
26	1,17	0,968	1,402	1,292	122	2,365	2,744	2,412	2,611
27	0,92	0,941	0,947	0,965	123	4,22	4,243	4,316	4,899
28	0,735	0,622	0,729	0,677	124	1,806	1,563	1,691	2,242
29	0,773	0,661	0,74	0,693	125	0,708	0,621	0,719	0,689
30	0,843	0,827	0,764	0,656	126	1,498	1,833	1,489	1,59
31	2,407	2,677	2,372	2,279	127	0,748	0,631	0,724	0,673
32	0,738	0,624	0,726	0,674	128	0,681	0,571	0,719	0,651
33	0,586	0,814	0,684	0,859	129	0,714	0,6	0,725	0,663
34	0,713	0,64	0,684	0,671	130	1,054	1,104	1,006	0,997
35	0,753	0,636	0,739	0,688	131	0,741	0,614	0,718	0,658
36	1,457	1,645	1,49	1,537	132	0,726	0,644	0,719	0,692
37	1,479	1,658	1,493	1,536	133	0,735	0,641	0,749	0,712
38	1,005	1,003	0,973	0,987	134	1,483	1,989	1,631	1,661
39	0,954	0,975	0,926	0,905	135	0,797	0,716	0,772	0,735
40	3,386	3,797	3,265	3,218	136	0,732	0,629	0,737	0,692
41	0,743	0,617	0,732	0,673	137	1,483	1,989	1,631	1,661
42	0,803	0,6	0,826	0,688	138	1,362	1,51	1,222	1,43
43	0,724	0,62	0,72	0,675	139	3,521	4,416	3,342	3,74
44	0,658	0,568	0,617	0,6	140	2,026	2,201	1,803	2,081
45	0,766	0,664	0,747	0,702	141	0,769	0,647	0,737	0,686

Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	D_{i3Ai}	D_{i4Ai}	Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	D_{i3Ai}	D_{i4Ai}
46	0,735	0,652	0,725	0,696	142	1,573	1,865	1,565	1,324
47	3,42	2,411	3,107	1,792	143	3,502	3,202	3,407	3,663
48	1,549	2,028	1,756	2,026	144	0,816	0,749	0,8	0,826
49	1,005	1,17	0,99	1,141	145	1,755	2,016	1,686	1,848
50	0,735	0,655	0,713	0,687	146	2,727	2,53	2,621	2,863
51	0,647	0,553	0,636	0,601	147	1,708	2,331	1,863	1,812
52	1,842	2,125	1,97	1,764	148	2,802	2,674	2,904	3,123
53	1,999	2,459	1,999	2,212	149	2,878	2,826	2,803	3,32
54	0,77	0,667	0,751	0,706	150	1,101	0,795	1,087	1,249
55	0,662	0,568	0,621	0,598	151	1,003	1,003	0,969	0,979
56	0,74	0,571	0,696	0,578	152	1,224	1,444	1,134	1,327
57	0,629	0,545	0,607	0,59	153	0,772	0,714	0,707	0,763
58	0,763	0,605	0,707	0,604	154	1,209	1,342	1,223	1,146
59	1,729	1,661	1,862	1,869	155	0,783	1,072	0,819	1,038
60	0,792	0,702	0,761	0,722	156	0,731	0,612	0,725	0,667
61	0,782	0,693	0,758	0,719	157	0,984	1,032	1,014	1,009
62	0,767	0,68	0,753	0,716	158	0,964	0,999	0,992	1,003
63	0,78	0,691	0,757	0,718	159	0,781	0,692	0,76	0,72
64	0,756	0,671	0,749	0,715	160	0,781	0,692	0,76	0,72
65	0,993	1,225	0,992	1,035	161	0,606	0,586	0,599	0,801
66	0,826	0,74	0,762	0,759	162	1,482	1,704	1,223	1,551
67	1,772	2,264	1,901	1,84	163	1,448	1,658	1,193	1,503
68	2,123	2,232	2,021	1,718	164	1,479	1,7	1,217	1,54
69	0,879	0,743	0,806	0,78	165	1,432	1,529	1,302	1,489
70	0,708	0,667	0,606	0,691	166	0,81	0,678	0,756	0,71
71	0,832	0,738	0,784	0,745	167	2,922	3,082	2,53	3,073
72	0,811	0,72	0,77	0,732	168	1,817	1,902	1,752	1,734
73	1,149	1,342	1,178	1,171	169	0,586	0,533	0,577	0,707
74	1,827	2,276	2,013	1,892	170	0,744	0,628	0,725	0,674
75	1,385	1,599	1,465	1,442	171	0,691	0,56	0,659	0,573
76	2,971	2,459	3,363	4,055	172	1,196	1,515	1,286	1,319
77	2,009	2,51	2,389	2,478	173	1,982	1,998	2,184	3,731
78	0,885	0,855	0,859	0,828	174	4,028	5,405	4,302	3,88
79	0,899	0,862	0,87	0,848	175	1,68	1,893	1,499	1,719
80	0,721	0,619	0,73	0,685	176	0,762	0,757	0,708	0,951
81	3,899	5,297	4,071	3,808	177	0,716	0,669	0,659	0,69
82	5,196	5,801	5,069	4,716	178	2,118	1,836	1,98	2,605
83	4,74	3,491	4,314	2,559	179	0,82	0,682	0,763	0,722
84	1,505	1,683	1,503	1,602	180	1,603	1,593	1,485	1,906
85	0,719	0,608	0,706	0,656	181	1,909	2,098	1,703	1,846
86	0,704	0,614	0,687	0,657	182	1,306	1,239	1,398	1,456
87	0,784	0,668	0,738	0,685	183	0,752	0,654	0,727	0,688

Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	D_{i3Ai}	D_{i4Ai}	Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	D_{i3Ai}	D_{i4Ai}
88	1,773	2,007	1,792	1,839	184	2,247	2,515	2,219	2,357
89	0,629	0,566	0,6	0,625	185	5,952	4,141	7,045	8,892
90	0,663	0,574	0,638	0,605	186	0,735	0,615	0,725	0,668
91	1,166	1,455	1,107	1,479	187	1,39	1,721	1,281	1,395
92	0,715	0,605	0,718	0,665	188	2,96	2,443	3,509	5,322
93	0,769	0,683	0,796	0,771	189	0,77	0,676	0,746	0,706
94	1,39	1,124	1,249	1,022	190	0,783	0,648	0,739	0,688
95	0,931	1	0,929	1,649	191	2,625	2,093	2,371	2,198
96	4,894	5,167	4,747	7,941					

Lampiran 10 Jarak pada Inisiasi 5 Cluster

Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	D_{i3Ai}	D_{i4Ai}	D_{i5Ai}	Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	D_{i3Ai}	D_{i4Ai}	D_{i5Ai}
1	3,237	1	1,284	2,003	2,331	97	0,584	0,721	0,784	0,629	0,557
2	3,309	3,808	3,74	3,627	3,602	98	1,173	1,237	1,283	1,051	1,16
3	3,186	3,159	3,04	2,703	2,934	99	1,625	1,694	1,804	1,516	1,606
4	2,679	2,86	2,893	2,071	2,362	100	0,907	0,617	0,704	0,617	0,655
5	3,32	3,822	3,748	3,643	3,619	101	0,642	0,853	0,825	0,744	0,702
6	1,333	0,595	0,713	0,807	0,918	102	2,393	3,19	4,222	2,834	2,654
7	10,18	3,594	4,559	6,653	7,665	103	0,624	0,828	0,829	0,715	0,666
8	1,195	0,596	0,708	0,735	0,826	104	1,304	1,743	1,246	1,484	1,481
9	0,618	0,781	0,826	0,667	0,623	105	2,961	3,412	3,752	2,399	2,667
10	0,838	1,109	1,272	0,766	0,67	106	0,664	0,814	0,901	0,695	0,658
11	1,931	1,806	1,821	1,878	1,742	107	6,401	2,111	2,735	3,975	4,598
12	1,724	1,861	1,783	1,812	1,722	108	0,664	0,814	0,901	0,695	0,658
13	1,043	1,137	1,078	1,08	1,03	109	0,652	0,653	0,761	0,615	0,541
14	1,124	1,231	1,152	1,124	1,045	110	0,825	1,169	0,818	1,18	1,172
15	1,282	1,435	1,421	1,294	1,34	111	1,358	1,382	1,397	1,425	1,296
16	1,305	1,461	1,441	1,309	1,371	112	2,686	0,881	1,112	1,578	1,87
17	1,311	1,463	1,445	1,31	1,377	113	1,871	1,989	1,73	1,997	1,907
18	1,372	1,669	1,842	1,146	1,064	114	1,876	1,995	1,731	2,007	1,917
19	1,905	2,264	2,429	1,577	1,521	115	3,324	5,242	5,995	3,733	3,366
20	0,618	0,71	0,816	0,576	0,557	116	3,759	4,99	4,264	3,871	3,515
21	2,214	2,562	2,601	2,115	2,232	117	0,972	1,431	1,888	1,121	1,087
22	2,186	1,558	1,509	1,755	1,696	118	0,809	0,615	0,657	0,614	0,563
23	2,473	2,539	2,37	2,703	2,289	119	0,987	0,613	0,719	0,64	0,698
24	2,929	1,384	1,532	1,834	2,107	120	4,193	4,508	3,905	5,124	4,459
25	2,511	2,577	2,406	2,741	2,324	121	1,068	0,57	0,655	0,677	0,739
26	0,984	1,369	0,959	1,236	1,255	122	2,01	2,79	3,152	2,406	2,223
27	0,94	0,964	0,975	0,891	1,001	123	3,715	4,212	2,55	5,057	5,371
28	0,628	0,794	0,833	0,679	0,638	124	2,839	1,469	1,535	1,931	2,05
29	0,673	0,793	0,891	0,684	0,661	125	0,589	0,803	0,825	0,682	0,626

Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	D_{i3Ai}	D_{i4Ai}	D_{i5Ai}	Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	D_{i3Ai}	D_{i4Ai}	D_{i5Ai}
30	0,687	0,952	1,092	0,677	0,585	126	1,247	1,866	2,401	1,438	1,461
31	2,385	2,545	2,754	2,219	2,308	127	0,646	0,779	0,857	0,668	0,637
32	0,634	0,788	0,841	0,674	0,636	128	0,571	0,774	0,748	0,669	0,599
33	0,759	0,769	0,701	0,767	0,736	129	0,603	0,788	0,791	0,677	0,626
34	0,608	0,764	0,868	0,627	0,594	130	0,973	1,264	1,527	0,925	1,043
35	0,649	0,802	0,853	0,686	0,654	131	0,641	0,764	0,832	0,659	0,63
36	1,459	1,576	1,661	1,389	1,443	132	0,612	0,803	0,866	0,674	0,624
37	1,453	1,575	1,636	1,408	1,472	133	0,616	0,829	0,835	0,715	0,662
38	0,896	0,992	1,187	0,941	0,893	134	1,77	1,959	1,945	1,569	1,436
39	0,848	0,962	1,123	0,901	0,826	135	0,698	0,84	0,946	0,724	0,686
40	3,423	3,613	3,63	3,419	3,181	136	0,62	0,809	0,833	0,694	0,645
41	0,638	0,788	0,825	0,674	0,643	137	1,77	1,959	1,945	1,569	1,436
42	0,856	0,776	0,65	0,807	0,822	138	1,269	1,435	1,351	1,353	1,335
43	0,615	0,789	0,835	0,672	0,625	139	2,698	4,185	4,665	3,991	3,518
44	0,785	0,614	0,717	0,568	0,575	140	1,878	2,075	2,003	1,996	1,93
45	0,664	0,812	0,889	0,696	0,66	141	0,669	0,789	0,877	0,679	0,658
46	0,622	0,807	0,875	0,679	0,631	142	1,581	1,929	2,085	1,336	1,27
47	4,633	1,586	1,916	3,028	3,499	143	2,935	3,129	2,234	3,813	4,128
48	1,928	1,924	1,678	1,926	1,898	144	0,769	0,832	0,861	0,888	0,711
49	0,848	1,242	1,622	0,935	0,937	145	1,513	2,01	2,187	2,025	1,822
50	0,626	0,791	0,885	0,66	0,621	146	2,32	2,397	1,825	2,965	3,183
51	0,619	0,697	0,753	0,581	0,548	147	1,626	2,397	2,764	1,604	1,865
52	2,058	2,372	2,644	1,64	1,907	148	2,271	2,982	1,712	3,295	3,461
53	1,62	2,403	3,116	1,996	1,897	149	2,705	2,372	2,23	3,078	3,321
54	0,668	0,817	0,891	0,701	0,665	150	1,729	0,83	0,925	1,09	1,175
55	0,803	0,61	0,713	0,572	0,582	151	0,894	0,987	1,179	0,943	0,892
56	0,994	0,575	0,663	0,642	0,689	152	1,18	1,333	1,279	1,27	1,225
57	0,647	0,653	0,739	0,552	0,524	153	0,683	0,762	0,884	0,714	0,697
58	1,053	0,568	0,676	0,658	0,717	154	1,246	1,267	1,341	1,125	1,233
59	1,382	1,935	1,116	1,955	2,067	155	0,99	1,014	0,982	0,918	0,815
60	0,693	0,824	0,933	0,709	0,68	156	0,625	0,785	0,82	0,672	0,632
61	0,681	0,825	0,922	0,708	0,672	157	1,016	1,041	1,07	0,926	1,051
62	0,662	0,827	0,905	0,707	0,663	158	0,99	1,012	1,03	0,923	1,039
63	0,678	0,825	0,919	0,707	0,67	159	0,68	0,828	0,919	0,711	0,673
64	0,647	0,827	0,891	0,705	0,657	160	0,68	0,828	0,919	0,711	0,673
65	1,097	1,244	1,279	0,905	0,847	161	0,665	0,68	0,769	0,681	0,543
66	0,717	0,808	0,941	0,726	0,733	162	1,297	1,504	1,708	1,385	1,381
67	2,063	2,278	2,312	1,681	1,611	163	1,264	1,511	1,687	1,347	1,338
68	2,047	2,41	2,78	1,69	1,832	164	1,29	1,501	1,702	1,376	1,376
69	0,772	0,811	0,94	0,773	0,8	165	1,251	1,366	1,389	1,249	1,484
70	0,609	0,759	0,787	0,625	0,704	166	0,709	0,785	0,903	0,7	0,704
71	0,733	0,834	0,965	0,732	0,72	167	2,758	2,48	2,878	2,958	2,792

Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	D_{i3Ai}	D_{i4Ai}	D_{i5Ai}	Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	D_{i3Ai}	D_{i4Ai}	D_{i5Ai}
72	0,712	0,826	0,95	0,717	0,697	168	1,616	2,012	2,566	1,63	1,754
73	1,01	1,294	1,436	1,106	0,997	169	0,729	0,613	0,709	0,601	0,519
74	2,065	2,46	2,758	1,733	1,988	170	0,642	0,784	0,851	0,671	0,637
75	1,606	1,844	1,987	1,277	1,365	171	0,816	0,634	0,705	0,598	0,613
76	3,151	3,401	3,133	3,492	2,886	172	1,306	1,668	1,966	1,122	1,287
77	2,635	2,635	2,554	2,127	2,39	173	2,281	2,701	2,504	2,889	2,333
78	0,782	0,89	1,025	0,812	0,761	174	3,179	5,175	5,39	3,488	3,866
79	0,795	0,896	1,042	0,822	0,779	175	1,252	1,874	1,929	1,926	1,771
80	0,606	0,804	0,82	0,688	0,636	176	0,736	0,799	0,874	0,872	0,749
81	3,413	4,94	5,041	3,868	3,171	177	0,757	0,7	0,814	0,61	0,638
82	3,998	5,576	5,391	4,145	4,953	178	3,295	1,73	1,79	2,257	2,407
83	6,528	2,215	2,841	4,198	4,785	179	0,719	0,776	0,897	0,715	0,72
84	1,343	1,811	2,323	1,4	1,46	180	1,536	1,719	1,524	1,769	1,749
85	0,616	0,765	0,829	0,654	0,61	181	1,746	1,911	2	1,812	1,778
86	0,598	0,758	0,841	0,635	0,589	182	1,048	1,499	0,934	1,523	1,552
87	0,69	0,756	0,86	0,704	0,672	183	0,648	0,791	0,883	0,674	0,639
88	1,65	2,149	2,724	1,636	1,744	184	1,907	2,573	3,279	2,205	2,24
89	0,609	0,663	0,768	0,564	0,519	185	6,255	7,105	6,905	6,204	6,147
90	0,661	0,693	0,768	0,574	0,56	186	0,631	0,784	0,827	0,67	0,634
91	1,321	1,215	1,231	1,334	1,191	187	0,976	1,639	1,951	1,457	1,333
92	0,606	0,784	0,811	0,67	0,62	188	3,402	3,964	3,839	3,788	3,204
93	0,639	0,884	0,846	0,782	0,728	189	0,667	0,812	0,905	0,694	0,659
94	2,101	0,724	0,909	1,238	1,441	190	0,684	0,766	0,869	0,682	0,673
95	1,369	1,117	1,098	1,288	1,118	191	3,988	1,487	1,752	2,434	2,812
96	6,601	5,752	4,959	6,476	6,153						

Lampiran 11 Derajat Keanggotaan Baru pada Inisiasi 2 Cluster

Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}
1	0,453	0,547	65	0,433	0,567	129	0,561	0,439
2	0,457	0,543	66	0,518	0,482	130	0,49	0,51
3	0,426	0,574	67	0,441	0,559	131	0,547	0,453
4	0,428	0,572	68	0,45	0,55	132	0,545	0,455
5	0,457	0,543	69	0,519	0,481	133	0,559	0,441
6	0,493	0,507	70	0,497	0,503	134	0,433	0,567
7	0,449	0,551	71	0,518	0,482	135	0,528	0,472
8	0,503	0,497	72	0,522	0,478	136	0,555	0,445
9	0,55	0,45	73	0,556	0,444	137	0,433	0,567
10	0,463	0,537	74	0,452	0,548	138	0,463	0,537
11	0,417	0,583	75	0,432	0,568	139	0,543	0,457
12	0,45	0,55	76	0,477	0,523	140	0,457	0,543
13	0,475	0,525	77	0,419	0,581	141	0,537	0,463

Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}
14	0,452	0,548	78	0,548	0,452	142	0,45	0,55
15	0,481	0,519	79	0,546	0,454	143	0,542	0,458
16	0,482	0,518	80	0,557	0,443	144	0,503	0,497
17	0,482	0,518	81	0,528	0,472	145	0,514	0,486
18	0,453	0,547	82	0,533	0,467	146	0,538	0,462
19	0,452	0,548	83	0,448	0,552	147	0,499	0,501
20	0,541	0,459	84	0,518	0,482	148	0,566	0,434
21	0,487	0,513	85	0,545	0,455	149	0,472	0,528
22	0,526	0,474	86	0,541	0,459	150	0,538	0,462
23	0,568	0,432	87	0,535	0,465	151	0,539	0,461
24	0,522	0,478	88	0,503	0,497	152	0,479	0,521
25	0,568	0,432	89	0,545	0,455	153	0,525	0,475
26	0,558	0,442	90	0,543	0,457	154	0,491	0,509
27	0,517	0,483	91	0,408	0,592	155	0,395	0,605
28	0,552	0,448	92	0,555	0,445	156	0,555	0,445
29	0,532	0,468	93	0,565	0,435	157	0,509	0,491
30	0,488	0,512	94	0,506	0,494	158	0,514	0,486
31	0,483	0,517	95	0,578	0,422	159	0,533	0,467
32	0,548	0,452	96	0,589	0,411	160	0,533	0,467
33	0,389	0,611	97	0,542	0,458	161	0,545	0,455
34	0,536	0,464	98	0,517	0,483	162	0,474	0,526
35	0,549	0,451	99	0,504	0,496	163	0,47	0,53
36	0,526	0,474	100	0,523	0,477	164	0,473	0,527
37	0,529	0,471	101	0,567	0,433	165	0,449	0,551
38	0,54	0,46	102	0,538	0,462	166	0,526	0,474
39	0,542	0,458	103	0,56	0,44	167	0,437	0,563
40	0,492	0,508	104	0,546	0,454	168	0,501	0,499
41	0,557	0,443	105	0,447	0,553	169	0,557	0,443
42	0,54	0,46	106	0,535	0,465	170	0,544	0,456
43	0,55	0,45	107	0,466	0,534	171	0,53	0,47
44	0,54	0,46	108	0,535	0,465	172	0,466	0,534
45	0,538	0,462	109	0,546	0,454	173	0,544	0,456
46	0,543	0,457	110	0,575	0,425	174	0,544	0,456
47	0,446	0,554	111	0,45	0,55	175	0,542	0,458
48	0,43	0,57	112	0,493	0,507	176	0,525	0,475
49	0,547	0,453	113	0,45	0,55	177	0,541	0,459
50	0,536	0,464	114	0,45	0,55	178	0,558	0,442
51	0,55	0,45	115	0,544	0,456	179	0,53	0,47
52	0,449	0,551	116	0,52	0,48	180	0,463	0,537
53	0,547	0,453	117	0,554	0,446	181	0,465	0,535
54	0,539	0,461	118	0,553	0,447	182	0,584	0,416
55	0,539	0,461	119	0,521	0,479	183	0,535	0,465

Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}	Data	D_{i1Ai}	D_{i2Ai}
56	0,52	0,48	120	0,473	0,527	184	0,527	0,473
57	0,547	0,453	121	0,512	0,488	185	0,53	0,47
58	0,52	0,48	122	0,547	0,453	186	0,552	0,448
59	0,579	0,421	123	0,537	0,463	187	0,561	0,439
60	0,527	0,473	124	0,558	0,442	188	0,538	0,462
61	0,531	0,469	125	0,557	0,443	189	0,534	0,466
62	0,538	0,462	126	0,533	0,467	190	0,538	0,462
63	0,532	0,468	127	0,541	0,459	191	0,518	0,482
64	0,543	0,457	128	0,564	0,436			

Lampiran 12 Derajat Keanggotaan Baru pada Inisiasi 3 Cluster

Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}
1	0,465	0,27	0,266	97	0,315	0,348	0,337
2	0,294	0,354	0,352	98	0,318	0,318	0,363
3	0,325	0,317	0,358	99	0,319	0,315	0,366
4	0,325	0,289	0,386	100	0,368	0,33	0,302
5	0,294	0,353	0,353	101	0,326	0,361	0,312
6	0,423	0,303	0,274	102	0,308	0,342	0,35
7	0,442	0,274	0,284	103	0,326	0,356	0,318
8	0,406	0,313	0,281	104	0,331	0,377	0,292
9	0,32	0,351	0,329	105	0,304	0,284	0,412
10	0,304	0,295	0,402	106	0,323	0,339	0,338
11	0,331	0,329	0,34	107	0,453	0,281	0,266
12	0,313	0,346	0,342	108	0,323	0,339	0,338
13	0,316	0,346	0,338	109	0,308	0,348	0,343
14	0,327	0,336	0,337	110	0,345	0,358	0,297
15	0,31	0,331	0,359	111	0,305	0,35	0,344
16	0,31	0,331	0,359	112	0,448	0,293	0,259
17	0,311	0,33	0,359	113	0,353	0,296	0,351
18	0,314	0,281	0,405	114	0,353	0,297	0,35
19	0,318	0,28	0,402	115	0,345	0,325	0,33
20	0,313	0,344	0,343	116	0,347	0,357	0,296
21	0,309	0,31	0,381	117	0,29	0,347	0,363
22	0,341	0,369	0,29	118	0,349	0,351	0,3
23	0,283	0,387	0,33	119	0,372	0,332	0,296
24	0,382	0,335	0,283	120	0,305	0,313	0,382
25	0,283	0,387	0,33	121	0,405	0,314	0,281
26	0,329	0,375	0,296	122	0,303	0,347	0,349
27	0,33	0,326	0,344	123	0,341	0,338	0,321
28	0,32	0,353	0,327	124	0,367	0,364	0,269
29	0,317	0,34	0,343	125	0,326	0,351	0,323

Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}
30	0,303	0,314	0,383	126	0,299	0,344	0,358
31	0,311	0,313	0,376	127	0,316	0,346	0,338
32	0,319	0,35	0,331	128	0,326	0,36	0,314
33	0,364	0,284	0,352	129	0,322	0,359	0,319
34	0,315	0,339	0,347	130	0,284	0,332	0,384
35	0,319	0,351	0,33	131	0,311	0,354	0,335
36	0,325	0,319	0,356	132	0,323	0,344	0,333
37	0,329	0,32	0,351	133	0,327	0,354	0,319
38	0,299	0,361	0,34	134	0,346	0,282	0,372
39	0,304	0,362	0,334	135	0,326	0,333	0,341
40	0,316	0,345	0,339	136	0,324	0,353	0,323
41	0,314	0,359	0,326	137	0,346	0,282	0,372
42	0,375	0,325	0,301	138	0,306	0,346	0,348
43	0,322	0,35	0,329	139	0,324	0,356	0,32
44	0,342	0,345	0,313	140	0,306	0,348	0,346
45	0,322	0,342	0,335	141	0,315	0,344	0,34
46	0,323	0,343	0,334	142	0,314	0,281	0,405
47	0,45	0,269	0,281	143	0,337	0,345	0,318
48	0,349	0,295	0,355	144	0,312	0,336	0,351
49	0,283	0,347	0,37	145	0,318	0,351	0,331
50	0,319	0,339	0,342	146	0,337	0,344	0,319
51	0,328	0,346	0,327	147	0,324	0,328	0,348
52	0,307	0,298	0,395	148	0,34	0,356	0,304
53	0,305	0,348	0,348	149	0,321	0,347	0,332
54	0,323	0,343	0,334	150	0,38	0,345	0,275
55	0,346	0,344	0,31	151	0,299	0,361	0,34
56	0,391	0,322	0,287	152	0,308	0,347	0,345
57	0,326	0,346	0,328	153	0,304	0,332	0,363
58	0,393	0,324	0,283	154	0,32	0,312	0,368
59	0,344	0,365	0,291	155	0,354	0,29	0,356
60	0,323	0,334	0,343	156	0,318	0,356	0,326
61	0,324	0,336	0,34	157	0,325	0,32	0,355
62	0,325	0,34	0,334	158	0,328	0,324	0,349
63	0,324	0,337	0,339	159	0,325	0,338	0,337
64	0,326	0,343	0,331	160	0,325	0,338	0,337
65	0,338	0,29	0,371	161	0,302	0,35	0,348
66	0,309	0,328	0,362	162	0,299	0,347	0,354
67	0,338	0,285	0,377	163	0,295	0,351	0,354
68	0,29	0,292	0,419	164	0,298	0,347	0,354
69	0,303	0,336	0,361	165	0,309	0,358	0,333
70	0,279	0,346	0,375	166	0,308	0,339	0,353
71	0,32	0,328	0,352	167	0,306	0,346	0,348

Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}
72	0,321	0,33	0,349	168	0,291	0,334	0,375
73	0,323	0,358	0,319	169	0,322	0,358	0,32
74	0,311	0,287	0,403	170	0,317	0,348	0,334
75	0,301	0,287	0,412	171	0,357	0,334	0,309
76	0,303	0,333	0,364	172	0,303	0,305	0,392
77	0,332	0,299	0,369	173	0,279	0,361	0,36
78	0,301	0,365	0,334	174	0,357	0,338	0,306
79	0,3	0,364	0,336	175	0,306	0,362	0,332
80	0,325	0,354	0,322	176	0,299	0,332	0,369
81	0,363	0,339	0,298	177	0,319	0,35	0,331
82	0,333	0,355	0,311	178	0,366	0,364	0,269
83	0,449	0,274	0,277	179	0,301	0,346	0,352
84	0,291	0,337	0,372	180	0,304	0,335	0,361
85	0,317	0,348	0,334	181	0,303	0,337	0,36
86	0,317	0,343	0,34	182	0,342	0,369	0,289
87	0,303	0,352	0,345	183	0,319	0,34	0,341
88	0,296	0,326	0,377	184	0,299	0,347	0,353
89	0,313	0,346	0,341	185	0,278	0,373	0,349
90	0,327	0,344	0,328	186	0,317	0,355	0,328
91	0,33	0,329	0,341	187	0,301	0,368	0,331
92	0,322	0,354	0,325	188	0,272	0,372	0,356
93	0,332	0,357	0,311	189	0,322	0,338	0,339
94	0,444	0,305	0,251	190	0,304	0,351	0,345
95	0,303	0,391	0,307	191	0,429	0,315	0,256
96	0,312	0,398	0,29				

Lampiran 13 Derajat Keanggotaan Baru pada Inisiasi 4 Cluster

Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}
1	0,185	0,259	0,204	0,352	97	0,234	0,278	0,235	0,253
2	0,237	0,24	0,28	0,243	98	0,261	0,238	0,249	0,252
3	0,277	0,242	0,251	0,229	99	0,256	0,232	0,257	0,255
4	0,28	0,224	0,24	0,256	100	0,22	0,272	0,234	0,274
5	0,237	0,24	0,28	0,243	101	0,239	0,278	0,234	0,248
6	0,204	0,268	0,223	0,306	102	0,27	0,226	0,266	0,238
7	0,187	0,259	0,206	0,348	103	0,239	0,277	0,235	0,249
8	0,21	0,268	0,228	0,294	104	0,257	0,285	0,216	0,242
9	0,234	0,276	0,236	0,254	105	0,247	0,216	0,241	0,295
10	0,233	0,218	0,251	0,298	106	0,235	0,268	0,242	0,255
11	0,269	0,225	0,281	0,224	107	0,193	0,256	0,213	0,337
12	0,257	0,228	0,282	0,234	108	0,235	0,268	0,242	0,255
13	0,266	0,22	0,28	0,234	109	0,25	0,264	0,265	0,221

Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}
14	0,27	0,22	0,282	0,228	110	0,251	0,28	0,235	0,234
15	0,255	0,227	0,265	0,253	111	0,278	0,232	0,288	0,202
16	0,254	0,229	0,264	0,253	112	0,204	0,291	0,222	0,283
17	0,253	0,23	0,264	0,253	113	0,29	0,223	0,259	0,228
18	0,247	0,21	0,254	0,29	114	0,29	0,223	0,259	0,228
19	0,251	0,209	0,25	0,29	115	0,257	0,192	0,271	0,28
20	0,237	0,262	0,251	0,25	116	0,264	0,232	0,238	0,266
21	0,251	0,22	0,251	0,278	117	0,269	0,225	0,27	0,236
22	0,268	0,245	0,275	0,212	118	0,24	0,32	0,226	0,215
23	0,291	0,288	0,269	0,152	119	0,22	0,266	0,238	0,275
24	0,223	0,326	0,23	0,221	120	0,253	0,284	0,261	0,202
25	0,291	0,288	0,269	0,153	121	0,211	0,281	0,225	0,283
26	0,253	0,306	0,211	0,229	122	0,267	0,23	0,262	0,242
27	0,256	0,251	0,249	0,244	123	0,261	0,259	0,255	0,225
28	0,234	0,276	0,236	0,254	124	0,248	0,287	0,265	0,2
29	0,231	0,27	0,241	0,258	125	0,241	0,275	0,237	0,248
30	0,227	0,231	0,25	0,292	126	0,266	0,217	0,267	0,25
31	0,252	0,226	0,256	0,266	127	0,231	0,274	0,239	0,257
32	0,233	0,276	0,237	0,255	128	0,239	0,285	0,226	0,25
33	0,307	0,221	0,263	0,209	129	0,235	0,28	0,232	0,253
34	0,237	0,264	0,247	0,252	130	0,246	0,235	0,258	0,26
35	0,233	0,276	0,237	0,255	131	0,229	0,276	0,236	0,258
36	0,262	0,232	0,257	0,249	132	0,239	0,269	0,241	0,251
37	0,26	0,232	0,258	0,25	133	0,24	0,276	0,236	0,248
38	0,247	0,247	0,255	0,251	134	0,282	0,21	0,256	0,252
39	0,246	0,241	0,254	0,259	135	0,236	0,263	0,244	0,256
40	0,251	0,224	0,261	0,264	136	0,237	0,276	0,236	0,251
41	0,231	0,278	0,235	0,255	137	0,282	0,21	0,256	0,252
42	0,223	0,299	0,217	0,261	138	0,252	0,227	0,281	0,24
43	0,236	0,275	0,237	0,253	139	0,264	0,21	0,278	0,248
44	0,232	0,268	0,247	0,254	140	0,249	0,229	0,28	0,242
45	0,234	0,27	0,24	0,255	141	0,23	0,273	0,24	0,258
46	0,238	0,269	0,241	0,252	142	0,248	0,209	0,249	0,294
47	0,184	0,261	0,203	0,352	143	0,245	0,268	0,252	0,234
48	0,293	0,224	0,259	0,224	144	0,244	0,266	0,249	0,241
49	0,266	0,229	0,27	0,235	145	0,259	0,225	0,27	0,246
50	0,237	0,266	0,244	0,253	146	0,246	0,265	0,256	0,234
51	0,235	0,275	0,238	0,252	147	0,278	0,204	0,255	0,262
52	0,26	0,225	0,243	0,271	148	0,256	0,268	0,247	0,229
53	0,269	0,219	0,269	0,243	149	0,256	0,26	0,262	0,222
54	0,234	0,27	0,24	0,255	150	0,234	0,324	0,237	0,206
55	0,231	0,269	0,246	0,255	151	0,246	0,246	0,255	0,252

Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}
56	0,216	0,279	0,229	0,276	152	0,26	0,22	0,28	0,24
57	0,235	0,271	0,243	0,25	153	0,239	0,258	0,261	0,242
58	0,217	0,274	0,234	0,274	154	0,254	0,228	0,251	0,267
59	0,257	0,267	0,238	0,238	155	0,291	0,212	0,278	0,219
60	0,234	0,264	0,244	0,257	156	0,233	0,278	0,235	0,255
61	0,235	0,266	0,243	0,256	157	0,256	0,244	0,249	0,25
62	0,237	0,267	0,242	0,254	158	0,257	0,247	0,249	0,247
63	0,236	0,266	0,243	0,256	159	0,236	0,266	0,242	0,256
64	0,238	0,269	0,241	0,252	160	0,236	0,266	0,242	0,256
65	0,265	0,215	0,265	0,254	161	0,263	0,272	0,266	0,199
66	0,233	0,26	0,253	0,254	162	0,248	0,215	0,3	0,237
67	0,272	0,213	0,253	0,262	163	0,247	0,216	0,3	0,238
68	0,236	0,225	0,248	0,292	164	0,247	0,215	0,3	0,237
69	0,227	0,269	0,248	0,256	165	0,25	0,234	0,275	0,241
70	0,235	0,249	0,275	0,241	166	0,227	0,271	0,243	0,259
71	0,232	0,262	0,246	0,259	167	0,247	0,234	0,285	0,235
72	0,233	0,263	0,246	0,259	168	0,247	0,236	0,257	0,259
73	0,262	0,225	0,256	0,257	169	0,254	0,279	0,258	0,21
74	0,272	0,218	0,247	0,263	170	0,232	0,275	0,238	0,256
75	0,265	0,23	0,251	0,255	171	0,223	0,275	0,234	0,268
76	0,261	0,316	0,231	0,192	172	0,276	0,218	0,256	0,25
77	0,29	0,232	0,244	0,235	173	0,291	0,289	0,264	0,155
78	0,242	0,25	0,249	0,259	174	0,269	0,2	0,252	0,279
79	0,242	0,252	0,25	0,256	175	0,251	0,223	0,281	0,245
80	0,238	0,277	0,235	0,25	176	0,258	0,259	0,277	0,206
81	0,269	0,198	0,258	0,275	177	0,238	0,255	0,259	0,248
82	0,249	0,223	0,255	0,274	178	0,248	0,286	0,265	0,201
83	0,188	0,256	0,207	0,349	179	0,227	0,272	0,244	0,257
84	0,261	0,233	0,261	0,245	180	0,255	0,256	0,275	0,214
85	0,233	0,275	0,237	0,255	181	0,246	0,224	0,276	0,254
86	0,236	0,27	0,242	0,252	182	0,257	0,271	0,24	0,231
87	0,228	0,268	0,242	0,261	183	0,234	0,269	0,242	0,256
88	0,261	0,23	0,258	0,251	184	0,259	0,232	0,262	0,247
89	0,24	0,267	0,252	0,242	185	0,253	0,364	0,214	0,169
90	0,233	0,269	0,242	0,255	186	0,232	0,277	0,235	0,255
91	0,275	0,22	0,289	0,216	187	0,257	0,208	0,279	0,256
92	0,235	0,278	0,234	0,253	188	0,277	0,336	0,234	0,154
93	0,245	0,275	0,236	0,244	189	0,235	0,267	0,242	0,256
94	0,212	0,263	0,236	0,289	190	0,227	0,274	0,24	0,258
95	0,286	0,266	0,287	0,161	191	0,22	0,275	0,243	0,262
96	0,278	0,264	0,287	0,171					

Lampiran 14 Derajat Keanggotaan Baru pada Inisiasi 5 Cluster

Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	μ_{i5}	Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	μ_{i5}
1	0,102	0,332	0,258	0,166	0,142	97	0,221	0,179	0,164	0,205	0,231
2	0,218	0,19	0,193	0,199	0,2	98	0,2	0,19	0,183	0,224	0,203
3	0,188	0,19	0,197	0,221	0,204	99	0,202	0,194	0,182	0,217	0,205
4	0,189	0,177	0,175	0,245	0,214	100	0,151	0,222	0,195	0,222	0,209
5	0,218	0,19	0,193	0,199	0,2	101	0,232	0,175	0,181	0,2	0,212
6	0,122	0,273	0,228	0,201	0,177	102	0,246	0,185	0,139	0,208	0,222
7	0,112	0,317	0,25	0,171	0,149	103	0,232	0,175	0,174	0,202	0,217
8	0,129	0,258	0,217	0,209	0,186	104	0,22	0,164	0,23	0,193	0,193
9	0,224	0,178	0,168	0,208	0,223	105	0,2	0,173	0,158	0,247	0,222
10	0,21	0,159	0,138	0,23	0,263	106	0,221	0,181	0,163	0,211	0,223
11	0,19	0,203	0,201	0,195	0,21	107	0,107	0,323	0,25	0,172	0,149
12	0,206	0,191	0,2	0,196	0,207	108	0,221	0,181	0,163	0,211	0,223
13	0,206	0,189	0,199	0,199	0,208	109	0,195	0,195	0,167	0,207	0,236
14	0,201	0,184	0,197	0,201	0,217	110	0,243	0,171	0,245	0,17	0,171
15	0,211	0,188	0,19	0,209	0,202	111	0,202	0,198	0,196	0,192	0,211
16	0,211	0,188	0,191	0,21	0,201	112	0,104	0,318	0,252	0,177	0,15
17	0,21	0,188	0,191	0,21	0,2	113	0,202	0,19	0,219	0,19	0,199
18	0,198	0,163	0,147	0,237	0,255	114	0,203	0,19	0,22	0,189	0,198
19	0,197	0,165	0,154	0,237	0,246	115	0,246	0,156	0,136	0,219	0,243
20	0,208	0,181	0,157	0,223	0,231	116	0,214	0,161	0,189	0,208	0,229
21	0,21	0,182	0,179	0,22	0,209	117	0,253	0,172	0,13	0,219	0,226
22	0,157	0,22	0,227	0,195	0,202	118	0,159	0,209	0,195	0,209	0,228
23	0,199	0,194	0,208	0,183	0,216	119	0,144	0,232	0,198	0,222	0,204
24	0,125	0,264	0,239	0,199	0,173	120	0,21	0,195	0,225	0,172	0,197
25	0,199	0,194	0,208	0,183	0,215	121	0,133	0,249	0,217	0,209	0,192
26	0,231	0,166	0,237	0,184	0,181	122	0,244	0,176	0,156	0,204	0,221
27	0,203	0,198	0,195	0,214	0,19	123	0,21	0,185	0,306	0,154	0,145
28	0,224	0,178	0,169	0,208	0,221	124	0,131	0,253	0,242	0,193	0,181
29	0,217	0,184	0,164	0,214	0,221	125	0,235	0,172	0,168	0,203	0,221
30	0,22	0,159	0,139	0,223	0,259	126	0,256	0,171	0,133	0,222	0,218
31	0,204	0,191	0,176	0,219	0,21	127	0,219	0,182	0,165	0,212	0,222
32	0,222	0,179	0,168	0,209	0,222	128	0,232	0,171	0,177	0,198	0,221
33	0,196	0,194	0,213	0,195	0,203	129	0,228	0,175	0,174	0,203	0,22
34	0,223	0,177	0,156	0,216	0,228	130	0,228	0,175	0,145	0,239	0,212
35	0,222	0,18	0,169	0,21	0,22	131	0,217	0,182	0,168	0,211	0,221
36	0,206	0,19	0,181	0,216	0,208	132	0,229	0,175	0,162	0,208	0,225
37	0,207	0,191	0,184	0,214	0,204	133	0,234	0,174	0,173	0,202	0,218
38	0,217	0,196	0,164	0,206	0,218	134	0,193	0,175	0,176	0,218	0,238
39	0,217	0,191	0,164	0,204	0,223	135	0,22	0,183	0,162	0,212	0,223
40	0,201	0,191	0,19	0,202	0,217	136	0,229	0,176	0,171	0,205	0,22

Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	μ_{i5}	Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	μ_{i5}
41	0,221	0,179	0,171	0,209	0,219	137	0,193	0,175	0,176	0,218	0,238
42	0,181	0,2	0,239	0,192	0,189	138	0,212	0,188	0,199	0,199	0,202
43	0,226	0,177	0,167	0,207	0,223	139	0,273	0,176	0,158	0,184	0,209
44	0,163	0,209	0,179	0,226	0,223	140	0,21	0,19	0,197	0,198	0,205
45	0,221	0,181	0,165	0,211	0,222	141	0,217	0,184	0,165	0,214	0,22
46	0,228	0,176	0,162	0,209	0,225	142	0,2	0,164	0,151	0,236	0,249
47	0,109	0,318	0,263	0,166	0,144	143	0,211	0,198	0,278	0,163	0,15
48	0,193	0,194	0,222	0,194	0,197	144	0,21	0,194	0,187	0,182	0,227
49	0,249	0,17	0,13	0,226	0,225	145	0,249	0,187	0,172	0,186	0,206
50	0,224	0,178	0,159	0,213	0,226	146	0,21	0,204	0,268	0,165	0,153
51	0,204	0,181	0,168	0,217	0,23	147	0,241	0,163	0,142	0,244	0,21
52	0,201	0,174	0,156	0,252	0,217	148	0,226	0,172	0,299	0,155	0,148
53	0,259	0,175	0,135	0,21	0,221	149	0,198	0,226	0,24	0,174	0,161
54	0,221	0,181	0,166	0,211	0,222	150	0,125	0,26	0,233	0,198	0,184
55	0,161	0,211	0,181	0,225	0,222	151	0,217	0,196	0,164	0,205	0,217
56	0,139	0,239	0,208	0,214	0,2	152	0,213	0,188	0,196	0,198	0,205
57	0,19	0,188	0,166	0,222	0,234	153	0,217	0,195	0,168	0,208	0,213
58	0,134	0,248	0,208	0,214	0,196	154	0,199	0,196	0,185	0,22	0,201
59	0,231	0,165	0,286	0,163	0,154	155	0,189	0,185	0,191	0,204	0,23
60	0,218	0,184	0,162	0,213	0,223	156	0,223	0,178	0,17	0,208	0,221
61	0,22	0,182	0,163	0,212	0,223	157	0,2	0,196	0,19	0,22	0,194
62	0,224	0,179	0,164	0,21	0,223	158	0,201	0,197	0,194	0,216	0,192
63	0,221	0,181	0,163	0,212	0,223	159	0,221	0,181	0,163	0,211	0,223
64	0,227	0,177	0,165	0,208	0,223	160	0,221	0,181	0,163	0,211	0,223
65	0,191	0,168	0,163	0,231	0,247	161	0,198	0,194	0,171	0,194	0,243
66	0,217	0,192	0,165	0,214	0,212	162	0,222	0,192	0,169	0,208	0,209
67	0,188	0,171	0,168	0,231	0,241	163	0,224	0,187	0,168	0,21	0,211
68	0,203	0,173	0,15	0,247	0,227	164	0,223	0,191	0,169	0,209	0,209
69	0,211	0,201	0,173	0,211	0,204	165	0,214	0,197	0,193	0,215	0,181
70	0,226	0,182	0,175	0,221	0,196	166	0,212	0,192	0,167	0,215	0,214
71	0,215	0,189	0,163	0,215	0,219	167	0,2	0,223	0,192	0,187	0,198
72	0,216	0,186	0,162	0,215	0,221	168	0,23	0,185	0,145	0,228	0,212
73	0,227	0,177	0,16	0,207	0,23	169	0,171	0,204	0,176	0,208	0,241
74	0,208	0,174	0,155	0,247	0,216	170	0,22	0,18	0,166	0,211	0,222
75	0,196	0,17	0,158	0,246	0,23	171	0,163	0,209	0,189	0,222	0,217
76	0,203	0,188	0,204	0,183	0,222	172	0,216	0,169	0,144	0,252	0,219
77	0,186	0,186	0,192	0,231	0,205	173	0,221	0,187	0,201	0,175	0,216
78	0,216	0,19	0,165	0,208	0,222	174	0,254	0,156	0,15	0,231	0,209
79	0,216	0,191	0,164	0,208	0,22	175	0,272	0,182	0,177	0,177	0,192
80	0,231	0,174	0,171	0,204	0,22	176	0,218	0,201	0,184	0,184	0,214
81	0,231	0,16	0,156	0,204	0,249	177	0,184	0,199	0,171	0,228	0,218
82	0,236	0,169	0,175	0,228	0,191	178	0,132	0,251	0,243	0,193	0,181

Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	μ_{i5}	Data	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}	μ_{i5}
83	0,109	0,322	0,251	0,17	0,149	179	0,211	0,196	0,169	0,213	0,211
84	0,238	0,177	0,138	0,228	0,219	180	0,215	0,192	0,217	0,187	0,189
85	0,222	0,179	0,165	0,209	0,224	181	0,211	0,193	0,184	0,204	0,208
86	0,224	0,177	0,159	0,211	0,228	182	0,239	0,167	0,268	0,164	0,161
87	0,212	0,193	0,17	0,207	0,217	183	0,221	0,181	0,162	0,212	0,224
88	0,231	0,177	0,14	0,233	0,219	184	0,248	0,183	0,144	0,214	0,211
89	0,201	0,185	0,16	0,217	0,236	185	0,208	0,183	0,188	0,21	0,211
90	0,194	0,185	0,167	0,224	0,229	186	0,222	0,179	0,169	0,209	0,221
91	0,19	0,207	0,204	0,188	0,211	187	0,286	0,17	0,143	0,192	0,209
92	0,227	0,176	0,17	0,205	0,222	188	0,213	0,182	0,188	0,191	0,226
93	0,24	0,173	0,181	0,196	0,21	189	0,221	0,181	0,163	0,212	0,223
94	0,107	0,31	0,247	0,181	0,156	190	0,213	0,19	0,168	0,213	0,216
95	0,174	0,213	0,217	0,185	0,212	191	0,111	0,297	0,253	0,182	0,157
96	0,179	0,206	0,239	0,183	0,193						

Lampiran 15 Syntax Code Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering

```

import numpy as np
import pandas as pd

# Fungsi untuk menghitung matriks kovarian
def calculate_covariance(U, X, V, w, c):
    m = X.shape[1]
    F = np.zeros((c, m, m)) # Matriks kovarian
    for k in range(c):
        diff = X - V[k] # Selisih antara data dan pusat cluster
        weighted_diff = (U[:, k] ** w)[:, np.newaxis] * diff # Bobot berdasarkan
        keanggotaan
        F[k] = np.dot(weighted_diff.T, diff) / np.sum(U[:, k] ** w) # Matriks kovarian
    return F

# Fungsi untuk FGKC
def FGKC(X, c, w=3, max_iter=1000, epsilon=0.001):
    n, m = X.shape # n: jumlah data, m: jumlah variabel
    np.random.seed(0)

    # Inisialisasi matriks partisi awal U
    U = np.random.rand(n, c)
    U = U / np.sum(U, axis=1, keepdims=True)

    # Inisialisasi pusat cluster dan matriks kovarian
    V = np.zeros((c, m))
    F = np.array([np.eye(m) for _ in range(c)])

    # Penyimpanan hasil untuk setiap iterasi
    results = []

```

```

# Simpan matriks partisi awal
results.append({
    'Iterasi': 0, # Iterasi awal
    'Pusat_Cluster': V.tolist(),
    'Matriks_Partisi': U.tolist(),
    'Matriks_Kovarian': [f.tolist() for f in F],
    'Jarak': None,
    'Delta_U': None
})

# Iterasi
for t in range(1, max_iter + 1):
    # Simpan U sebelumnya untuk pengecekan konvergensi
    U_prev = U.copy()

    # Hitung pusat cluster
    for k in range(c):
        V[k] = np.dot(U[:, k] ** w, X) / np.sum(U[:, k] ** w)

    # Hitung matriks kovarian
    F = calculate_covariance(U, X, V, w, c)

    # Hitung jarak D_ik untuk setiap data dan cluster
    D = np.zeros((n, c))
    for k in range(c):
        diff = X - V[k]
        F_inv = np.linalg.inv(F[k] + np.eye(m) * 1e-6) # Tambahkan matriks identitas
        # untuk menghindari singularitas
        det_F = np.linalg.det(F[k]) ** (1 / m) # Determinan pangkat 1/m sebagai faktor
        # skala
        scaled_F_inv = det_F * F_inv # Skalikan invers matriks kovarian dengan
        # determinan pangkat 1/m

        # Hitung jarak menggunakan matriks yang sudah diskalakan
        for i in range(n):
            D[i, k] = np.sqrt(np.dot(diff[i].T, np.dot(scaled_F_inv, diff[i])))

    # Simpan hasil iterasi (sebelum update U)
    results.append({
        'Iterasi': t,
        'Pusat_Cluster': V.tolist(),
        'Matriks_Kovarian': [f.tolist() for f in F],
        'Jarak': D.tolist(),
        'Matriks_Partisi': None, # Partisi belum diperbarui
        'Delta_U': None # Delta U akan dihitung setelah update U
    })

# Update U (derajat keanggotaan)

```

```

for i in range(n):
    for k in range(c):
        denominator = sum((D[i, k] / D[i, j]) ** (2 / (w - 1)) for j in range(c))
        U[i, k] = 1 / denominator

# Simpan matriks partisi yang diperbarui dan Delta U
results[-1]['Matriks_Partisi'] = U.tolist() # Update matriks partisi
results[-1]['Delta_U'] = np.max(np.abs(U - U_prev)) # Hitung Delta U

# Cek konvergensi
if np.max(np.abs(U - U_prev)) < epsilon:
    print(f"Konvergensi tercapai pada iterasi {t}")
    break

# Return hasil clustering dan semua hasil iterasi
labels = np.argmax(U, axis=1) # Ambil cluster dengan nilai keanggotaan terbesar
return labels, U, V, F, results

# Contoh penggunaan dengan data yang ada
file_path = r'D:\NANUL\CODINGAN\datapree_tanpapajak.xlsx' # Ganti path dengan
data yang distandardisasi

# Membaca data yang sudah distandardisasi
df = pd.read_excel(file_path)

# Konversi ke numpy array untuk clustering
X = df.values

# Menjalankan FGKC dengan parameter sesuai permintaan
labels, U, V, F, results = FGKC(X, c=5, w=3, max_iter=1000, epsilon=0.001)

# Simpan hasil ke Excel
output_path = r'D:\NANUL\CODINGAN\hasilclusteringFGKC5fiks.xlsx'

with pd.ExcelWriter(output_path) as writer:
    # Sheet pertama: Data dengan cluster
    df['Cluster'] = labels + 1 # Tambahkan 1 agar cluster dimulai dari 1, bukan 0
    df.to_excel(writer, sheet_name='Hasil_Clustering', index=False)

    # Sheet kedua: Matriks partisi awal
    pd.DataFrame(results[0]['Matriks_Partisi']).to_excel(writer,
sheet_name='Matriks_Partisi_Awal', index=False)

    # Simpan hasil dari setiap iterasi
    for result in results[1:]:
        iter_index = result['Iterasi']
        pd.DataFrame(result['Pusat_Cluster']).to_excel(writer,
sheet_name=f'Iter_{iter_index}_Pusat_Cluster', index=False)

```

```

pd.DataFrame(result['Matriks_Kovarian']).to_excel(writer,
sheet_name=f'Iter_{iter_index}_Matriks_Kovarian', index=False)
pd.DataFrame(result['Jarak']).to_excel(writer,
sheet_name=f'Iter_{iter_index}_Jarak', index=False)
pd.DataFrame(result['Matriks_Partisi']).to_excel(writer,
sheet_name=f'Iter_{iter_index}_Matriks_Partisi', index=False)
pd.DataFrame({'Delta_U': [result['Delta_U']]}).to_excel(writer,
sheet_name=f'Iter_{iter_index}_Delta_U', index=False)

print(f"Hasil clustering disimpan di: {output_path}")

```

Lampiran 16 Syntax Code Sillhoutte Score

```

import matplotlib.pyplot as plt
import pandas as pd
from sklearn.metrics import silhouette_samples, silhouette_score

# Memuat data clustering dari file Excel
file_path = r'D:\NANUL\CODINGAN\data_untuk_evaluasiw2.xlsx'
xls = pd.ExcelFile(file_path)

# Memuat data untuk tiap jumlah cluster (2, 3, 4, dan 5 cluster)
cluster_2 = pd.read_excel(xls, sheet_name='Cluster_2')
cluster_3 = pd.read_excel(xls, sheet_name='Cluster_3')
cluster_4 = pd.read_excel(xls, sheet_name='Cluster_4')
cluster_5 = pd.read_excel(xls, sheet_name='Cluster_5')

# Membersihkan nama kolom dari spasi ekstra
cluster_2.columns = cluster_2.columns.str.strip()
cluster_3.columns = cluster_3.columns.str.strip()
cluster_4.columns = cluster_4.columns.str.strip()
cluster_5.columns = cluster_5.columns.str.strip()

# Menyiapkan data untuk analisis silhouette
X_2 = cluster_2[['Luas Tanah', 'Luas Bangunan', 'Harga Tanah', 'Harga Bangunan',
'NJOP', 'NPOP']]
labels_2 = cluster_2['Cluster']

X_3 = cluster_3[['Luas Tanah', 'Luas Bangunan', 'Harga Tanah', 'Harga Bangunan',
'NJOP', 'NPOP']]
labels_3 = cluster_3['Cluster']

X_4 = cluster_4[['Luas Tanah', 'Luas Bangunan', 'Harga Tanah', 'Harga Bangunan',
'NJOP', 'NPOP']]
labels_4 = cluster_4['Cluster']

X_5 = cluster_5[['Luas Tanah', 'Luas Bangunan', 'Harga Tanah', 'Harga Bangunan',
'NJOP', 'NPOP']]
labels_5 = cluster_5['Cluster']

```

```

# Menghitung Silhouette Score untuk masing-masing jumlah cluster
silhouette_2 = silhouette_score(X_2, labels_2)
silhouette_3 = silhouette_score(X_3, labels_3)
silhouette_4 = silhouette_score(X_4, labels_4)
silhouette_5 = silhouette_score(X_5, labels_5)

# Menyimpan nilai silhouette ke dalam daftar
silhouette_scores = [silhouette_2, silhouette_3, silhouette_4, silhouette_5]
clusters = [2, 3, 4, 5]

# Membuat DataFrame untuk disimpan ke dalam file Excel
df_silhouette = pd.DataFrame({
    'Jumlah Cluster': clusters,
    'Nilai Silhouette': silhouette_scores
})

# Menyimpan hasil Silhouette Score ke dalam file Excel
df_silhouette.to_excel(r'D:\NANUL\CODINGAN\nilai_silhouette_clustersw2.xlsx',
index=False)

# Membuat grafik bar (bar chart) untuk visualisasi
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.bar(clusters, silhouette_scores, color=['#5e3c99', '#1f78b4', '#33a02c', '#b2df8a'])

# Menambahkan label dan judul
plt.xlabel('Jumlah Cluster')
plt.ylabel('Nilai Silhouette')
plt.title('Nilai Silhouette untuk Berbagai Jumlah Cluster')

# Menyimpan grafik ke dalam file gambar
plt.savefig('visualisasi_nilai_silhouette.png')

# Menampilkan grafik
plt.show()

print("Nilai Silhouette disimpan ke file 'nilai_silhouette_clusters.xlsx'")
print("Visualisasi disimpan ke file 'visualisasi_nilai_silhouette.png'")

```

Lampiran 17 *Syntax Code Davies Bouldin-Index*

```

import matplotlib.pyplot as plt
import pandas as pd
from sklearn.metrics import davies_bouldin_score

# Memuat data clustering dari file Excel
file_path = r'D:\NANUL\CODINGAN\data_untuk_evaluasiw2.xlsx'
xls = pd.ExcelFile(file_path)

```

```

# Memuat data untuk tiap jumlah cluster (2, 3, 4, dan 5 cluster)
cluster_2 = pd.read_excel(xls, sheet_name='Cluster_2')
cluster_3 = pd.read_excel(xls, sheet_name='Cluster_3')
cluster_4 = pd.read_excel(xls, sheet_name='Cluster_4')
cluster_5 = pd.read_excel(xls, sheet_name='Cluster_5')

# Membersihkan nama kolom dari spasi ekstra
cluster_2.columns = cluster_2.columns.str.strip()
cluster_3.columns = cluster_3.columns.str.strip()
cluster_4.columns = cluster_4.columns.str.strip()
cluster_5.columns = cluster_5.columns.str.strip()

# Menyiapkan data untuk analisis Davies-Bouldin Index
X_2 = cluster_2[['Luas Tanah', 'Luas Bangunan', 'Harga Tanah', 'Harga Bangunan',
'NJOP', 'NPOP']]
labels_2 = cluster_2['Cluster']

X_3 = cluster_3[['Luas Tanah', 'Luas Bangunan', 'Harga Tanah', 'Harga Bangunan',
'NJOP', 'NPOP']]
labels_3 = cluster_3['Cluster']

X_4 = cluster_4[['Luas Tanah', 'Luas Bangunan', 'Harga Tanah', 'Harga Bangunan',
'NJOP', 'NPOP']]
labels_4 = cluster_4['Cluster']

X_5 = cluster_5[['Luas Tanah', 'Luas Bangunan', 'Harga Tanah', 'Harga Bangunan',
'NJOP', 'NPOP']]
labels_5 = cluster_5['Cluster']

# Menghitung Davies-Bouldin Index untuk masing-masing jumlah cluster
dbi_2 = davies_bouldin_score(X_2, labels_2)
dbi_3 = davies_bouldin_score(X_3, labels_3)
dbi_4 = davies_bouldin_score(X_4, labels_4)
dbi_5 = davies_bouldin_score(X_5, labels_5)

# Menyimpan nilai Davies-Bouldin Index ke dalam daftar
davies_bouldin_scores = [dbi_2, dbi_3, dbi_4, dbi_5]
clusters = [2, 3, 4, 5]

# Membuat DataFrame untuk disimpan ke dalam file Excel
df_davies_bouldin = pd.DataFrame({
    'Jumlah Cluster': clusters,
    'Davies-Bouldin Index': davies_bouldin_scores
})

# Menyimpan hasil Davies-Bouldin Index ke dalam file Excel
df_davies_bouldin.to_excel(r'D:\NANUL\CODINGAN\davies_bouldin_scoresw2.xlsx'
, index=False)

```

```

# Membuat grafik bar (bar chart) untuk visualisasi
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.bar(clusters, davies_bouldin_scores, color=['#5e3c99', '#1f78b4', '#33a02c',
'#b2df8a'])

# Menambahkan label dan judul
plt.xlabel('Jumlah Cluster')
plt.ylabel('Davies-Bouldin Index')
plt.title('Davies-Bouldin Index untuk Berbagai Jumlah Cluster')

# Menyimpan grafik ke dalam file gambar
plt.savefig('visualisasi_davies_bouldin.png')

# Menampilkan grafik
plt.show()

print("Nilai Davies-Bouldin disimpan ke file 'davies_bouldin_scores_clusters.xlsx'")
print("Visualisasi disimpan ke file 'visualisasi_davies_bouldin.png'")

```

Lampiran 18 *Syntax Code* Analisis Karakteristik Data

```

import pandas as pd

# Pastikan path ke file Excel sudah benar
file_path = r'D:\NANUL\CODINGAN\data_untuk_statistik2.xlsx' # Path sudah
diperbaiki

# Membaca data dari file Excel
data_df = pd.read_excel(file_path)

# Fungsi untuk menghitung statistik deskriptif yang diperlukan
def statistik_deskriptif(cluster_data):
    return cluster_data.agg(['mean', 'median', 'std', 'min', 'max'])

# Menyimpan hasil statistik deskriptif ke dalam file Excel dengan sheet terpisah untuk
setiap cluster
with pd.ExcelWriter(r'D:\NANUL\CODINGAN\statistik2cluster.xlsx') as writer: #
Ubah nama file jika diperlukan
    for cluster in data_df['Cluster'].unique():
        # Memfilter data berdasarkan cluster
        cluster_data = data_df[data_df['Cluster'] == cluster]
        # Menghapus kolom "Cluster" karena tidak diperlukan dalam analisis statistik
        cluster_stats = statistik_deskriptif(cluster_data.drop(columns=['Cluster']))
        # Menyimpan hasil statistik deskriptif untuk cluster ke dalam sheet Excel terpisah
        cluster_stats.to_excel(writer, sheet_name=f'Cluster_{cluster}')
    print("Statistik deskriptif berhasil disimpan dalam file Excel.")

```


RIWAYAT HIDUP



Iftanul Ibnu Rochman, lahir di Jakarta pada 10 Mei 2002. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dari Bapak Rumani dan Ibu Suparti. Selama masa pendidikan, penulis menempuh pendidikan mulai dari pendidikan dasar di SDIT Nurrohman Slogohimo yang lulus pada tahun 2014. Selanjutnya penulis menempuh pendidikan menengah pertama di MTS Al-Fatah Maos Cilacap dan lulus pada tahun 2017, kemudian melanjutkan pendidikan jenjang menengah atas di MA Al-Fatah Maos Cilacap tahun 2020. Setelah lulus dari jenjang menengah atas, pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan sebagai mahasiswa program studi Matematika di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Selama menempuh pendidikan tinggi, penulis turut berkontribusi aktif dalam organisasi internal kampus sebagai wakil ketua Dema-F. Di luar kampus, Penulis juga berkontribusi aktif dalam organisasi Pergerakan Mahasiswa Islam Indonesia..



**KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. Gajayana No.50 Dinoyo Malang Telp. / Fax. (0341)558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Iftanul Ibnu Rochman
NIM : 200601110101
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Matematika
Judul Skripsi : Penerapan Metode *Fuzzy Gustafson-Kessel Clustering*
dalam Pengelompokkan Data pada Optimalisasi
Penerimaan Pajak BPHTB Kabupaten Malang
Pembimbing I : Evawati Alisah, M.Pd.
Pembimbing II : Dr. Fachrur Rozi, M.Si.

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	11 Juni 2024	Konsultasi Bab I, II, dan III	1.
2.	14 Juli 2024	Konsultasi Revisi Bab I, II, dan III	2.
3.	9 Juli 2024	Konsultasi Kajian Agama	3.
4.	11 Juli 2024	Konsultasi Revisi Kajian Agama	4.
5.	22 Juli 2024	ACC Kajian Agama Bab I dan II	5.
6.	29 Juli 2024	ACC Bab I, II, dan III	6.
7.	16 Agustus 2024	ACC Seminar Proposal	7.
8.	10 Oktober 2024	Konsultasi Revisi Seminar Proposal	8.
9.	11 Oktober 2024	Konsultasi Bab IV	9.
10.	14 Oktober 2024	Konsultasi Bab IV dan V	10.
11.	15 Oktober 2024	Konsultasi Bab IV dan V	11.
12.	18 Oktober 2024	Konsultasi Kajian Agama Bab IV	12.
13.	4 Novermber 2024	ACC Kajian Agama Bab IV	13.
14.	11 November 2024	ACC Bab IV dan V	14.



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

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
15.	4 Desember 2024	ACC Seminar Hasil	15. <i>ef.</i>
16.	16 Desember 2024	Konsultasi Revisi Seminar Hasil	16. <i>ef.</i>
17.	9 Maret 2025	ACC Matriks Revisi Seminar Hasil	17. <i>ef.</i>
18.	16 April 2025	ACC Sidang Skripsi	18. <i>ef.</i>
19.	16 April 2025	ACC Keseluruhan	19. <i>ef.</i>

Malang, 16 April 2025

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



Dr. Elly Susanti, M.Sc.

NIP. 19741129 200012 2 005