IMPLEMENTASI METODE *X-MEANS CLUSTERING* DENGAN JARAK *MANHATTAN*
(Studi Kasus: Tingkat Pertumbuhan Ekonomi Di Indonesia)

RISKI IRWANSYAH
NIM H1091211049

SKRIPSI

PROGRAM STUDI STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

IMPLEMENTASI METODE *X-MEANS CLUSTERING* DENGAN JARAK *MANHATTAN* (Studi Kasus: Tingkat Pertumbuhan Ekonomi Di Indonesia)

RISKI IRWANSYAH
NIM H1091211049

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Statistika pada Program Studi Statistika

PROGRAM STUDI STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	:	Implementasi Metode *X-Means Clustering* Dengan Jarak *Manhattan* (Studi Kasus: Tingkat Pertumbuhan Ekonomi Di Indonesia)
Nama Mahasiswa	:	Riski Irwansyah
NIM	:	H1091211049
Jurusan/Program Studi	:	Matematika/Statistika
Tanggal Lulus	:	10 Juni 2025
SK Pembimbing	:	No.2624/UN22.8/TD.06/2024/Tanggal 2 September 2024
SK Penguji	:	No.1669/UN22.8/TD.06/2025/ Tanggal 4 Juni 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Evy Sulistianingsih, M.Sc.	Nurfitri Imro'ah, M.Si.
NIP 198502172008122006	NIP 198907182019032021

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Neva Satyahadewi, M.Sc.,CRA.,CRP,.CRMP.	Shantika Martha, M.Si.
NIP 198212042005012001	NIP 198403082008122003

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Dr. Evy Sulistianingsih, M.Sc.	Nurfitri Imro'ah, M.Si.
NIP 198502172008122006	NIP 198907182019032021

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, M.Si.
NIP. 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Riski Irwansyah
NIM	: H1091211049
Program Studi/ Jurusan	: Statistika/Matematika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 10 Juni 2025

Riski Irwansyah

NIM H1091211049

Implementasi Metode *X-Means Clustering* Dengan Jarak *Manhattan*
(Studi Kasus: Tingkat Pertumbuhan Ekonomi Di Indonesia)

Abstrak

X-Means Clustering merupakan pengembangan dari metode *K-Means* yang mampu menentukan jumlah klaster terbaik dengan menggunakan *Bayesian Information Criterion* (BIC) yang mengukur tingkat kebaikan model klaster yang terbentuk. Penelitian ini menggunakan jarak *Manhattan* karena metode ini tahan terhadap data yang memiliki *outlier*, sehingga hasil klaster menjadi lebih akurat. Penelitian ini didasari oleh ketimpangan pertumbuhan ekonomi di Indonesia karena pengembangan perekonomian yang tidak merata dan perbedaan struktur ekonomi tiap daerah. Penelitian ini dilakukan bertujuan membentuk klaster dan memberikan rekomendasi pada tiap klaster mengenai pertumbuhan ekonomi. Data yang digunakan merupakan indikator pertumbuhan ekonomi sebanyak 12 variabel yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2023. Tahapan penelitian dimulai dengan standarisasi data, menentukan jumlah klaster minimum dan maksimum, mengukur jarak antara *centroid* dan objek, memperbaiki klaster sampai konsisten, menghitung nilai *Within-Cluster Sum Of Squares* (WCSS), dan BIC, menentukan klaster terbaik, dan interpretasi klaster. Klaster terbaik yang diperoleh sebanyak 4 klaster, yaitu klaster satu pertumbuhan ekonomi maju sebanyak 2 Provinsi, klaster dua pertumbuhan ekonomi tinggi sebanyak 3 Provinsi, klaster tiga pertumbuhan ekonomi sedang sebanyak 23 Provinsi, dan klaster empat pertumbuhan ekonomi rendah sebanyak 6 Provinsi. Rekomendasi untuk klaster satu yaitu mengedepankan program *grand strategy*. Klaster dua memperkuat promosi daerah agar dapat dikenal dan membangun akses jalan dan tower telekomunikasi untuk kegiatan perekonomian. Klaster tiga berfokus kepada audit, keuangan dan integrasi lembaga. Klaster empat meningkatkan kualitas penduduk melalui Pendidikan dan pelatihan keterampilan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Kata kunci: Disparitas Ekonomi, Pengelompokan wilayah, Pembangunan Regional.

Implementation of *X-Means Clustering* Method with Manhattan Distance (Case Study: Economic Growth Rate in Indonesia)

Abstract

X-Means Clustering is a development of the K-Means method that is able to determine the best number of clusters using the Bayesian Information Criterion (BIC) which measures the level of goodness of the cluster model formed. This study uses the Manhattan distance because this method is resistant to data that has outliers, so that the cluster results are more accurate. This study is based on the inequality of economic growth in Indonesia due to uneven economic development and differences in the economic structure of each region. This study was conducted with the aim of forming clusters and providing recommendations for each cluster regarding economic growth. The data used are indicators of economic growth as many as 12 variables sourced from the Central Statistics Agency (BPS) in 2023. The research stages begin with data standardization, determining the minimum and maximum number of clusters, measuring the distance between the centroid and the object, improving the cluster until it is consistent, calculating the Within-Cluster Sum Of Squares (WCSS) value, and BIC, determining the best cluster, and cluster interpretation. The best clusters obtained were 4 clusters, namely cluster one advanced economic growth of 2 Provinces, cluster two high economic growth of 3 Provinces, cluster three moderate economic growth of 23 Provinces, and cluster four low economic growth of 6 Provinces. The recommendation for cluster one is to prioritize the grand strategy program. Cluster two strengthens regional promotion so that it can be recognized and builds road access and telecommunications towers for economic activities. Cluster three focuses on audit, finance and institutional integration. Cluster four improves the quality of the population through education and skills training to improve community welfare.

Keywords: *Economic Disparity, Regional Grouping, Regional Development.*

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang maha kasih, karena atas berkat, kasih karunia dan kuasa-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini berjudul **"Implementasi Metode *X-Means Clustering* Dengan Jarak *Manhattan* (Studi Kasus: Tingkat Pertumbuhan Ekonomi Di Indonesia)"**. Skripsi ini dibuat dengan tujuan untuk memenuhi satu diantara syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Statistika pada Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.

Dengan selesainya penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa selama proses penulisan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, arahan, serta dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan, maupun motivasi kepada penulis selama proses perkuliahan dan dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Evy Sulistianingsih, M,Sc selaku dosen pembimbing pertama yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, serta masukkan selama penulisan skripsi ini.
3. Ibu Nurfitri Imro'ah, M.Si. selaku dosen pembimbing kedua yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan selama penulisan skripsi ini.
4. Ibu Dr Yundari, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktu, memberikan saran, masukan, dan motivasi kepada penulis selama proses perkuliahan.
5. Ibu Neva Satyahadewi, M.Sc.,CRA.,CRP.,CRMP selaku dosen penguji pertama yang telah memberikan masukan dan saran kepada penulis.
6. Ibu Shantika Martha, M.Si selaku dosen penguji kedua yang telah memberikan masukan dan saran kepada penulis.
7. Teman-teman Statistika 2021 yang telah membersamai dan memberikan motivasi serta semangat selama penulisan skripsi ini.

8. Tegas Raja Priyatna yang telah membantu penulis selama proses menyelesaikan skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak bisa penulis sampaikan satu persatu atas dukungan dan bantuannya baik dari segi material maupun non material.

Semoga Tuhan Yesus Kristus membalas semua kebaikan atas segala bantuan yang diberikan dalam penulisan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan oleh penulis untuk menjadikan skripsi ini lebih baik.

Pontianak, 10 Juni 2025

Riski Irwansyah

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK iii
Abstrak iv
Abstract v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
DAFTAR SIMBOL xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Batasan Masalah 4
1.5 Tinjauan Pustaka 5
1.6 Metodologi Penelitian 6
BAB II LANDASAN TEORI 9
2.1 Analisis Multivariat 9
2.2 Analisis Klaster 9
2.3 Analisis Klaster Non Hirarki 10
BAB III ALGORITMA *X-MEANS CLUSTERING* 12
3.1 Pengertian Algoritma *X-Means Clustering* 12
3.2 Jarak *Manhattan* 12
3.3 Perhitungan *X-Means Clustering* 13
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 17
4.1 Deskripsi Data 17
4.2 Standarisasi Data 19

4.3 Penentuan Jumlah Klaster 19
4.4 Pemilihan *Centroid*..... 20
4.5 Inisiasi *K-means* 20
4.6 Pembentukan *Centroid* Baru 21
4.7 Perhitungan Nilai *Within-Cluster Sum Of Squares* (WCSS)..... 22
4.8 Perhitungan Nilai *Bayesian Information Criterion* (BIC)..... 22
4.9 Pengelompokan Objek..... 23
4.10 Interpretasi Karakteristik Klaster..... 24
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 32
5.1 Kesimpulan..... 32
5.2 Saran..... 33
DAFTAR PUSTAKA..... 34
LAMPIRAN..... 38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 *Flowchar*t Perhitungan *X-Means Clustering* 8
Gambar 4. 1 Peta Hasil Pengelompokan Provinsi Di Indonesia 31

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Variabel Penelitian 17
Tabel 4. 2 Statistik Deskriptif..... 18
Tabel 4. 3 Nilai *Centroid* Tiap Klaster..... 20
Tabel 4. 4 Pengelompokkan Provinsi di Indonesia 24
Tabel 4. 5 Karakteristik Tiap Klaster 24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Indikator Pertumbuhan Ekonomi Tahun 2023 38
Lampiran 2 Tabel Data Hasil Standarisasi 39
Lampiran 3 Inisiasi *K-Means* 40
Lampiran 4 Pembentukan *Centroid* Baru 43
Lampiran 5 Nilai *Within-Cluster Sum Of Squares* (WCSS) 43

DAFTAR SIMBOL

C	:	Banyaknya c*entroid*
p	:	Banyaknya variabel
n	:	Banyaknya observasi
K	:	Banyaknya klaster
z_{ij}	:	Nilai *Z-Score* observasi ke-*i* pada variabel ke-*j*
x_{lj}	:	Nilai data ke-*l* pada variabel ke-*j*, dengan *l*= 1,2,3, … , n dan $j = 1,2,3, \dots, p$
μ	:	Rata-rata observasi
σ	:	Standar deviasi populasi
$d(c_i, Z_l)$	:	Jarak antara *centroid* ke-*i* dengan nilai *Z-Score* ke-*l* pada
c_{ij}	:	Nilai *centroid* ke-*i* pada variabel ke-*j*, dengan $i = 1,2,3, \dots, C$ dan $j = 1,2,3, \dots, p$
C_{jk}	:	Koordinat *centroid* baru untuk variabel ke-*j* dalam klaster ke-*k*, dengan *j*= 1,2,3 … , p dan $a = 1,2,3, \dots, K$
n_k	:	Banyak observasi pada klaster ke-*k*, dengan *k*= 1,2,3, … , K
Z_{ljk}	:	Nilai *Z-Score* ke-*l* untuk variabel ke-*j* dalam klaster ke-*k*, dengan *l*= 1,2,3, … , n, $j = 1,2,3, \dots, p$, dan $k = 1,2,3, \dots, K$

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Algoritma *X-Means Clustering* merupakan algoritma yang menyempurnakan *K-Means Clustering* yang memiliki kekurangan tidak adanya indikator yang dapat dijadikan acuan untuk mengevaluasi hasil klaster guna menentukan jumlah klaster terbaik. *X-Means Clustering* menggunakan perhitungan *Bayesian Information Criterion* (BIC) secara berulang untuk mengevaluasi hasil klaster dari jumlah minimum hingga maksimum, menentukan jumlah klaster terbaik. Melalui tahapan BIC menyebabkan *X-Means Clustering* menjadi metode yang lebih efektif dalam mengelompokan data yang kompleks agar dapat menunjang proses pengambilan keputusan (Putra, Hasibuan & Marpaung, 2022). Dengan keunggulan tersebut, algoritma ini dinilai optimal dalam menyelesaikan berbagai permasalahan, termasuk permasalahan ekonomi yang ada di Indonesia. Untuk mendukung efektivitas pengelompokan, algoritma ini diterapkan bersama dengan *Manhattan Distance* sebagai ukuran jarak antar objek. *Manhattan Distance* digunakan untuk menghitung perbedaan absolut (mutlak) antara koordinat sepasang objek. Pendekatan ini dianggap sesuai karena mampu menangkap kedekatan data dalam ruang berdimensi tinggi secara linier serta lebih tangguh terhadap pengaruh data pencilan (*outlier*) dibandingkan dengan jarak *Euclidean* (Fitrayana & Saputro, 2022).

Pertumbuhan ekonomi merupakan indikator kunci dalam mengukur perkembangan suatu negara. Secara umum, pertumbuhan ekonomi adalah peningkatan kapasitas produksi barang dan jasa dalam suatu negara selama periode tertentu. Konsep ini mencakup berbagai aspek, termasuk peningkatan Produk Domestik Bruto (PDB), pendapatan per kapita, dan standar hidup masyarakat (Nurwanda & Rifai, 2018). Indikator utama seperti PDB riil, inflasi, pengangguran, dan neraca perdagangan digunakan untuk mengukur pertumbuhan ekonomi, yang mempengaruhi kesempatan kerja, daya beli masyarakat, dan daya saing suatu

negara di tingkat global. Pertumbuhan ekonomi memainkan peran penting dalam pembangunan nasional, terutama dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Peningkatan pendapatan nasional pendapatan per kapita, serta penurunan tingkat pengangguran mencerminkan kemajuan suatu negara. Manfaat nyata dari pertumbuhan ekonomi terlihat dalam peningkatan akses masyarakat terhadap pendidikan, layanan kesehatan, dan fasilitas sosial. Dengan demikian, pertumbuhan ekonomi tidak hanya memperkuat kesejahteraan tetapi juga mendukung stabilitas sosial dan ekonomi jangka panjang, menciptakan dasar yang lebih kuat untuk pengembangan masa depan (Simangunsong et al., 2023).

Dalam beberapa tahun terakhir, tren pertumbuhan ekonomi Indonesia menunjukkan fluktuasi yang signifikan. Dari tahun 2016 hingga 2019, ekonomi tumbuh stabil di sekitar 5% per tahun. Namun, pada tahun 2020, kontraksi sebesar -2,5% terjadi akibat dampak pandemi Covid-19, yang menghantam berbagai sektor dan menyebabkan peningkatan pengangguran serta penurunan daya beli masyarakat. Selain pandemi, inflasi yang tidak stabil, defisit transaksi berjalan, dan ketidakpastian global turut menjadi faktor yang memengaruhi pertumbuhan ekonomi Indonesia, menegaskan perlunya kebijakan moneter yang efektif untuk menjaga stabilitas ekonomi (Salim & Fadilla, 2021).

Keberagaman tingkat pertumbuhan ekonomi antar Provinsi di Indonesia menjadi perhatian dalam menganalisis perkembangan nasional. Disparitas ekonomi terjadi karena ketimpangan pembangunan industri, distribusi investasi yang tidak merata, dan perbedaan mobilitas faktor produksi. Provinsi dengan konsentrasi ekonomi tinggi, seperti Jawa, mengalami pertumbuhan lebih pesat dibandingkan wilayah lain. Sumber daya alam, infrastruktur, dan kualitas sumber daya manusia adalah faktor penting yang memengaruhi pertumbuhan di daerah. Selain itu, kebijakan pemerintah pusat dan daerah serta iklim investasi juga memengaruhi disparitas antar Provinsi, yang perlu diatasi untuk mencapai pertumbuhan ekonomi yang lebih merata (Djadjuli, 2018).

Kesenjangan pertumbuhan ekonomi di Indonesia juga dipengaruhi oleh perbedaan pembangunan antara Kawasan Barat dan Timur Indonesia. Sebagian besar aktivitas ekonomi terkonsentrasi di Pulau Jawa, terutama di Jakarta dan

sekitarnya, yang mendominasi kontribusi terhadap PDB nasional (Simanjuntak et al., 2024). Pemerintah membuat kebijakan pemerataan perekonomian untuk menyikapi ketimpangan ekonomi yang terjadi hingga saat ini. KPE memiliki tiga pilar yang bersinergi membentuk peningkatan perekonomian yang terdiri dari kebijakan-kebijakan yang berorientasi kepada Sumber Daya Manusia (SDM), sektor, dan aspek penunjang. Pada pilar pertama yaitu penguatan sektor-sektor potensial seperti sektor pertanian, perkebunan, kehutanan, dan kelautan. Fokus dari pilar ini yaitu meningkatkan produktivitas dan kualitas produk yang dihasilkan untuk dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Pilar kedua berhubungan dengan aspek-aspek penunjang yang dapat memaksimalkan potensi yang ada di tiap sektor tersebut melalui peningkatan pemasukan dari sektor pajak, penggunaan teknologi penunjang dan mengembangkan pasar ritel sebagai akses distribusi didalam kegiatan perekonomian. Pilar yang terakhir yaitu Sumber Daya Manusia, diperlukan SDM unggul untuk dapat menggerakkan komponen-komponen tersebut agar fasilitas dan potensi tiap sektor dapat dimaksimalkan (Finaka, 2017).

Perumusan kebijakan yang tepat bukanlah hal yang mudah, mengingat kompleksitas kondisi Indonesia yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti potensi, kebutuhan, kelebihan, dan kekurangan yang berbeda di setiap wilayah. Untuk merumuskan kebijakan yang berorientasi kepada pengembangan pilar-pilar tersebut secara bersesuaian dapat menggunakan pendekatan Algoritma *X-Means Clustering*. Pendekatan Algoritma ini memiliki kelebihan untuk dapat mengelompokkan wilayah berdasarkan kemiripan yang sama antar anggota klaster dan juga terdapat tolok ukur kebaikan terhadap model klaster yang terbentuk, sehingga dapat diperoleh klaster dengan pengelompokan terbaik (Rohendi et al., 2023).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil klasterisasi Provinsi di Indonesia berdasarkan tingkat pertumbuhan ekonomi menggunakan analisis *X-Means Clustering* dengan jarak *Manhattan*.

2. Bagaimana rekomendasi kebijakan yang dapat dilakukan oleh pemerintah Indonesia dalam upaya pemerataan pertumbuhan ekonomi berdasarkan hasil analisis *X-Means Clustering*.

1.3 Tujuan Penelitian

Sejalan dengan rumusan masalah yang telah dipaparkan, tujuan utama penelitian ini adalah sebagai beriku:

1. Membentuk klasterisasi Provinsi di Indonesia berdasarkan tingkat pertumbuhan ekonomi menggunakan analisis *X-Means Clustering* dengan jarak *Manhattan*.
2. Memberikan rekomendasi kebijakan yang dapat dilakukan oleh pemerintah Indonesia dalam upaya pemerataan pertumbuhan ekonomi berdasarkan hasil analisis *X-Means Clustering*.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menjaga agar permasalahan tetap terfokus dan tidak meluas, diperlukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data indikator tingkat pertumbuhan ekonomi yang diperoleh dari laporan Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2023. Indikator yang dimaksud meliputi tigkat pertumbuhan ekonomi, yaitu Pertumbuhan Ekonomi, Produk Domestik Regional Bruto, Realisasi Investasi Penanaman Modal Luar Negeri, Realisasi Investasi Penanaman Modal Dalam Negeri, Tingkat Pengangguran Terbuka, Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja, Gini Ratio, Persentase Penduduk Miskin, Indeks Pembangunan Manusia, Rata-rata Lama Sekolah, Harapan Lama Sekolah, dan Umur Harapan Hidup Saat Lahir untuk setiap Provinsi di Indonesia pada tahun 2023.
2. Jumlah Provinsi yang digunakan sebanyak 34 Provinsi, tidak termasuk Provinsi-Provinsi baru hasil dari pemekaran Provinsi Papua dan Papua Barat.

1.5 Tinjauan Pustaka

Penelitian oleh Ningsih dan Wijayanto (2023) mengkaji penerapan metode klaster dalam menganalisis pertumbuhan ekonomi di 34 Provinsi Indonesia pada tahun 2022. Mereka membandingkan beberapa metode klaster, termasuk *K-Means, K-Medoids, Fuzzy C-Means,* dan *Hierarki*, untuk menentukan metode yang paling efektif dalam mengelompokkan wilayah berdasarkan indikator ekonomi. Hasil menunjukkan bahwa metode *Hierarki Ward* dengan dua klaster memberikan hasil terbaik, dengan klaster pertama mencakup 28 Provinsi berkarakteristik ekonomi tinggi tetapi dengan tingkat pengangguran yang tinggi, dan klaster kedua terdiri dari 6 Provinsi dengan pertumbuhan ekonomi rendah dan tingkat kemiskinan yang lebih tinggi. Penelitian ini menunjukkan bahwa analisis klasterisasi dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai pola pertumbuhan ekonomi di Indonesia yang berbeda antar Provinsi.

Penelitian oleh Kartini dan Fakhriyana (2024) menggunakan metode clustering *K-Means*, *K-Medoids*, dan *X-Means Clustering* untuk memetakan daerah rawan bencana di Kabupaten Bojonegoro berdasarkan data kejadian bencana tahun 2022, termasuk banjir, cuaca ekstrem, kebakaran hutan, kekeringan, dan tanah longsor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *X-Means Clustering* dengan nilai *Davies Bouldin Index* (DBI) 0,955 adalah yang terbaik, menghasilkan empat klaster. Klaster 2 (Kecamatan Bojonegoro) merupakan wilayah dengan kerawanan tertinggi, menghadapi ancaman banjir, cuaca ekstrem, dan tanah longsor. Klaster 3 (Kecamatan Kedungadem dan Temayang) rawan kebakaran hutan dan kekeringan. Klaster 1, yang mencakup tujuh kecamatan, menghadapi risiko sedang, sementara Klaster 0 yang terdiri dari 18 kecamatan memiliki kerawanan terendah. Penelitian ini memberikan peta visual daerah rawan bencana untuk mendukung upaya mitigasi dan perencanaan strategis dalam mengurangi dampak bencana.

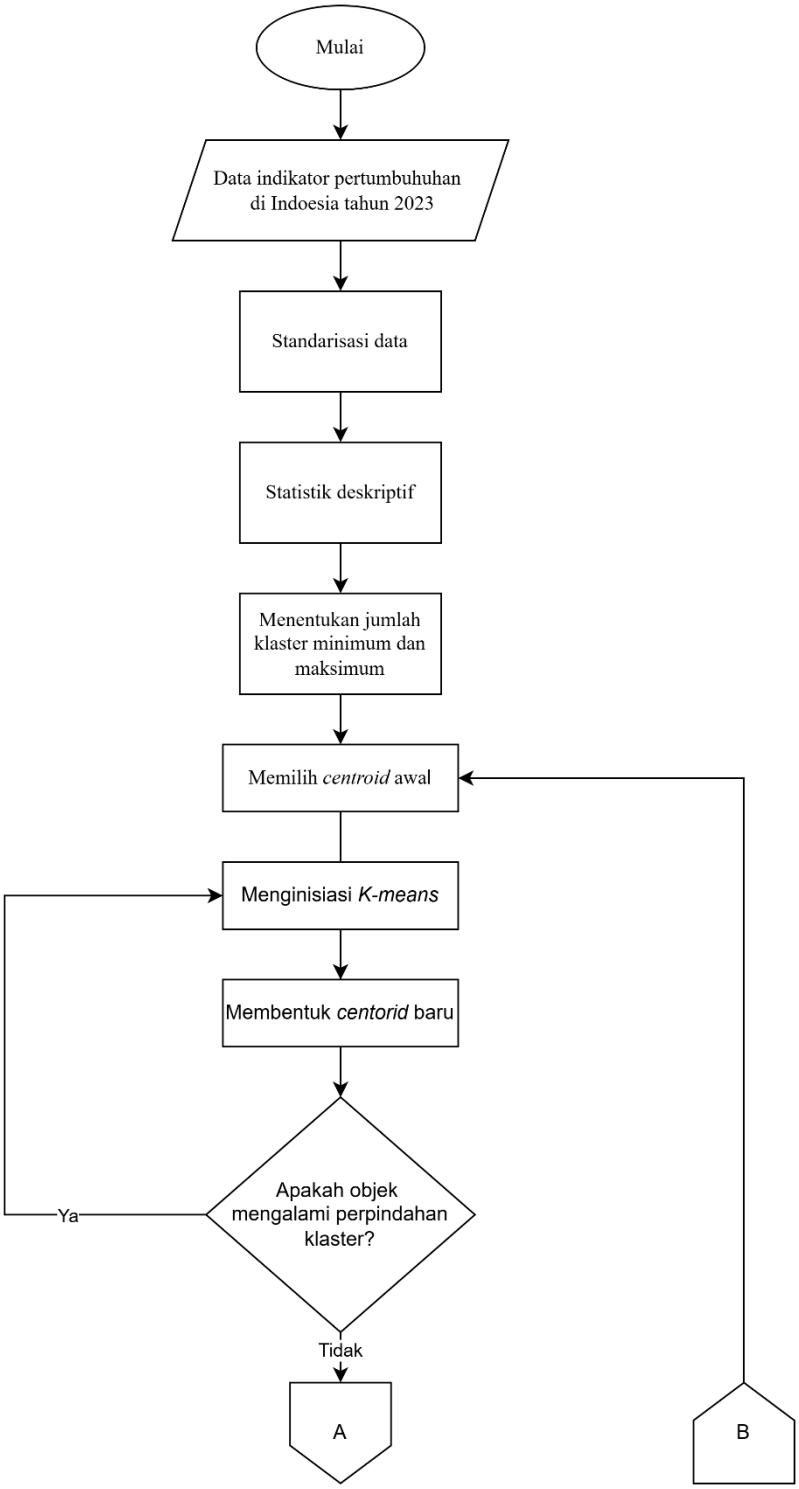
Penelitian oleh Ghina, Nana, dan Gifthera (2023) menerapkan algoritma *X-Means Clustering* untuk mengelompokkan rumah tidak layak huni berdasarkan struktur bangunan dan fasilitas rumah tangga. Algoritma ini merupakan pengembangan dari *K-Means,* yang dapat secara otomatis menentukan jumlah klaster menggunakan pendekatan *Bayesian Information Criterion* (BIC). Penelitian

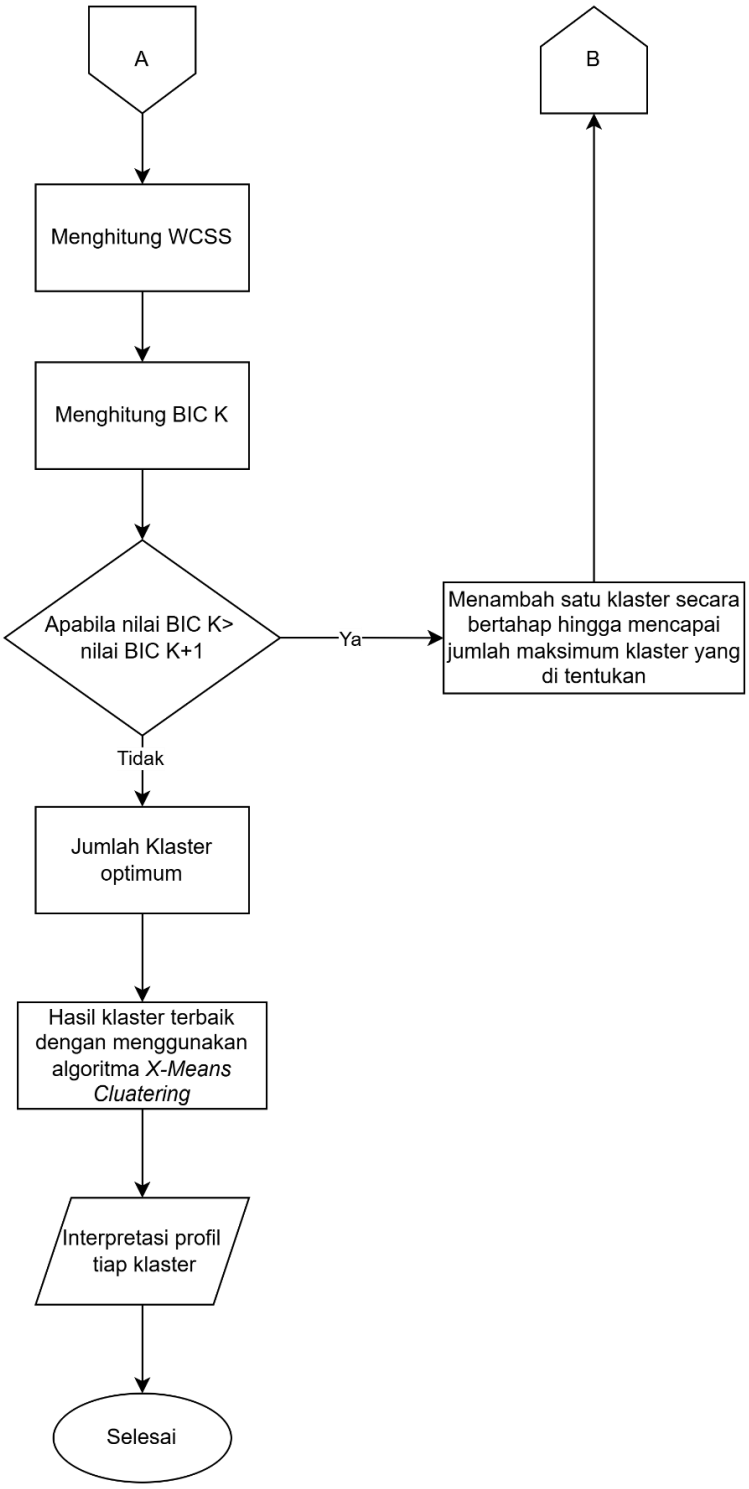
ini menghasilkan dua klaster utama: rumah dengan kondisi yang lebih baik dan rumah yang tidak layak huni, dengan nilai *davies bouldin indeks* (DBI) sebesar 2,079. Hasil ini menunjukkan bahwa algoritma *X-Means Clustering* dapat memberikan klasterisasi yang akurat dan relevan untuk mendukung pengambilan keputusan dalam pemetaan sosial, terutama terkait perumahan.

Penelitian-penelitian ini memberikan gambaran bahwa algoritma *X-Means Clustering*, khususnya dengan *jarak Manhattan*, dapat diterapkan untuk menganalisis data yang kompleks dengan variasi yang tinggi, seperti halnya yang ada pada tingkat pertumbuhan ekonomi antar Provinsi di Indonesia. Meskipun sebagian besar penelitian tersebut lebih fokus pada bidang yang berbeda, penggunaan *X-Means Clustering* tetap relevan karena kemampuannya untuk secara otomatis menentukan jumlah klaster dan mengelompokkan data dengan akurat, yang sangat dibutuhkan dalam analisis pertumbuhan ekonomi yang melibatkan berbagai variabel sosial-ekonomi.

1.6 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan data sekunder dari Badan Pusat Statistik (BPS) yang mencakup indikator pertumbuhan ekonomi di tiap Provinsi Indonesia pada 2023. Teknik analisis data yang diterapkan adalah algoritma *X-Means Clustering* dengan pengukuran jarak *Manhattan* untuk mengelompokkan Provinsi berdasarkan pola pertumbuhan ekonomi serupa. Terdapat 12 variabel yang dianalisis, antara lain Pertumbuhan Ekonomi (X_1), Produk Domestik Regional Bruto (X_2), Realisasi Investasi Penanaman Modal Luar Negeri (X_3), Realisasi Investasi Penanaman Modal Dalam Negeri (X_4), Tingkat Pengangguran Terbuka (X_5), Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (X_6), Gini Ratio (X_7), Persentase Penduduk Miskin (X_8), Indeks Pembangunan Manusia(X_9) , Rata-rata Lama Sekolah (X_{10}), Harapan Lama Sekolah (X_{11}), dan Umur Harapan Hidup Saat Lahir (X_{12}). Proses analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak Excel dan QGIS, dengan tahapan sebagai berikut:


Mulai
Data indikator pertumbuhuhan di Indoesia tahun 2023
Standarisasi data
Statistik deskriptif
Menentukan jumlah klaster minimum dan maksimum
Memilih *centroid* awal
Menginisiasi *K-means*
Membentuk *centorid* baru
Apakah objek mengalami perpindahan klaster?
Ya
Tidak
A
B



Gambar 1. 1 *Flowchart* Perhitungan *X-Means Clustering*