

Pemetaan Indeks Pembangunan Manusia Menggunakan Algoritma K-MEANS

Ufil Hidayatul Laili¹, Firman Santoso², Sunardi³

¹ Teknologi Informasi, Fakultas sains dan teknologi, Universitas Ibrahimy, Indonesia

^{2,3} Ilmu Komputer, Fakultas sains dan teknologi, Universitas Ibrahimy, Indonesia

Info Artikel

Riwayat Artikel:

Diterima : **19 Juni 2026**

Direvisi : **7 Juli 2026**

Disetujui : **30 Juli 2026**

Kata Kunci:

Algoritma,

K-Means,

Klastering,

Keywords:

Algorithm,

K-Means,

Clustering,

ABSTRAK

IPM diperkenalkan oleh United Nations Development Program (UNDP) yang dikenal sebagai Indeks Pembangunan Manusia (IPM). IPM merupakan salah satu indikator penting untuk mengukur keberhasilan dalam upaya membangun kualitas hidup manusia. Pembangunan yang telah dilakukan oleh pemerintah merupakan upaya untuk memakmurkan dan mensejahterakan rakyat. Baik itu pembangunan di bidang infrastruktur, pendidikan, kesehatan, maupun ekonomi. Semua pembangunan tersebut sasarannya adalah rakyat, harapannya dengan adanya pembangunan tersebut semua permasalahan yang ada di rakyat termasuk kemiskinan, pengangguran, anak putus sekolah, kesehatan dan kesenjangan sosial dapat teratasi. Program-program pembangunan yang dilakukan oleh pemerintah pusat maupun daerah tidak lepas dari tinggi rendahnya nilai IPM. Salah satunya di Provinsi Jawa Timur, khususnya Kabupaten Situbondo. IPM di Kabupaten Situbondo mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Pada tahun 2019 IPM Kabupaten Situbondo sebesar 67,09 meningkat menjadi 67,38 pada tahun 2020 dan meningkat lagi menjadi 67,78 pada tahun 2021 dan pada tahun 2022 meningkat menjadi 68,25. Tujuan pengelompokan kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur, melalui indikator IPM dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2022. Selain untuk perencanaan program pada tahun berikutnya, pengelompokan yang dilakukan dari tahun 2019 hingga 2022 juga sebagai evaluasi terhadap target program Pemerintah Provinsi Jawa Timur yang telah dilakukan pada tahun tersebut yang telah dilaksanakan pada tahun tersebut, khususnya terkait program pembangunan kualitas hidup manusia.

ABSTRACT

The Human Development Index (HDI) was introduced by the United Nations Development Programme (UNDP) as an important indicator for measuring the success of efforts to improve the quality of human life. Development initiatives implemented by the government represent efforts to promote public welfare and prosperity, including development in infrastructure, education, health, and economic sectors. The primary target of these development programs is the community, with the expectation that such initiatives will address various societal issues, including poverty, unemployment, school dropout rates, health problems, and social inequality. Development programs carried out by both central and regional governments are closely associated with the level of HDI achievement. One example is East Java Province, particularly Situbondo Regency, where the HDI has consistently increased from year to year. In 2019, the HDI of Situbondo Regency was 67.09, increasing to 67.38 in 2020, 67.78 in 2021, and 68.25 in 2022. This study aims to classify regencies/cities in East Java Province based on HDI indicators from 2019 to 2022. In addition to supporting future program planning, the classification conducted from 2019 to 2022 also serves as an evaluation of the development targets implemented by the East Java Provincial Government during that period, particularly in relation to programs for improving human quality of life.

Penulis Korespondensi:

Ufil Hidayatul Laili

Teknologi Informasi

Universitas Ibrahimy

Email: Ufilhidayatullaili@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pada dasarnya pembangunan adalah sebuah proses multidimensi mencakup beberapa perubahan penting dalam fondasi sosial, sikap dalam masyarakat dan lembaga nasional selain terus mempercepat pertumbuhan ekonomi sambil menghilangkan ketidaksetaraan pendapatan dan mengurangi kemiskinan. [1]

Pembangunan yang selama ini dilakukan oleh pemerintah merupakan upaya untuk mensejahterakan dan memakmurkan rakyat. Baik itu pembangunan dibidang infrastruktur, pendidikan, kesehatan, maupun ekonomi. Semua sasaran pembangunan tersebut adalah rakyat, harapannya dengan adanya pembangunan tersebut semua permasalahan yang ada pada rakyat diantaranya kemiskinan, pengangguran, putus sekolah, kesehatan dan kesenjangan sosial dapat teratasi. Dengan kata lain, masyarakat dilibatkan dalam seluruh proses pembangunan. Untuk mengetahui keberhasilan pembangunan digunakanlah indeks yang dapat mengukurnya yaitu Indeks Pembangunan Manusia (IPM). IPM diperkenalkan oleh United Nation Development Programme (UNDP) yang dikenal dengan istilah Human Development Index (HDI). IPM merupakan indikator penting untuk mengukur keberhasilan dalam upaya membangun kualitas hidup manusia.[2]

IPM dibangun melalui tiga dimensi dasar yaitu umur panjang dan hidup sehat, pengetahuan serta standar hidup layak. Pada tahun 2010 IPM menggunakan metode perhitungan baru, ada 2 (dua) indikator yaitu Angka Melek Huruf pada metode lama diganti dengan Angka Harapan Lama Sekolah dan Produk Domestik Bruto (PDB) per kapita diganti dengan Produk Nasional Bruto (PNB) per kapita. Dengan menggunakan metode penghitungan agregasi diubah dari rata-rata aritmatik menjadi rata-rata geometrik.

Alasan yang dijadikan dasar perubahan metodologi penghitungan IPM yaitu Beberapa indikator sudah tidak tepat untuk digunakan dalam penghitungan IPM. Angka melek huruf sudah tidak relevan dalam mengukur pendidikan secara utuh karena tidak dapat menggambarkan kualitas pendidikan. Selain itu, karena angka melek huruf di sebagian besar daerah sudah tinggi, sehingga tidak dapat membedakan tingkat pendidikan antar daerah dengan baik. PDB per kapita tidak dapat menggambarkan pendapatan masyarakat pada suatu wilayah, kemudian penggunaan rumus rata-rata aritmatik dalam penghitungan IPM menggambarkan bahwa capaian yang rendah di suatu dimensi dapat ditutupi oleh capaian tinggi dari dimensi lain. Dengan begitu menggunakan rata-rata geometrik dalam menyusun IPM dapat diartikan bahwa capaian satu dimensi tidak dapat ditutupi oleh capaian di dimensi lain. Artinya, untuk mewujudkan pembangunan manusia yang baik, ketiga dimensi harus memperoleh perhatian yang sama besar karena sama pentingnya.

Program pembangunan yang dilakukan oleh Pemerintah Pusat maupun Pemerintah Daerah tidak dapat dilepaskan dari tinggi rendahnya nilai IPM. Salah satunya di Provinsi Jawa Timur, Khususnya Kabupaten Situbondo. IPM di Kabupaten Situbondo telah mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Pada tahun 2019 IPM Kabupaten Situbondo adalah sebesar 67,09 meningkat menjadi 67,38 pada tahun 2020 dan meningkat lagi menjadi 67,78 pada tahun 2021 dan pada tahun 2022 meningkat menjadi 68,25. Kabupaten Situbondo menduduki Ranking ke 12 dari 38 Kabupaten/Kota di Jawa Timur yang IPM tertinggi adalah Kota Pacitan yaitu 69,37. Akan tetapi capaian IPM dari berbagai Kabupaten/Kota di Jawa Timur tidak menutup kemungkinan mempunyai kemiripan karakteristik nilai capaian IPM yang terkumpul dalam klaster yang sama. Sedangkan nilai capaian IPM yang berbeda akan terpisah dalam klaster yang berbeda.

Perlu dilakukan pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur, melalui indikator – indikator IPM dari tahun 2019 hingga 2022. Selain sebagai bahan perencanaan program untuk tahun selanjutnya, pengelompokan yang dilakukan selama 2019 hingga 2022 juga sebagai evaluasi sasaran program Pemerintah Provinsi Jawa Timur yang sudah dilakukan pada tahun tersebut terutama berkaitan dengan program pembangunan kualitas hidup manusia. Pengelompokan juga bertujuan untuk pemerataan pembangunan di Provinsi Jawa Timur. Dengan Pemerataan pembangunan terdapat jaminan bahwa semua penduduk dapat menikmati hasil-hasil pembangunan [3]

Analisis kelompok (*cluster analysis*) adalah pekerjaan mengelompokkan data (objek) yang di dasarkan hanya pada informasi yang ditemukan dalam data yang menggambarkan objek tersebut dan hubungan di antaranya [4] Tujuannya adalah agar objek-objek yang bergabung dalam sebuah kelompok merupakan objek-objek yang mirip (atau berhubungan) satu sama lain dan berbeda (atau tidak berhubungan) dengan objek dalam kelompok lain. Lebih besar kemiripannya (homogenitas) dalam kelompok dan lebih besar perbedaannya di antara kelompok yang lain.

Ada banyak metode pengelompokan yang sudah dikembangkan para ahli. Masing- masing metode mempunyai karakter, kelebihan dan kekurangan. Menurut struktur, pengelompokan dibagi menjadi dua, yaitu pengelompokan hierarki dan sekatan (*partitioning*). Dalam pengelompokan hierarki, satu data tunggal bisa dianggap sebuah kelompok, dua atau lebih kelompok kecil dapat bergabung menjadi sebuah kelompok besar dan begitu seterusnya hingga semua data dapat bergabung menjadi sebuah kelompok. Di sisi lain

metode pengelompokan sekatan membagi set data ke dalam sejumlah kelompok yang tidak tumpang-tindih (tidak overlap) antara satu kelompok dengan kelompok yang lain. Artinya setiap data hanya menjadi anggota satu kelompok. Metode seperti K-Means masuk dalam kategori ini.

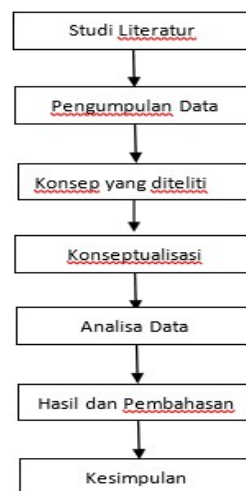
Beberapa penelitian telah menerapkan algoritma K-Means dalam melakukan pengelompokan, misalnya penelitian yang dilakukan oleh M. W. Talakua dkk. pada tahun 2017. Paper ini meneliti tentang Pengelompokan Kabupaten/Kota Di Provinsi Maluku Berdasarkan Indikator Indeks Pembangunan Manusia Tahun 2014 menggunakan algoritma K-Means untuk menghasilkan perencanaan keputusan yang efektif. Hasil pengujian pada penelitian ini menunjukkan bahwa K-Means akan menghasilkan keputusan yang baik.

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, rumusan permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah mengelompokkan Indeks Pembangunan Manusia yang berkarakteristik sama di Jawa Timur sehingga terklaster dan bermanfaat dalam perencanaan pembangunan manusia. Penulis mencoba menerapkan teknik data mining metode Algoritma K - Means pada Pemetaan Indeks Pembangunan Manusia.

2. METODE PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi berbagai studi berbasis Klaster di Jawa Timur pada Indeks Pembangunan Manusia.

Berikut Langkah-langkah untuk melakukan studi literatur seperti terlihat Gambar 1.



Gambar 1. Alur Studi Literatur

Berdasarkan pada Gambar 1. dapat dijelaskan tentang langkah-langkah penelitian ini:

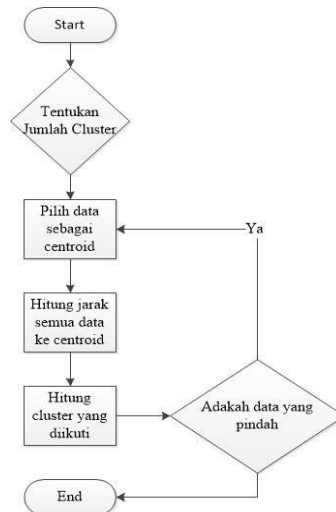
- **Pengumpulan Data**
 Penelitian ini menggunakan data dari jurnal-jurnal nasional dan internasional. Memanfaatkan Mendeley.com dan *search engine google scholar* adalah cara terbaik untuk menemukan jurnal yang terkait dengan metode Klaster dan sistem rekomendasi. Kriteria tahun terbit jurnal tidak lebih dari lima tahun dari 2017 hingga 2022 yang dapat diakses full text dalam format pdf dan bersifat ilmiah digunakan dalam proses pemilihan data.
- **Konsep yang diteliti**
 Melakukan eksplorasi jurnal-jurnal yang sudah terkumpul
- **Konseptualisasi**
 Dengan memahami teknik Klaster karya peneliti lain pada subjek penelitian. Pada tahap ini, jurnal dengan hasil pengujian terbaik menggunakan metode algoritma Klaster dipilih dari jurnal yang terkumpul dan dibandingkan satu sama lain untuk menghasilkan jurnal dengan hasil pengujian terbaik.
- **Analisa**
 Pada tahap ini analisis data dilakukan dengan mengorganisasikan, menyusun data secara berurutan, dan menyusun data sesuai dengan kategori data. Selain itu, visualisasi data dilakukan dengan menyajikan hasil analisis data dalam bentuk grafik untuk membantu peneliti dalam memahami temuan.

- Hasil dan Pembahasan
Pada tahap ini, hasil pengujian dari masing-masing jurnal yang terkumpul diperiksa untuk membuat perbandingan jurnal ke jurnal. Agar memudahkan memahami masing-masing jurnal dibuatlah kerangka teori dari penelitian ini.
- Kesimpulan
Tahap ini menghasilkan pengujian terbaik dari metode masing-masing jurnal.

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1. Clustering

Langkah-langkah pengklasteran dataset Indeks Pembangunan Manusia menggunakan algoritma K-Means dapat ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2 Algoritma K-Means

Penentuan Klaster pada data Indeks Pembangunan Manusia Jawa Timur yang pertama dilakukan adalah sebagaimana tergambar dalam Algoritma K-Means diatas.

3.2. Analisa Metode

Penelitian terkait mengenai pembahasan Indeks Pembangunan Manusia yang mana datanya bersumber dari [2] telah banyak dilakukan pada penelitian sebelumnya. data Indeks Pembangunan Manusia yang digunakan dalam penelitian ini merupakan gabungan dari data Pengeluaran per Kapita, Umur Harapan Hidup saat Lahir, Harapan lama Sekolah, dan Rata – rata lama Sekolah. Seperti pada contoh data IPM pada tahun 2019 tabel 1.1 dibawah ini :

Tabel 1 Data awal 2019

Data kei	W	X	Y	Z
1	9.033	71.77	12.62	7.28
2	9.883	72.65	13.72	7.21
3	9.865	73.59	12.25	7.28
4	10.891	73.95	13.15	8.07
5	10.861	73.39	12.45	7.29
6	11.146	72.54	12.88	8.01
7	10.270	72.45	13.17	7.27
8	9.274	69.94	11.80	6.22
9	9.525	68.99	13.22	6.18
10	12.264	70.54	12.78	7.13
11	10.665	66.55	13.27	5.71

12	10.097	68.97	13.14	6.12
13	10.972	67.00	12.34	5.77
14	10.381	70.17	12.31	7.11
15	14.609	73.98	14.91	10.25
16	12.860	72.43	12.61	8.49
17	11.533	72.27	13.00	8.53
18	12.200	71.44	12.85	7.63
19	11.650	71.22	13.14	7.80
20	11.779	72.49	14.00	7.96
21	11.468	72.16	12.69	6.98
22	10.265	71.36	12.36	7.09
23	10.499	71.26	12.20	6.81
24	11.572	72.27	13.47	7.89
25	13.295	72.61	13.72	9.29
26	8.718	70.11	11.59	5.66
27	8.760	67.96	12.08	4.55
28	8.834	67.45	13.63	6.40
29	9.082	71.22	13.19	5.46
30	12.440	73.96	14.97	9.92
31	13.851	73.60	14.31	10.10
32	16.666	73.15	15.41	10.17
33	12.280	70.19	13.57	8.69
34	13.393	71.40	13.60	9.11
35	13.710	73.21	13.83	10.24
36	16.040	72.75	14.39	11.13
37	17.854	74.13	14.79	10.47
38	12.870	72.54	14.12	9.06

Adapun beberapa cara atau kebijakan yang bisa diterapkan oleh pemerintah untuk mempercepat pertumbuhan kemakmuran di Indonesia dengan terfokus pada langkah-langkah percepatan seperti menarik anak-anak yang putus sekolah untuk kembali duduk di bangku sekolah, memaksa anak-anak yang terpaksa bekerja karena alasan ekonomi keluarga, untuk berhenti bekerja dan kembali ke bangku sekolah, menjadikan pemberantasan buta huruf sebagai sebuah gerakan yang berbasis desa/kelurahan dengan model intervensi by name by address, dan lain-lain. [5]

Menurut [6] Penentuan jumlah cluster yang optimal dan metode pengelompokan terbaik dengan membandingkan Indeks Silhouette, Davis Bouldin dan Calinski Harabasz dari ketiga metode pengelompokan. Sehingga dalam penelitian ini terdapat 5 kelompok /klaster.

Hasil pengelompokan dari Analisis K- Means Cluster, kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan Analisis Diskriminan untuk menguji keakuratan hasil dari pengelompokan menggunakan Analisis K-Means Cluster. [7]

Dalam Menghitung jarak setiap data ke centroid terdekat. Centroid terdekat akan menjadi klaster yang diikuti oleh data tersebut. Berikut perhitungan jarak ke setiap centroid pada data ke-1:

$$\begin{aligned}
 d(x_1, c_1) &= \sqrt{\sum_{i=1}^r (x_{1i} - c_{1i})^2} \\
 &= \sqrt{(9,033 - 11,15)^2 + (71,77 - 72,54)^2 + (12,62 - 12,88)^2 + (7,28 - 8,01)^2} = 2,38
 \end{aligned}$$

Tujuannya penghitungan Klaster / kelompok adalah agar objek-objek yang bergabung dalam sebuah kelompok merupakan objek-objek yang mirip (atau berhubungan) satu sama lain dan berbeda (atau tidak berhubungan) dengan objek dalam kelompok lain. Lebih besar kemiripannya (homogenitas) dalam kelompok dan lebih besar perbedaannya di antara kelompok yang lain. [4]

Menurut [8] untuk menentukan jumlah klaster/kelompok yang optimum dan yang terpenting dalam membandingkan untuk mendapatkan metode algoritma yang terbaik yaitu dengan memperoleh nilai rasio simpangan baku yang bertujuan untuk memperoleh nilai simpangan baku dalam kelompok (SW) yang minimum dan nilai simpangan baku antar kelompok (SB) yang maksimum. Model terbaik yang diperoleh yaitu menggunakan K-Medoids lebih baik dilihat dari perbandingan rasio simpangan baku kemudian diaplikasikan dalam analisis sentiment wilayah kabupaten/kota di Indonesia berdasarkan angka IPM masing-masing wilayahnya sehingga didapatkan wilayah dengan angka IPM tertinggi dan wilayah dengan IPM terendah pada tahun 2019.

Means Clustering memiliki objective yaitu meminimalisasi object function yang telah di atur pada proses clusterisasi. Dengan cara minimalisasi variasi antar 1 cluster dengan maksimalisasi variasi dengan data di cluster lainnya. Clustering Algoritma (K-Means) memiliki tujuan untuk meminimalisasikan fungsi objective yang telah di set dalam proses clustering. Tujuan tersebut dilakukan dengan cara meminimalikan variasi data yang ada didalam cluster dan memaksimalkan variasi data yang ada di cluster lainnya. Beberapa Karakteristik dari Algoritma K-means Clustering yaitu sebagai berikut : [9]

Karakteristik dari K-Means Cluster:

- Cepat dalam proses clustering
- Sensitif terhadap nilai centroid
- Hasil dari Kmeans selalu berubah ubah (dikarenakan tidak unik)
- Sulit meraih global optimum

4. KESIMPULAN

Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa:

1. Dalam menentukan kelompok / klaster harus menentukan titik pusat (*centroid*) dalam hal ini Indeks Pembangunan Manusia yang penulis teliti menentukan 5 centroid.
2. Metode yang paling optimal digunakan untuk menentukan pengelompokan data yang agar perencanaan tepat sasaran khususnya di Jawa Timur yaitu menggunakan Algoritma *K-means*

REFERENSI

- [1] Todaro Michael P, Smith Stephen C "Pembangunan Ekonomi" Jakarta : Erlangga, 2011 Hal. 53
- [2] Badan Pusat Statistik, "Indeks Pembangunan Manusia," [Accessed 03 July 2023]. [Online]. Available:; 2023. <https://www.bps.go.id/subject/26/indeks-pembangunan-manusia.html>
- [3] Muhammad Mirza Faris "Pengelompokkan Kabupaten/Kota Di Provinsi Banten Menurut Indikator Indeks Pembangunan Manusia Dengan Fuzzy C-Means Dan K-Medoids" Universitas Islam Indonesia, 2017
- [4] M. W. Talakua, Z A Leleury, A W Talluta, "Analisis Cluster Dengan Menggunakan Metode K-Means Untuk Pengelompokkan Kabupaten/Kota Di Provinsi Maluku Berdasarkan Indikator Indeks Pembangunan Manusia Tahun 2014" Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pattimura
- [5] Muhammad Faishal Jundana Muttaqin, "Analisis Klaster pada Kabupaten/Kota di Indonesia Berdasarkan Indikator Indeks Pembangunan Manusia = Cluster Analysis in Regencies/Cities of Indonesia Based on Human Development Index Indicators" Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2020, [Online]. Available: <https://lontar.ui.ac.id/detail?id=20504472&lokasi=lokal>
- [6] Rizqina Rahmati, "Analisis Cluster Dengan Algoritma K-Means, Fuzzy C-Means Dan Hierarchical Clustering (Studi Kasus: Indeks Pembangunan Manusia Tahun 2019)" JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer) – Vol. 5, no. 2, Maret 2021, Program Studi Komputasi Statistik Peminatan Sains Data, Politeknik Statistika STIS
- [7] Muchlas Santoso, "Analisis K-means Cluster Indeks Pembangunan Manusia di Indonesia" Universitas Negeri Semarang, 2019
- [8] Emir Luthfi, Arie Wahyu Wijayanto, "Analisis perbandingan metode hirearchical, K-means, dan k-medoids clustering dalam pengelompokkan indeks pembangunan manusia Indonesia" Politeknik Statistika, 2021
- [9] School Of Information Systems, Binus University "Indeks Pembangunan Manusia," 31 Januari 2022, [Online] Tersedia: <https://sis.binus.ac.id/2022/01/31/clustering-algoritma-k-means/> [Diakses: 03 Juli 2023].