

Optimasi Cluster Menggunakan Algoritma Fuzzy C-Means Untuk Menentukan Tingkat Stunting Pada Balita Di Kabupaten Karo

Tajrin¹, Wince Juliantika Br Sembiring Depari², Dimas Aditiya Nugroho³
^{1,2,3}Program Studi Sistem Informasi, Universitas Prima Indonesia

Email: ¹tajrin@unprimdn.ac.id, ²wincejuliantika@gmail.com, ³dmsmass2@gmail.com
Email Penulis Korespondensi:tajrin@unprimdn.ac.id

Abstrak

Bayi dibawah lima tahun atau sering disebut (balita) yang memiliki tubuh pendek (stunting) dimana tubuh bayi tersebut memiliki tinggi badan tidak sama dengan anak seusianya. Dimana anak yang mengalami stunting akan terlihat pada saat berusia dua tahun keatas. Penyebab anak stunting dikarenakan masalah gizi yang diamakan selama proses kehamilan ibu atau pada masa bayi. Menurut survey pada tahun 2022 Kabupaten Karo memiliki angka stunting 24,9% dan tahun 2023 berada di 24,7% mengalami penurunan dibandingkan tahun sebelumnya. Kabupaten Karo banyak melakukan upaya dalam menurunkan angka stunting diantaranya mengaktifkan 15.344 Posyandu, penimbangan Balita 100%, Oleh karena itu salah satunya metode yang digunakan ialah metode pengelompokan desa yang disebut dengan clustering menggunakan fuzzy c-means, berdasarkan penelitian ini hasil pengujian didapatkan anak yang mengalami tubuh pendek dengan cluster 1 sebanyak 83 anak dan anak yang mengalami tubuh sangat pendek dengan cluster 2 sebanyak 186 dari total 269 desa.

Kata Kunci: Clustering, Fuzzy C-Means, Stunting, Balita, Kabupaten Karo

Abstract

Babies under five years old or often called (toddlers) who have short bodies (stunting) where the baby's body has a height that is not the same as children of the same age. Where children who experience stunting will be seen when they are two years old and above. The cause of stunting in children is due to nutritional problems that are observed during the mother's pregnancy or in infancy. According to a survey in 2022, Karo Regency had a stunting rate of 24.9% and in 2023 it was at 24.7%, experiencing a decrease compared to the previous year. Karo Regency has made many efforts to reduce stunting rates, including activating 15,344 Posyandu, weighing 100% of toddlers, Therefore, one of the methods used is the village grouping method called clustering using fuzzy c-means, based on this study the test results obtained children who experienced short bodies with cluster 1 as many as 83 children and children who experienced very short bodies with cluster 2 as many as 186 out of a total of 269 villages.

Keywords: Clustering, Fuzzy C-Means, Stunting, Toddlers, Kabupaten Karo

1. PENDAHULUAN

Bayi dibawah limah tahun atau sering disebut (balita) yang memiliki tubuh pendek (stunting) dimana tubuh bayi tersebut memiliki tinggi badan tidak sama dengan anak seusianya. Keadaan ini mengacu pada tinggi badan tidak sesuai dari standar pertumbuhan pada anak umumnya dari WHO. Dimana anak yang mengalami stunting akan terlihat pada saat berusia dua tahun keatas[1]-[2]. Penyebab anak stunting dikarenakan masalah gizi yang diamakan selama proses kehamilan ibu atau pada masa bayi. Ibu tidak memiliki pengetahuan yang cukup dalam hal kesehatan dan gizi pada masa kehamilan ini merupakan faktor penyebab stunting[3]. Salah satu target SDGs bertujuan menghilangkan segala bentuk malnutrisi serta kelaparan pada tahun 2030 dalam pencapaian ketahanan pangan pembangunan berkelanjutan kedua[4]. Menurut Survey Kesehatan Indonesia (SKI) ditahun 2023, masih jauh dari target penurunan 14% pada 2024, nasional memiliki prevalensi stunting 21,5% mengalami penurunan 0,8% dari tahun sebelumnya[5]. Kabupaten Karo pada tahun 2022 memiliki tingkat stunting sebesar 24,9% dan tahun 2023 berada di 24,7% mengalami penurunan dibandingkan tahun sebelumnya[6]. Kabupaten Karo banyak melakukan upaya dalam menurunkan angka stunting diantaranya memberdayakan 15.344 Posyandu dan menghidupkannya kembali, kecukupi makanan ibu hamil sampai ke balita dan timbangan balita. Namun dalam pengaplikasianya belum optimal dikarenakan banyak keterbatasannya. Untuk memaksimalkan hal tersebut diperlukanlah pendekatan lain untuk menurunkan angka stunting, diantaranya dengan metode pengelompokan atau penyebaran kecamatan yang memiliki tingkat stunting yang tinggi teknik ini sering disebut dengan metode clustering yang merupakan metode yang terdapat dalam data science pada bidang ilmu datamining. Data science perpaduan dari beberapa rumpun ilmu seperti matematika, statistika, komputer, bisnis untuk membuka data yang sangat besar menjadi informasi untuk dapat memudahkan pengambilan sebuah keputusan

Data mining adalah bidang ilmu yang mengeksplorasi teknik untuk mengungkap wawasan atau mengidentifikasi tren dalam data[7]. Data mining merupakan proses ekstraksi data menjadi informasi yang memungkinkan para pengguna untuk mengakses secara cepat data dengan jumlah yang besar [8]-[9]. Clustering adalah teknik dalam penambangan data yang mengelompokkan beberapa titik data ke dalam kumpulan yang berbeda berdasarkan karakteristik atau fitur yang sama [10]-[12]. Clustering adalah pengelompokan yang melibatkan pengorganisasian dan pembagian pola data menjadi beberapa kumpulan. Pola yang serupa digabungkan ke dalam satu kluster, sementara pola yang berbeda dikategorikan ke

dalam kluster yang terpisah[13]. Clustering sendiri merupakan metode analisis dari sebuah data mining yang mengimplementasikan pendekatan unsupervised sebuah pemodelan data [14]-[15].

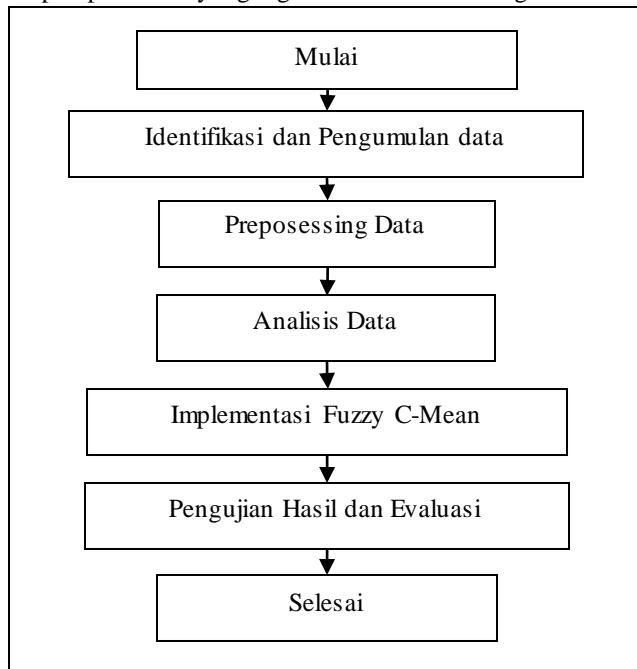
Dari penjelasan diatas, penelitian ini menggunakan algoritma yang relevan dengan permasalahan tersebut maka algoritma yang cocok adalah Fuzzy C-Means sering disebut (FCM) . FCM Metode ini diterapkan karena kemampuannya untuk memahami atribut data yang ambigu, kemampuannya untuk mengorganisir dataset yang luas, dan kemampuannya untuk melakukan clustering pada beberapa variabel secara bersamaan. Selain itu, Fuzzy C-Means dapat memulihkan data tanpa mengorbankan informasi yang terkandung dalam dataset.[16]. FCM merupakan suatu metode dalam mengorganisir dataset, dimana setiap pengorganisiran ditentukan oleh tingkat keanggotaan masingmasing titik [17]-[20].

Pada penelitian sebelumnya yang menggunakan algoritma tersebut ialah “Implementasi FCM dalam Pengelompokan UMKM di Kota madiun”[21]. Pada penelitian yang lain “Algoritma FCM Sistem Crowdfunding pada Industri Kreatif” hasil yang di dapat project mana yang dapat mengumpulkan dana terbanyak [22]. Berdasarkan latar belakang yang paparkan diatas maka penulis mengangkat judul “Optimasi Cluster Menggunakan Algoritma Fuzzy C-Means Untuk Menentukan Tingkat Stunting Pada Balita di Kabupaten Karo”.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Kerangka Kerja

Agar kerangka kerja terhadap penelitian ini menghasilkan yang baik serta tepat waktu, ada beberapa tahapan terdapat dalam penelitian. Berikut ini tahapan penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:



1. Identifikasi Masalah dan Pengumpulan Data

Dalam hal ini penulis melakukan pengambilan dataset dari dinas kabupaten karo setelah data didapatkan dilakukan penentuan variabel yang digunakan dalam menganalisis data pada kerangka penelitian ini. Variabel penelitian mengacu pada semua aspek yang telah ditetapkan oleh penulis dengan maksud untuk memperdalam pemahaman, sehingga dapat mengumpulkan informasi yang relevan dan menghasilkan kesimpulan yang akurat dan tepat

2. Preprocessing Data

Setelah proses identifikasi, tahapan selanjutnya ialah preprocessing dataset. Preprocessing dataset adalah serangkaian tahapan yang gunakan untuk Mulai Analisis Data Implementasi Fuzzy C-Mean Pengujian Hasil dan Evaluasi Selesai Identifikasi dan Pengumpulan data Preposessing Data 5 menghilangkan, merubah, dan menyesuaikan data mentah sebelum data tersebut diolah untuk pemodelan lebih lanjut. Tujuan utama data ialah untuk mempersiapkan data sehingga dapat diolah dengan benar untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

3. Analisis Data

Dalam penelitian ini ialah menganalisa data yang diperoleh melalui data historis jeruk. Analisis data ini merupakan usaha sistematis untuk mengambil data demi meningkatkan pemahaman peneliti tentang topik permasalahan dan menyajikan hasil dari proyek penelitian.

4. Implementasi Algoritma FCM

5. Pada tahap ini, dilakukan penerapan algoritma FCM untuk menemukan informasi yang sesuai tujuan penelitian Pengujian Hasil dan evaluasi

Tahapan setelah implementasi Fuzzy C-Means selanjutnya adalah pengujian sistem dan hasil analisis. Studi ini melakukan baik pengujian fungsional maupun pengujian akurasi. Pengujian fungsional sistem dilakukan dengan memantau hasil uji coba sistem selama beroperasi. Pengujian fungsional ini bertujuan untuk memverifikasi apakah persyaratan fungsional yang tercantum dalam desain berfungsi dengan benar. Setelah memperoleh hasil pengujian, diperlukan evaluasi kinerja model, analisis pola data, dan deteksi anomali dalam hasil prediksi untuk mencapai hasil penelitian yang optimal. Berdasarkan analisis tersebut, dapat ditarik kesimpulan atau temuan yang relevan terkait dengan tujuan penelitian, yang kemudian dapat digunakan untuk menginterpretasikan hasil dan implikasinya terhadap konteks masalah yang diteliti

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Data dan Pengumpulan Data

a. Pengolahan Data

Pada penelitian yang dilakukan adalah dataset diolah adalah data sekunder yang diperoleh dari Website Kemendagri yang berjumlah sebanyak 269 dataset yang terdiri dari 5 variabel yang dapat membantu dalam menganalisis penyebaran stunting pada balita disetiap desa pada Kabupaten Karo. Variabel tersebut meliputi pendek, sangat pendek, prevalensi. Setiap variabel ini memiliki peran yang signifikan dalam penyebaran stunting pada balita yang dimana akan dijelaskan pada berikut ini:

Tabel 1. Detail Dataset

Nama Desa	Jumlah Anak	Pendek	Sangat Pendek	Prevalensi
Lau Solu	146	36	6	28.8
Kuta Pengkih	142	0	1	0.7
Rimo Bunga	10	2	0	20
Lau Mulgap	92	14	8	23.9
Tanjung Pamah	59	0	0	0
Mardingding	157	24	21	28.7
Lau Kasumpat	78	7	1	10.3
Bandar Purba	28	1	21	78.6
Lau Pengulu	77	10	4	18.2
.....
.....
.....
Tanjung Barus	128	17	4	16.4
Barusjulu	123	17	1	14.6

b. Preprocessing Data

Preprocessing merupakan serangkaian metode yang digunakan untuk membersihkan, menghapus, dan mempersiapkan data awal agar dapat digunakan secara efektif oleh algoritma machine learning. Dalam tahap ini, peneliti melakukan pembersihan dataset agar memastikan data tersebut yang digunakan dalam model algoritma menghasilkan hasil yang optimal dan pemrosesan selanjutnya menjadi lebih terstruktur. Dalam penelitian ini tahap preprocessing data dilakukan dan dihasilkan data sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Pembersihan Dataset

Nama Desa	Pendek	Sangat Pendek	Prevalensi
Lau Solu	36	6	28.8
Kuta Pengkih	0	1	0.7
Rimo Bunga	2	0	20
Lau Mulgap	14	8	23.9
Tanjung Pamah	0	0	0
Mardingding	24	21	28.7

Lau Kasumpat	7	1	10.3
Bandar Purba	1	21	78.6
Lau Pengulu	10	4	18.2
.....
.....
Tanjung Barus	17	4	16.4
Barusjulu	17	1	14.6

Data yang telah preprocessing tahapan selanjutnya diproses menggunakan program RStudio dan algoritma FCM Magar mendapatkan hasil pengelompokan data.

3.2 Implementasi Algoritma Fuzzy C-Means

a. Persiapan Dataset

Persiapan yang pertama kali adalah menyediakan dataset stanting. Dataset ini berfungsi untuk pengolahan data agar data yang belum diolah dapat dihitung memakai algoritma FCM. Dataset yang dipakai merupakan data stanting setiap desa dikabupaten karo. Berikut ini tampilan halaman *source code* dan dataset pada tool RStudio.

```
RStudio
File Edit Code View Plots Session Build Debug Profile Tools Help
+ - + Go to file/function | Addins
source code.R * data.features * data *
Source on Save | 
1 data<-read.delim(file.choose(),header = T)
2 view(data)
3
```

Gambar 1. Source Code memanggil dataset

b. Menampilkan Data Tabel

Tahapan selanjutnya adalah mempersiapkan dataset, dataset berguna untuk menampilkan isi data atribut. Ini adalah gambar yang dihasilkan ditunjukkan pada dibawah:

Nama_Desa	Pendek	Sangat_Pendek	Prevalensi
Lau Soju	56	6	28.8
Kute Pengkoh	0	1	0.7
Rimo Burje	2	0	20.0
Lau Mulgap	14	8	23.9
Tanjung Pamian	0	0	0.0
Mardingding	24	21	28.7
Lau Kasumpat	7	1	10.3
Bandar Purba	1	21	78.6
Lau Pengulu	10	4	18.2
Lau Pakam	27	14	20.2
LAU GARUT	8	3	21.6
BUKIT MAKHUR	4	4	11.9
Lau Perangguran	2	2	10.6
Durin Rugun	5	1	25.0
Kinandikong	8	8	20.8

Gambar 2. Tampilan Data Tabel

c. Preprocessing Data

Preprocessing data berguna untuk membersihkan variabel dan data agar dapat diproses menggunakan FCM. Pada data ini variabel yang dibersihkan adalah variabel nama desa. Berikut ini data yang sudah di bersihkan seperti gambar 3:

	Pendek	Sangat_Pendek	Prevalensi
1	36	8	26.8
2	0	1	0.7
3	2	0	20.0
4	14	8	23.9
5	0	0	0.0
6	24	21	28.7
7	7	1	10.3
8	1	21	78.6
9	10	4	18.2
10	27	14	20.2
11	8	3	21.6
12	4	4	11.9
13	2	2	10.8
14	5	1	25.0

Gambar 3. Preprocessing Data

d. Pengujian Algorima Fuzzy C-Means

Untuk melihat hasil dari pengujian dataset, peneliti dapat menuliskan source code library yang tersedia pada tool RStudio. berikut source code fuzzy c-mean yang digunakan dalam pengujian seperti gambar 4 berikut :

```

source code.R x data.features x data x
Source on Save Run

1 data<-read.delim(file.choose(),header = T)
2 View(data)
3 data.features = data
4 data.features$Nama_Des a <-NULL
5 View(data.features)
6 library(e1071)
7 hasil <- cmeans(data.features,2,50,verbose = TRUE,method = "cmeans",m=2)
8 hasil |

```

Gambar 4. Soure Code Algoritma Fuzzy C-Means

Setelah memasukan source code tersebut maka hasil dari pengujian diatas makadapatdilihatdibawahini:

```

Console Terminal Jobs
[1] "centers      size      cluster    membership   iter"
[6] "withinerror" "call"
> hasil <- cmeans(data.features,2,50,verbose = TRUE,method = "cmeans",m=2)
Iteration: 1, Error: 63.4265113627
Iteration: 2, Error: 57.1820798142
Iteration: 3, Error: 55.3413189305
Iteration: 4, Error: 54.8121368209
Iteration: 5, Error: 54.8448870125
Iteration: 6, Error: 54.5906719620
Iteration: 7, Error: 54.5730946025
Iteration: 8, Error: 54.5674117154
Iteration: 9, Error: 54.5655782053
Iteration: 10, Error: 54.5649873862
Iteration: 11, Error: 54.5647071413
Iteration: 12, Error: 54.5647359071
Iteration: 13, Error: 54.5647162022
Iteration: 14, Error: 54.5647098621
Iteration: 15, Error: 54.5647078223
Iteration: 16 converged, Error: 54.5647071661

```

Gambar 5. Tampilan Literasi Algoritma FCM

Hasil pengujian diatas menjelaskan bahwa terdapat 16 kali percobaan literasi. Selanjutnya menampilkan hasil dari data cluster centroid. Berikut ini hasil dari cluster centroid pada gambar dibawah ini:

```

Console Terminal Jobs
[1] Cluster centers:
      Pendek Sangat Pendek Prevalensi
1  9.819849          4.594423 22.101250
2  3.490156          0.999140  6.115443

Memberships:
           1             2
[1,] 0.6855592403 0.314440760
[2,] 0.0681727391 0.931827261
[3,] 0.6933780319 0.306621968
[4,] 0.9364115541 0.063588446
[5,] 0.0770327862 0.922967214
[6,] 0.7214639593 0.2785336041
[7,] 0.1570209715 0.842979028
[8,] 0.6152918049 0.384708195
[9,] 0.9267430828 0.073256917
[10,] 0.7037989137 0.296201086
[11,] 0.9774061206 0.022595879
[12,] 0.2366357526 0.7639864247
[13,] 0.1140001493 0.8859999851
[14,] 0.8895711686 0.110428831
[15,] 0.9449481906 0.055051809
[16,] 0.1012293647 0.898770635
[17,] 0.0655928595 0.934407140
[18,] 0.1012293647 0.898770635
[19,] 0.9073890267 0.092610973
[20,] 0.0770327862 0.922967214
[21,] 0.1169409637 0.883059036
[22,] 0.1435695402 0.856430480
[23,] 0.3218050416 0.678194958

```

Gambar 6. Cluster Centroid

Berdasarkan gambar 6 dapat dilihat hasil dari cluster menunjukkan angka 1 adalah cluster1 dan angka 2 cluster2 dalam data membersih menampilkan setiap data adalah nama desa dengan disimbolkan dengan angka 1,2,3 dst dari setiap desa telah ditemukan masuk kedalam cluster apa saja, selanjutnya closest hard cluster menampilkan data cluster yang diperoleh setiap desa. Selanjutnya melakukan source code jumlah data yang mendapatkan cluster 1 dan cluster 2. Berikut ini tampilan seperti jumlah cluster pada gambar 7:

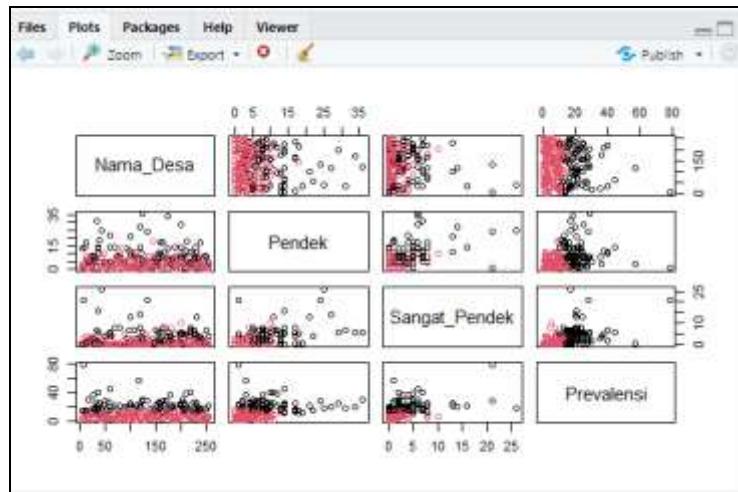
Gambar 7. Tampilan Jumlah Data Cluster

Pada gambar diatas menunjukkan hasil dari jumlah data dari setiap cluster, cluster1 81 data dan cluster2 186 data. Dari kedua jumlah data tersebut menunjukkan bahwa data dengan stunting tubuh anak sangat pendek mendapatkan angka tebanyak. Tahapan selanjutnya menampilkan data masing-masing cluster berdasarkan abjad desa. Berikutini data masing-masing cluster desa pada gambar 8:

```
Console Terminal × Jobs ×
~
> table(data$Nama_Desa, hasil$cluster)
  1 2
Ajibuhara      0 1
Ajijahé        0 1
Ajijulu        0 1
Ajimbélang     0 1
Ajinenbah      1 0
Bandar Meriah   0 1
Bandar Purba    1 0
Bandar Tongging  0 1
Barung Kersap    1 0
Barus Jaha       0 1
Barus Julu       1 0
BATU RONGKAM     0 1
batukarang       0 1
Batumanaik      0 2
Beganding        0 1
```

Gambar 8. Data Masing Cluster Setiap Desa

Selanjutnya memvisualisasikan data dalam bentuk Plot agar mengetahui penyebaran dan cluster data tersebut. Berikutini plot data pada gambar 9:



Gambar 9. Plot Data

4. KESIMPULAN

Dalam rangkaian mulai dari rancangan sampai pengujian sistem menggunakan bahasa pemrograman R tool RStudio dalam menentukan tingkat stunting pada balita di Kabupaten Karo yang menggunakan algoritma FCM maka kesimpulan yang didapat antara lain ialah: 1. Hasil dari pengujian sistem menggunakan tool RStudio algoritma Fuzzy CMeans. Hasil pengujian mendapatkan 16 kali perhitungan Iterasi dengan 2 cluster yaitu cluster1 variabel “Pendek” dan cluster2 variabel “Sangat Pendek”. 2. Hasil dari pengujian menggunakan tool RStudio dalam mentukan tingkat stanting pada anak yang mengalami stanting. Pengujian anak yang mengalami tubuh pendek dengan cluster 1 sebanyak : 83 anak dan anak yang mengalami tubuh sangat pendek dengan cluster 2 sebanyak 186 dari total 269 desa.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Jurnal ini tidak terlepas dari bantuan secara langsung maupun tidak langsung oleh beberapa pihak. Pada kesempatan ini, Penulis mengucapkan terima kasih yang setulus -tulusnya kepada:

1. Teristimewa kepada kedua orang tua tercinta yang tanpa lelah selalu memperjuangkan masa depan penulis. kepada orang tua Ketua Peneliti Bapak Jeremia Sembiring dan Ibu Rupana Br Tarigan dan orang tua anggota 1 Bapak Yudi Bobonaro dan Ibu Juliana selalu memotivasi dan berdoa dalam penyelesaian penelitian ini.
2. Bapak Tajrin, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa membimbing serta memberi arahan dan saran kepada kedua Penulis dalam proses penyelesaian Skripsi Penelitian.
3. Ketua dan Sekretaris Program Studi Sistem Informasi Bapak Agung Prabowo, S.Kom., M.Kom. dan Ibu Dr. Delima Sitanggang, S.Kom., M.Kom. beserta seluruh Staf Pengajar dan Pegawai di Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Prima Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

1. N. Luh et al., “Kejadian Stunting Pada Balita Usia 12-36 Bulan,” *J. Keperawatan Jiwa*, vol. 9, no. 1, pp. 55–60, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/JKJ/article/view/6797/pdf>
2. A. Usia, B. Di, and D. Wangen, “Jurnal Kebidanan HUBUNGAN KEJADIAN STUNTING DENGAN PERKEMBANGAN CHILDREN AGED 24-59 MONTHS IN WANGEN VILLAGE POLANHARJO Indonesia telah meluncurkan Rencana Aksi Nasional Penanganan Stunting pada Berdasarkan data Riskesdas 2018 , angka,” vol. XII, no. 01, pp. 66–79, 2020.
3. Y. Yuwanti, F. M. Mulyaningrum, and M. M. Susanti, “Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Stunting Pada Balita Di Kabupaten Grobogan,” *J. Keperawatan dan Kesehat. Masy. Cendekia Utama*, vol. 10, no. 1, p. 74, 2021, doi: 10.31596/jcu.v10i1.704.
4. D. M. Anjani, S. Nurhayati, and Immawati, “Penerapan Pendidikan Kesehatan Terhadap Pengetahuan Ibu Tentang Stunting Pada Balita Di Wilayah Kerja Uptd Puskesmas Rawat Inap Banjarsari Metro Utara,” *J. Cendikia Muda*, vol. 4, no. 1, pp. 62–69, 2024.
5. <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/umum/20240723/4346087/peringatan-han-2024-jadi-momentum-lindungi-anak-dari-stunting-dan-polio/>
6. <https://sipesikapstunting.karokab.go.id/articles/14>
7. Y. Yahya and W. Puspita Hidayanti, “Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Efektivitas Penjualan Vape (Rokok Elektrik) pada ‘Lombok Vape On,’” *Infotek J. Inform. dan Teknol.*, vol. 3, no. 2, pp. 104–114, 2020, doi: 10.29408/jit.v3i2.2279.
8. R. K. Dinata, H. Akbar, and N. Hasdyna, “Algoritma K-Nearest Neighbor dengan Euclidean Distance dan Manhattan Distance untuk Klasifikasi Transportasi Bus,” *Ilk. J. Ilm.*, vol. 12, no. 2, pp. 104–111, 2020, doi: 10.33096/ilkom.v12i2.539.104-111.
9. M. Faisal, W. S. Utami, and S. Parmica, “BY-SA) Implementasi Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) Dalam Memprediksi Indeks Kemiskinan”.

10. T. A. Munandar, "Penerapan Algoritma Clustering Untuk Pengelompokan Tingkat Kemiskinan Provinsi Banten," JSI (Jurnal Sist. Informasi), vol. 9, no. 2, pp. 109–114, 2022, doi: 10.30656/jsii.v9i2.5099.
11. K. Pelanggan, S. Dengan, and A. Fuzzy, "Analisis perubahan permintaan transaksi untuk meningkatkan kepuasaan pelanggan shopee dengan algoritma fuzzy c means," vol. 7, pp. 802–811, 2024, doi: 10.37600/tekinkom.v7i2.1530.
12. I. Fitrianti, A. Voutama, and Y. Umaidah, "Clustering Film Populer Pada Aplikasi Netflix Dengan Menggunakan Algoritma K-Means Dan Metode CRISP-DM Clustering Popular Movies on Netflix App Using K-Means Algorithm and CRISP-DM Method," Jtsi, vol. 4, no. 2, pp. 301–311, 2023.
13. A. Aditya Nugroho and P. Paduloh, "Analisis Clustering Kasus Covid – 19 di Indonesia Menggunakan Algoritma K-Means," J. Eng. Environmental Energy Sci., vol. 2, no. 2, pp. 111–118, 2024, doi: 10.31599/eppng886.
14. R. Y. Hayuningtyas, I. Darwati, T. Informasi, U. N. Mandiri, U. Bina, and S. Informatika, "DOI: 10.37600/tekinkom.v7i1.1327," vol. 7, pp. 25–32, 2024, doi: 10.37600/tekinkom.v7i1.1327.
15. A. Fatkhudin, A. Khambali, F. A. Artanto, and N. A. P. Zade, "Implementasi Algoritma Clustering K-Means Dalam Pengelompokan Mahasiswa Studi Kasus (Prodi Manajemen Informatika)," J. Info Polgan, vol. 12, no. 2, pp. 777–783, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.polgan.ac.id/index.php/jmp/article/view/12494/1682>
16. N. A. Widiasutti, R. H. Kusumodestoni, B. B. Wahono, and D. A. Chumaisaroh, "Implementasi Algoritma Fuzzy C-Means dalam Mengelompokkan Produktivitas Nauplius Vanammei di BBPBAP Jepara," J. Sist. Info. Bisnis, vol. 13, no. 1, pp. 37–44, 2023, doi: 10.21456/vol13iss1pp37-44.
17. I. H. Zahro, U. A. Rosyidah, and L. Handayani, "Implementasi Algoritma Fuzzy C-Means untuk Pengelompokan Provinsi di Indonesia Berdasarkan Kualitas Perguruan Tinggi," BIOS J. Teknol. Inf. dan Rekayasa Komput., vol. 5, no. 1, pp. 80–86, 2024, doi: 10.37148/bios.v5i1.102.
18. A. N. Anwar, "Implementasi Fuzzy C-Mean (Fcm)," J. Ilmu Komput. JIK, vol. VI, no. 01, 2023.
19. D. Nurmin, M. N. Hayati, and R. Goejantoro, "Penerapan Metode Fuzzy C-Means Pada Pengelompokan Kabupaten/Kota di Pulau Kalimantan Berdasarkan Indikator Kesejahteraan Rakyat Tahun 2020," Eksponensial, vol. 13, no. 2, p. 189, 2022, doi: 10.30872/ekspoenensial.v13i2.1068.
20. N. Ulinnuha and D. C. R. Novitasari, "Penerapan Fuzzy C-Means Untuk Pengelompokan Tingkat Kualitas Pendidikan Di Jawa Timur," Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput., vol. 14, no. 2, pp. 419–426, 2023, doi: 10.24176/simet.v14i2.9442.
21. L. F. Saskya and R. A. N. Apriyanto, "Implementasi Fuzzy C-Means Clustering Dalam Pengelompokan Umkm Di Kelurahan Pangongangan Kota Madiun," Power Elektron. J. Orang Elektro, vol. 11, no. 2, p. 204, 2022, doi: 10.30591/polektro.v12i1.3713.
22. W. Gunawan and B. S. P. Diwiryo, "Implementasi Algoritma Fuzzy C-Means Clustering Sistem Crowdfunding pada Sektor Industri Kreatif Berbasis Web," J. Edukasi dan Penelit. Inform., vol. 6, no. 2, p. 193, 2020, doi: 10.26418/jp.v6i2.38018.