

**PENERAPAN ALGORITMA FUZZY C-MEANS  
DALAM PENGELOMPOKKAN STATUS GIZI BATITA DESA  
DIMORO**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Program Strata 1 (S.1)  
dalam Ilmu Teknologi Informasi



Oleh :

**LINAWATI**

NIM : 2108096100

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG  
2025**



## PERNYATAAN KEASLIAN

### PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Linawati

NIM : 2108096100

Jurusan : Teknologi Informasi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

### PENERAPAN ALGORITMA FUZZY C-MEANS DALAM PENGELOMPOKKAN STATUS GIZI BATITA DESA DIMORO

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri,  
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 18 Mei 2025

Pembuat Pernyataan





# PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Prof Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Semarang  
Telp. (024) 7604554 Fax. 7615387

## PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Penerapan Algoritma *Fuzzy C-Means* Dalam Pengelompokan Status Gizi Batita Desa Dimoro  
Penulis : Linawati  
NIM : 2108096100  
Jurusan : Teknologi Informasi

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Pengudi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Teknologi Informasi.

Semarang, 30 Juni 2025

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang

Sekretaris Sidang

Dr. Knotibul Umam, M.Kom  
NIP. 1979082720111007

Adzhal Arwani Mahfudh, M.Kom  
NIP. 199107032019031006

Pengudi Utama

Pengudi Utama II

Nur Cahyo Hendro Wibowo, S.T., M.Kom. Mukhammad Ikil Mustofa, M.Kom  
NIP. 197312222006041001 NIP. 198808072019031010

Pembimbing I

Pembimbing II

Adzhal Arwani Mahfudh, M.Kom  
NIP. 199107032019031006

Masy Ari Ulinuha, M.T  
NIP. 198108122011011007



## NOTA PEMBIMBING

### NOTA PEMBIMBING

Yth. Ketua Program Studi Teknologi Informasi  
Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo Semarang

*Assalamu'alaikum, wr.wb.*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan  
bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan :

Judul : Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means dalam  
Pengelompokan Status Gizi Batita Desa  
Dimoro

Penulis : Linawati

NIM : 2108096100

Jurusan : Teknologi Informasi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat  
diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo  
untuk diujikan dalam Sidang Munaqosah.

*Wassalamu'alaikum, wr.wb.*

Semarang, 09 Maret 2025  
Pembimbing I

  
Adzhar Arwani Maafudh, M.Kom  
NIP. 199107032019031006



## NOTA PEMBIMBING

### NOTA PEMBIMBING

Yth. Ketua Program Studi Teknologi Informasi  
Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo Semarang

*Assalamu'alaikum, wr.wb.*

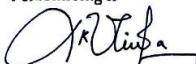
Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan  
bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan :

Judul : Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means dalam  
Pengelompokan Status Gizi Batita Desa  
Dimoro  
Penulis : Linawati  
NIM : 2108096100  
Jurusan : Teknologi Informasi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat  
diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo  
untuk diujikan dalam Sidang Munaqosah.

*Wassalamu'alaikum, wr.wb.*

Semarang, 09 Maret 2025  
Pembimbing II



Dr. Masy Ari Ulinuha, ST., M.T  
NIP. 198108122011011007



## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Dengan mengucapkan syukur alhamdulillah, laporan tugas akhir skripsi ini dapat penulis selesaikan. Karya kecil ini penulis persembahkan untuk :

1. Kedua Orang Tua Bapak Sarjo dan Ibu Tuminem.
2. Shanum Arfadhi Ramadhan selaku adik penulis.
3. Seluruh dosen Program Studi Teknologi Informasi .
4. Sahabat dan teman-teman seperjuangan khususnya Jurusan Teknologi Informasi 2021.
5. Almamater Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.



## **MOTTO**

*“Dan bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah adalah benar.”*

QS Ar-Ruum: 60

“Selalu ada harga dalam sebuah proses. Nikmati saja lelah-lelah itu. Lebarkan lagi rasa sabar itu. Semua yang kau investasikan untuk menjadikan dirimu serupa yang kau impikan. Mungkin tidak akan selalu berjalan lancar. Tapi gelombang-gelombang itu yang nanti bisa kau ceritakan.”

- Boy Candra.



## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan status gizi balita di Desa Dimoro menggunakan algoritma Fuzzy C-Means sebagai metode klastering. Hasil klastering menunjukkan terbentuknya tiga klaster dengan karakteristik yang berbeda. Klaster 2 didominasi oleh kelompok balita laki-laki dengan kategori "Gizi Baik (Normal)" sebesar 57,4%, mencerminkan kelompok dengan status gizi paling optimal. Klaster 1, juga didominasi oleh laki-laki, memperlihatkan proporsi "Gizi Buruk" yang cukup tinggi, yaitu 35,4%, menunjukkan kelompok yang paling rentan terhadap masalah gizi buruk. Sementara itu, Klaster 0, yang mayoritas anggotanya adalah balita perempuan, menampilkan proporsi "Gizi Baik (Normal)" sebesar 52,5%, namun juga mencakup berbagai kondisi gizi lainnya. Analisis berdasarkan jenis kelamin menunjukkan bahwa perempuan cenderung memiliki risiko obesitas lebih tinggi (12,5%) dibandingkan laki-laki (9,0%), sedangkan laki-laki lebih rentan terhadap gizi buruk dengan proporsi 25,5%, lebih tinggi dibandingkan perempuan (17,5%). Kualitas hasil klastering dinilai menggunakan Davies Bouldin Index (DBI) dengan nilai sebesar 0,6381, yang mengindikasikan bahwa model memiliki performa klastering yang baik dan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pemantauan status gizi anak. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengelompokan status gizi yang lebih informatif dan mendalam sebagai acuan bagi Posyandu dan Pemerintah Desa

**Kata Kunci:** *Fuzzy C-Means, Status Gizi Balita, Klastering, Antropometri WHO, Davies-Bouldin Index.*



## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat hidayah serta inayah-Nya sehingga dapat terselesaikan laporan tugas akhir skripsi dengan judul “Penerapan Algoritma *Fuzzy C-Means* dalam Pengelompokan Status Gizi Batita Desa Dimoro”.

Dalam menyelesaikan laporan tugas akhir skripsi ini, penulis mendapatkan berbagai dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. NIzar, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
2. Bapak Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag, selaku Dekan Fakultas Teknologi Informasi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
3. Bapak Dr. Khotibul Umam, ST., M.Kom, selaku ketua program studi Teknologi Informasi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
4. Bapak Adzhal Arwani Mahfudh, M.kom dan Dr. Masy Ari Ulinuha, ST., M.T selaku dosen pembimbing skripsi saya yang selalu memberikan dukungan, arahan, bimbingan dalam pelaksanaan skripsi hingga pembuatan skripsi ini bisa diselesaikan dengan baik oleh penulis.

5. Segenap Keluarga besar Teknologi Informasi dan dosen Jurusan Teknologi Informasi yang telah memberikan Ilmu Pengetahuan kepada penulis.
6. Kedua orang tua tercinta, dan segenap keluarga besar yang selalu memberi dukungan, nasehat dan do'a kepada penulis.
7. Teman-Teman yang selalu ada sebagai tempat berbagi saat proses pelaksanaan skripsi penulis.
8. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang terlibat dalam pembuatan tugas akhir ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

Dalam pelaksanaan dan penyusunan skripsi, penulis menyadari bahwa tentunya masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan. Untuk itu, penulis sangat mengharapkan kritik serta saran yang membangun demi kesempurnaan penulisan skripsi ini, dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua pihak.

Semarang, 09 Maret 2025



Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PENGESAHAN.....</b>	<b>v</b>
<b>NOTA PEMBIMBING .....</b>	<b>vii</b>
<b>NOTA PEMBIMBING .....</b>	<b>ix</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN.....</b>	<b>xi</b>
<b>MOTTO.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>xv</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xix</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xxi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xxii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xxiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	4
1.3 Rumusan Masalah .....	5
1.4 Pembatasan Masalah .....	5
1.5 Tujuan Penelitian .....	6
1.6 Manfaat Penelitian .....	6
1.6.1 Manfaat Teoritis .....	6
1.6.2 Manfaat Praktis.....	7
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>

2.1	Landasan Teori.....	8
2.1.1	Gizi dan Pertumbuhan Anak.....	8
2.1.2	Data Mining .....	10
2.1.3	Algoritma <i>Fuzzy C-Means</i> (FCM).....	11
2.1.4	<i>Python</i> .....	14
2.2	Kajian Penelitian yang Relevan .....	19
	<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>24</b>
3.1	Data.....	24
3.1.1	Deskripsi Data.....	24
3.1.2	Jenis Data.....	25
3.2	Metode Penelitian .....	26
	<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>35</b>
4.1	Data.....	35
4.2	<i>Preprocessing</i> Data.....	38
4.3	Transformasi Data .....	42
4.4	Klastering .....	45
4.5	Evaluasi dan Interpretasi Pola.....	69
	<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>85</b>
5.1	Simpulan .....	85
5.2	Saran.....	87
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>89</b>
	<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	<b>93</b>

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Kajian Penelitian.....	19
Tabel 4.1 Data Posyandu.....	36
Tabel 4.2 Tabel Hasil cluster 0 .....	51
Tabel 4.3 Hasil cluster 1 .....	59
Tabel 4.4 Hasil Cluster 2.....	63
Tabel 4.5 Perbandingan Distribusi Jenis Kelamin .....	83

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Proses Perizinan Data.....	25
Gambar 3.2 Proses KDD .....	27
Gambar 3.3 Klasifikasi Status Gizi.....	33
Gambar 4.1 Load Data.....	38
Gambar 4.2 Data Cleaning .....	40
Gambar 4.4 Sebelum Reduksi .....	41
Gambar 4.5 Setelah Reduksi.....	41
Gambar 4.6 Sebelum Encoding.....	43
Gambar 4.7 Setelah Encoding .....	43
Gambar 4.8 Sebelum Normalisasi .....	44
Gambar 4.9 Setelah Normalisasi.....	44
Gambar 4.10 Data Sebelum Klustering .....	48
Gambar 4.11 Data Setelah Klustering .....	48
Gambar 4.12 Pusat Cluster.....	49
Gambar 4.13 Derajat Keanggotaan.....	50
Gambar 4.14 Visualisasi Hasil klaster .....	68
Gambar 4.15 Evaluasi Hasil DBI .....	70
Gambar 4.16 Diagram Evaluasi Hasil Elbow .....	75
Gambar 4.17 Klasifikasi Status Gizi WHO .....	76
Gambar 4.18 Data Olahan Sebelum Pelabelan.....	78
Gambar 4.19 Setelah Pelabelan.....	78
Gambar 4.20 Detail Pelabelan Cluster 0 .....	79
Gambar 4.21 Detail Pelabelan Cluster 1 .....	80
Gambar 4.22 Detail Pelabelan Cluster 2 .....	81

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Lembar Persetujuan Seminar Proposal .....	93
Lampiran 2. Lembar Pengesahan Ujian Komprehensif.....	94
Lampiran 3. Surat Permohonan Riset Fakultas.....	95
Lampiran 4. Pakta Integritas.....	96
Lampiran 5. Surat Keterangan Penelitian DPMPTSP .....	97
Lampiran 6. Data Posyandu Dimoro .....	98
Lampiran 7. Data Patokan Zscore Laki-Laki .....	101
Lampiran 8. Data Patokan Zscore Perempuan .....	103
Lampiran 9. Data Akhir .....	105
Lampiran 10. Kode Python.....	108

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Gizi anak merupakan masalah penting yang menjadi perhatian global, khususnya di negara-negara berkembang seperti Indonesia. Kondisi ini ditandai dengan pertumbuhan tinggi badan yang terhambat pada anak batita dibandingkan dengan anak seusianya, dan dapat memiliki dampak jangka panjang yang serius. Menurut *World Health Organization* (WHO, 2022), gizi buruk merupakan hasil dari kekurangan gizi yang berkepanjangan, yang tidak hanya mempengaruhi kesehatan fisik anak, tetapi juga berpengaruh pada perkembangan kognitif dan sosial mereka. Akibatnya, anak-anak yang mengalami *Stunting* berisiko memiliki prestasi akademis yang lebih rendah dan produktivitas yang terbatas di masa dewasa.

Di Indonesia, prevalensi *Stunting* masih menjadi tantangan besar. Menurut data dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2020), faktor-faktor yang mengenai gizi seimbang, sehingga mereka kesulitan dalam memenuhi kebutuhan nutrisi anak-anak mereka. Hal ini menyebabkan peningkatan risiko gizi buruk di kalangan anak balita, terutama di daerah dengan kondisi sosial

ekonomi yang rendah.

Kelurahan Dimoro, yang terletak di Kota Purwodadi, merupakan salah satu wilayah yang rawan terjadi gizi buruk, terutama karena faktor daerah yang lumayan masih primitif dan jauh dari perkotaan. Data kesehatan balita menunjukkan bahwa kondisi ini tetap membutuhkan perhatian khusus, mengingat bahwa *Stunting* tidak hanya berdampak pada kesehatan anak, tetapi juga berpengaruh pada kesejahteraan masyarakat secara keseluruhan. Dalam konteks ini, diperlukan upaya sistematis untuk memahami dan mengatasi upaya pencegahan gizi buruk di Kelurahan Dimoro.

Faktor-faktor yang mempengaruhi status gizi batita di Kelurahan Dimoro bervariasi, termasuk aspek ekonomi, sosial, dan budaya. Pendapatan keluarga yang rendah sering kali menghambat akses terhadap makanan bergizi, sementara kurangnya pengetahuan tentang gizi seimbang menyebabkan kesalahan dalam pola makan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa keluarga yang berpendapatan rendah cenderung lebih rentan terhadap masalah gizi, yang mengakibatkan meningkatnya risiko gizi buruk. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis yang mendalam mengenai pola dan distribusi status gizi di wilayah ini.

Dalam upaya untuk mengatasi masalah ini, pendekatan berbasis data menjadi sangat penting. Metode analisis seperti *Fuzzy C- Means* dapat digunakan untuk mengelompokkan pola-pola yang ada dalam data kesehatan batita. Algoritma ini memungkinkan peneliti untuk membagi data menjadi kelompok-kelompok berdasarkan kesamaan, sehingga kelompok batita yang berisiko tinggi dapat diidentifikasi dengan lebih mudah. Pendekatan ini tidak hanya membantu dalam pemahaman kondisi gizi saat ini, tetapi juga dalam perencanaan *intervensi* yang lebih efektif dan tepat sasaran .

Lebih jauh lagi, Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan algoritma *Fuzzy C-Means* dalam pengelompokan status gizi batita sebagai bagian dari upaya mendukung program Rumah Desa Sehat di Desa Dimoro. Rumah Desa Sehat adalah program yang berfokus pada peningkatan kualitas hidup masyarakat desa melalui pendekatan kesehatan terpadu. Dengan hasil pengelompokan yang akurat, program ini dapat lebih mudah menentukan prioritas *intervensi*, seperti pemberian makanan tambahan (PMT), edukasi gizi, dan peningkatan akses terhadap layanan kesehatan.

Dalam konteks ini, penting juga untuk mempertimbangkan nilai-nilai yang terkandung dalam ajaran agama. Dalam Al-Qur'an, Allah berfirman:

وَكُلُوا وَاشْرِبُوا وَلَا شُرْفٌ فِوَاتِهِ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ

*Artinya : Dan makanlah dan minumlah, tetapi jangan berlebihan. Sesungguhnya, Dia tidak menyukai orang-orang yang berlebihan. (QS.Al-A'Raf : 31)*

Ayat ini mengingatkan kita tentang pentingnya pola makan yang sehat dan seimbang, serta tanggung jawab kita untuk menjaga kesehatan, terutama bagi generasi penerus. Ayat ini juga mengajarkan bahwa pola makan yang seimbang sangat penting; jika pola makan kita berlebihan, dapat berakibat obesitas, sedangkan jika kurang akan mengarah pada kekurangan gizi.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna bagi pemerintah dan pemangku kepentingan dalam merancang strategi *intervensi* yang efektif. Dengan memahami pola dan distribusi nilai gizi di Kelurahan Dimoro, langkah- langkah *preventif* dapat diambil untuk mengurangi resiko buruk.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang diatas dapat disimpulkan identifikasi masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Belum adanya analisis berbasis data mining terhadap data kesehatan di kelurahan Dimoro.
2. Rumah Desa Sehat membutuhkan data dan informasi

yang akurat serta terstruktur untuk menentukan program prioritas dalam meningkatkan status gizi batita dan memberikan penyuluhan lebih lanjut untuk masyarakat mengenai gizi tersebut.

### **1.3 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas maka permasalahan yang dihadapi adalah bagaimana menerapkan algoritma *Fuzzy C-Means* dalam mengelompokkan status gizi batita di Posyandu Kelurahan Dimoro dan sejauh mana kinerja algoritma *Fuzzy C-Means* dalam mengelompokkan status gizi batita Desa Dimoro?

### **1.4 Pembatasan Masalah**

Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah yang bertujuan agar pada pembahasan tidak meluas dan terfokus pada bidang yang dikaji, adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini akan menganalisis status gizi batita berusia 0-3 tahun di Kelurahan Dimoro dengan menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means*.
2. Variabel yang dianalisis meliputi usia, jenis kelamin, tinggi badan, dan berat badan.
3. Penelitian ini menentukan jumlah *cluster* berdasarkan data yang sudah diukur menggunakan metode elbow.

## 1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan algoritma *Fuzzy C-Means* dalam mengelompokkan status gizi batita di Posyandu Kelurahan Dimoro dan mengukur sejauh mana kinerja algoritma *Fuzzy C-Means*.

## 1.6 Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini, penulis berharap agar hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, yaitu berupa manfaat teoritis dan manfaat praktis :

### 1.6.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang analisis data kesehatan, khususnya dalam studi status gizi anak. Metode Fuzzy C-Means digunakan untuk mengelompokkan data batita berdasarkan kemiripan karakteristik antropometri, seperti berat badan, tinggi badan, dan umur. Berbeda dengan metode klasifikasi tegas, Fuzzy C-Means memungkinkan setiap individu memiliki derajat keanggotaan dalam lebih dari satu klaster, sehingga mencerminkan kondisi gizi yang tidak selalu bersifat mutlak. Dengan demikian, penelitian ini menunjukkan bagaimana pendekatan soft clustering dapat mengungkap pola tersembunyi dalam data gizi

dan menjadi alternatif ilmiah dalam analisis status gizi yang lebih fleksibel dan informatif.

### **1.6.2 Manfaat Praktis**

1. Hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi saran yang lebih tepat kepada kader posyandu setempat untuk mencegah masalah gizi pada bayi dan batita. Jadi, program yang akan dilaksanakan selanjutnya bisa lebih efektif dan sasaran akan lebih akurat.
2. Pengelompokan status gizi batita memungkinkan Rumah Desa Sehat untuk lebih fokus pada kelompok batita dengan status gizi buruk atau kurang, sehingga program seperti pemberian makanan tambahan, edukasi gizi, atau kunjungan rumah dapat dilakukan secara lebih tepat sasaran.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1 Landasan Teori**

##### **2.1.1 Gizi dan Pertumbuhan Anak**

Gizi merupakan faktor fundamental yang sangat mempengaruhi kesehatan dan perkembangan anak, terutama pada masa batita. Pada masa ini, anak membutuhkan asupan nutrisi yang cukup dan seimbang untuk memastikan pertumbuhan fisik dan perkembangan otaknya optimal. Kekurangan gizi pada batita, terutama dalam bentuk malnutrisi, dapat menyebabkan masalah kesehatan serius seperti *Stunting*, yang berpengaruh pada perkembangan kognitif dan daya tahan tubuh. Pemerintah Indonesia melalui berbagai kebijakan gizi berusaha mengurangi masalah ini dengan memberikan program *intervensi* gizi pada batita, salah satunya melalui Posyandu yang memonitor perkembangan anak secara berkala (Eni Irfiani, 2018).

Status gizi seseorang mencerminkan seberapa baik kebutuhan nutrisinya terpenuhi. Untuk menilai status gizi anak, kita perlu melihat usia, berat badan, dan tinggi badannya, lalu membandingkannya dengan standar pertumbuhan

yang sudah ditetapkan. Usia sangat penting karena pertumbuhan anak mengikuti tahapan yang berbeda-beda sesuai usia. Jika usia salah, maka penilaian status gizinya pun akan meleset. Makanan yang kita konsumsi sangat berpengaruh terhadap status gizi. Pola makan yang seimbang dan bergizi akan mendukung pertumbuhan dan perkembangan anak secara optimal. Asupan nutrisi yang cukup dari berbagai jenis makanan akan membantu tubuh mendapatkan semua zat gizi yang dibutuhkan. Kelebihan atau kekurangan nutrisi dapat menyebabkan masalah kesehatan dan mengganggu pertumbuhan. Jadi, untuk memiliki status gizi yang baik, kita perlu memperhatikan kualitas dan kuantitas makanan yang kita konsumsi (Eni Irfiani, 2018).

Terdapat beberapa kriteria terkait status gizi balita yang sering digunakan yaitu berdasarkan indikator BB/TB balita. Indikator tersebut merupakan indikator yang paling baik digunakan karena berat badan berkorelasi linier dengan tinggi badan, artinya perkembangan berat badan akan diikuti oleh pertambahan tinggi badan (Majestika Septikasari, 2018).

Indeks Berat Badan menurut Panjang Badan

atau Tinggi Badan (BB/PB atau BB/TB) anak usia 0 (nol) sampai dengan 60 (enam puluh) bulan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf c digunakan untuk menentukan kategori yaitu, gizi buruk (severely wasted), gizi kurang (wasted), gizi baik (normal), berisiko gizi lebih (possible risk of overweight), gizi lebih (overweight), dan obesitas (obese) (Majestika Septikasari, 2018).

### **2.1.2 Data Mining**

Data mining merupakan proses penggalian informasi berharga dari kumpulan data yang sangat besar. Dengan memanfaatkan teknik statistik, matematika, dan kecerdasan buatan, data mining mampu mengidentifikasi pola-pola tersembunyi yang tidak terlihat secara kasat mata. Proses ini melibatkan beberapa tahap, mulai dari pengumpulan data hingga evaluasi hasil. Tujuan utamanya adalah mengubah data mentah menjadi wawasan yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan yang lebih baik. Data mining memiliki berbagai fungsi, seperti klasifikasi data menjadi kelompok-kelompok berdasarkan karakteristik tertentu, pengelompokan data tanpa definisi kelompok sebelumnya (*clustering*), penemuan hubungan antara kejadian

yang terjadi secara bersamaan (*asosiasi*), identifikasi urutan kejadian (*sequencing*), dan memperkirakan nilai di masa depan (*forecasting*). Dengan demikian, data mining tidak hanya menjelaskan fenomena yang terjadi, tetapi juga mengkonfirmasi hipotesis dan menemukan pola-pola baru yang tidak terduga. Secara keseluruhan, data mining adalah alat yang sangat berharga dalam mengubah data menjadi informasi yang dapat memberikan keunggulan kompetitif bagi bisnis dan organisasi (Deny Jollyta, 2020)

Perkembangan teknologi seperti big data, komputasi berkecepatan tinggi, dan algoritma machine learning yang canggih telah mendorong data mining ke tingkat yang baru. Hal ini memungkinkan analisis data yang lebih mendalam dan komprehensif, serta membuka peluang baru dalam berbagai bidang (Deny Jollyta, 2020).

### **2.1.3 Algoritma *Fuzzy C-Means* (FCM)**

*Fuzzy C-Means* (FCM) adalah metode pengelompokan data yang dikembangkan dari metode *K-Means*. Perbedaan utama FCM dengan *K-Means* terletak pada cara menentukan kelompok (*cluster*) dari data. Jika *K-Means* menempatkan data

secara tegas ke dalam satu kelompok saja, FCM memungkinkan suatu data menjadi bagian dari beberapa kelompok sekaligus (Anggara Cahya Putra,2017).

Dalam FCM, setiap data diberikan nilai keanggotaan untuk setiap kelompok. Nilai keanggotaan ini berkisar antara 0 hingga 1.

Semakin dekat nilai keanggotaan suatu data dengan 1, maka semakin kuat hubungan data tersebut dengan kelompok yang bersangkutan. Sebaliknya, semakin mendekati 0, maka semakin lemah hubungannya. Jadi, FCM memberikan fleksibilitas yang lebih besar dalam mengelompokkan data, terutama untuk data yang memiliki karakteristik yang tumpang tindih atau tidak jelas batas kelompoknya (Anggara Cahya Putra,2017).

*Fuzzy C-Means* adalah suatu metode pengklasteran data yang ditentukan oleh derajat keanggotaan. Proses algoritma *Fuzzy C-Means* adalah sebagai berikut:

1. Masukkan data yang akan diklaster,berupa  $n \times m$ .
2. Tentukan :
  - a. Jumlah *cluster*  $= c$
  - b. Pangkat  $= w$

- c. Maksimum Iterasi = *Max Iter*
  - d. Error Terkecil =  $\varepsilon$
  - e. Fungsi objektif awal =  $P_0 = 0$
  - f. Iterasi awal =  $t = 1$
3. Bangkitkan bilangan acak ( $\mu_{ik}$ ), dengan  $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $k = 1, 2, \dots, n$ ; dan  $c$  sebagai elemen-elemen matriks partisi awal  $U$ . Hitung jumlah untuk setiap untuk setiap data  $i$  pada persamaan rumus 2.1 dibawah ini :

$$Q_i = \sum_k^c = 1 \mu_{ik} \quad (2.1)$$

$Q_i$  = total dari derajat keanggotaan dari data ke- $i$  terhadap semua *cluster*.

$\mu_{ik}$  = derajat keanggotaan data ke- $i$  terhadap *cluster* ke- $k$ .

dengan  $j=1,2,\dots,n$

Nilai  $\mu_{ik}$  kemudian dinormalisasi pada persamaan rumus 2.2 dibawah ini :

$$\text{Hitung : } \mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_i} \quad (2.2)$$

4. Hitung pusat klaster ke-  $k$  :  $V_{kj}$ , pada persamaan rumus 2.3 dibawah ini :

$$V_{kj} = \frac{\sum_i^n = (\mu_{ik})^w X x_{ij}}{\sum_i^n = (\mu_{ik})^w} \quad (2.3)$$

$V_{kj}$  = posisi pusat *cluster* ke- $k$  pada dimensi ke-

j.

$X_{ij}$  = nilai dari fitur ke- $j$  untuk data ke- $i$ .

dengan  $k = 1, 2, \dots, c$  dan  $j = 1, 2, \dots, m$

5. Hitung fungsi objektif pada iterasi ke-  $t$ , pada persamaan rumus 2.4 dibawah ini :

$$P_t = \sum_{t=1}^n \sum_{k=1}^c ([\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2] (\mu_{ik})^2) \quad (2.4)$$

$P_t$  = nilai fungsi objektif pada iterasi ke- $t$ .

6. Hitung perubahan matriks partisi, pada persamaan rumus 2.5 dibawah ini :

$$\mu_{ik} = \frac{[\sum_j^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{-\frac{1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c [\sum_j^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{-\frac{1}{w-1}}} \quad (2.5)$$

7. Cek kondisi berhenti :

- a. Jika  $(|P_t - P_{t-1}| < \epsilon)$  atau  $(t < MaxIter)$  maka berhenti.

- b. Jika tidak:  $t = t + 1$ , ulangi Langkah ke-4  
 $Output$  yang dihasilkan dari *Fuzzy C-Means*(FCM) merupakan deretan pusat Klastering dan beberapa derajat keanggotaan untuk tiap-tiap titik data (Aditya Ramadhan, 2017).

#### 2.1.4 Python

*Python* adalah bahasa pemrograman dinamis, tingkat tinggi, dimana merupakan bahasa pemrograman interpreter yaitu bahasa yang

mengkonversi source code menjadi machine code secara langsung ketika program dijalankan (Agus Suharto, 2023). *Python* menawarkan berbagai pustaka (libraries) yang dapat mempermudah pengolahan data dan penerapan metode-metode machine learning. Dalam konteks pengelompokan status gizi batita, *Python* akan menjadi alat utama untuk mengelola, Memproses dan menganalisis data serta menyajikan visualisasi hasil Klastering.

## 1. *NumPy*

*NumPy* adalah pustaka fundamental dalam komputasi ilmiah dengan *Python*. *NumPy* memiliki peran utama dalam melakukan operasi pada data numerik dalam bentuk array. Contoh operasi yang dapat dilakukan oleh *NumPy* melibatkan operasi aritmatika, trigonometri, fungsi matematika, serta statistik. Dengan menggunakan *NumPy*, pemrosesan data numerik dapat dilakukan dengan lebih efisien dalam lingkungan bahasa pemrograman *Python* (Nurul Maulida Surbakti, 2024). *NumPy* akan sangat membantu dalam:

**a. Operasi Vektor dan Matriks:** Penghitungan jarak antar titik data dan pusat kelompok dalam algoritma *K-Means* dan *Fuzzy C-Means* dilakukan menggunakan operasi vektor dan

matriks yang efisien.

- b. Manipulasi Data:** *NumPy* memungkinkan transformasi data mentah menjadi bentuk yang siap diolah oleh algoritma machine learning *Python* (Nurul Maulida Surbakti, 2024).

## 2. *Pandas*

*Pandas* adalah pustaka yang dirancang khusus untuk manipulasi dan analisis data yang terstruktur. *Pandas* paling populer yang digunakan untuk analisis data dengan dukungan untuk struktur data yang cepat, fleksibel, dan ekspresif yang dirancang untuk bekerja pada data "relasional" atau "berlabel" (M. Riziq Sirfatullah Alfarizi, 2023). Dalam konteks pengelompokan status gizi batita, *Pandas* digunakan untuk:

- a. Pengelolaan Data:** Data antropometri batita, seperti berat badan, tinggi badan, dan usia, bisa dikelola dalam bentuk *DataFrame* yang sangat mirip dengan tabel.
- b. Cleaning dan Preprocessing Data:** *Pandas* memfasilitasi proses membersihkan data, menangani nilai yang hilang, dan mempersiapkan data untuk diolah lebih lanjut.
- c. Agregasi dan Transformasi Data:**

Menggabungkan, memfilter, atau merangkum data sebelum diterapkan pada algoritma *Clustering* (M. Riziq Sirfatullah Alfarizi, 2023).

### 3. *Skfuzzy (SciKit Fuzzy)*

Untuk penerapan *Fuzzy C-Means*, *Python* juga memiliki pustaka khusus bernama *skfuzzy* yang merupakan bagian dari *SciKit*. Pustaka ini menyediakan algoritma *fuzzy logic*, termasuk *Fuzzy C-Means* (Nurul Maulida Surbakti, 2024). Beberapa kegunaan utamanya adalah:

- a. **Penerapan *Fuzzy C-Means*:** Dengan fungsi *C-Means* yang disediakan oleh *skfuzzy*, algoritma *fuzzy* dapat diterapkan dengan mudah untuk membagi data ke dalam beberapa kelompok berdasarkan tingkatkeanggotaan *fuzzy*.
- b. **Evaluasi Hasil *Fuzzy Clustering*:** Setelah mendapatkan hasil *Clustering* maka tahap selanjutnya adalah evaluasi menggunakan metrik seperti *Davies Bouldin Index (DBI)*, *Silhouette Score*, atau *Elbow Method* untuk menilai apakah hasilnya dapat diterima dan relevan dengan tujuan penelitian (Nurul Maulida Surbakti, 2024).

### 4. *Matplotlib dan Seaborn*

Setelah menerapkan *K-Means* atau *Fuzzy*

*C-Means*, langkah berikutnya adalah memvisualisasikan hasil *Clustering*. *Python* memiliki pustaka visualisasi data yang sangat kuat, yaitu *Matplotlib* dan *Seaborn*. *Matplotlib* menciptakan visualisasi data dalam berbagai bentuk, termasuk *scatter plot*, *line chart*, *bar chart*, dan *pie chart* (Nurul Maulida Surbakti, 2024). Beberapa kegunaannya dalam proyek ini adalah:

- a. ***Scatter Plot***: Visualisasi pengelompokan data dalam bentuk *scatter plot*, di mana setiap titik data bisa diberi warna yang berbeda sesuai kelompoknya.
- b. ***Heatmap***: Membuat *heatmap* untuk menunjukkan korelasi antara atribut-atribut data.
- c. ***Plot Membership***: Dalam kasus *Fuzzy C-Means*, dapat digambarkan derajat keanggotaan titik data pada berbagai kelompok dengan gradien warna (Nurul Maulida Surbakti, 2024).

Penggunaan *Python* sebagai alat utama dalam analisis data memiliki banyak keunggulan yang signifikan.. Dengan sintaks yang sederhana dan mudah dipahami, *Python* memungkinkan pengguna dari berbagai latar belakang, termasuk yang tidak

memiliki keahlian pemrograman tingkat lanjut, untuk dengan cepat menguasai dan menerapkan algoritma machine learning seperti *K-Means* dan *Fuzzy C-Means*. *Python* juga didukung oleh ekosistem pustaka yang luas, seperti *NumPy*, *Pandas*, *Scikit-learn*, *Matplotlib*, dan *Seaborn*, yang memfasilitasi setiap tahap analisis, mulai dari pengolahan data, penerapan algoritma, hingga visualisasi hasil. Selain itu, *Python* memiliki komunitas pengguna yang besar dan aktif, sehingga pengguna dapat dengan mudah menemukan solusi atau dukungan teknis saat menghadapi kendala. Semua ini menjadikan *Python* sebagai pilihan ideal (Agus Suharto, 2023).

## 2.2 Kajian Penelitian yang Relevan

Dalam melaksanakan penelitian ini, ada beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya dan relevan jika dilakukan sebagai bahan acuan pada penelitian ini, antara lain :

**Tabel 2.1 Kajian Penelitian**

Judul Penelitian	Hasil
Penerapan Algoritma <i>K-Means</i> dalam Klastering Kasus <i>Stunting</i> Batita Desa Tegalwangi.	Penelitian ini berhasil mengidentifikasi pola stunting pada balita menggunakan algoritma K-Means. Melalui analisis data yang diperoleh dari observasi pasif di Posyandu dan pengolahan data

Judul Penelitian	Hasil
	<p>menggunakan teknik Knowledge Discovery in Databases (KDD), penelitian ini berhasil mengelompokkan 395 data balita menjadi dua cluster utama. Hasil clustering menunjukkan bahwa sebagian besar balita berada dalam kategori normal, namun terdapat pula kelompok kecil yang mengalami stunting. (Putri Apriyani, Arif Rinaldi Dikananda, Irfan Ali, 2023 )</p>
<p><i>Analisis Fuzzy C-Means dan Penerapannya Dalam Pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi Selatan Berdasarkan Faktor - Faktor Penyebab Gizi Buruk.</i></p>	<p>Dengan menggunakan metode Fuzzy C-Means, penelitian ini berhasil mengidentifikasi dua kelompok kabupaten/kota di Sulawesi Selatan berdasarkan faktor-faktor penyebab gizi buruk. Metode ini bekerja dengan memberikan bobot keanggotaan pada setiap data terhadap setiap kelompok, sehingga memungkinkan data untuk berada di beberapa kelompok sekaligus. Nilai fungsi objektif yang rendah menunjukkan bahwa kelompok yang terbentuk memiliki kesamaan karakteristik yang tinggi. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa</p>

<b>Judul Penelitian</b>	<b>Hasil</b>
	Fuzzy C-Means merupakan metode yang cocok untuk menganalisis data kompleks dan heterogen seperti data penyebab gizi buruk. (Wahidah Sanusi , Ahmad Zaky , dan Besse Nur Afni , 2019)
Analisa Perbandingan Algoritma <i>Clustering</i> Untuk Pemetaan Status Gizi Batita Di Puskesmas Pasir Jaya.	Penelitian ini berhasil mengidentifikasi bahwa status gizi buruk pada balita dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti asupan makanan, kondisi ekonomi, dan penyakit bawaan. Dengan menggunakan algoritma K-Means dan Fuzzy C-Means, berhasil mengklasifikasikan status gizi balita berdasarkan tinggi badan, berat badan, jenis kelamin, dan umur. Hasil analisis menunjukkan bahwa algoritma K-Means memberikan hasil yang lebih baik dalam mengidentifikasi kelompok balita berdasarkan status gizinya (Trisnansita Kintan Pancarani , 2021)
Analisis Nilai Gizi Balita di Desa Mangunsari kecamatan Gunungpati Kota Semarang dengan Algoritma <i>K- Means</i>	Penelitian ini menunjukkan bahwa Posyandu Mekarsari memiliki kasus stunting balita paling tinggi dibandingkan Posyandu Harapan 1 dan Harapan 2 di Desa Mangunsari. Analisis menggunakan metode K-Means

Judul Penelitian	Hasil
<i>Clustering untuk Pencegahan Stunting.</i>	Clustering mengidentifikasi balita berisiko stunting berdasarkan usia, berat badan, dan tinggi badan. Hasil ini menyoroti pentingnya pemantauan rutin di posyandu untuk deteksi dini dan penanganan kasus stunting. (Dhany Yudha Pratama Widodo , Kurniawati, Dhega Febiharsa , 2023)
Perbandingan Algoritma <i>K-Means</i> dan <i>Fuzzy C-Means</i> untuk <i>Clustering</i> Puskesmas Berdasarkan Gizi Balita di Surabaya	Penelitian ini berhasil mengelompokkan puskesmas di Surabaya berdasarkan status gizi balita. Hasil analisis menunjukkan bahwa algoritma <i>K-Means</i> lebih efektif dalam mengidentifikasi kelompok puskesmas dengan masalah gizi balita yang serupa. Temuan ini dapat menjadi dasar bagi pemerintah kota dalam merancang kebijakan kesehatan yang lebih tertarget untuk mengatasi masalah gizi buruk, terutama di wilayah dengan tingkat kasus yang tinggi. (Alvin Kurnia Rahmansyah (2023)

Perbedaan analisis yang akan peneliti buat dibandingkan dengan penelitian sebelumnya adalah penelitian lebih fokus pada pengelompokan status gizi dan

tidak hanya mendefinisikan sebagai stunting atau tidak di wilayah spesifik, yaitu Desa Dimoro, dengan menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means*. Tujuannya adalah untuk memberikan rekomendasi saran dan referensi data yang lebih akurat bagi kader posyandu dan puskesmas setempat untuk menjalankan program terbaru yaitu Rumah Desa Sehat. Sementara penelitian yang sudah di review lebih bersifat umum, dengan cakupan wilayah yang luas dan fokus pada pengelompokan data status gizi batita secara umum atau performa layanan kesehatan. Perbedaan lain juga terletak pada perbandingan dimana penelitian yang sudah ada bisa membandingkan dua algoritma yang digunakan sedangkan pada penelitian ini kita bisa melihat perbedaan antara *basic knowledge* yaitu status gizi berdasarkan aturan resmi WHO dengan penerapan algoritma *Fuzzy C-Means* itu sendiri.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Data**

##### **3.1.1 Deskripsi Data**

Pengambilan data gizi batita dalam penelitian ini dilakukan melalui aplikasi Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu (DPMPTSP) Grobogan yang dapat diakses melalui situs web Sicantik.go.id. Proses pengambilan data berlangsung selama tiga bulan, yaitu dari November 2024 hingga Januari 2025.

Tahapan pengambilan data dimulai dengan mengakses situs web Sicantik.go.id, kemudian melakukan pencarian dan ekstraksi data yang relevan dengan status gizi batita. Data yang diperoleh mencakup berbagai parameter gizi, seperti berat badan, tinggi badan, usia, serta indikator status gizi lainnya.

Proses perizinan data terdiri dari beberapa tahap sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.1 dibawah ini.



*Gambar 3.1 Proses Perizinan Data*

Kemudian perizinan sampai kepada Posyandu dimana data tersebut meliputi catatan rutin mengenai berat badan, tinggi badan, serta status kesehatan lainnya yang diukur selama kunjungan berkala.

Posyandu juga menjadi sumber data primer, karena para ibu batita sering berpartisipasi dalam program pemantauan gizi dan kesehatan anak secara langsung.

### **3.1.2 Jenis Data**

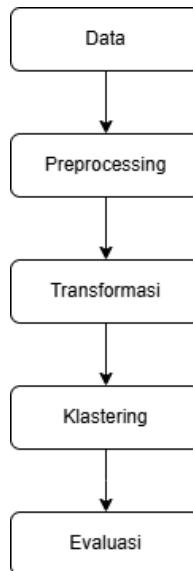
Data merupakan data sekunder yang didapatkan melalui Posyandu. Data mencakup variabel-variabel berikut:

1. Identitas Batita: Nama, usia, alamat, dan jenis kelamin.
2. Parameter Fisik: Berat badan dan tinggi badan, lingkar lengan, dan lingkar kepala.
3. Riwayat Imunisasi: Imunisasi yang telah diterima oleh batita yang juga berpengaruh pada kesehatan umum mereka.

### **3.2 Metode Penelitian**

Pada penelitian ini adalah menggunakan proses *Knowledge Discovery in Databases* (KDD). Suatu teknik pembentukan pola atau rule dalam informasi. Informasi yang dihasilkan didapatkan dari suatu data yang besar atau dikenal dengan tambang data yang disimpan dalam basis data yang awalnya belum diketahui dan menghasilkan suatu data yang potensial bermanfaat. Iterasi dalam data mining disebut proses KDD (Januardi Nasir, 2020).

Proses KDD terdiri dari 5 tahap sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.2.



*Gambar 3.2 Proses KDD*

Proses KDD merupakan serangkaian langkah sistematis untuk menemukan pola-pola yang bermakna dalam data yang besar dan kompleks. Berikut penjelasan setiap tahapan dalam diagram di atas:

1. Data

Data yang tersedia hanya dari satu sumber saja yaitu Posyandu, maka tidak diperlukan tahap seleksi data. Proses yang akan dilakukan hanya memanggil dan menampilkan data dalam format csv.

## 2. *Preprocessing* Data :

Kemudian dilakukan Data *Preprocessing* dengan tujuan untuk membersihkan data seperti data null dan data duplikat pada informasi yang telah dipilih dalam *tools* yang digunakan, lalu menormalisasi data gizi(Fina Raudotul Janah, 2023).

- a. Pembersihan Data: Menghapus data yang tidak konsisten atau duplikat dari dataset. Memastikan tidak ada nilai yang hilang untuk atribut penting.
- b. *Reduksi* Data: Mengurangi dimensi data dengan mengeliminasi atribut yang tidak berkontribusi signifikan terhadap analisis, sehingga mempercepat proses komputasi.

## 3. *Transformasi* Data

Data yang dipilih dan dipulihkan kemudian diubah atau ditransformasikan untuk memungkinkan analisis yang baik seperti mengubah bentuk data, tipe data dan lainnya dalam *tools* yang digunakan(Fina Raudotul Janah, 2023).

- a. *Encoding*: adalah proses mengubah data kategori (seperti teks atau label) menjadi format numerik agar bisa diproses oleh

algoritma komputer, terutama dalam machine learning atau data mining.

- b. *Normalisasi*: Mengubah data ke dalam rentang nilai yang sama untuk semua atribut agar tidak ada atribut yang mendominasi analisis.

#### 4. Klastering

Pada titik ini, data akan diproses dengan menggunakan algoritma *Fuzzy C- Means* dalam *tools* yang digunakan. (Fina Raudotul Janah, 2023).

- a. Pemilihan Model: Memilih algoritma *Fuzzy C- Means* berdasarkan karakteristik data dan tujuan analisis untuk mengelompokkan status gizi menjadi *cluster* yang berbeda-beda.
- b. Penerapan Model: Menerapkan algoritma pada data yang telah diproses,
- c. Evaluasi model, mengevaluasi kinerja model dengan menggunakan metrik yang sesuai.

#### 5. Evaluasi dan Interpretasi Pola

Pola – pola yang telah dihasilkan dalam proses data mining ini ditampilkan dalam bentuk visualisasi *scatter* atau *bar colum* agar lebih mudah dimengerti dengan tujuan agar informasi

yang telah ditemukan tidak bertentangan dengan hipotesis yang telah dilakukan sebelumnya juga bisa dipahami dengan mudah dengan menganalisis karakteristik setiap *cluster* dan membandingkan hasil kedua algoritma.

Evaluasi hasil *cluster* sebagai tahapan terakhir proses KDD adalah dengan menggunakan metode *Davies-BouldinIndex(DBI)*, *Elbow Method*, dan *Silhouette Score*.

a. *Davies-Bouldin Index* (DBI) merupakan metrik evaluasi yang digunakan untuk mengukur kualitas suatu *Clustering*. DBI menghitung nilai rata-rata kemiripan antara setiap *cluster* dengan *cluster* terdekatnya. Semakin kecil nilai DBI, semakin baik pemisahan antara *cluster* dan semakin tinggi tingkat kohesi dalam setiap *cluster* (Nita Mirantika, 2023).

$$DBI = \frac{1}{c} \sum_{i=1}^c \max_{j \neq i} \frac{S_i + S_j}{d(v_i v_j)} \quad (3.1)$$

$S_i$ = adalah ukuran rata-rata penyebaran dalam *cluster* i.

$v_i$ =adalah pusat *cluster* i.

$d(v_i \ v_i)$ =adalah jarak antara pusat *cluster*

i dan j.

DBI mengevaluasi tingkat kemiripan dalam satu *cluster* (intra-*cluster* similarity) dan perbedaan antar *cluster* (inter-*cluster* distance). Model *Clustering* yang baik akan memiliki *cluster* yang kompak dan jauh satu sama lain, menghasilkan nilai DBI yang rendah.

- b. Metode Elbow adalah teknik yang digunakan untuk menentukan jumlah *cluster* yang paling optimal dalam suatu proses pengelompokan data. Metode ini bekerja dengan membandingkan hasil dari berbagai jumlah *cluster* yang berbeda. Dengan memvisualisasikan hasil perbandingan ini dalam bentuk grafik, kita dapat melihat titik di mana penurunan nilai error mulai melambat dan membentuk semacam "siku". Titik siku inilah yang dianggap sebagai jumlah cluster yang paling tepat(Muhammad Sholeh, 2023).

Proses singkatnya adalah:

- 1) Jalankan algoritma Clustering beberapa kali dengan jumlah cluster yang berbeda-beda.

- 2) Hitung nilai error untuk setiap jumlah cluster.
  - 3) Plot nilai error dalam grafik.
  - 4) Tentukan titik elbow pada grafik.
  - 5) Jumlah cluster yang sesuai dengan titik elbow adalah jumlah cluster yang optimal.
- c. Interpretasi Pola. Untuk memberikan interpretasi bermakna, setiap cluster dilabeli berdasarkan distribusi status gizi menggunakan standar z-score WHO, yang dihitung melalui indeks antropometri Berat Badan menurut Tinggi Badan (BB/TB). Klasifikasi ini memungkinkan pemahaman status gizi klinis setiap balita dalam cluster. Lebih lanjut, pelabelan hasil klastering Fuzzy C-Means juga didasarkan pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2020 tentang Standar Antropometri Anak, yang menetapkan penilaian status gizi menggunakan z-score dengan indeks Berat Badan menurut Tinggi Badan/Panjang Badan (BB/TB/PB). Batasan z-score spesifik (contoh: Gizi Buruk < -3 SD) digunakan untuk memberikan interpretasi

klinis yang relevan pada kelompok hasil klastering, sehingga memudahkan pemahaman dan aplikasi hasil penelitian.

Standar klasifikasi status gizi yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2020, yang menggunakan skor Z (Z-score) berdasarkan Berat Badan menurut Tinggi Badan (BB/TB) dengan batasan pada gambar 3.3 berikut ini:

**Klasifikasi Status Gizi  
Berdasarkan Skor Z (Z-Score)**

Gizi buruk ( <i>severely wasted</i> )	< -3 SD
Gizi kurang ( <i>wasted</i> )	-3 SD ≤ -2 SD – 2 SD
Gizi baik ( <i>normal</i> )	-2 SD to +1 SD
Berisiko gizi lebih ( <i>possible risk of overweight</i> )	> +1 SD ≤ +2 SD
Gizi lebih ( <i>overweight</i> )	> +2 SD ≤ +3 SD
Obesitas ( <i>obese</i> )	> +3 SD

*Gambar 3.3 Klasifikasi Status Gizi*

Status gizi dihitung menggunakan Python berdasarkan skor Z. Nilai mean dan standar deviasi (SD) dari standar antropometri anak PMK No. 2 Tahun 2020 digunakan sebagai acuan. Skor Z kemudian

dikategorikan menjadi status gizi (contoh:  $BB/TB < -3 SD$  = Gizi Buruk) sesuai batasan tabel klasifikasi PMK No. 2 Tahun 2020, sehingga menghasilkan status gizi setiap balita secara otomatis.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada tahap ini akan menjelaskan tahapan yang berkaitan dengan prosedur yang dilakukan dalam penelitian, sebagaimana dituangkan dalam metodologi penelitian sebelumnya.

#### **4.1 Data**

Dalam proses awal ini, kita akan menampilkan data dan mengubah dalam format yang sesuai untuk dilakukan proses Klastering menggunakan *Fuzzy C-Means*. Data yang akan ditampilkan adalah sebagaimana pada Tabel 4.1 dibawah ini.

#### **Keterangan:**

- NB : Nama Balita
- JK : Jenis Kelamin
- UB : Umur Bayi
- AD : Alamat Dusun
- BB : Berat Badan (kg)
- TB : Tinggi Badan (cm)
- LL : Lingkar Lengan (cm)
- LK : Lingkar Kepala (cm)
- ISD : Imunisasi yang Sudah Diterima

**Tabel 4.1 Data Posyandu**

No	NB	JK	UB	AD	BB	TB	LL	LK	ISD
1	Balita 1	Perempuan	2	Truwili	5	55	14	45	HB, BCG, Polio
2	Balita 2	Laki-laki	3	Dimoro	6	57	15	44	HB, BCG, Polio, DPT
3	Balita 3	Perempuan	4	Kedung banteng	6	58	16	45	HB, BCG, Polio, DPT
4	Balita 4	Laki-laki	5	Dukuantoro	7	60	17	43	HB, BCG, Polio, DPT
5	Balita 5	Perempuan	6	Dimoro	7	63	13	45	HB, BCG, Polio, DPT
6	Balita 6	Laki-laki	7	Pandeka	8,5	76	14	44	HB, BCG, Polio, DPT
7	Balita 7	Perempuan	8	Dukuan toro	8	77	15	42	HB, BCG, Polio, DPT
8	Balita 8	Laki-laki	9	Karangturi	9	78	16	43	HB, BCG, Polio, DPT
9	Balita 9	Perempuan	10	Jurug	8,2	79	17	44	HB, BCG, Polio, DPT
10	Balita 10	Laki-laki	11	Karangturi	8	80	13	42	HB, BCG, Polio, DPT
11	Balita 11	Perempuan	12	Kutho	9,7	81	14	45	HB, BCG, Polio, DPT
12	Balita 12	Laki-laki	13	Kuwojo	11,4	82	15	44	HB, BCG, Polio, DPT
13	Balita 13	Perempuan	14	Kutho	10	83	16	43	HB, BCG, Polio, DPT
14	Balita 14	Laki-laki	15	Pulorejo	11,5	84	17	44	HB, BCG, Polio, DPT
15	Balita 15	Perempuan	16	Kutho	9,5	85	13	45	HB, BCG, Polio, DPT
16	Balita 16	Laki-laki	17	Dimoro	10,8	86	14	46	HB, BCG, Polio, DPT
17	Balita 17	Perempuan	18	Truwili	10,5	87	15	47	HB, BCG, Polio, DPT
18	Balita 18	Laki-laki	19	Dukuantoro	11	88	16	46	HB, BCG, Polio, DPT

19	Balita 19	Perempuan	20	Jurug	11,5	89	17	47	HB, BCG, Polio, DPT
20	Balita 20	Laki-laki	21	Dimoro	10	90	13	46	HB, BCG, Polio, DPT
21	Balita 21	Perempuan	22	Jurug	9,2	87	14	45	HB, BCG, Polio, DPT
22	Balita 22	Laki-laki	23	Dimoro	11,5	86	15	43	HB, BCG, Polio, DPT
23	Balita 23	Perempuan	24	Dimoro	10,2	88	16	43	HB, BCG, Polio, DPT
24	Balita 24	Laki-laki	25	Dukuantoro	11	90	17	44	HB, BCG, Polio, DPT
25	Balita 25	Perempuan	26	Kutho	9,5	90	13	46	HB, BCG, Polio, DPT
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
395	Balita 395	Perempuan	36	Kuwojo	14	99	13	48	HB, BCG, Polio, DPT
396	Balita 396	Laki-laki	1	Pulorejo	3,2	52	14	43	HB, BCG, Polio
397	Balita 397	Perempuan	2	Pulorejo	3,5	56	15	44	HB, BCG, Polio, DPT
398	Balita 398	Laki-laki	3	Dukuantoro	5,2	60	16	46	HB, BCG, Polio, DPT
399	Balita 399	Perempuan	4	Pulorejo	6,7	63	17	43	HB, BCG, Polio, DPT
400	Balita 400	Laki-laki	5	Pulorejo	7	66	13	44	HB, BCG, Polio, DPT

(Lihat lampiran 6.)

Kemudian data diatas akan berubah format menjadi csv agar lebih mudah untuk dilakukan proses Klastering menggunakan *Fuzzy C-Means*. Selanjutnya, data dalam format csv akan dipanggil menggunakan perintah dan library yang sesuai. Hal ini dilakukan untuk memastikan kembali apakah data sudah layak dan siap untuk dilakukan proses Klastering.

Data yang akan ditampilkan adalah sebagaimana dalam Gambar 4.1 dibawah ini.

No	Nama Balita	Jenis Kelamin	Umur (bulan)	Alamat Dusun	BB (kg)	TB (cm)	Lingkar Lengan (cm)	Lingkar Kepala (cm)	Imunisasi yang Sudah Diterima
0	Balita 1	Perempuan	2	Truwili	5.0	71	14	45	HB, BCG, Polio
1	Balita 2	Laki-laki	3	Dimoro	6.0	72	15	44	HB, BCG, Polio, DPT
2	Balita 3	Perempuan	4	Kedungbateng	6.0	73	16	45	HB, BCG, Polio, DPT
3	Balita 4	Laki-laki	5	Dukuntroro	7.0	74	17	43	HB, BCG, Polio, DPT
4	Balita 5	Perempuan	6	Dimoro	7.0	75	13	45	HB, BCG, Polio, DPT
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
395	Balita 396	Laki-laki	1	Pulorejo	3.2	71	14	43	HB, BCG, Polio
396	Balita 397	Perempuan	2	Pulorejo	3.5	72	15	44	HB, BCG, Polio, DPT
397	Balita 398	Laki-laki	3	Dukuntroro	5.2	73	16	46	HB, BCG, Polio, DPT
398	Balita 399	Perempuan	4	Pulorejo	6.7	73	17	43	HB, BCG, Polio, DPT
399	Balita 400	Laki-laki	5	Pulorejo	7.0	74	13	44	HB, BCG, Polio, DPT

400 rows × 10 columns

*Gambar 4.1 Load Data*

## 4.2 Preprocessing Data

Setelah mengumpulkan data penelitian, dilanjutkan melakukan preprocessing yaitu untuk memastikan data sudah siap digunakan dan dianalisis atau pemodelan lebih lanjut. Pada tahap ini, berbagai teknik diterapkan, seperti pembersihan data, dan reduksi data. Proses-proses ini berperan penting dalam menjaga informasi yang relevan, sekaligus

menghilangkan data yang tidak diperlukan atau berpotensi mengganggu hasil analisis. Dengan melakukan pembersihan dan penyusunan ulang data secara sistematis, kualitas data yang digunakan dalam proses selanjutnya dapat ditingkatkan. Prosesnya adalah sebagai berikut :

### 1. *Data Cleaning*

Tahap dalam preprocessing yang bertujuan untuk menghapus atau memperbaiki data yang kotor atau tidak valid, agar analisis selanjutnya bisa menghasilkan output yang akurat. Tahap yang dilakukan adalah cek missing values untuk mengetahui apakah ada data yang cacat atau tidak.

```
print("\nMissing Values:")
print(data.isnull().sum())
```

Hasil sesudah proses cleaning yaitu cek missing values adalah sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.2 dibawah ini.

```

Missing Values:
No                      0
Nama Balita             0
Jenis Kelamin           0
Umur (bulan)             0
Alamat Dusun             0
BB (kg)                  0
TB (cm)                  0
Lingkar Lengan (cm)      0
Lingkar Kepala (cm)      0
Imunisasi yang Sudah Diterima 0
dtype: int64

```

*Gambar 4.2 Data Cleaning*

Data diatas tidak menunjukkan jika ada *missing values*.

## 2. Reduksi Data

Tahap reduksi dalam preprocessing adalah proses untuk mengurangi jumlah atribut (fitur) atau data agar analisis menjadi lebih efisien tanpa kehilangan informasi penting. Seperti menghapus kolom yang tidak relevan atau atributnya tidak dibutuhkan untuk proses Klastering.

```

kolom_yang_dihapus = ['No', 'Nama Balita',
'Alamat Dusun', 'Lingkar Lengan', 'Lingkar
Kepala', 'Imunisasi yang Sudah Diterima']
data = data.drop(columns=kolom_yang_dihapus)
data = data.dropna()
data['Umur (bulan)'] = data['Umur
(bulan)'].astype(int)

```

Hasil sebelum dan sesudah proses reduksi yaitu dengan menghapus kolom data yang tidak relevan adalah sebagaimana ditunjukkan pada gambar dibawah ini.

No	Nama Balita	Jenis Kelamin	Umur (bulan)	Alamat Dusun	BB (kg)	TB (cm)	Lingkar Lengan (cm)	Lingkar Kepala (cm)	Imunisasi yang Sudah Diterima	
0	1	Balita 1	Perempuan	2	Truwili	5.0	71	14	45	HB, BCG, Polio
1	2	Balita 2	Laki-laki	3	Dimoro	6.0	72	15	44	HB, BCG, Polio, DPT
2	3	Balita 3	Perempuan	4	Kedungbanteng	6.0	73	16	45	HB, BCG, Polio, DPT
3	4	Balita 4	Laki-laki	5	Dukuantoro	7.0	74	17	43	HB, BCG, Polio, DPT
4	5	Balita 5	Perempuan	6	Dimoro	7.0	75	13	45	HB, BCG, Polio, DPT
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
395	396	Balita 396	Laki-laki	1	Pulorejo	3.2	71	14	43	HB, BCG, Polio
396	397	Balita 397	Perempuan	2	Pulorejo	3.5	72	15	44	HB, BCG, Polio, DPT
397	398	Balita 398	Laki-laki	3	Dukuantoro	5.2	73	16	46	HB, BCG, Polio, DPT
398	399	Balita 399	Perempuan	4	Pulorejo	6.7	73	17	43	HB, BCG, Polio, DPT
399	400	Balita 400	Laki-laki	5	Pulorejo	7.0	74	13	44	HB, BCG, Polio, DPT

*Gambar 4.3 Sebelum Reduksi*

	Jenis Kelamin	Umur (bulan)	BB (kg)	TB (cm)
0	Perempuan	2	5.0	71
1	Laki-laki	3	6.0	72
2	Perempuan	4	6.0	73
3	Laki-laki	5	7.0	74
4	Perempuan	6	7.0	75
...	...	...	...	...
395	Laki-laki	1	3.2	71
396	Perempuan	2	3.5	72
397	Laki-laki	3	5.2	73
398	Perempuan	4	6.7	73
399	Laki-laki	5	7.0	74

*Gambar 4.4 Setelah Reduksi*

Kolom\_yang\_dihapus = ['No', 'Nama Balita', 'Alamat Dusun', 'Imunisasi yang Sudah Diterima'], kolom yang tersisa hanya data numerik yang akan dibutuhkan untuk proses Klastering.

### 4.3 Transformasi Data

Dalam proses KDD, Transformasi data dalam penelitian ini yaitu ada proses encoding dan normalisasi.

- a. *Encoding* : yaitu proses mengubah data kategori (seperti teks atau label) menjadi format numerik agar bisa diproses oleh algoritma komputer, terutama dalam machine learning atau data mining. Dalam penelitian ini yaitu mengubah Jenis Kelamin menjadi format numerik.

```
data['Jenis Kelamin'] = data['Jenis  
Kelamin'].map({'laki-laki': 1, 'perempuan': 0})  
  
# Periksa hasil  
print(data[['Jenis Kelamin']].head())
```

Hasil sebelum dan sesudah proses *Encoding* adalah sebagaimana pada gambar dibawah ini.

	Jenis Kelamin	Umur (bulan)	BB (kg)	TB (cm)
0	Perempuan	2	5.0	71
1	Laki-laki	3	6.0	72
2	Perempuan	4	6.0	73
3	Laki-laki	5	7.0	74
4	Perempuan	6	7.0	75
...	...	...	...	...
395	Laki-laki	1	3.2	71
396	Perempuan	2	3.5	72
397	Laki-laki	3	5.2	73
398	Perempuan	4	6.7	73
399	Laki-laki	5	7.0	74

Gambar 4.5 Sebelum Encoding

	Jenis Kelamin	Umur (bulan)	BB (kg)	TB (cm)
0	0	2	5.0	71
1	1	3	6.0	72
2	0	4	6.0	73
3	1	5	7.0	74
4	0	6	7.0	75
...	...	...	...	...
395	1	1	3.2	71
396	0	2	3.5	72
397	1	3	5.2	73
398	0	4	6.7	73
399	1	5	7.0	74

Gambar 4.6 Setelah Encoding

- b. *Normalisasi*: yaitu tahap normalisasi menggunakan metode Min-Max Scaling. Tujuannya adalah untuk menyamakan skala antar variabel agar tidak terjadi

dominasi oleh variabel tertentu dalam proses pengelompokan menggunakan algoritma Fuzzy C-Means.

```
scaler = MinMaxScaler()
X_normalized = scaler.fit_transform(X)

print("\nData Setelah Normalisasi:")
print(X_normalized)
```

Hasil sebelum dan sesudah proses normalisasi adalah sebagaimana ditunjukkan pada gambar dibawah ini.

Data Sebelum Normalisasi:				
	Jenis Kelamin	Umur (bulan)	BB (kg)	TB (cm)
0	0	2	5.0	71
1	1	3	6.0	72
2	0	4	6.0	73
3	1	5	7.0	74
4	0	6	7.0	75
..	...	...	...	...
395	1	1	3.2	71
396	0	2	3.5	72
397	1	3	5.2	73
398	0	4	6.7	73
399	1	5	7.0	74

*Gambar 4.7 Sebelum Normalisasi*

Data Setelah Normalisasi:				
[0.	0.02857143	0.18518519	0.03125	]
[1.	0.05714286	0.25925926	0.0625	]
[0.	0.08571429	0.25925926	0.09375	]
...				
[1.	0.05714286	0.2	0.09375	]
[0.	0.08571429	0.31111111	0.09375	]
[1.	0.11428571	0.33333333	0.125	]

*Gambar 4.8 Setelah Normalisasi*

Proses yang terjadi adalah proses mengubah nilai dari masing-masing variabel ke dalam rentang 0 sampai 1 menggunakan nilai minimal dan maksimal setiap fitur atau atribut yang digunakan, agar semua fitur memiliki skala yang sama. Ini sangat penting saat menggunakan algoritma seperti *Fuzzy C-Means*, yang berbasis pada perhitungan jarak antar data. Setelah semua tahap Transformasi Data sudah dilakukan, maka data sudah siap untuk dilakukan clustering menggunakan Algoritma Fuzzy C-Means.

#### 4.4 Klastering

Pada tahap ini, dilakukan proses pengelompokan data menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means (FCM)*. Algoritma ini merupakan metode clustering berbasis teori *fuzzy* yang memungkinkan setiap data memiliki derajat keanggotaan dalam lebih dari satu cluster. Dalam setiap iterasi, pusat cluster diperbarui berdasarkan rata-rata berbobot dari keanggotaan data, dan proses ini terus berlangsung hingga perubahan pusat cluster mencapai nilai ambang batas yang ditentukan (*error threshold*) atau jumlah iterasi maksimal tercapai.

Setelah proses clustering selesai, setiap data akan diberikan label cluster berdasarkan nilai keanggotaan tertinggi. Evaluasi hasil clustering dilakukan dengan

menggunakan *Davies-Bouldin Index (DBI)* untuk mengukur kualitas pembentukan cluster. Hasil dari proses ini akan digunakan dalam analisis status gizi batita, sehingga dapat memberikan wawasan mengenai pola distribusi gizi di Posyandu Desa Dimoro. Di bawah ini merupakan source code proses Klastering menggunakan metode *Fuzzy C-Means*.

```
# Clustering
num_clusters = optimal_k
m = 2
cntr, u, u0, d, jm, p, fpc = cmeans(X_normalized.T,
c=num_clusters, m=m, error=0.005,
maxiter=1000)
# Assign clusters based on maximum membership
cluster_membership = np.argmax(u, axis=0)
# Add cluster labels to the original dataframe
data['Cluster'] = cluster_membership
```

Proses diawali dengan menentukan jumlah cluster yang diinginkan serta parameter *fuzziness (m)*, yang berfungsi untuk mengatur tingkat keanggotaan data terhadap setiap cluster. Selanjutnya, algoritma akan

menginisialisasi pusat cluster secara acak dan menghitung derajat keanggotaan setiap data berdasarkan jarak Euclidean terhadap pusat cluster tersebut.

**num\_cluster=optimal k** → Menentukan jumlah cluster berdasarkan optimal k yang sudah dicari menggunakan *elbow method* yaitu 3 cluster

**m=2** → Parameter fuzziness (semakin tinggi, semakin fuzzy pembagian cluster)

**error=0.005** → Algoritma berhenti jika perubahan pusat cluster kurang dari 0.5%

**maxiter=1000** → Iterasi maksimal untuk mencari solusi terbaik

Setelah klastering berhasil maka perubahan data sebelum dan sesudah clustering adalah sebagaimana pada gambar 4. dibawah ini

Jenis Kelamin	Umur (bulan)	BB (kg)	TB (cm)
0	0	2	5.0
1	1	3	6.0
2	0	4	6.0
3	1	5	7.0
4	0	6	7.0
...	...	...	...
395	1	1	3.2
396	0	2	3.5
397	1	3	5.2
398	0	4	6.7
399	1	5	7.0

Gambar 4.9 Data Sebelum Klastering

Jenis Kelamin	Umur (bulan)	BB (kg)	TB (cm)	Cluster	
0	0	2	5.0	71	0
1	1	3	6.0	72	1
2	0	4	6.0	73	0
3	1	5	7.0	74	1
4	0	6	7.0	75	0
...	...	...	...	...	...
395	1	1	3.2	71	1
396	0	2	3.5	72	0
397	1	3	5.2	73	1
398	0	4	6.7	73	0
399	1	5	7.0	74	1

400 rows x 5 columns

Gambar 4.10 Data Setelah Klastering

Setelah proses klastering menggunakan *Fuzzy C-Means* berhasil dilakukan maka untuk proses selanjutnya adalah mengitung Pusat Klaster dan Derajat Keanggotaan

```
print("Pusat Klaster:")
```

```
for i, center in enumerate(cntr):
    print(f"Klaster {i + 1}: {center}")print("Pusat
Klaster:")
```

```
Pusat Klaster:
Klaster 1: [0.00386759 0.51386618 0.58518363 0.42573463]
Klaster 2: [0.95666711 0.21751271 0.41129424 0.18933397]
Klaster 3: [0.95738852 0.74427474 0.69583688 0.62676552]
```

*Gambar 4. 11 Pusat Cluster*

Setiap baris mewakili koordinat pusat (centroid) dari satu klaster dalam ruang berdimensi 5 (karena menggunakan 4 fitur: Umur, BB, TB, dan Jenis Kelamin yang sudah dinormalisasi).

Setelah pusat klaster diperoleh, tahap berikutnya adalah menghitung derajat keanggotaan setiap data terhadap masing-masing klaster.

```
print("\nDerajat Keanggotaan (Contoh 5 Individu
Pertama):")

for i in range(5): # Contoh untuk 5 individu pertama

    print(f"Individu {i + 1}: {u[:, i]}")
```

```
Derajat Keanggotaan (Contoh 5 Individu Pertama):
Individu 1: [0.55363365 0.29710157 0.14926478]
Individu 2: [0.04165405 0.89736499 0.06098095]
Individu 3: [0.61222289 0.25366862 0.1341085 ]
Individu 4: [0.01664787 0.95554857 0.02780356]
Individu 5: [0.68363307 0.20164644 0.11472049]
```

#### *Gambar 4.12 Derajat Keanggotaan*

Nilai keanggotaan ini menunjukkan bahwa FCM tidak memberikan pembagian tegas seperti K-Means, tetapi memberikan derajat keanggotaan berdasarkan kedekatan dengan pusat klaster.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Elbow*, diperoleh bahwa jumlah cluster yang optimal adalah tiga (3). Hal ini ditunjukkan oleh titik siku (*elbow point*) pada grafik, di mana penurunan nilai *Within-Cluster Sum of Squares (WCSS)* mulai melambat secara signifikan setelah tiga cluster. Dengan demikian, pemisahan data ke dalam tiga kelompok memberikan keseimbangan terbaik antara kompleksitas model dan akurasi representasi data.

Namun, perlu ditegaskan bahwa cluster ini masih bersifat tidak terlabeli(*unsupervised*). Artinya, hasil pengelompokan ini belum dikaitkan secara langsung dengan kategori status gizi yang ditetapkan oleh WHO, seperti gizi baik, gizi kurang, gizi buruk, atau stunting. Untuk menginterpretasikan makna dari masing-masing cluster, diperlukan tahap analisis lanjutan yaitu pelabelan itu ada pada tahap selanjutnya, seperti membandingkan karakteristik masing-masing cluster dengan batasan Z-score berdasarkan standar WHO.

Dengan kata lain, pengelompokan ini hanya

menunjukkan pola alami atau kemiripan data berdasarkan atribut-atribut numerik (seperti berat badan, tinggi badan, umur, dan jenis kelamin), tetapi belum merepresentasikan klasifikasi medis yang resmi. Label status gizi akan diberikan setelah tahap interpretasi terhadap hasil clustering selesai dilakukan. Hasil Klastering adalah sebagai berikut ini:

**Tabel 4.2 Tabel Hasil cluster 0**  
**Klaster 0 = 200 Anggota**

<b>Jenis Kelamin</b>	<b>Umur (bulan)</b>	<b>BB (Kg)</b>	<b>TB (cm)</b>
0	18	10,5	87
0	20	11,5	89
0	22	9,2	87
0	24	10,2	88
0	26	9,5	90
0	28	10,5	88
0	30	11,5	92
0	32	9	93
0	10	11,5	74
0	13	10,5	70

0	12	10	74
0	16	9,5	78
0	19	10,5	79
0	20	11,5	81
0	22	14	83
0	24	11	84
0	34	9,5	95
0	36	10	99
0	2	5	74
0	4	7	74
0	6	6,6	73
0	8	8,3	73
0	10	10,5	75
0	12	10,5	79
0	30	14	93
0	32	11,5	95
0	34	12,5	90
0	36	16	99
0	2	5	71
0	4	7,5	73
0	6	9,5	75
0	8	10,5	73
0	14	11,5	79
0	16	9,5	81

0	18	10	83
0	20	9,5	85
0	22	10,5	87
0	24	11,5	89
0	26	9,5	87
0	28	11,5	88
0	14	10,5	83
0	16	11,5	86
0	18	9,2	84
0	20	11,5	85
0	22	12,5	85
0	24	12,5	80
0	26	12,5	90
0	28	10,5	92
0	30	9,5	87
0	32	10,5	90
0	34	11,5	95
0	36	10,5	100
0	2	6	75
0	4	7,5	75
0	6	8,5	74
0	8	9,3	75
0	34	13	96
0	36	16	102

0	2	3,5	73
0	4	7	73
0	6	7,5	74
0	8	7,5	75
0	10	8,5	74
0	12	9,5	76
0	10	7,8	76
0	12	9,5	77
0	14	9,5	86
0	16	10,5	87
0	18	11,5	81
0	20	7,5	81
0	22	12	83
0	24	13	85
0	18	9,5	75
0	20	10,5	77
0	22	11,5	80
0	24	12,5	90
0	26	13	92
0	28	10,5	94
0	30	10,5	95
0	32	11,5	97
0	26	13	91
0	28	11,5	92

0	30	8,9	94
0	32	8,5	95
0	34	9,5	97
0	36	10,5	99
0	2	3,7	73
0	4	7	72
0	2	4	72
0	4	7,5	74
0	6	8,5	75
0	8	9,5	76
0	10	10,5	75
0	12	11,5	74
0	14	9,6	75
0	16	8,5	77
0	6	8,5	72
0	8	9,5	73
0	10	10,5	75
0	12	11,5	77
0	14	9	79
0	16	10	81
0	18	9,5	82
0	20	11	83
0	22	12,5	83
0	24	13,2	85

0	26	10,5	87
0	28	11,5	89
0	30	9,8	94
0	32	11	96
0	34	13,8	98
0	36	12	98
0	22	12,5	84
0	24	14	85
0	26	10,5	87
0	28	16	87
0	30	14,5	89
0	32	11,5	90
0	34	12	95
0	36	14,5	97
0	6	7	74
0	8	9,5	75
0	10	7,2	75
0	12	8,5	76
0	14	11,5	77
0	16	12,5	77
0	18	11,5	79
0	20	9,5	81
0	2	3,9	75
0	4	7	77

0	6	8,5	79
0	8	7,5	81
0	10	8,5	83
0	12	9,5	85
0	14	10,5	87
0	16	11,5	89
0	26	13	89
0	28	12,5	88
0	30	12	88
0	32	13,4	89
0	34	11,5	96
0	36	14	99
0	2	3,6	71
0	4	6	74
0	18	8,5	87
0	20	9,5	85
0	22	11,5	87
0	24	10,5	89
0	26	11,5	88
0	28	8,8	91
0	30	15	90
0	32	12,5	94
0	10	9,5	75
0	12	10,5	77

0	14	11,5	79
0	16	9,8	81
0	18	12,5	83
0	20	9,5	85
0	22	10,5	87
0	24	11,5	89
0	34	14	98
0	36	14	99
0	2	4,9	71
0	4	7	73
0	6	8,5	75
0	8	9	77
0	10	11,5	79
0	12	9	81
0	30	13,5	95
0	32	14	98
0	34	12	94
0	36	15	100
0	2	5,5	72
0	4	7,8	73
0	6	7,5	75
0	8	8,5	73
0	14	10,5	83
0	16	11,5	85

0	18	10,5	87
0	20	11,5	89
0	22	7,5	83
0	24	10	85
0	26	13	85
0	28	12,5	94
0	2	5	71
0	4	6	73
0	6	7	75
0	8	8	77
0	10	8,2	79
0	12	9,7	81
0	14	10	83
0	16	9,5	85
0	26	13	86
0	28	14,8	87
0	30	13	89
0	32	13,3	95
0	34	12	98
0	36	14	99
0	2	3,5	72
0	4	6,7	73

Cluster 0 terdiri dari 200 batita

perempuan, dengan rentang usia yang sangat bervariasi mulai dari 2 hingga 36 bulan. Berat badan anak-anak dalam cluster ini berkisar antara 3,5 kg hingga 16 kg, sementara tinggi badan umumnya berada dalam rentang 70 cm hingga 100 cm.

**Tabel 4.3 Hasil cluster 1**

Klaster 1 = 99 Anggota			
Jenis Kelamin	Umur (bulan)	BB (Kg)	TB (cm)
1	5	7	74
1	3	5,2	73
1	1	3,2	71
1	5	7	74
1	9	9	78
1	7	8,5	76
1	13	11,4	82
1	11	8	80
1	3	6	72
1	7	8	72
1	9	9	74
1	3	6	73
1	1	4,2	72
1	15	10	84
1	5	8,5	74
1	13	10	82
1	13	11	78
1	1	4,5	70
1	3	6	72

1	5	6,9	73
1	3	4,7	73
1	1	2,5	72
1	11	10	76
1	15	7,6	80
1	7	8	76
1	9	10	78
1	11	9,5	80
1	5	8	74
1	9	8	82
1	7	7	80
1	19	10	76
1	1	2,8	73
1	15	8,5	80
1	17	9,5	81
1	11	11	76
1	13	10	78
1	9	10	74
1	7	9	73
1	15	8	78
1	17	9	76
1	9	10	76
1	7	9	74
1	13	8	75
1	11	11	74
1	5	8	74
1	3	7	73
1	3	5	74
1	5	8	75
1	23	7	80
1	1	4,5	72
1	1	3,3	74

1	7	8	75
1	13	10	76
1	15	11	78
1	11	8	76
1	9	8	74
1	19	8	80
1	17	11	78
1	3	6	76
1	5	7	78
1	13	10	86
1	11	9	84
1	13	10	84
1	19	8	80
1	17	10	82
1	15	10	80
1	7	10	74
1	2	3,5	70
1	5	7	72
1	5	8	74
1	9	11	73
1	10	12	75
1	19	11	80
1	1	3,5	75
1	3	6	73
1	5	7,6	75
1	7	7,5	72
1	9	9	74
1	17	7,5	85
1	1	4	74
1	9	8	76
1	7	8	75
1	5	7,9	74

1	3	7	76
1	7	9	75
1	1	2,7	72
1	3	5	73
1	5	6,9	74
1	13	10	84
1	11	9	76
1	9	8	75
1	11	11	76
1	13	12	78
1	16	10	79
1	15	12,5	73
1	15	9	76
1	17	11	80
1	15	10	85
1	11	9,2	75

Cluster 1 terdiri dari 97 batita laki-laki, dengan usia bervariasi mulai dari 1 hingga 23 bulan. Berat badan dalam cluster ini berkisar antara 2,5 kg hingga 12,5 kg, sedangkan tinggi badan umumnya berada dalam rentang 70 cm hingga 86 cm.

**Tabel 4.4 Hasil Cluster 2**

Klaster 2 = 101 Anggota			
Jenis Kelamin	Umur (bulan)	BB (Kg)	TB (cm)
1	31	14	87

1	27	14,6	89
1	29	13	87
1	21	11	86
1	19	9	86
1	27	15	89
1	29	9	91
1	31	13	93
1	33	13	96
1	35	12	95
1	23	11	88
1	23	11	88
1	17	12	82
1	25	10,9	87
1	35	13,5	99
1	19	11	84
1	35	14	101
1	33	16	96
1	31	14	94
1	25	14	83
1	29	14	96
1	17	11	86
1	19	11	88
1	21	8	84
1	25	11	90

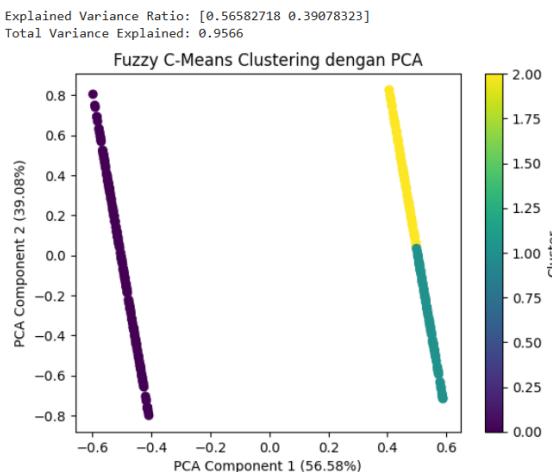
1	33	13,5	95
1	21	10	86
1	15	11,5	84
1	17	10,8	86
1	21	11	78
1	25	11,5	93
1	29	11	96
1	27	12	92
1	31	11	96
1	33	14	99
1	29	9	93
1	27	11	89
1	35	10	98
1	33	9	97
1	31	10	94
1	21	11,5	84
1	19	12	83
1	27	11	88
1	25	12,5	86
1	17	8	88
1	21	10,8	82
1	15	11	88
1	33	15	94
1	35	11	96

1	29	13	88
1	27	12,5	86
1	25	15	87
1	31	13	89
1	23	13	84
1	35	14,5	98
1	33	14	97
1	31	12	95
1	29	9	94
1	23	13	84
1	29	12	88
1	27	13,5	86
1	31	15,2	99
1	33	16	100
1	35	11	97
1	27	13,5	94
1	23	9,5	84
1	25	13	89
1	27	11	91
1	23	10	84
1	35	9	98
1	33	11	94
1	21	11,5	82
1	35	15	98

1	23	12,5	84
1	25	14,2	90
1	29	13,5	93
1	31	12,6	89
1	15	11	85
1	19	10	85
1	21	12	86
1	31	13	94
1	23	11	88
1	25	9,5	88
1	19	11	84
1	21	10	86
1	29	12,3	86
1	33	12	90
1	35	13	95
1	27	10	89
1	35	11,8	96
1	21	13,5	82
1	25	10,5	87
1	23	12	83
1	33	12,5	94
1	31	12	91
1	29	11	90
1	27	11,8	89

1	25	11	90
1	23	11,5	86
1	21	10	90
1	19	11	88

Cluster 2 terdiri dari 101 batita laki-laki yang umumnya berada dalam usia 15 hingga 35 bulan, atau sekitar 1,5 hingga hampir 3 tahun. Karakteristik utama batita dalam cluster ini mencakup berat badan antara 8 kg hingga lebih dari 15 kg, serta tinggi badan berkisar antara 82 cm hingga 101 cm.



*Gambar 4.13 Visualisasi Hasil klaster*

Gambar diatas menunjukkan hasil visualisasi

klastering menggunakan algoritma Fuzzy C-Means yang telah direduksi dimensinya dengan Principal Component Analysis (PCA). Terdapat tiga klaster yang terbentuk, ditandai dengan warna berbeda (ungu, kuning, dan hijau kebiruan) yang merepresentasikan distribusi data berdasarkan dua komponen utama PCA. Komponen pertama menyumbang 56,58% variasi data, dan komponen kedua sebesar 39,08%, sehingga total variasi yang dijelaskan mencapai 95,66%. Hal ini menunjukkan bahwa dua komponen tersebut sudah cukup mewakili struktur data asli. Pemisahan klaster yang jelas dalam plot mengindikasikan bahwa model berhasil membedakan pola dalam data berdasarkan fitur yang dianalisis (usia, berat badan, tinggi badan, dan jenis kelamin).

#### 4.5 Evaluasi dan Interpretasi Pola

##### 1. *Davies-Bouldin Index (DBI)*

Dalam mengevaluasi kualitas clustering, *Davies-Bouldin Index (DBI)* digunakan sebagai salah satu metrik utama untuk mengukur seberapa baik klaster yang terbentuk. DBI menghitung tingkat kesamaan antar klaster dengan mempertimbangkan rasio antara jarak intra-klaster (kompak) dan inter-klaster (terpisah). Semakin rendah nilai DBI, semakin baik hasil clustering karena menunjukkan bahwa

klaster lebih terpisah dan memiliki tingkat kedekatan yang tinggi dalam kelompoknya.

```
print(f"\nDavies-Bouldin Index (DBI):  
{dbi_score:.4f}")  
  
# Interpretasi DBI  
  
if dbi_score < 0.5:  
    print("Kualitas clustering sangat baik.")  
elif 0.5 <= dbi_score < 1.0:  
    print("Kualitas clustering baik.")  
elif 1.0 <= dbi_score < 1.5:  
    print("Kualitas clustering cukup.")  
else:  
    print("Kualitas clustering buruk.")
```

Davies-Bouldin Index (DBI): 0.6381  
Kualitas clustering baik.

*Gambar 4.14 Evaluasi Hasil DBI*

Davies-Bouldin Index (DBI) sebesar 0.6381, yang mengindikasikan bahwa hasil klastering memiliki kualitas yang baik. Semakin rendah nilai DBI, semakin baik pemisahan antar klaster dan semakin rapat anggota dalam satu klaster. Dengan nilai di bawah 1, model Fuzzy C-Means berhasil mengelompokkan data dengan cukup efektif. Perhitungan manual adalah sebagai berikut :

Diketahui:

Jumlah Cluster (c) = 3

Ukuran Kompaktivitas Cluster (Si):

$$S_1 = 0,32765$$

$$S_2 = 0,257034$$

$$S_3 = 0,271105$$

Pusat Klaster (Centroid):

$$V_1 = [0,0386759, 0,51386618, 0,58518363 \\ 0,42573463]$$

$$V_2 = [0,95666711, 0,21751271, 0,41129424, \\ 0,18933397]$$

$$V_3 = [0,95738852, 0,74427474, 0,69583688 \\ 0,62676552]$$

Langkah 1: Hitung Jarak Antar Centroid ( $d(V_i, V_j)$ ), pada persamaan rumus 4.1 dibawah ini :

$$d = \sqrt{(q_1 - p_1)^2 + (q_2 - p_2)^2 + (q_3 - p_3)^2 + (q_4 - p_4)^2} \quad (4.1)$$

$d(V_1, V_2)$ ,  $p$  adalah  $V_1$  dan  $q$  adalah  $V_2$

$$d(V_1, V_2) =$$

$$\sqrt{(0,038 - 0,956)^2 + (0,513 - 0,217)^2 + (0,585 - 0,411)^2 + (0,425 - 0,189)^2}$$

$$\sqrt{0,842724 + 0,087616 + 0,030276 + 0,055696}$$

$$\sqrt{1.016314}$$

$$= 1.008$$

$d(V_1, V_3)$ ,  $p$  adalah  $V_1$  dan  $q$  adalah  $V_3$

$$d(V_1, V_3) =$$

$$\begin{aligned}
 & \sqrt{(0,038 - 0,957)^2 + (0,513 - 0,744)^2 + (0,585 - 0,695)^2 + (0,425 - 0,626)^2} \\
 & \sqrt{0,844561 + 0,053361 + 0,0121 + 0,040401} \\
 & \sqrt{0,950423} \\
 & = 0,975
 \end{aligned}$$

$d(V_2, V_3)$ ,  $p$  adalah  $V_2$  dan  $q$  adalah  $V_3$

$$\begin{aligned}
 & \sqrt{(0,956 - 0,957)^2 + (0,217 - 0,744)^2 + (0,411 - 0,695)^2 + (0,189 - 0,626)^2} \\
 & \sqrt{0,000001 + 0,277729 + 0,080656 + 0,190969} \\
 & \sqrt{0,549355} \\
 & = 0,741
 \end{aligned}$$

Rumus di atas menggunakan jarak Euclidean untuk menghitung pemisahan antar cluster ( $d(V_i, V_j)$ ).

Langkah 2: Hitung  $R_i$  untuk Setiap Cluster, pada persamaan rumus 4.2 dibawah ini :

$$R_i = \max_{j \neq i} \left( \frac{S_i + S_j}{d(V_i V_j)} \right) \quad (4.2)$$

$$\begin{aligned}
 R_1 &= \max \left( \frac{S_1 + S_2}{d(V_1 V_2)}, \frac{S_1 + S_3}{d(V_1 V_3)} \right) \\
 &= \max \left( \frac{0,32765575 + 0,25703445}{1,008}, \frac{0,32765575 + 0,27110563}{0,975} \right) \\
 &= \max (0,580, 0,614)
 \end{aligned}$$

$$R_1 = 0,614$$

$$\begin{aligned}
 R_2 &= \max \left( \frac{S_2 + S_1}{d(V_2 V_1)}, \frac{S_2 + S_3}{d(V_2 V_3)} \right) \\
 &= \max \left( \frac{0,25703445 + 0,32765575}{1,008}, \frac{0,25703445 + 0,27110563}{0,741} \right)
 \end{aligned}$$

$$= \max (0,580, 0,712)$$

$$R_2 = 0,712$$

$$\begin{aligned} R_3 &= \max \left( \frac{S_3 + S_1}{d(V_1V_3)}, \frac{S_3 + S_2}{d(V_2V_3)} \right) \\ &= \max \left( \frac{0,27110563 + 0,32765575}{0,975}, \frac{0,27110563 + 0,25703445}{0,741} \right) \\ &= \max (0,614, 0,712) \end{aligned}$$

$$R_3 = 0,712$$

Nilai  $R_i$  dicari untuk mengukur seberapa buruk pemisahan cluster  $i$  dari cluster lain yang paling mirip dengannya, dan nilai maksimum diambil karena nilai maksimum merupakan nilai terburuk dan diambil dalam mengevaluasi kualitas keseluruhan Klastering.

Langkah 3: Menghitung DBI, pada persamaan rumus 4.3 dibawah ini :

$$DBI = \frac{1}{c} \sum_{i=1}^c \max_{j \neq i} \frac{S_i + S_j}{d(V_iV_j)} \quad (4.3)$$

DBI, c adalah jumlah cluster

$$DBI = \left( \frac{1}{3} \right) \times (R_1 + R_2 + R_3)$$

$$DBI = \left( \frac{1}{3} \right) \times (0,614 + 0,712 + 0,712)$$

$$DBI = \left( \frac{1}{3} \right) \times (2,032)$$

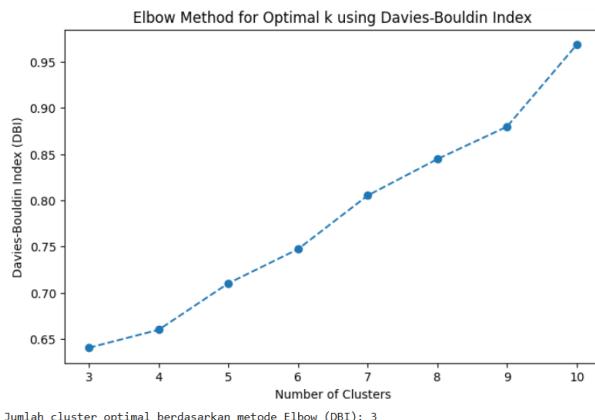
$$DBI = 0,679$$

Meskipun terdapat sedikit perbedaan numerik

antara nilai DBI yang dihitung secara manual (sekitar 0.679) dan menggunakan kode Python (0.6381), kedua hasil tersebut secara konsisten mengindikasikan kualitas clustering yang relatif baik. Nilai DBI yang rendah umumnya menandakan cluster yang padat dan terpisah dengan baik. Dalam konteks ini, kedua nilai DBI yang diperoleh berada dalam rentang yang serupa dan mengarah pada kesimpulan bahwa algoritma *Fuzzy C-Means* berhasil membentuk kelompok-kelompok status gizi yang cukup terdistinct dalam data balita.

## 2. Metode *Elbow*

Dalam proses evaluasi clustering, metode *Elbow* digunakan untuk menentukan jumlah klaster optimal. Pendekatan ini mengevaluasi kualitas clustering dengan mengukur seberapa baik klaster yang terbentuk berdasarkan nilai DBI. Dengan mencoba berbagai jumlah klaster, metode ini mencari titik optimal di mana nilai DBI mencapai minimum, yang menunjukkan bahwa klaster memiliki pemisahan yang baik dan kompak dalam kelompoknya.



*Gambar 4.15 Diagram Evaluasi Hasil Elbow*

Grafik menunjukkan grafik Elbow Method menggunakan Davies-Bouldin Index (DBI) untuk menentukan jumlah klaster optimal. Titik terendah DBI terdapat pada jumlah klaster 3, yang berarti pemisahan antar klaster paling baik terjadi saat data dibagi menjadi 3 kelompok. Semakin kecil nilai DBI, semakin baik kualitas klastering. Jadi, jumlah klaster optimal berdasarkan grafik ini adalah 3.

### 3. Interpretasi Pola

Pelabelan status gizi pada batita dilakukan berdasarkan nilai Z-score Berat Badan terhadap Tinggi Badan (BB/TB). Data acuan WHO ini berbeda untuk laki-laki dan perempuan, dan telah diadopsi oleh Permenkes RI No. 2 Tahun 2020 serta digunakan oleh Dinas Kesehatan dan Posyandu sebagai dasar

penilaian status gizi.

Kategori yang paling sering digunakan untuk menentukan status gizi batita anak adalah berdasarkan Berat Badan menurut Panjang Badan/Tinggi Badan, klasifikasinya ditunjukkan oada gambar dibawah ini.

Berat Badan menurut Panjang Badan atau Tinggi Badan ( <b>BB/PB atau</b> <b>BB/TB</b> ) <b>anak usia</b> <b>0 - 60 bulan</b>	Gizi buruk ( <i>severely wasted</i> )	<-3 SD
	Gizi kurang ( <i>wasted</i> )	- 3 SD sd < - 2 SD
	Gizi baik (normal)	-2 SD sd +1 SD
	Berisiko gizi lebih ( <i>possible risk of</i> <i>overweight</i> )	> + 1 SD sd + 2 SD
	Gizi lebih ( <i>overweight</i> )	> + 2 SD sd + 3 SD
	Obesitas ( <i>obese</i> )	> + 3 SD

*Gambar 4.16 Klasifikasi Status Gizi WHO*

Perhitungan Z-score dilakukan menggunakan Python dengan rumus dari standar WHO, kemudian dilakukan pelabelan status gizi berdasarkan rentang Z-score.

```
def label_z_score(z):
    if pd.isna(z):
        return "Missing Data"
    elif z < -3:
        return "Gizi Buruk (<-3 SD)"
    elif -3 <= z < -2:
        return "Gizi Kurang (-3SD to -2SD)"
```

```
elif -2 <= z < +1:
    return "Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)"
elif +1 <= z <= +2:
    return "Beresiko Gizi Lebih (+1SD to +2SD)"
elif +2 < z <= +3:
    return "Gizi Lebih (+2SD to +3SD)"
else:
    return "Obesitas (>+3SD)"

def label_z_score(z):
    if pd.isna(z):
        return "Missing Data"
    elif z < -3:
        return "Gizi Buruk (<-3 SD)"
    elif -3 <= z < -2:
        return "Gizi Kurang (-3SD to -2SD)"
    elif -2 <= z < +1:
        return "Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)"
    elif +1 <= z <= +2:
        return "Beresiko Gizi Lebih (+1SD to +2SD)"
    elif +2 < z <= +3:
        return "Gizi Lebih (+2SD to +3SD)"
    else:
        return "Obesitas (>+3SD)"
```

Hasil detail sebelum dan sesudah pelabelan adalah sebagai berikut:

Jenis Kelamin	Umur (bulan)	BB (kg)	TB (cm)	Cluster
0	0	2	5.0	71 0
1	1	3	6.0	72 1
2	0	4	6.0	73 0
3	1	5	7.0	74 1
4	0	6	7.0	75 0
...	...	...	...	...
395	1	1	3.2	71 1
396	0	2	3.5	72 0
397	1	3	5.2	73 1
398	0	4	6.7	73 0
399	1	5	7.0	74 1

Gambar 4.17 Data Olahan Sebelum Pelabelan

Cluster	Jenis Kelamin	Umur (bulan)	BB (kg)	TB (cm)	Z-Score	Z-Score Label
0	0	LL	18	10.5	87 -1.200000	Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)
1	0	LL	20	11.5	89 -0.583333	Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)
2	0	LL	22	9.2	87 -2.777778	Gizi Kurang (-3SD to -2SD)
3	0	LL	24	10.2	88 -1.800000	Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)
4	0	LL	26	9.5	90 -3.214286	Gizi Buruk (<3 SD)
...	...	...	...	...	...	...
395	2	LK	27	11.8	89 -0.700000	Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)
396	2	LK	25	11.0	90 -2.111111	Gizi Kurang (-3SD to -2SD)
397	2	LK	23	11.5	86 -0.181818	Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)
398	2	LK	21	10.0	90 -3.222222	Gizi Buruk (<3 SD)
399	2	LK	19	11.0	88 -1.333333	Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)

Gambar 4.18 Setelah Pelabelan

Pada tahap awal, data yang diperoleh berisi informasi dasar seperti umur, berat badan, tinggi badan, dan jenis kelamin balita. Data ini kemudian diproses dengan menghitung Z-Score berdasarkan standar WHO yang disesuaikan dengan jenis kelamin

(perempuan menggunakan patokan LL, laki-laki menggunakan patokan LK).

Z-Score ini mengindikasikan status gizi balita dengan membandingkan berat badan terhadap tinggi badan sesuai standar pertumbuhan. Proses perhitungan dilakukan secara otomatis menggunakan kode pemrograman yang memetakan setiap data balita ke dalam kategori gizi berdasarkan nilai Z-Score-nya.

Setelah perhitungan Z-Score, setiap data balita diberi label status gizi yang merepresentasikan kondisi gizi aktual, mulai dari "Gizi Buruk", "Gizi Kurang", "Gizi Baik (Normal)", hingga "Obesitas". Pelabelan ini memudahkan identifikasi dan analisis status gizi secara kelompok maupun individual. Berdasarkan hasil analisis Z-Score dan pelabelan status gizi, diperoleh tiga cluster dengan karakteristik yang berbeda sebagai berikut:

```

Cluster 0:
Total data: 200
- Gizi Buruk: 35 (17.5%)
- Gizi Kurang: 23 (11.5%)
- Gizi Baik(Normal): 105 (52.5%)
- Beresiko Gizi Lebih: 24 (12.0%)
- Gizi Lebih: 12 (6.0%)
- Obesitas: 1 (0.5%)
- Kategori paling dominan: Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)

```

*Gambar 4.19 Detail Pelabelan Cluster 0*

Klaster 0 terdiri dari 200 data batita

perempuan, yang merupakan jumlah terbanyak di antara klaster-klaster lainnya. Dengan 105 batita atau 52.5% dari total klaster. Dan memiliki mean rata-rata Z-score -1.091. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar anggota klaster ini memiliki status gizi normal dan mayoritas baik.

Cluster 1:

Total data: 99

- Gizi Buruk: 35 (35.4%)
- Gizi Kurang: 14 (14.1%)
- Gizi Baik(Normal): 40 (40.4%)
- Beresiko Gizi Lebih: 5 (5.1%)
- Gizi Lebih: 4 (4.0%)
- Obesitas: 1 (1.0%)

- Kategori paling dominan: Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)

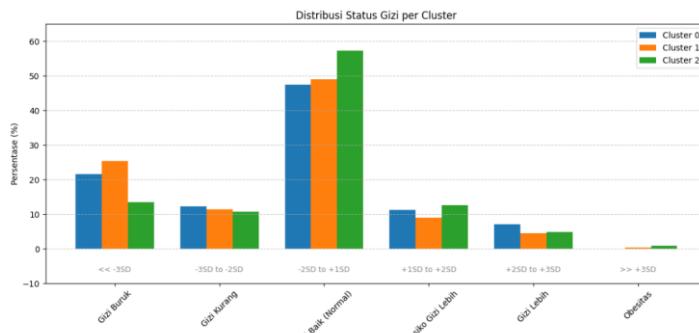
*Gambar 4.20 Detail Pelabelan Cluster 1*

Klaster 1 terdiri dari 97 batita laki-laki. Dengan Kategori Gizi Baik (Normal) 40.4% dari data, klaster ini menunjukkan proporsi Gizi Buruk yang paling tinggi yaitu 35.4%, serta Gizi Kurang sebesar 14.1%. Rata-rata Z-score untuk Klaster 1 adalah -2.457. Hal ini secara jelas mengindikasikan bahwa secara keseluruhan, rata-rata Z-score Klaster 1 berada pada kategori Gizi Kurang atau mendekati Gizi Buruk. Kehadiran nilai Z-score minimum yang sangat ekstrem dan standar deviasi sebesar 3.0295 menunjukkan adanya variasi yang sangat besar dan keberadaan kasus gizi buruk yang cukup banyak dalam klaster ini.

Cluster 2:  
Total data: 101  
- Gizi Buruk: 16 (15.8%)  
- Gizi Kurang: 9 (8.9%)  
- Gizi Baik(Normal): 58 (57.4%)  
- Beresiko Gizi Lebih: 13 (12.9%)  
- Gizi Lebih: 5 (5.0%)  
- Obesitas: 0 (0.0%)  
- Kategori paling dominan: Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)

*Gambar 4.21 Detail Pelabelan Cluster 2*

Klaster 2 terdiri dari 101 batita laki-laki. Klaster ini menunjukkan proporsi Gizi Baik (Normal) tertinggi mencapai 57.4%. Meskipun demikian, terdapat juga kasus Gizi Buruk (15.8%) dan Gizi Kurang (8.9%). Klaster 2 memiliki rata-rata Z-score tertinggi di antara ketiga klaster, yaitu -0.924, dan standar deviasi terendah sebesar 1.922, mengindikasikan distribusi Z-score yang lebih homogen dan terkonsentrasi di sekitar rata-rata gizi normal. Secara keseluruhan, Klaster 2 dapat didefinisikan sebagai Klaster Mayoritas Gizi Normal/Optimal yang cenderung memiliki kondisi gizi paling baik dan paling konsisten dibandingkan klaster lainnya, meskipun tetap ada sedikit proporsi batita dengan kondisi gizi ekstrem.



Gambar 4.23 Visualisasi Hasil Akhir

Secara keseluruhan, Klaster 2 mewakili kelompok batita dengan status gizi paling optimal dan stabil, ditandai dengan persentase Gizi Baik (Normal) yang tertinggi dan rata-rata Z-score yang paling mendekati normal. Di sisi lain, Klaster 1 menyoroti masalah gizi kurang dan gizi buruk yang signifikan, ditunjukkan oleh rata-rata Z-score yang paling rendah dan tingginya persentase batita dengan kondisi gizi ekstrem. Sementara itu, Klaster 0 berada di antara keduanya, menunjukkan mayoritas batita dengan gizi baik, namun dengan spektrum kondisi gizi yang lebih luas, mencakup baik kasus gizi kurang/buruk maupun gizi lebih/obesitas..

Untuk melihat apakah terdapat perbedaan pola status gizi berdasarkan jenis kelamin, data dikelompokkan dan dianalisis lebih lanjut. Berikut

adalah tabel perbandingan distribusi kategori status gizi, dengan penekanan pada kategori dominan, antara balita laki-laki dan perempuan.

**Tabel 4.5 Perbandingan Distribusi Jenis Kelamin**

Perempuan	Laki-Laki
1. -Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD): 105 anak (52.5%)	1. Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD): 98 anak (49.0%)
2. Gizi Buruk (<-3 SD): 35 anak (17.5%)	2. Gizi Buruk (<-3 SD): 51 anak (25.5%)
3. Gizi Kurang (-3SD to -2SD): 23 anak (11.5%)	3. Gizi Kurang (-3SD to -2SD): 23 anak (11.5%)
4. Gizi Lebih (+2SD to +3SD): 12 anak (6.0%)	4. Gizi Lebih (+2SD to +3SD): 10 anak (5.0%)
5. Obesitas (>+3SD): 25 anak (12.5%)	5. Obesitas (>+3SD): 18 anak (9.0%)
Kategori dominan: Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)	Kategori dominan: Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)

Secara umum, baik pada laki-laki (LL) maupun perempuan (LK), kategori gizi yang paling dominan adalah Gizi Baik (Normal), dengan 52.5% pada LL dan 49.0% pada LK. Namun, terdapat perbedaan signifikan

dalam proporsi kategori gizi ekstrem antar jenis kelamin. Pada laki-laki (LL), prevalensi Obesitas (12.5%) lebih tinggi dibandingkan perempuan (LK) (9.0%). Sebaliknya, perempuan (LK) menunjukkan persentase Gizi Buruk yang lebih tinggi (25.5%) dibandingkan laki-laki (LL) (17.5%). Ini mengindikasikan bahwa meskipun status gizi normal mendominasi kedua kelompok, laki-laki cenderung lebih berisiko mengalami obesitas, sementara perempuan lebih rentan terhadap gizi buruk.

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Simpulan**

Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Analisis klastering berhasil mengelompokkan batita kedalam tiga klaster berdasarkan status gizi. Kategori "Gizi Baik (Normal)" mendominasi ketiga klaster, dengan proporsi tertinggi di Klaster 2 (57.4%) yaitu kelompok batita laki-laki, yang mencerminkan kelompok dengan status gizi paling optimal. Klaster 1 kelompok batita laki-laki menunjukkan persentase "Gizi Buruk" yang lumayan tinggi yaitu 35.4%, mengindikasikan kelompok yang paling rentan terhadap masalah gizi buruk. Sementara itu, Klaster 0 yaitu kelompok batita perempuan berada di antara keduanya, dengan mayoritas "Gizi Baik (Normal)" sebesar 52.5%, namun juga mencakup spektrum kondisi gizi yang lebih luas.
2. Berdasarkan analisis distribusi status gizi menurut jenis kelamin, ditemukan bahwa meskipun kategori Gizi Baik (Normal) merupakan yang paling dominan bagi kedua kelompok, terdapat perbedaan signifikan pada kategori gizi ekstrem. Pada perempuan, Gizi Baik

(Normal) mencapai 52.5%, sementara pada laki-laki sebesar 49.0%. Khususnya, proporsi Obesitas pada perempuan lebih tinggi yaitu 12.5%, dibandingkan laki-laki yang sebesar 9.0%. Sebaliknya, laki-laki menunjukkan persentase Gizi Buruk yang lebih tinggi 25.5%, dibandingkan perempuan 17.5%. Hal ini menunjukkan bahwa perempuan cenderung memiliki risiko lebih tinggi terhadap obesitas, sementara laki-laki lebih rentan terhadap gizi buruk.

3. Evaluasi Hasil *Clustering*. *Elbow Method* digunakan untuk menentukan jumlah cluster optimal dalam proses *Fuzzy C-Means* yaitu menjadi tiga *cluster*, yang memberikan dasar objektif dalam memilih jumlah kelompok yang sesuai dengan distribusi data. *Davies-Bouldin Index (DBI)* di angka 0,6308 menunjukkan bahwa pemisahan antar cluster sangat baik, menandakan bahwa metode ini efektif dalam mengidentifikasi pola gizi batita.
4. Penelitian ini menghasilkan klastering dan pelabelan status gizi yang berbeda, namun keduanya memberikan manfaat komplementer. Klastering (*Fuzzy C-Means*) mengelompokkan batita berdasarkan pola kesamaan antropometri, mengungkap kelompok alami yang mungkin memiliki risiko atau kebutuhan serupa. Sebaliknya, pelabelan WHO (z-score)

mendefinisikan status gizi individu terhadap standar pertumbuhan, memberikan penilaian klinis dan identifikasi kasus spesifik. Perbedaan ini memperkaya analisis Klastering membantu merancang intervensi berbasis kelompok, sedangkan pelabelan WHO mendukung diagnosis dan penanganan individual.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan, penulis berharap kepada peneliti selanjutnya untuk dapat dikembangkan dan terdapat beberapa saran, yaitu:

1. Pengayaan Variabel Analisis. Untuk penelitian lanjutan, dapat dipertimbangkan penambahan variabel lain, seperti pola konsumsi makanan, riwayat kesehatan, dan faktor lingkungan, untuk meningkatkan akurasi pengelompokan status gizi.
2. Integrasi dengan Sistem Informasi Kesehatan. Hasil Klastering dapat dikembangkan lebih lanjut dengan membuat sistem berbasis web atau aplikasi, sehingga tenaga kesehatan dapat melakukan pemantauan status gizi balita secara lebih efisien.
3. penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan metode evaluasi tambahan, seperti Xie-Beni Index, untuk menilai kualitas clustering dengan lebih mendalam.

4. Tindak Lanjut oleh Pihak Kesehatan. Posyandu dan Dinas Kesehatan dapat menggunakan hasil clustering ini untuk merancang program intervensi gizi yang lebih tepat, seperti penyuluhan kepada orang tua dan pemberian makanan tambahan (PMT) bagi balita yang masuk dalam kategori berisiko.

## DAFTAR PUSTAKA

- Irfiani, E. , Rani, S.S. (2018) Algoritma *K-Means Clustering* Untuk Menentukan Nilai Gizi Balita. *Justin : Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi of STMIK Nusa Mandiri*,165-172.
- Fariska Atha Dewa, Maria Titah Jatipaningrum (2019).Segmentasi E-Commerce Dengan *Cluster K-Means* dan *Fuzzy C-Means*. *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi*, 54-66.
- Firdaus, H.S., (2021) Perbandingan Metode *Fuzzy C-Means* dan *K-Means* Untuk Pemetaan Daerah Rawan kriminalitas Daerah Semarang.*Elipsoida : Jurnal Geodesi dan Geomatika*, 58-64.
- Wikarno, Malani, R., Supratty, B. (2018). Perbandingan Metode *K-Means* dan *Fuzzy C-Means* Untuk Pengelompokan Pegawai Berdasarkan Nilai Kinerja dan Tingkat Kedisiplinan Pegawai. *Prosiding Seminar Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 45-52.
- Prakoso, H. B. (2023). Klastering Puskesmas dengan *K-Means* Berdasarkan Data Kualitas Kesehatan Keluarga dan Gizi Masyarakat. *Jurnal Buana Informatika*, 60-68.
- Widodo, D. Y. P. (2023). Analisis Nilai Gizi Balita Di Desa Mangunsari Kecamatan Gunungpati Kota Semarang Dengan Algoritma *K-Means Clustering* Untuk

- Pencegahan *Stunting Education Sains Technology Engineering Mathematic Seminar (EDUSTEMS)*.415-428.
- Nasir, Januardi. (2020). Penerapan Data Mining *Clustering* dalam Mengelompokkan Buku dengan Metode *K-Means*. *Jurnal SIMETRIS*. Vol 11.
- Rahmansyah, A.K.,(2023) Perbandingan Algoritma *K-Means* dan *Fuzzy C-Means* untuk *Clustering* Puskesmas Berdasarkan Gizi Balita di Surabaya. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi, Teknologi Informasi dan Sistem Komputer*, 84-85.
- Jannah, R.F.,(2020) Analisis Dataset Status Gizi pada Balita Menggunakan Algoritma *K-Means Clustering*. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 3604-3605.
- Ramadhan, A.,(2017) Perbandingan *K-Means* dan *Fuzzy C-Means* untuk Pengelompokan Data User Knowledge Modeling. *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI)I*. 221-222.
- Mirantika, N.,(2023) Implementasi algoritma K-Medoids Clustering Untuk Menentukan Segmentasi pelanggan. *JURNAL NUANSA INFORMATIKA*. 198.
- Sholeh, M.,(2023) Perbandingan Evaluasi Metode Davies Bouldin, Elbow dan Silhouette pada Model Clustering dengan menggunakan Algoritma K-Means. *STRING (Satuan Tulisan riset dan Inovasi Teknologi)*.59.
- Pancarani, K. T. Analisa Perbandingan Algoritma Clustering

- Untuk Pemetaan Status Gizi Balita Di Puskesmas Pasir Jaya. *Mercubuana Teknik Informatika*. 3-5.
- Sanusi, W.,(2019) Analisis Fuzzy C-Means dan Penerapannya Dalam Pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi Selatan Berdasarkan Faktorfaktor Penyebab Gizi Buruk. *Journal of Mathematics, Computations, and Statistics*. 47-54.
- Apriyani, P.,(2023). Penerapan Algoritma K-Means dalam Klastering Kasus Stunting Balita Desa Tegalwangi. *Jurnal Ilmu Komputer*. 21-22.
- Anggota IKAPI.,(2011) Gizi Seimbang Dalam daur kehidupan. *PT Gramedia Pustaka Utama*. 2-10.
- Surbakti, M. N.,(2024) Penggunaan Bahasa Python dalam Pembelajaran Kalkulus Fungsi Dua Variabel. *Jurnal Matematika, Ilmu pengetahuan Alam, Kebumian dan Angkasa*. 98-107.
- Alfarizi, S. R. M., (2023). Penggunaan Python Sebagai Bahasa Pemrogramman Untuk Machine Learning dan Deep Learning. 4-5.
- Jollyta, Deni., dkk. (2020). Konsep Data Mining dan Penerapan. 45-47.
- Septikasari, Majestika., (2018). Status Gizi Anaka dan Faktor yang mempengaruhi. 9-10.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2020).

*Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2020 tentang Standar Antropometri Anak (Nomor 2 Tahun 2020). Sekretariat Negara.*

**LAMPIRAN-LAMPIRAN****Lampiran 1. Lembar Persetujuan Seminar Proposal****PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Proposal Skripsi ini telah disetujui oleh Pembimbing untuk dilaksanakan.

Disetujui pada  
Hari : Senin, 11 November 2024  
Tanggal : 11 November 2024

Pembimbing I,

Adzhar Arwani Mahfudzi, S.Kom., M.Kom  
NIP. 199107032019031006

Pembimbing II,

Dr. Masy Ari Ulinuha, ST., M.T  
NIP. 198108122011011007

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknologi Informasi

Dr. Khotibul Umam S.T., M.Kom  
NIP. 197908272011011007

## Lampiran 2. Lembar Pengesahan Ujian Komprehensif



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
 Jalan Prof Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Semarang 50185 Telp. 7601295 Fax. 7615387 e-mail: [fst@walisongo.ac.id](mailto:fst@walisongo.ac.id)

### PENGESAHAN UJIAN KOMPREHENSIF

Naskah proposal skripsi berikut ini:

Judul : Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means Dalam Pengelompokan Status Gizi atita Untuk  
 Menunjang Rumah Desa Sehat (Studi Kasus: Desa Dimoro)  
 Penulis : Linawati  
 NIM : 2108096100  
 Jurusan : Teknologi Informasi  
 Telah diujikan dalam sidang komprehensif oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi  
 UIN Walisongo Semarang pada Kamis, 21 November 2024.

Semarang, 31 Januari 2025

DEWAN PENGUJI

Penguji I

  
**Dr. Khotibul Umam, S.T., M.Kom**  
 NIP. 197908272011011007

Penguji II

  
**Adzhal Arwani Mahfudh, M.Kom**  
 NIP. 199107032019031006

Penguji III

  
**Nur Cahyo Hendro Wibowo, S.T., M.Kom**  
 NIP. 197312222006041001

Penguji IV

  
**Mokhammad Idril Mustafa, M.Kom**  
 NIP. 198808072019031010

### Lampiran 3. Surat Permohonan Riset Fakultas



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
 Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km.1 Semarang  
 E-mail: [fst@walisongo.ac.id](mailto:fst@walisongo.ac.id) Web: <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.7253/Un.10.8/K/SP.01.08/10/2024 Semarang, 4 Oktober 2024  
 Lamp : Proposal Skripsi  
 Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.  
 Kepala Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan  
 Terpadu Satu Pintu (DPMPTSP) Kabupaten Grobogan  
 Jln. Paramedis Komplek Simpang Lima, Cebok,  
 Kalongan, Kec. Purwodadi, Kabupaten Grobogan,  
 Jawa Tengah 58114  
 di tempat

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan  
 bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Linawati  
 NIM : 2108096100  
 Jurusan : TEKNOLOGI INFORMASI  
 Judul : Penerapan Algoritma K-Means dan Fuzzy C-Means dalam Pengelompokan  
 Status Gizi Balita di Posyandu Desa Dimoro  
 Semester : VII (Tujuh)

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang  
 disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut, Meminta ijin melaksanakan  
 Riset di tempat Bapak / ibu pimpin, yang akan dilaksanakan 7 Oktober 2024- Selesai.

Dermikan atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*



Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo ( sebagai laporan )
2. Arsip

Cp Linawati : 081215616929

## Lampiran 4. Pakta Integritas

**PAKTA INTEGRITAS**  
**PENGURUSAN PERIZINAN PADA DINAS PENANAMAN MODAL DAN**  
**PELAYANAN TERPADU SATU PINTU**  
**KABUPATEN GROBOGAN**

Bertanda tangan di bawah ini, saya

Nama : Linawati  
 Jabatan dalam lembaga/institusi : Mahasiswa  
 Nama lembaga/institusi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang  
 Alamat : Dusun Truwali RT 04/RW 11, Desa. Dimoro, Kecamatan. Toroh

Adalah benar merupakan pribadi / pimpinan dari pribadi / lembaga / institusi / perusahaan tersebut di atas yang untuk selanjutnya bertindak atas nama pribadi / lembaga / institusi / perusahaan sebagai pemohon izin.

Dalam rangka mewujudkan pelayanan prima pada DPMPTSP Kabupaten Grobogan, saya menyatakan bersedia untuk :

- Tidak menjanjikan dan atau memberikan kepada petugas/pegawai DPMPTSP Kabupaten Grobogan, segala bentuk pemberian/gratifikasi atas layanan/jasa yang dimohonkan kepada DPMPTSP Kabupaten Grobogan;
- Tidak menggunakan jasa perantara/calo dalam hal pengurusan izin;
- Tidak melakukan segala bentuk pembayaran tidak sah kepada DPMPTSP Kabupaten Grobogan dalam hal pengurusan perizinan, kecuali diatur dalam peraturan perundang-undangan;
- Mematuhi Standar Operasional Prosedur (SOP) yang berlaku dalam pengurusan perizinan;
- Menyatakan bahwa segala data, dokumen, informasi, keterangan atas pengajuan permohonan yang saya serahkan adalah benar dan tidak dalam status sengketa dengan pihak lain. Apabila ternyata tidak sesuai/benar, maka produk hukum yang dikeluarkan berdasarkan permohonan ini adalah tidak sah dengan sendirinya;
- Apabila terbukti adanya pelanggaran terhadap isi PAKTA INTEGRITAS ini, saya atas nama pribadi / lembaga / institusi / perusahaan bersedia untuk diproses berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Dibuat di : Purwodadi  
 Pada tanggal :

Saya yang membuat pernyataan  
 Pemohon



## Lampiran 5. Surat Keterangan Penelitian DPMPTSP

### FORM, F

### Surat Keterangan Repolitan

Kepada Yth. :  
Kepala DPMPTSP Kabupaten Grobogan  
Di  
**PURWODADI.**

Yang bertanda tangan dibawah ini kami :

1. Nama : Limawati  
2. Tempat / Tanggal Lahir : Grobogan, 06 Juni 2003  
3. Alamat : Dusun Triwuli RT 06 / RW 03  
4. Desa/Kelurahan : Dimoro  
5. Kecamatan : Toroh  
6. Kabupaten/ Kota : Grobogan  
7. Nomor Telp / HP : 081215616929

Mengajukan permohonan **SURAT KETERANGAN PENELITIAN** Di Kabupaten Grobogan dengan keterangan/ data sebagai berikut :

1. Nama Lembaga/ Perguruan Tinggi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

2. Nama Pembimbing : Darmawibowo ; Adzhal Arwani Mahsuth, S.Kom., M.Kom

3. Jumlah Peserta : 6 orang

4. Lokasi Penelitian : Prosandy, Desa Dimoro

5. Lama waktu penelitian : Dari tanggal 7 Oktober 2023  
Sampai tanggal 30 April 2025

Sebagai bahan pertimbangan kami lampirkan :

- Beberapa bahan pertumbuhan kamu lampirkan :

  1. Identitas Diri (eKTP)
  2. Surat Keterangan/ Pengantar dari Lembaga/ Perguruan Tinggi
  3. Proposal Penelitian (file Pdf) \*

Demikian Surat Permohonan Izin Penelitian ini kami buat dengan sebenarnya dan apabila dikemudian hari temnya data/informasi dan ketelitian yang diberikan pada permohonan ini dan lampirannya tidak benar, maka kami menyatakan bersedia dituntut sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Bunwodadi 24 Oktober 2024



**\*) File bisa di upload waktu pengajuan permohonan.**

### Lampiran 6. Data Posyandu Dimoro

No	Nama Balita	Jenis Kelamin	Umur (bulan)	Alamat Dusun	BB (kg)	TB (cm )	Lingkar Lengan (cm)	Lingkar Kepala (cm)	Imunisasi yang Sudah Diterima	
1	Balita 1	Perempuan	2	Truwili	5	55	14	45	HB, BCG, Polio	
2	Balita 2	Laki-laki	3	Dimoro	6	57	15	44	HB, BCG, Polio, DPT	
3	Balita 3	Perempuan	4	Kedung banteng	6	58	16	45	HB, BCG, Polio, DPT	
4	Balita 4	Laki-laki	5	Dukuantoro	7	60	17	43	HB, BCG, Polio, DPT	
5	Balita 5	Perempuan	6	Dimoro	7	63	13	45	HB, BCG, Polio, DPT	
6	Balita 6	Laki-laki	7	Pandeka	8,5	76	14	44	HB, BCG, Polio, DPT	
7	Balita 7	Perempuan	8	Dukuantoro	8	77	15	42	HB, BCG, Polio, DPT	
8	Balita 8	Laki-laki	9	Karangturi	9	78	16	43	HB, BCG, Polio, DPT	

9	Balita 9	Perem puan	10	Jurug	8,2	79	17	44	HB, BCG, Polio, DPT	
10	Balita 10	Laki-laki	11	Karangturi	8	80	13	42	HB, BCG, Polio, DPT	
11	Balita 11	Perem puan	12	Kutho	9,7	81	14	45	HB, BCG, Polio, DPT	
12	Balita 12	Laki-laki	13	Kuwojo	11,4	82	15	44	HB, BCG, Polio, DPT	
13	Balita 13	Perem puan	14	Kutho	10	83	16	43	HB, BCG, Polio, DPT	
14	Balita 14	Laki-laki	15	Pulorejo	11,5	84	17	44	HB, BCG, Polio, DPT	
15	Balita 15	Perem puan	16	Kutho	9,5	85	13	45	HB, BCG, Polio, DPT	
16	Balita 16	Laki-laki	17	Dimoro	10,8	86	14	46	HB, BCG, Polio, DPT	
17	Balita 17	Perem puan	18	Truwili	10,5	87	15	47	HB, BCG, Polio, DPT	
18	Balita 18	Laki-laki	19	Dukuantoro	11	88	16	46	HB, BCG, Polio, DPT	
19	Balita 19	Perem puan	20	Jurug	11,5	89	17	47	HB, BCG, Polio, DPT	

20	Balita 20	Laki-laki	21	Dimoro	10	90	13	46	HB, BCG, Polio, DPT	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
396	Balita 396	Laki-laki	1	Pulorejo	3,2	52	14	43	HB, BCG, Polio	
397	Balita 397	Perem puan	2	Pulorejo	3,5	56	15	44	HB, BCG, Polio, DPT	
398	Balita 398	Laki-laki	3	Dukuantoro	5,2	60	16	46	HB, BCG, Polio, DPT	
399	Balita 399	Perem puan	4	Pulorejo	6,7	63	17	43	HB, BCG, Polio, DPT	
400	Balita 400	Laki-laki	5	Pulorejo	7	66	13	44	HB, BCG, Polio, DPT	

## Lampiran 7. Data Patokan Zscore Laki-Laki

Panjang Badan (cm)	Berat Badan (Kg)						
	-3 SD	-2 SD	-1 SD	Median	+1 SD	+2 SD	+3 SD
71.5	6.9	7.5	8.1	8.8	9.5	10.4	11.3
72.0	7.0	7.6	8.2	8.9	9.6	10.5	11.5
72.5	7.1	7.6	8.3	9.0	9.8	10.6	11.6
73.0	7.2	7.7	8.4	9.1	9.9	10.8	11.8
73.5	7.2	7.8	8.5	9.2	10.0	10.9	11.9
74.0	7.3	7.9	8.6	9.3	10.1	11.0	12.1
74.5	7.4	8.0	8.7	9.4	10.2	11.2	12.2
75.0	7.5	8.1	8.8	9.5	10.3	11.3	12.3
75.5	7.6	8.2	8.8	9.6	10.4	11.4	12.5
76.0	7.6	8.3	8.9	9.7	10.6	11.5	12.6
76.5	7.7	8.3	9.0	9.8	10.7	11.6	12.7
77.0	7.8	8.4	9.1	9.9	10.8	11.7	12.8
77.5	7.9	8.5	9.2	10.0	10.9	11.9	13.0
78.0	7.9	8.6	9.3	10.1	11.0	12.0	13.1
78.5	8.0	8.7	9.4	10.2	11.1	12.1	13.2
79.0	8.1	8.7	9.5	10.3	11.2	12.2	13.3
79.5	8.2	8.8	9.5	10.4	11.3	12.3	13.4
80.0	8.2	8.9	9.6	10.4	11.4	12.4	13.6
80.5	8.3	9.0	9.7	10.5	11.5	12.5	13.7
81.0	8.4	9.1	9.8	10.6	11.6	12.6	13.8
81.5	8.5	9.1	9.9	10.7	11.7	12.7	13.9
82.0	8.5	9.2	10.0	10.8	11.8	12.8	14.0
82.5	8.6	9.3	10.1	10.9	11.9	13.0	14.2
83.0	8.7	9.4	10.2	11.0	12.0	13.1	14.3
83.5	8.8	9.5	10.3	11.2	12.1	13.2	14.4
84.0	8.9	9.6	10.4	11.3	12.2	13.3	14.6
84.5	9.0	9.7	10.5	11.4	12.4	13.5	14.7
85.0	9.1	9.8	10.6	11.5	12.5	13.6	14.9
85.5	9.2	9.9	10.7	11.6	12.6	13.7	15.0
86.0	9.3	10.0	10.8	11.7	12.8	13.9	15.2
86.5	9.4	10.1	11.0	11.9	12.9	14.0	15.3
87.0	9.5	10.2	11.1	12.0	13.0	14.2	15.5
87.5	9.6	10.4	11.2	12.1	13.2	14.3	15.6

Tinggi Badan (cm)	Berat Badan (Kg)						
	-3 SD	-2 SD	-1 SD	Median	+1 SD	+2 SD	+3 SD
89.0	10.0	10.8	11.7	12.6	13.7	14.9	16.3
89.5	10.1	10.9	11.8	12.8	13.9	15.1	16.4
90.0	10.2	11.0	11.9	12.9	14.0	15.2	16.6
90.5	10.3	11.1	12.0	13.0	14.1	15.3	16.7
91.0	10.4	11.2	12.1	13.1	14.2	15.5	16.9
91.5	10.5	11.3	12.2	13.2	14.4	15.6	17.0
92.0	10.6	11.4	12.3	13.4	14.5	15.8	17.2
92.5	10.7	11.5	12.4	13.5	14.6	15.9	17.3
93.0	10.8	11.6	12.6	13.6	14.7	16.0	17.5
93.5	10.9	11.7	12.7	13.7	14.9	16.2	17.6
94.0	11.0	11.8	12.8	13.8	15.0	16.3	17.8
94.5	11.1	11.9	12.9	13.9	15.1	16.5	17.9
95.0	11.1	12.0	13.0	14.1	15.3	16.6	18.1
95.5	11.2	12.1	13.1	14.2	15.4	16.7	18.3
96.0	11.3	12.2	13.2	14.3	15.5	16.9	18.4
96.5	11.4	12.3	13.3	14.4	15.7	17.0	18.6
97.0	11.5	12.4	13.4	14.6	15.8	17.2	18.8
97.5	11.6	12.5	13.6	14.7	15.9	17.4	18.9
98.0	11.7	12.6	13.7	14.8	16.1	17.5	19.1
98.5	11.8	12.8	13.8	14.9	16.2	17.7	19.3
99.0	11.9	12.9	13.9	15.1	16.4	17.9	19.5
99.5	12.0	13.0	14.0	15.2	16.5	18.0	19.7
100.0	12.1	13.1	14.2	15.4	16.7	18.2	19.9
100.5	12.2	13.2	14.3	15.5	16.9	18.4	20.1
101.0	12.3	13.3	14.4	15.6	17.0	18.5	20.3
101.5	12.4	13.4	14.5	15.8	17.2	18.7	20.5
102.0	12.5	13.6	14.7	15.9	17.3	18.9	20.7
102.5	12.6	13.7	14.8	16.1	17.5	19.1	20.9
103.0	12.8	13.8	14.9	16.2	17.7	19.3	21.1
103.5	12.9	13.9	15.1	16.4	17.8	19.5	21.3
104.0	13.0	14.0	15.2	16.5	18.0	19.7	21.6
104.5	13.1	14.2	15.4	16.7	18.2	19.9	21.8
105.0	13.2	14.3	15.5	16.8	18.4	20.1	22.0

## Lampiran 8. Data Patokan Zscore Perempuan

Tinggi Badan (cm)	Berat Badan (Kg)						
	-3 SD	-2 SD	-1 SD	Median	+1 SD	+2 SD	+3 SD
71.0	6.5	7.0	7.7	8.4	9.2	10.1	11.1
71.5	6.5	7.1	7.7	8.5	9.3	10.2	11.3
72.0	6.6	7.2	7.8	8.6	9.4	10.3	11.4
72.5	6.7	7.3	7.9	8.7	9.5	10.5	11.5
73.0	6.8	7.4	8.0	8.8	9.6	10.6	11.7
73.5	6.9	7.4	8.1	8.9	9.7	10.7	11.8
74.0	6.9	7.5	8.2	9.0	9.8	10.8	11.9
74.5	7.0	7.6	8.3	9.1	9.9	10.9	12.0
75.0	7.1	7.7	8.4	9.1	10.0	11.0	12.2
75.5	7.1	7.8	8.5	9.2	10.1	11.1	12.3
76.0	7.2	7.8	8.5	9.3	10.2	11.2	12.4
76.5	7.3	7.9	8.6	9.4	10.3	11.4	12.5
77.0	7.4	8.0	8.7	9.5	10.4	11.5	12.6
77.5	7.4	8.1	8.8	9.6	10.5	11.6	12.8
78.0	7.5	8.2	8.9	9.7	10.6	11.7	12.9
78.5	7.6	8.2	9.0	9.8	10.7	11.8	13.0
79.0	7.7	8.3	9.1	9.9	10.8	11.9	13.1
79.5	7.7	8.4	9.1	10.0	10.9	12.0	13.3
80.0	7.8	8.5	9.2	10.1	11.0	12.1	13.4
80.5	7.9	8.6	9.3	10.2	11.2	12.3	13.5
81.0	8.0	8.7	9.4	10.3	11.3	12.4	13.7
81.5	8.1	8.8	9.5	10.4	11.4	12.5	13.8
82.0	8.1	8.8	9.6	10.5	11.5	12.6	13.9
82.5	8.2	8.9	9.7	10.6	11.6	12.8	14.1
83.0	8.3	9.0	9.8	10.7	11.8	12.9	14.2
83.5	8.4	9.1	9.9	10.9	11.9	13.1	14.4
84.0	8.5	9.2	10.1	11.0	12.0	13.2	14.5
84.5	8.6	9.3	10.2	11.1	12.1	13.3	14.7
85.0	8.7	9.4	10.3	11.2	12.3	13.5	14.9
85.5	8.8	9.5	10.4	11.3	12.4	13.6	15.0
86.0	8.9	9.7	10.5	11.5	12.6	13.8	15.2
86.5	9.0	9.8	10.6	11.6	12.7	13.9	15.4
87.0	9.1	9.9	10.7	11.7	12.8	14.1	15.5
87.5	9.2	10.0	10.9	11.8	13.0	14.2	15.7
88.0	9.3	10.1	11.0	12.0	13.1	14.4	15.9
88.5	9.4	10.2	11.1	12.1	13.2	14.5	16.0
89.0	9.5	10.3	11.2	12.2	13.4	14.7	16.2
89.5	9.6	10.4	11.3	12.3	13.5	14.8	16.4
90.0	9.7	10.5	11.4	12.5	13.7	15.0	16.5
90.5	9.8	10.6	11.5	12.6	13.8	15.1	16.7

91.0	10.0	10.9	11.8	12.9	14.1	15.5	17.1
91.5	10.1	11.0	11.9	13.0	14.3	15.7	17.3
92.0	10.2	11.1	12.0	13.1	14.4	15.8	17.4
92.5	10.3	11.2	12.1	13.3	14.5	16.0	17.6
93.0	10.4	11.3	12.3	13.4	14.7	16.1	17.8
93.5	10.5	11.4	12.4	13.5	14.8	16.3	17.9
94.0	10.6	11.5	12.5	13.6	14.9	16.4	18.1
94.5	10.7	11.6	12.6	13.8	15.1	16.6	18.3
95.0	10.8	11.7	12.7	13.9	15.2	16.7	18.5
95.5	10.8	11.8	12.8	14.0	15.4	16.9	18.6
96.0	10.9	11.9	12.9	14.1	15.5	17.0	18.8
96.5	11.0	12.0	13.1	14.3	15.6	17.2	19.0
97.0	11.1	12.1	13.2	14.4	15.8	17.4	19.2
97.5	11.2	12.2	13.3	14.5	15.9	17.5	19.3
98.0	11.3	12.3	13.4	14.7	16.1	17.7	19.5
98.5	11.4	12.4	13.5	14.8	16.2	17.9	19.7
99.0	11.5	12.5	13.7	14.9	16.4	18.0	19.9
99.5	11.6	12.7	13.8	15.1	16.5	18.2	20.1
100.0	11.7	12.8	13.9	15.2	16.7	18.4	20.3
100.5	11.9	12.9	14.1	15.4	16.9	18.6	20.5
101.0	12.0	13.0	14.2	15.5	17.0	18.7	20.7
101.5	12.1	13.1	14.3	15.7	17.2	18.9	20.9
102.0	12.2	13.3	14.5	15.8	17.4	19.1	21.1
102.5	12.3	13.4	14.6	16.0	17.5	19.3	21.4
103.0	12.4	13.5	14.7	16.1	17.7	19.5	21.6
103.5	12.5	13.6	14.9	16.3	17.9	19.7	21.8
104.0	12.6	13.8	15.0	16.4	18.1	19.9	22.0
104.5	12.8	13.9	15.2	16.6	18.2	20.1	22.3
105.0	12.9	14.0	15.3	16.8	18.4	20.3	22.5

### Lampiran 9. Data Akhir

Jenis Kelamin	Umur (bulan)	BB (kg)	TB (cm)	Cluster	Z-Score	Z-Score Label
LL	2	5	71	0	-5,36842	Gizi Buruk (<-3 SD)
LK	3	6	72	1	-4,57895	Gizi Buruk (<-3 SD)
LL	4	6	73	0	-4,2	Gizi Buruk (<-3 SD)
LK	5	7	74	1	-3,45	Gizi Buruk (<-3 SD)
LL	6	7	75	0	-3,15	Gizi Buruk (<-3 SD)
LK	7	8,5	76	1	-1,5	Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)
LL	8	8	77	0	-1,875	Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)
LK	9	9	78	1	-1,375	Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)
LL	10	8,2	79	0	-2,125	Gizi Kurang (-3SD to -2SD)
LK	11	8	80	1	-3,27273	Gizi Buruk (<-3 SD)
LL	12	9,7	81	0	-0,6	Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)
LK	13	11,4	82	1	0,6	Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)

						+1SD)
LL	14	10	83	0	-0,63636	Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)
LK	15	11,5	84	2	0,22222 2	Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)
LL	16	9,5	85	0	-1,88889	Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)
LK	17	10,8	86	2	-0,81818	Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)
LL	18	10,5	87	0	-1,2	Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)
LK	19	11	88	2	-1,33333	Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)
LL	20	11,5	89	0	-0,58333	Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)
LK	21	10	90	2	-3,22222	Gizi Buruk (<-3 SD)
LL	22	9,2	87	0	-2,77778	Gizi Kurang (-3SD to -2SD)
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
LK	1	3,2	71	1	-9	Gizi Buruk (<-3 SD)
LL	2	3,5	72	0	-7,65	Gizi Buruk (<-3 SD)

LK	3	5,2	73	1	-6,15789	Gizi Buruk (<-3 SD)
LL	4	6,7	73	0	-3,15	Gizi Buruk (<-3 SD)
LK	5	7	74	1	-3,45	Gizi Buruk (<-3 SD)

## Lampiran 10. Kode Python

### Menampilkan data

```
%pip install pandas
%pip install numpy
%pip install scikit-learn
%pip install scipy
%pip install scikit-fuzzy
%pip install matplotlib
%pip install seaborn

import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
import skfuzzy as fuzz
from skfuzzy.cluster import cmeans
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
from sklearn.decomposition import PCA
from sklearn.metrics import davies_bouldin_score
from scipy import stats

data = pd.read_csv('DATA POSYANDU 2024.csv')
```

#### Preprocessing Data

```
# Cek nilai Kosong
print("\nMissing Values:")
print(data.isnull().sum())

# Menghapus Kolom yang tidak diperlukan
kolom_yang_dihapus = ['No', 'Nama Balita', 'Alamat Dusun',
'Imunisasi yang Sudah Diterima', 'Lingkar Lengan (cm)',
'Lingkar Kepala (cm)']
data = data.drop(columns=kolom_yang_dihapus)
data = data.dropna()
data['Umur (bulan)'] = data['Umur (bulan)'].astype(int)
```

```
# Sesudah dibersihkan
print("\nMissing Values:")
print(data.isnull().sum())
```

### Transformasi Data

```
data['Jenis Kelamin'] = data['Jenis
Kelamin'].astype(str).str.strip().str.lower()
```

```
# Tampilkan nilai unik untuk memverifikasi
print("Nilai unik kolom jenis kelamin:")
print(data['Jenis Kelamin'].unique())
```

### #Encoding

```
data['Jenis Kelamin'] = data['Jenis Kelamin'].map({'laki-laki':
1, 'perempuan': 0})
```

### # Periksa hasil

```
print(data[['Jenis Kelamin']].head())
```

### # Persiapan Data

```
features = ['Jenis Kelamin', 'Umur (bulan)', 'BB (kg)', 'TB
(cm)']
```

```
X = data[features]
```

```
print("\nData Sebelum Normalisasi:")
```

```
print(X) # Menampilkan 5 data pertama sebelum normalisasi
```

### # Normalisasi Data

```
scaler = MinMaxScaler()
```

```
X_normalized = scaler.fit_transform(X)
```

```
print("\nData Setelah Normalisasi:")
```

```
print(X_normalized)
```

```
print("\nNilai Minimum Asli per Fitur:")
```

```
print(scaler.data_min_)
```

```

print("\nNilai Maksimum Asli per Fitur:")
print(scaler.data_max_)

Klastering
# Clustering
num_clusters = optimal_k
m = 2
cntr, u, u0, d, jm, p, fpc = cmeans(X_normalized.T,
c=num_clusters, m=m, error=0.005, maxiter=1000)

# Assign clusters based on maximum membership
cluster_membership = np.argmax(u, axis=0)

# Add cluster labels to the original dataframe
data['Cluster'] = cluster_membership

# Menghitung jumlah data per klaster
cluster_counts = data['Cluster'].value_counts().sort_index()
print("Jumlah Data per Klaster:")
print(cluster_counts)

# Menampilkan detail anggota setiap klaster
print("\nDetail Anggota per Klaster:")
for cluster in range(num_clusters):
    print(f"\nKlaster {cluster}:")
    cluster_data = data[data['Cluster'] == cluster][['Jenis
Kelamin', 'Umur (bulan)', 'BB (kg)', 'TB (cm)']]
    print(f"Jumlah anggota: {len(cluster_data)}")
    print(cluster_data.to_string(index=False))

pca = PCA(n_components=2)
data_pca = pca.fit_transform(data.drop(columns=['Cluster']))

# Menampilkan pusat klaster
print("Pusat Klaster:")
for i, center in enumerate(cntr):
    print(f'Klaster {i + 1}: {center}')

```

```

# Menampilkan derajat keanggotaan untuk beberapa individu
pertama
print("\nDerajat Keanggotaan (Contoh 5 Individu Pertama):")
for i in range(5): # Contoh untuk 5 individu pertama
    print(f"Individu {i + 1}: {u[:, i]}")

# Analisis statistik per klaster
cluster_stats = data.groupby('Cluster').agg({
    'Umur (bulan)': ['mean', 'std'],
    'BB (kg)': ['mean', 'std']
})

print("\nStatistik Klaster:")
print(cluster_stats)

```

# Hitung Si (Ukuran Kompakтивitas Cluster)

```

def calculate_Si(X, u, cntr, m):
    """

```

Menghitung ukuran kompaktivitas cluster (Si) untuk setiap cluster.

Args:

X (numpy.ndarray): Data, normalized.

u (numpy.ndarray): Matriks partisi (derajat keanggotaan).

cntr (numpy.ndarray): Centroid cluster.

m (float): Fuzziness coefficient.

Returns:

numpy.ndarray: Array berisi nilai Si untuk setiap cluster.

"""

n\_clusters = cntr.shape[0]

Si = np.zeros(n\_clusters)

for i in range(n\_clusters):

sum\_num = 0

sum\_den = 0

```

for j in range(X.shape[0]):
    dist = np.linalg.norm(X[j] - cntr[i]) # Jarak Euclidean
    sum_num += (u[i, j] ** m) * dist
    sum_den += (u[i, j] ** m)
    Si[i] = sum_num / sum_den
return Si

Si_values = calculate_Si(X_normalized, u, cntr, m)
print("Nilai Si untuk setiap cluster:", Si_values)

# Visualisasi dengan PCA
pca = PCA(n_components=2)
data_pca = pca.fit_transform(X_normalized)
explained_variance = pca.explained_variance_ratio_
print(f"Explained Variance Ratio: {explained_variance}")
print(f"Total Variance Explained:
{sum(explained_variance):.4f}")
plt.scatter(data_pca[:, 0], data_pca[:, 1], c=data['Cluster'],
cmap='viridis')
plt.xlabel(f'PCA Component 1 ({explained_variance[0]:.2%})')
plt.ylabel(f'PCA Component 2 ({explained_variance[1]:.2%})')
plt.title('Fuzzy C-Means Clustering dengan PCA')
plt.colorbar(label='Cluster')
plt.show()

```

## Evaluasi

```

# Menghitung DBI
dbi_score = davies_bouldin_score(X_normalized,
cluster_membership)
print(f"\nDavies-Bouldin Index (DBI): {dbi_score:.4f}")

# Interpretasi DBI
if dbi_score < 0.5:
    print("Kualitas clustering sangat baik.")

```

```
elif 0.5 <= dbi_score < 1.0:
    print("Kualitas clustering baik.")
elif 1.0 <= dbi_score < 1.5:
    print("Kualitas clustering cukup.")
else:
    print("Kualitas clustering buruk.")

# Evaluasi dengan Metode Elbow menggunakan Davies-
Bouldin Index untuk menentukan cluster optimal
def elbow_method_dbi(X_normalized):
    global optimal_k
    dbi_values = []
    k_range = range(3, 11)
    for k in k_range:
        cntr, u, u0, d, jm, p, fpc =
            fuzz.cluster.cmeans(X_normalized.T, c=k, m=2, error=0.005,
            maxiter=1000, init=None)
        cluster_labels = np.argmax(u, axis=0)
        dbi_score = davies_bouldin_score(X_normalized,
            cluster_labels)
        dbi_values.append(dbi_score)

    plt.figure(figsize=(8, 5))
    plt.plot(k_range, dbi_values, marker='o', linestyle='--')
    plt.xlabel('Number of Clusters')
    plt.ylabel('Davies-Bouldin Index (DBI)')
    plt.title('Elbow Method for Optimal k using Davies-Bouldin
Index')
    plt.show()

    optimal_k = k_range[np.argmin(dbi_values)]
    print(f'Jumlah cluster optimal berdasarkan metode Elbow
(DBI): {optimal_k}')

# Menjalankan metode Elbow untuk Fuzzy C-Means dengan
DBI
elbow_method_dbi(X_normalized)
```

## Pelabelan

```

import pandas as pd
import numpy as np

# Load data
data_olah = pd.read_excel('data olahan.xlsx')
patokan_LL = pd.read_excel('Patokan_LL.xlsx') # Perempuan
patokan_LK = pd.read_excel('Patokan_LK.xlsx') # Laki-laki

# Fungsi untuk menghitung z-score berdasarkan patokan
# jenis kelamin
def calculate_z_score(tb, bb, jenis_kelamin):
    # Pilih data patokan sesuai jenis kelamin
    if jenis_kelamin.upper() == 'LL':
        data_patokan = patokan_LL
    elif jenis_kelamin.upper() == 'LK':
        data_patokan = patokan_LK
    else:
        return np.nan # Tidak valid jenis kelamin

    # Cari baris yang sesuai dengan TB dalam data patokan
    patokan_row = data_patokan[data_patokan['TB'] == tb]

    if patokan_row.empty:
        # Jika TB tidak ditemukan, cari yang terdekat
        closest_tb = data_patokan.iloc[(data_patokan['TB'] - tb).abs().argsort()[:1]]
        patokan_row = closest_tb

    # Ambil nilai-nilai SD dan median
    median = patokan_row['MEDIAN'].values[0]
    sd1_neg = patokan_row['-1 SD'].values[0]
    sd2_neg = patokan_row['-2 SD'].values[0]
    sd3_neg = patokan_row['-3 SD'].values[0]
    sd1_pos = patokan_row['+1 SD'].values[0]
    sd2_pos = patokan_row['+2 SD'].values[0]

```

```

sd3_pos = patokan_row['+3 SD'].values[0]

# Hitung deviasi dari median
deviation = bb - median

# Tentukan SD berdasarkan kategori
if deviation < (sd3_neg - median): # <-3 SD
    sd = (sd3_neg - median) / -3
elif deviation < (sd2_neg - median): # <-2 SD
    sd = (sd2_neg - median) / -2
elif deviation < (sd1_neg - median): # <-1 SD
    sd = (sd1_neg - median) / -1
elif deviation > (sd3_pos - median): # >+3 SD
    sd = (sd3_pos - median) / 3
elif deviation > (sd2_pos - median): # >+2 SD
    sd = (sd2_pos - median) / 2
elif deviation > (sd1_pos - median): # >+1 SD
    sd = (sd1_pos - median) / 1
else: # antara -1 SD dan +1 SD
    sd = (sd1_pos - median) / 1 # default menggunakan +1
SD

# Hitung z-score
z_score = deviation / sd
return z_score

# Hitung z-score untuk setiap row
z_scores = []
for idx, row in data_olah.iterrows():
    try:
        tb = row['TB (cm)']
        bb = row['BB (kg)']
        jk = row['Jenis Kelamin'] # Asumsikan kolom ini berisi
        'LL' atau 'LK'
        z_score = calculate_z_score(tb, bb, jk)
        z_scores.append(z_score)
    except Exception as e:

```

```

print(f"Error pada baris {idx}: {e}")
z_scores.append(np.nan)

# Tambahkan kolom z-score ke dataframe
data_olah['Z-Score'] = z_scores

# Fungsi pelabelan z-score
def label_z_score(z):
    if pd.isna(z):
        return "Missing Data"
    elif z < -3:
        return "Gizi Buruk (<-3 SD)"
    elif -3 <= z < -2:
        return "Gizi Kurang (-3SD to -2SD)"
    elif -2 <= z < +1:
        return "Gizi Baik(Normal) (-2SD to +1SD)"
    elif +2 <= z <= +1:
        return "Beresiko Gizi Lebih (+1SD to +2SD)"
    elif +2 <= z <= +3:
        return "Gizi Lebih (+2SD to +3SD)"
    else :
        return "Obesitas (>+3SD)"

# Tambahkan kolom label z-score
data_olah['Z-Score Label'] = data_olah['Z-Score'].apply(label_z_score)

# Analisis per cluster
cluster_analysis = data_olah.groupby('Cluster')[['Z-Score']].agg(['count', 'mean', 'min', 'max', 'median', 'std'])
cluster_label_counts = data_olah.groupby(['Cluster', 'Z-Score Label']).size().unstack(fill_value=0)

# Simpan ke Excel
with pd.ExcelWriter('hasil_analisis_zscore_berdasarkan_jk.xlsx') as writer:

```

```

data_olah.to_excel(writer, sheet_name='Data dengan Z-
Score', index=False)
cluster_analysis.to_excel(writer, sheet_name='Analisis per
Cluster')
cluster_label_counts.to_excel(writer, sheet_name='Label
Count per Cluster')

# Output kesimpulan
print("\nHasil Analisis Z-Score per Cluster:")
print(cluster_analysis)
print("\nDistribusi Label Z-Score per Cluster:")
print(cluster_label_counts)

# Kesimpulan lebih detail per cluster
print("\nKESIMPULAN DETAIL:")
for cluster in sorted(data_olah['Cluster'].unique()):
    cluster_data = data_olah[data_olah['Cluster'] == cluster]
    total = len(cluster_data)

    print(f"\nCluster {cluster}:")
    print(f"Total data: {total}")

# Hitung untuk setiap kategori
categories = {
    'Gizi Buruk': len(cluster_data[cluster_data['Z-Score'] < -3]),
    'Gizi Kurang': len(cluster_data[(cluster_data['Z-Score'] >= -3) & (cluster_data['Z-Score'] < -2)]),
    'Gizi Baik(Normal)': len(cluster_data[(cluster_data['Z-Score'] >= -2) & (cluster_data['Z-Score'] < +1)]),
    'Beresiko Gizi Lebih': len(cluster_data[(cluster_data['Z-Score'] >= +1) & (cluster_data['Z-Score'] <= +2)]),
    'Gizi Lebih': len(cluster_data[(cluster_data['Z-Score'] > +2) & (cluster_data['Z-Score'] <= +3)]),
    'Obesitas': len(cluster_data[cluster_data['Z-Score'] > +3])
}

```

```
for cat, count in categories.items():
    print(f"- {cat}: {count} ({count/total*100:.1f}%)")

common_label = cluster_data['Z-Score Label'].mode()[0]
print(f"- Kategori paling dominan: {common_label}")
```

## RIWAYAT HIDUP

### A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Linawati
2. Tempat & Tanggal Lahir : Grobogan 06 Juni 2003
3. Alamat rumah : Dusun Truwili RT 06/ RW 11, Desa Dimoro, Kecamatan Toroh
4. HP : 081215616929
5. Email : 2108096100@student.walisongo.ac.id

### B. Riwayat Pendidikan

1. MI Miftahul Huda Dimoro
2. Mts Al-Hidayah Genengadal
3. Madrasah Aliyah Negeri 1 Grobogan

Semarang, 18 Mei 2025



Linawati  
2108096100