

Klasterisasi Gizi Balita Menggunakan Algoritma K-Means *Clustering toddler nutrition using the k-means algorithm*

Alfianisa Hanny Saputri¹, Andik Adi Suryanto², Asfan Muqtadir³, Alfa Nurfahma Rosalita⁴

^{1,2,3,4}Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Ronggolawe

¹alfianisahanny111@gmail.com, ²andikadisuryanto@gmail.com*, ³ asfanme@gmail.com*,

²fahmaalfa7@gmail.com*

Abstract

Nutrition in toddlers is very important in growth and also for toddler's brain intelligence. So it becomes one of the big problems in Indonesia. One of the efforts made is the existence of posyandu activities. The data reports on the Posyandu under five are still recorded non-digitally, which causes a lot of time to cluster the nutrition of toddlers and create data accumulation, resulting in the nutritional status of toddlers being unable to be monitored at all times. So this study aims to determine the nutritional status of toddlers using the k-means algorithm for toddlers aged 0-60 months at the Posyandu, Bogorejo Village, Merakurak District, Tuban Regency in 2021. The nutritional status categories of toddlers in this study consist of 6, namely poor nutrition, malnutrition, good nutrition, risk of over nutrition, over nutrition and obesity. This study uses data from 3 posyandu with a 185 data. From the research conducted from January to December, the test accuracy was 14% with the actual data. There is a relationship between the variables used between height, weight, age and gender of toddlers. It is hoped that this research can be developed with many different variables and clusters so that the level of accuracy produced is maximized.

Keywords: Data Mining, Clustering, Toddler Nutrition, K-Means, Posyandu

Abstrak

Gizi pada balita merupakan hal yang sangat penting dalam pertumbuhan dan juga untuk kecerdasan otak balita. Sehingga menjadi salah satu masalah besar di Indonesia. Salah satu upaya yang dilakukan ialah adanya kegiatan posyandu. Laporan data posyandu balita masih dicatat secara non digital yang menyebabkan banyaknya waktu untuk mengklasterisasi gizi balita dan membuat penumpukan data, mengakibatkan status gizi balita tidak dapat dipantau setiap waktu. Maka dengan penelitian ini bertujuan menentukan status gizi pada balita menggunakan algoritma k-means pada balita berusia 0-60 bulan di Posyandu Desa Bogorejo Kecamatan Merakurak Kabupaten Tuban tahun 2021. Kategori status gizi balita pada penelitian ini terdiri dari 6 yaitu gizi buruk, gizi kurang, gizi baik, beresiko gizi lebih, gizi lebih dan obesitas. Penelitian ini menggunakan data dari 3 posyandu dengan sampel sebanyak 165. Dari penelitian yang dilakukan bulan Januari sampai Desember menghasilkan akurasi pengujian sebesar 59,2% dengandata sebenarnya. Terdapat hubungan antara variabel yang digunakan antara tinggi badan, berat badan, umur dan jenis kelamin balita. Diharapkan penelitian ini dapatdikembangkan dengan variabel dan banyak cluster yang berbeda agar tingkat akurasi yang dihasilkan lebih maksimal

Kata kunci: Data Mining, Klasterisasi, Gizi Balita, K-Means, Posyandu

Pendahuluan

Gizi anak di bawah usia 5 tahun mencerminkan tingkat perkembangan dan kesejahteraan masyarakat serta dikaitkan dengan kesehatan anak di masa depan. Salah satu upaya pemerintah untuk menanggulangi gizi buruk atau gizi lebih adalah dengan kegiatan Posyandu. Posyandu adalah kegiatan dasar yang diselenggarakan dari, oleh dan untuk masyarakat yang dibantu oleh petugas kesehatan disuatu wilayah Puskesmas. Status gizi bayi dapat ditentukan dengan memasukkan data nilai berat badan, tinggi badan, dan berat badan untuk menentukan indeks berat badan menurut umur (BB/U), indeks tinggi badan menurut umur (TB/U), berat badan menurut umur (TB/U), Indeks tinggi badan (BB/U), dan indeks berat badan menurut usia (BB/U) TB) dapat diperoleh, jenis kelamin bayi (Irfiani & Rani, 2018).

Pada posyandu Desa Bogorejo wilayah Puskesmas Merakurak, parameter yang umum digunakan dalam penentuan status gizi balita berdasarkan berat badan menurut umur (BB/U), yang terdapat pada Kartu Menuju Sehat (KMS). Hasil dari perhitungan penentuan status gizi balita kemudian di cocokkan berdasarkan tabel baku rujukan WHO/NCHS. Tetapi berat badan menurut umur kurang spesifik dalam penentuan status gizi balita. Sementara itu, anak yang sehat bertambah umurnya dan bertambah berat serta tinggi badannya. Dengan demikian, petugas Posyandu dan orang tua tidak mengetahui apakah bayi tergolong kurus, gemuk, normal, tinggi atau pendek.

Agar tidak terjadi kesalahan dalam menilai dan mengetahui status gizi balita maka diperlukan suatu sistem yang dapat membantu petugas posyandu dan orang tua dalam menentukan status gizi balita. Oleh karena itu, data tersebut harus diolah menjadi cluster untuk memudahkan pengelompokan status gizi anak di bawah 5 tahun. Salah satu metode yang dapat membantu manusia dalam mengerjakan banyak hal yaitu metode K-Means Clustering. Pada penelitian ini status gizi balita dikelompokkan dengan metode K-means, parameter yang digunakan untuk menentukan status gizi balita berupa usia balita, berat badan, tinggi badan dan jenis kelamin. Hasil berdasarkan penelitian ini merupakan sebuah sistem yg bisa membantu petugas Posyandu untuk mengukur dan memantau status gizi balita. Oleh karena itu diharapkan pengurus Posyandu dapat membantu dalam pengambilan kebijakan yang menysasar setiap kelompok status gizi balita. Berdasarkan penjabaran diatas, penulis akan mengimplementasikan kedalam sebuah penelitian yang berjudul “Klasterisasi Gizi Balita Menggunakan Algoritma K-Means”. Dengan harapan dapat memberi informasi secara terstruktur kepada penggunaanya untuk memudahkan mencari informasi mengenai pengelompokan status gizi balita.

Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup hasil survei dan observasi yang telah dilakukan dan menjadi tolak ukur untuk mendapatkan data. Bahan-bahan penelitian itu antara lain :

1. Data Primer

Data primer adalah data utama yang diperoleh pribadi berdasarkan asal lapangan. Pada penelitian ini data yang digunakan dari Posyandu Desa Bogorejo Kecamatan Merakurak Kabupaten Tuban, yaitu data balita 0-60 bulan pada tahun 2021.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung. Penulis mengumpulkan data dengan cara membaca, mencari dan mengkaji data-data dari berbagai sumber yang mendukung penelitian, baik buku, jurnal, maupun file yang dapat mendukung penelitian.

3. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan untuk mengklasifikasikan status gizi bayi menjadi empat kategori: tinggi badan (TB), berat badan (BB), umur, dan jenis kelamin. Variabel tersebut mengacu berdasarkan parameter pada beberapa atau gabungan penelitian sebelumnya untuk menentukan klasterisasi gizi balita.

Adapun spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan untuk mengolah data ini adalah sebagai berikut:

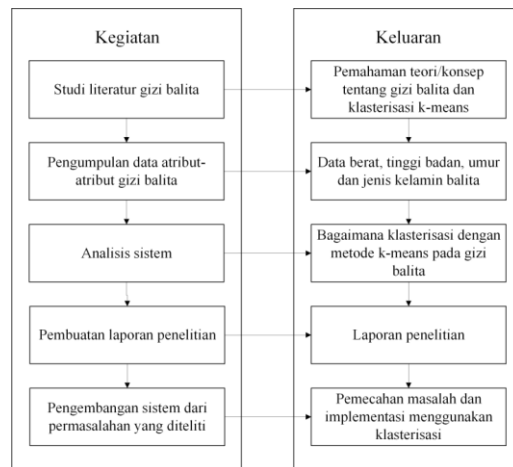
a. Spesifikasi Perangkat Keras

Type Processor	: Intel Celeron N4000, CPU up to 2.6GHz
Memory	: 4,00 GB
Harddisk	: 100 GB
Monitor	: 14 Inch
Keyboard	: 104 key (standar)

b. Spesifikasi Perangkat Lunak

Windows 10 Ultimate 64 – bit sebagai sistem operasi
 Microsoft Office 2010, untuk penulisan laporan
 MySQL, untuk database Xampp, untuk software server

Dalam penelitian ini, penulis membuat kerangka penelitian seperti berikut:



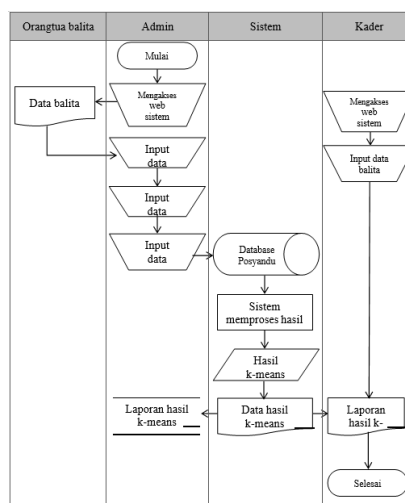
Gambar 1 Kerangka Penelitian

Dari kerangka kerja penelitian yang telah digambarkan diatas, maka dapat diuraikan tentang tahapan dalam penelitian yang dilakukan oleh penulis sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi permasalahan
2. Merumuskan masalah
3. Melakukan survey pendahuluan dengan mengumpulkan informasi mengenai masalah gizi anak di bawah 5 tahun
4. Menentukan sampel penelitian
5. Pengumpulan data, merupakan proses penting yang menentukan berhasil tidaknya penelitian

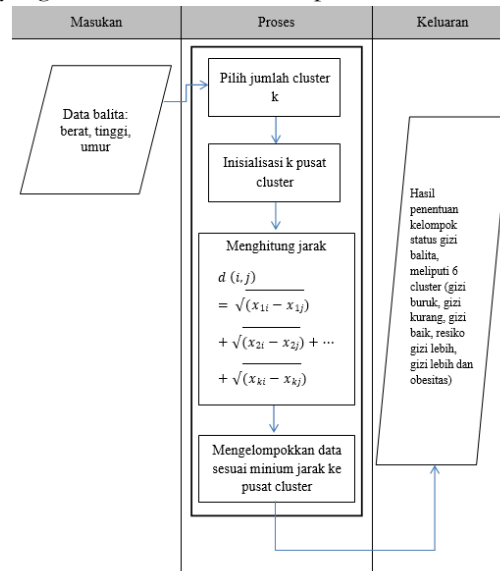
Teknik mengumpulkan data yang dilakukan penulis adalah:

1. Observasi
2. Wawancara
3. Studi Pustaka



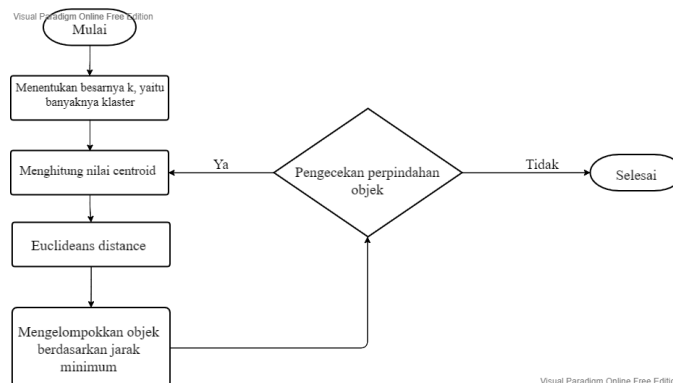
Gambar 2 Desain Sistem Informasi Flowchart Dokumen

Admin posyandu dapat mengakses web sistem klusterisasi gizi. Data balita di peroleh dari orang tua balita lalu di input oleh admin sehingga data disimpan dalam database. Kemudian sistem mengolah data dan menghasilkan data gizi balita menggunakan algoritma k-means. Admin dapat melaporkan data berupa grafik setiap bulannya. Selain admin yang memiliki akses terhadap web klusterisasi adalah kader posyandu.



Gambar 3 Kerangka Sistem Informasi

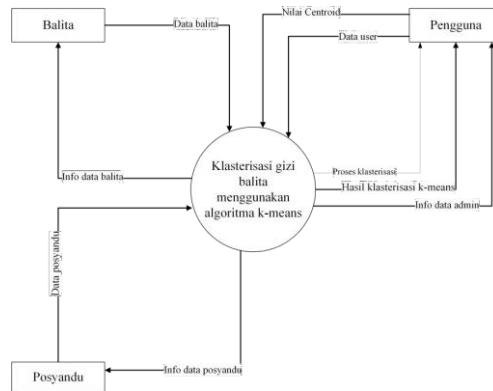
Data posyandu yang telah diperoleh setelah itu akan di input ke sistem oleh admin, lalu siproses dengan Langkah awal membersihkan atau merapikan data, memilih data yang perlu untuk ditemukan jumlah *cluster*, kemudian centroid akan dihitung menggunakan perhitungan *clustering* algoritma K-means. Kemudian jarak akan dihitung dan menghasilkan output pengelompokkan berdasarkan nilai iterasi , dan hasil dari perhitungan akan digunakan acuan untuk ditampilkan kedalam sistem yang dimana keluaran menghasilkan clustring statusgizi balita, melliputi 6 cluster (gizi buruk, gizi baik, resiko gizi lebih, gizi lebih, dan obesitas). Konsep penyelesaian dalam masalah ini dengan menggunakan pola waterfall dengan mengubah data yang ada menjadi data normalisasi, serta dari data yang telah dicluster akan diubah kedalam bentuk visualisasi grafik klusterisasi. Data-data balita yang diperoleh dari hasil pengumpulan data setiap bulannya untuk keperluan data mining masih bersifat random dan tercatat dalam format Microsoft Excel. Data penelitian ini berdasarkan data dari Posyandu Desa Bogorejo pada tahun 2021 sebanyak 184 populasi balita. Pada analisis sistem, akan dibangun sistem untuk menemukan aturan pengelompokkan dari data atribut balita yang menggunakan perhitungan clustering k-means. Untuk proses yang terjadi pada pengelompokkan gizi balita menggunakan algoritma k-means ini, dapat digambarkan dengan menggunakan flowchart sebagai berikut:



Gambar 4 Flowchart Metode Clustering K-means

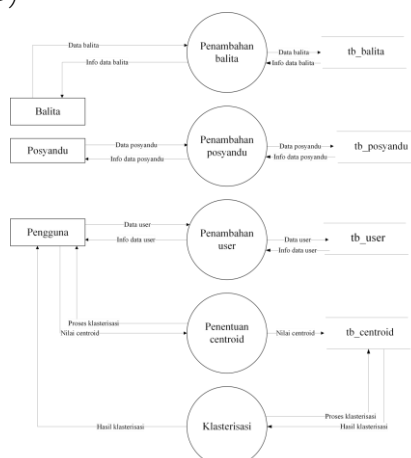
Analisis Kebutuhan Fungsional

1. Diagram Konteks



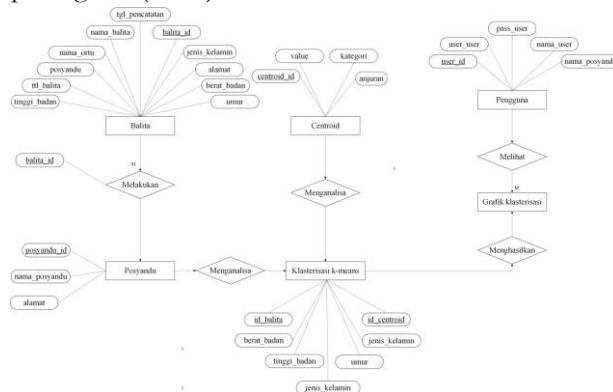
Gambar 5 Diagram Konteks

2. Data Flow Diagram (DFD)



Gambar 6 DFD Level 0

3. Entity Relationship Diagram (ERD)



Gambar 7 ERD

Hasil dan Pembahasan

Data yang dianalisis dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dari Posyandu Desa Bogorejo Kecamatan Merakurak Kabupaten Tuban. Terdapat 3 tempat Posyandu di Desa Bogorejo. Dimana kegiatan timbang Posyandu dilakukan setiap bulan sekali. Total populasi balita umur 0-60 bulan pada tahun 2021 di Posyandu Desa Bogorejo Kecamatan Merakurak kabupaten Tuban adalah sebanyak 185.

Dalam proses pembuatan sistem pengelompokan gizi balita ini, tentunya membutuhkan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Berikut merupakan penjelasan dari perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) yang digunakan.

a. Hardware

1. Laptop dengan spesifikasi sebagai berikut :

- a) Merk : Notebook Asus X441M
- b) Processor : Intel(R) Celeron(R) N4000 CPU @ 1.10GHz 1.10 GHz
- c) Memory : 4.00 GB (3.83 GB usable)
- d) System : 64-bit operating system, x64-based processor

2. Printer

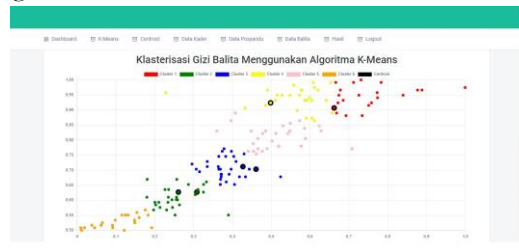
b. Software

- 1. Sistem Operasi : Windows 10 Home Single Language
- 2. Text Editor : Microsoft Office 2010, Sublime Text
- 3. Web Browser : Google Chrome Versi 104.0.5112.80 (64 bit)
- 4. DBMS : MySQL XAM

Tampilan Antarmuka Program

1. Halaman Dashboard

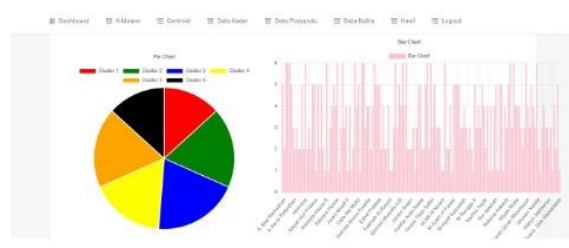
Halaman ini sebagai halaman utama dimana menampilkan grafik hasil klusterisasi. Halaman ini mempunyai struktur menu antara lain dashboard, k-means, data kader posyandu, data balita, data posyandu, centroid, dan logout.



Gambar 8 Tampilan Dashboard

2. Tampilan Diagram

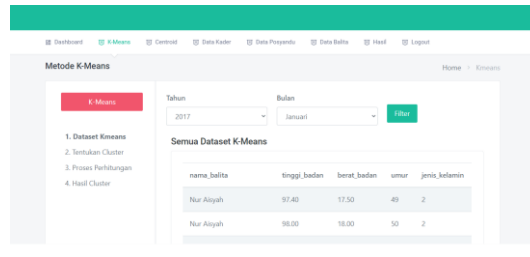
Tampilan diagram dari seluruh data dari perhitungan selama tahun 2021 dengan jumlah data sebanyak 165 data balita.



Gambar 9 Tampilan Diagram

3. Halaman K-Means dataset

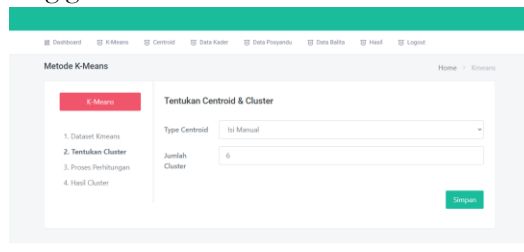
Halaman ini berfungsi untuk mengelolah data balita yang nantinya akan menghitung cluster gizi balita.



Gambar 10 Tampilan K-Means Dataset

4. Halaman K-Means cluster

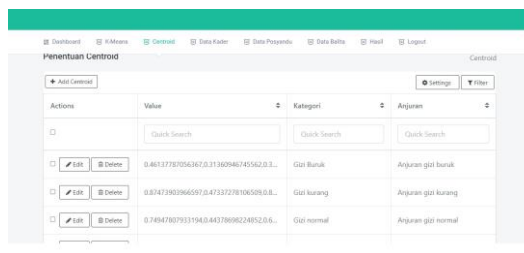
Halaman ini berfungsi untuk menambahkan atau mengubah jumlah cluster data balita yang nantinya akan digunakan menghitung gizi balita.



Gambar 11 Tampilan K-Means Cluster

5. Halaman Centroid

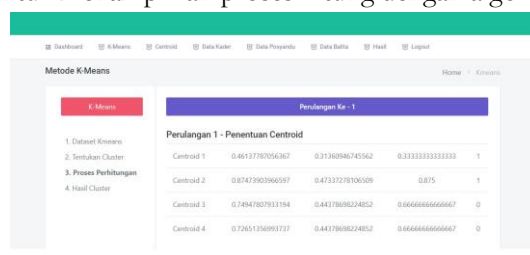
Halaman ini berfungsi untuk mengolah centroid pada algoritma k-means. Penentuan centroid yaitu secara acak oleh pengguna.



Gambar 12 Halaman Centroid

6. Halaman k-means proses perhitungan

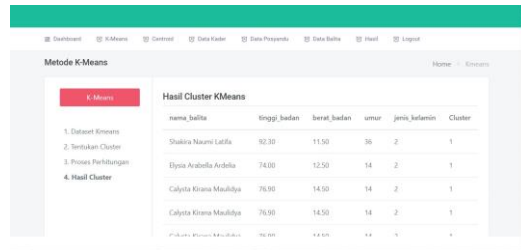
Halaman ini berfungsi untuk menampilkan proses hitung dengan algoritma k-means gizi balita.



Gambar 13 Tampilan K-Means Proses Perhitungan

7. Halaman K-Means Hasil Cluster

Halaman ini berfungsi untuk menampilkan hasil menghitung Cluster gizi balita.



Gambar 14 Tampilan K-Means Hasil Cluster

Analisis Sistem

Untuk mengetahui hasil dari klasterisasi gizi balita di Posyandu Desa Bogorejo dengan k-means, maka proses perhitungan dengan algoritma clustering metode k-means dilakukan setelah data balita direkap oleh kader posyandu setiap bulannya. Data yang telah direkap kemudian diinput kedalam sistem oleh kader posyandu dan kemudian data dapat diolah kedalam perhitungan k-means. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa atribut yang digunakan adalah berat badan, tinggi badan dan umur balita. Data penelitian ini berdasarkan data Posyandu Desa Bogorejo Kecamatan Merakurak Kabupaten Tuban pada tahun 2021 sebanyak 185 data balita dimana data diperbarui setiap satu bulan sekali. Tetapi dalam proses perhitungan penulis menggunakan data yang berjumlah 185 data balita.

Table 1 Data Posyandu Desa

Anak ke	POS	L =1 P =2	JANUARI				DESEMBER			
			TB	BB	UMUR	....	TB	BB	UMUR	
1	arumdalu	2	97,4	17,5	49	....	....	103,5	22	60
2	arumdalu	2	102,1	16	47	....	....	108,4	21,8	58
3	arumdalu	1	96,8	14,5	41	....	....	92,9	13,5	52
4	arumdalu	2	97,9	12,5	40	....	....	104	19	51
5	arumdalu	2	97,1	14,5	37	....	....	104,6	23	48
6	arumdalu	1	83,4	10,4	25	....	....	90,5	12,6	36
7	arumdalu	2	83,2	10,6	23	....	....	92,7	16	34
8	arumdalu	2	86,4	12	22	....	....	97	15	33
9	arumdalu	1	74	9,2	21	....	....	82,9	10,5	32
10	arumdalu	1	78,5	10,4	16	....	....	94,1	16,8	27
...
...
165	melati	2	84,5	10	21	..	....	92,6	12,4	32

Normalisasi Data

Table 2 Hasil Pengolahan Dengan Normalisasi Data

Anak ke	POS	L=1 P=2	JANUARI				DESEMBER			
			TB	BB	UMUR	....	TB	BB	UMUR	
1	arumdalu	1	0,84	0,81	1,00	....	....	0,85	0,77	1,00
2	arumdalu	1	0,94	0,72	0,96	....	....	0,99	0,60	0,96
3	arumdalu	0	0,83	0,63	0,83	....	....	0,96	0,69	0,96
4	arumdalu	1	0,85	0,50	0,81	....	....	0,83	0,59	0,83
5	arumdalu	1	0,84	0,63	0,75	....	....	0,85	0,47	0,81
6	arumdalu	0	0,54	0,37	0,50	....	....	0,85	0,53	0,75
7	arumdalu	1	0,54	0,39	0,46	....	....	0,54	0,35	0,50
8	arumdalu	1	0,61	0,47	0,44	....	....	0,53	0,36	0,46
9	arumdalu	0	0,34	0,30	0,42	....	....	0,62	0,44	0,44
10	arumdalu	0	0,44	0,37	0,31	....	....	0,35	0,24	0,42
...

...
165	melati	0	0,57	0,35	0,42	....	....	0,87	0,53	0,69

Proses clustering metode K-Means

Setelah melakukan normalisasi data kemudian data dapat di kelompokkan menggunakan algoritma pengelompokan K-Means. Penulis menghitung sampel berfokus pada bulan Januari 2021 yang diambil dari 165 data. Untuk dapat mengelompokkan data ini menjadi beberapa cluster, perlu melakukan beberapa langkah yaitu:

- Tentukan jumlah cluster yang diinginkan, terdapat enam cluster, yaitu C1 (gizi buruk), C2 (gizi kurang), C3 (gizi baik), C4 (resiko gizi lebih), C5 (gizi lebih), C6 (obesitas).
- Tentukan titik pusat awal dari setiap centroid, dalam penelitian ini titik pusat awal ditentukan secara random yang penulis ambildari tabel 2 tentang data posyandu dan didapat titik pusat dari setiap centroid dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Titik Pusat Awal Centroid

Centroid Iterasi-1 Acak				
Data-Ke	Cluster	Tb	Bb	Umur
1	Cluster 1	0,84	0,81	1,00
8	Cluster 2	0,61	0,47	0,44
18	Cluster 3	0,15	0,25	0,10
24	Cluster 4	0,28	0,25	0,19
33	Cluster 5	0,63	0,47	0,50
64	Cluster 6	0,97	0,66	0,96

- Menghitung jarak antara titik centroid dengan titik tiap objek menggunakan Euclidean Distance pada iterasi pertama.

Tabel 4 Hasil Iterasi Pertama

Anak ke	C1	C2	C3	C4	C5	C6
1	1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	1
3	0	0	0	0	1	0
4	0	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	0	1
6	0	0	0	0	1	0
7	0	1	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	1
9	0	0	0	1	0	0
10	0	0	0	1	0	0
....
....
....
165	0	0	0	0	1	0

Uji Akurasi Hasil Pengelompokan Dengan Kejadian Sebenarnya

Suatu pengujian akurasi sangat dibutuhkan untuk mengetahui apakah sistem yang sudah dibangun tersebut sesuai dengan apa yang dibutuhkan, maka penulis menguji hasil pengolahan data dengan clustering algoritma k-means ini sudah sesuai dengan data kejadian sebenarnya. Dengan membandingkan data yang diperoleh dari Posyandu Desa Bogorejo Kecamatan Merakurak Kabupaten Tuban menganut perhitungan menurut KepMenkes 2020 tentang status gizi balita dan pengelompokan dengan algoritma K-Means Clustering diperoleh rata ratapersentase 59,2% balita dari 165 data dengan dihitung setiap bulan yang diperoleh di Posyandu Desa Bogorejo Kecamatan Merakurak Kabupaten Tuban. Balita dengan umur 0-60 bulan

memiliki ambang batas status gizi, menurut peraturan KepMenkes 2020 ambang batas status gizi anak umur 0-60 bulan berdasarkan BB/TB dan kategori status gizi balita dikelompokkan menjadi enam yaitu:

1. Gizi buruk
2. Gizi kurang
3. Gizi baik
4. Beresiko gizi lebih
5. Gizi lebih
6. Obesitas

Tabel 5 Presentase Status Gizi Balita Berdasarkan Kejadian Sebenarnya

No	Bulan	Presentase perhitungan
1	Januari	56,6 %
2	Februari	51,5 %
3	Maret	61,2 %
4	April	67,8 %
5	Mei	61,2 %
6	Juni	51,5 %
7	Juli	59,3 %
8	Agustus	61,2 %
9	September	59,3 %
10	Oktober	61,2 %
11	November	61,2 %
12	Desember	58,7 %

Evaluasi

Berdasarkan hasil validasi keakuratan perhitungan, algoritma k-means menunjukkan nilai yang kurang memuaskan, dikarenakan hasil persentase rata-rata dari bulan Januari hingga Desember menghasilkan persentase sebanyak 59.2%. Menurut Dedy Atmajaya (2016), "Algoritma k-means dinisialisasikan secara random sehingga data yang dihasilkan kurang baik, jika nilai randomkurang baik maka hasilnya pun kurang maksimal atau biasa disebut dengan curse of dimensionality, selain dari inisialisasi, banyaknya data juga mempengaruhi hasil". Jadi dapat disimpulkan jika algoritma k-means kurang sesuai digunakan dengan data atribut gizi balita pada penelitian ini.

Kesimpulan

Sistem dapat menghasilkan suatu grafik klasterisasi hasil pengolahan k-means pada tahun 2021 sebanyak 6 kelompok yaitu gizi buruk, kurang, baik, resiko gizi lebih, gizi lebih dan obesitas. Gizi buruk yaitu warna merah, gizi kurang warna hijau, gizi baik warna biru, resiko gizi lebih warna kuning, gizi lebih warna hitam dan warna merah muda obesitas.. Terdapat sumbu x dari $(\text{Tinggi badan} + \text{berat badan})/2$ dan sumbu y didapat dari $(\text{umur} + \text{jenis kelamin})/2$.

Klasterisasi gizi balita dilakukan dengan menggunakan atribut variabel berat badan, tinggi badan, umur dan jenis kelamin balita. Centroid pada perhitungan penelitian ini dipilih secara acak, kemudian akan terjadi perulangan hingga nilai cluster yang dihasilkan menjadi stabil.

Sistem dapat membantu pihak posyandu dalam mengolah data sesuai status gizi yang dihasilkan. Sehingga memudahkan dalam proses penanganan maupun pencegahan terhadap status gizi yang ada dan dapat mengambil tindakan agar status gizi baik lebih maksima

Daftar Rujukan

- [1] C. Imama, "Penerapan Case Based Reasoning dengan Algoritma Nearest Neighbor Untuk Analisis Pemberian Kred Adiya, M. H., & Desnelita, Y. (2019). Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi Penerapan Algoritma K-Means Untuk Clustering Data Obat-Obatan Pada RSUD Pekanbaru. vol, 1, 17-24.

- [2] Astuti, R. W., Puspitorini, S., & Akbar, F. K. (2019). Implementasi Rapid Miner Pada Analisa Ketepatan Bidang Pekerjaan Alumni Prodi Teknik Informatika Stmik Nurdin Hamzah Jambi. *FORTECH (Journal of Information Technology)*, 3(2), 58-64.
- [3] [3] Balsor, J. L., Arbabi, K., Singh, D., Kwan, R., Zaslavsky, J., Jeyanesan, E., & Murphy, K. M. (2021). A Practical Guide to Sparse k-Means Clustering for Studying Molecular Development of the Human Brain. *Frontiers in neuroscience*, 15.
- [4] Cahyaningtyas, R., & Luqman, L. (2020). Klasifikasi Kompetensi Alumni Berdasarkan Masa Tunggu Alumni untuk Mendapatkan Pekerjaan Menggunakan Metode Algoritma C4. 5. *KILAT*, 9(2), 297-310.
- [5] Khoirudin, K., Hadi, S., & Nugroho, A. (2020). Analisa dan Penerapan Metode Neural Networks Dalam Mengidentifikasi Faktor-Faktor Masa Tunggu Kerja Lulusan. *Jurnal Pengembangan Rekayasa dan Teknologi*, 16(1), 17- 22.
- [6] Muktiadi, R., & Badharudin, A. Y. (2020). Metode K-Means untuk Mengelompokkan Alumni Berdasarkan Waktu Mencari Pekerjaan. *Sainteks*, 16(1).
- [7] Noveandini, R., & Wulandari, M. S. (2019). Analisis Clustering K-Means pada Hasil Tracer Study Sebagai Tolok Ukur Pembinaan Kurikulum Program Studi. *Prosiding SeNTIK*, 3(1).
- [8] Novendri, M. S., Saputra, A., & Firman, C. E. (2019). Aplikasi Inventaris Barang Pada Mts Nurul Islam Dumai Menggunakan Php Dan Mysql. *lentera dumai*, 10(2).
- [9] Nugraha, B. W., Mahmudi, A., & Wahyuni, F. S. (2021). Penerapan Metode K- Means Untuk Pengelompokan Tingkat Kepuasan Pengguna Lulusan Pada Tracer Study Pusat Karir Itn Malang. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(2), 684-692.
- [10] Priyatman, H., Sajid, F., & Haldivany, D. (2019). Klasterisasi Menggunakan Algoritma K-Means Clustering untuk Memprediksi Waktu Kelulusan Mahasiswa. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 5(1), 62. Purnama, D. I., Islami, R. L., Sari, L., & Sihombing, P. R. (2021). Analisis Klasifikasi Data Tracer Study Dengan Support Vector Machine Dan Neural Network. *Jurnal SISKOM-KB (Sistem Komputer dan Kecerdasan Buatan)*, 4(2), 46-52.
- [11] Shiddieq, D. F., & Fadillah, M. R. (2019). Penerapan Metode K–Means Untuk Klasifikasi Bidang Pekerjaan Alumni. *Jurnal Komputer Bisnis*, 12(2), 58- 62.
- [12] Siahaan, V. B., & Kardian, A. R. (2019). Penerapan Algoritma K-Means Untuk Analisis Tracer Alumni Universitas Gunadarma Jurusan Sistem Informasi dan Sistem Komputer Angkatan 2013. *Jurnal Ilmiah KOMPUTASI*, 18(3), 215-228.
- [13] Sinuraya, J. (2020). Klasifikasi profil lulusan berdasarkan tracer study lulusan menggunakan algoritma Naive Bayes Classifier. *Jurnal Teknovasi: Jurnal Teknik dan Inovasi*, 7(2), 11-19.
- [14] Yang, J., Wang, Y. K., Yao, X., & Lin, C. T. (2021). Adaptive initialization method for K-means algorithm. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 4.
- [15] Yenita, M., Purwanto, A. (2019). Klasterisasi Kabupaten/Kota di Indonesia berdasarkan Permasalahan Gizi balita: Intervensi Spesifik dan Sensitif. *Jurnal Bunga Rampai Forum Peneliti Muda Indonesia 2019* 10.31219/osf.io/ap8qf.