

IMPLEMENTASI METODE K-NEAREST NEIGHBOR (K-NN) DAN FORWARD CHAINING UNTUK MONITORING TUMBUH KEMBANG BALITA

Petrus Sokibi¹, Rifqi Fahrudin², Ridho Taufiq Subagio³
Ednawati Rainarli⁴, Adam Mukharil Bachtiar⁵, Hanhan Maulana⁶, Bobi Kurniawan⁷

Doktoral Sistem Informasi, FPS, Universitas Komputer Indonesia

Jl. Dipatiukur No. 112–114, Kota Bandung, Jawa Barat

e-mail: petrus.7572011@mahasiswa.unikom.ac.id¹, rifqi.75725010@mahasiswa.unikom.ac.id²,
ridho.75725019@mahasiswa.unikom.ac.id³, ednawati.rainarli@email.unikom.ac.id⁴,
adam@email.unikom.ac.id⁵, hanhan@email.unikom.ac.id⁶, bobi@email.unikom.ac.id⁷

Abstrak

Pelayanan pelaporan hasil pemeriksaan balita di Posyandu seringkali menghadapi kendala akurasi dan keterlambatan informasi, yang menyulitkan kader serta orang tua dalam memantau tumbuh kembang anak secara efektif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun model sistem informasi berbasis website yang mampu menentukan status gizi dan perkembangan motorik balita secara akurat. Sistem ini mengintegrasikan dua metode kecerdasan buatan: K-Nearest Neighbor (K-NN) untuk klasifikasi status gizi berdasarkan antropometri, dan Forward Chaining untuk mendeteksi tahap perkembangan kemampuan motorik balita. Pengembangan model perangkat lunak dilakukan menggunakan framework CodeIgniter dengan pemodelan sistem menggunakan Unified Modelling Language (UML). Hasil penelitian menunjukkan bahwa model website ini memiliki performa yang sangat baik dengan tingkat akurasi sebesar 85,71% untuk penentuan status gizi melalui metode K-NN, dan tingkat akurasi mencapai 100% untuk identifikasi perkembangan motorik menggunakan Forward Chaining. Model ini diharapkan dapat menjadi alat monitoring yang handal bagi tenaga kesehatan dan orang tua. Sebagai pengembangan di masa depan, disarankan penambahan fitur switch akun bagi orang tua yang memiliki lebih dari satu balita untuk mempermudah manajemen data perkembangan anak secara personal.

Kata kunci: Posyandu, Status Gizi, Perkembangan Balita, K-Nearest Neighbor, Forward Chaining.

Abstract

Reporting services for toddler examination results at Posyandu often face challenges regarding accuracy and information delays, which hinder cadres and parents from monitoring child growth and development effectively. This research aims to design and develop a website-based information system model capable of accurately determining nutritional status and motor development in toddlers. The system integrates two artificial intelligence methods: K-Nearest Neighbor (K-NN) for nutritional status classification based on anthropometry, and Forward Chaining to detect stages of motor skill development. The software model development was conducted using the CodeIgniter framework, with system modeling utilizing Unified Modelling Language (UML). The results indicate that the website model performs exceptionally well, achieving an accuracy rate of 85.71% for determining nutritional status via the K-NN method and reaching 100% accuracy for identifying motor development using Forward Chaining. This model is expected to serve as a reliable monitoring tool for health workers and parents. For future development, it is suggested to include an account-switching feature for parents with more than one toddler to facilitate personalized management of each child's developmental data.

Keywords: Posyandu, Nutritional Status, Toddler Development, K-Nearest Neighbor, Forward Chaining.

1. PENDAHULUAN

Masa balita yang disebut dengan golden periode, dan masa batita yang disebut masa critical periode merupakan masa pertumbuhan dan perkembangan yang sangat pesat. Bukan hanya dari segi fisik, melainkan dari kemampuan kognitif. Masa periode emas biasanya dimulai dari usia 0-5 tahun. Sedangkan masa critical periode biasanya dimulai dari usia 1-3 tahun [1]. Fase ini penting untuk diperhatikan oleh orang tua, karena balita sangat terbuka dan peka dalam menerima berbagai macam pembelajaran dan

Implementasi Metode K-Nearest Neighbor (KNN) dan Forward Chaining untuk Monitoring Tumbuh Kembang Balita – (Petrus Sokibi, Rifqi Fahrudin, Ridho Taufiq Subagio Ednawati Rainarli, Adam Mukharil Bachtiar, Hanhan Maulana, Bobi Kurniawan)

pelatihan baik bersifat positif maupun negatif. Pendampingan yang tepat dari orang tua, tentunya balita bisa bertumbuh dengan perilaku dan kepribadian yang baik.

Pertumbuhan berhubungan dengan bertambahnya dalam jumlah, besar, ukuran yang bersifat kuantitatif. Pada balita tidak hanya bertambah ukuran fisik seperti berat badan dan tinggi badan, melainkan juga ukuran dan struktur organ-organ tubuh dan otak [2]. Pada dasarnya, setiap balita akan melewati proses tumbuh kembang sesuai dengan tahapan usianya, akan tetapi banyak faktor yang mempengaruhi diantaranya faktor genetik dan lingkungan sejak prenatal, perinatal, dan postnatal.

Perkembangan berhubungan dengan bertambahnya kemampuan struktur dan fungsi tubuh sehingga lebih kompleks. Termasuk juga perkembangan kognitif, bahasa, motorik, emosi dan perkembangan perilaku sebagai hasil interaksi dengan lingkungannya [2].

Masalah yang sering terjadi dalam pertumbuhan dan perkembangan balita ialah faktor kekurangan gizi akan berdampak pada gangguan pertumbuhan, rentan terhadap infeksi, dan dapat menghambat perkembangan balita. Pertumbuhan berat badan dan perkembangan motorik sangat berkaitan dengan tumbuh kembang balita. Beberapa penelitian menemukan hasil bahwa stunting dan kelebihan berat badan (Obesitas) berhubungan dengan perkembangan balita terutama pada perkembangan motorik, kognitif, dan bahasa balita. Apabila berat badan balita tidak sesuai dengan umur maka akan mengakibatkan ketidakseimbangan perkembangan motorik balita dalam beraktivitas sehingga balita menjadi malas untuk bergerak.

Penggunaan algoritma *K-Nearest Neighbor* (K-NN) telah menjadi pendekatan yang dominan dalam klasifikasi status gizi dan stunting pada balita di berbagai wilayah. Penelitian yang dilakukan pada tahun 2020 menunjukkan bahwa penggunaan parameter umur, tinggi badan, dan berat badan dengan perhitungan jarak *Euclidean* pada metode K-NN menghasilkan kinerja yang efektif dalam menentukan status gizi [5]. Konsistensi akurasi metode ini juga diperkuat oleh penelitian di tahun 2022, di mana implementasi K-NN ke dalam sistem berbasis *website* terbukti memiliki tingkat keakuratan yang tinggi dan selaras dengan perhitungan manual [12]. Lebih lanjut, penelitian di tahun 2021 dilakukan optimasi parameter dengan menguji nilai *K* yang berbeda; melalui evaluasi *Confusion Matrix*, ditemukan bahwa pemilihan nilai *K*=3 dan *K*=5 memberikan pengaruh signifikan terhadap perbedaan nilai akurasi klasifikasi [Ref 5/Data Terakhir]. Secara kolektif, ketiga studi tersebut menegaskan bahwa K-NN adalah metode yang andal untuk otomasi pendataan dan penentuan status gizi balita.

Meskipun penelitian mengenai monitoring balita telah banyak dilakukan, terdapat celah penelitian (*research gap*) yang signifikan antara aspek status fisik dan aspek perkembangan motorik. Penelitian sebelumnya oleh [5] dan [12] hanya berfokus pada penggunaan algoritma *K-Nearest Neighbor* (K-NN) untuk mengklasifikasikan status gizi (stunting) berdasarkan data antropometri. Di sisi lain, penggunaan metode *Forward Chaining* umumnya hanya diterapkan secara parsial untuk melakukan skrining perkembangan anak melalui kuesioner pakar. Belum ditemukan adanya sistem terintegrasi yang menggabungkan kedua metode tersebut secara simultan untuk memantau tumbuh kembang balita secara utuh. Penggunaan K-NN saja hanya mampu menjawab 'bagaimana status gizi anak', sementara *Forward Chaining* saja hanya menjawab 'bagaimana perkembangan saraf/motoriknya'. Padahal, dalam pemantauan medis, status gizi dan pencapaian perkembangan adalah dua variabel yang saling berkaitan.

Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan sebuah implementasi *hybrid* yang menggabungkan K-NN untuk klasifikasi status gizi dan *Forward Chaining* untuk monitoring perkembangan. Integrasi kedua metode ini memberikan nilai kebaruan (*novelty*) berupa sistem monitoring yang lebih komprehensif, sehingga mampu memberikan deteksi dini yang lebih akurat dan menyeluruh terhadap kondisi tumbuh kembang balita dibandingkan sistem yang hanya menggunakan satu metode saja.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Metode Pengumpulan Data

Metodologi penelitian ini melibatkan tiga kegiatan utama: Observasi, di mana kegiatan yang sedang berjalan seperti penimbangan balita, imunisasi, dan pelayanan kesehatan diamati secara cermat untuk mendukung penelitian yang akan dilakukan; wawancara, yang dilakukan secara langsung dengan Kader Posyandu untuk mendapatkan data berat badan dan kemampuan motorik balita, serta untuk mengetahui kebutuhan sistem yang diperlukan melalui proses tanya jawab; dan Studi Literatur, yaitu membaca dan mempelajari tentang tumbuh kembang balita, metode K-Nearest Neighbor (KNN), dan *Forward Chaining* yang bersumber dari perpustakaan maupun referensi digital.

2.2. Metode Pengolahan dan Analisis Data

Metode pengolahan dan analisis data menggunakan metode K-Nearest Neighbor (KNN) dan *Forward Chaining* dimulai dari mempelajari pengertian metode yang digunakan hingga tahapan-tahapannya.

2.2.4 Metode K-Nearest Neighbor (KNN)

K-Nearest Neighbor (KNN) adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek yang berdasarkan dari data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. KNN merupakan algoritma supervised learning dimana hasil dari query instance yang baru diklasifikasi berdasarkan mayoritas dari kategori pada algoritma KNN. Dimana kelas yang paling banyak muncul yang nantinya akan menjadi kelas hasil dari klasifikasi [8]. Langkah-langkah untuk menghitung metode K-Nearest Neighbor (KNN) diawali dengan menentukan parameter K (jumlah tetangga paling dekat) yang akan dipertimbangkan. Selanjutnya, dihitung kuadrat jarak Euclid dari query instance (data baru yang akan diklasifikasikan) terhadap masing-masing objek pada data sampel yang diberikan. Setelah jarak dihitung, objek-objek tersebut kemudian diurutkan ke dalam kelompok yang mempunyai jarak Euclid terkecil. Terakhir, dilakukan pengumpulan kategori (klasifikasi Nearest Neighbor) berdasarkan mayoritas kelas dari K tetangga terdekat yang telah diurutkan untuk menetapkan kelas pada query instance tersebut. Banyaknya kelas yang paling banyak dengan jarak terdekat akan menjadi kelas dimana data yang dievaluasi berada. Kedekatan didefinisikan dalam jarak metrik, seperti jarak Euclidean. Jarak Euclidean dapat dicari dengan rumus berikut ini [8]:

$$D_{xy} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \tag{1}$$

Keterangan :

D : jarak terdekat

x : data training

y : data testing

n : jumlah atribut individu antara 1 s.d. n

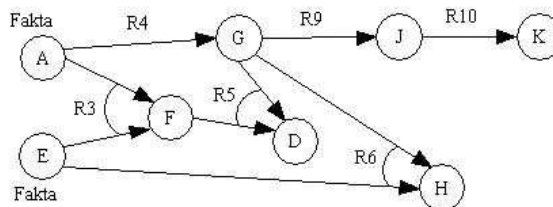
f : fungsi similitary atribut G antara kasus X dan kasus Y

i : Atribut individu antara 1 sampai dengan n

Implementasi algoritma K-Nearest Neighbor dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis dimulai dengan penentuan parameter k, yaitu jumlah tetangga terdekat yang akan digunakan sebagai basis klasifikasi. Langkah selanjutnya adalah menghitung kuadrat jarak Euclidean antara query instance atau data uji terhadap setiap objek pada data sampel yang tersedia. Setelah nilai jarak diperoleh, objek-objek tersebut diurutkan berdasarkan jarak terkecil untuk mengidentifikasi tetangga yang paling dekat dengan data uji. Tahap akhir dari proses ini adalah mengumpulkan kategori dari tetangga terdekat tersebut untuk menentukan hasil klasifikasi akhir berdasarkan mayoritas kategori yang muncul [8].

2.2.5 Metode Forward Chaining

Forward chaining merupakan metode inferensi yang melakukan penalaran dari suatu masalah kepada solusinya. Jika klausa premis sesuai dengan situasi (bernilai TRUE), maka proses akan menyatakan konklusi. Forward chaining adalah data-driven karena inferensi dimulai dengan informasi yang tersedia dan baru konklusi diperoleh. Jika suatu aplikasi menghasilkan tree yang lebar dan tidak dalam, maka gunakan forward chaining [9]. Ilustrasi skema forward chaining dapat dilihat pada gambar 1.

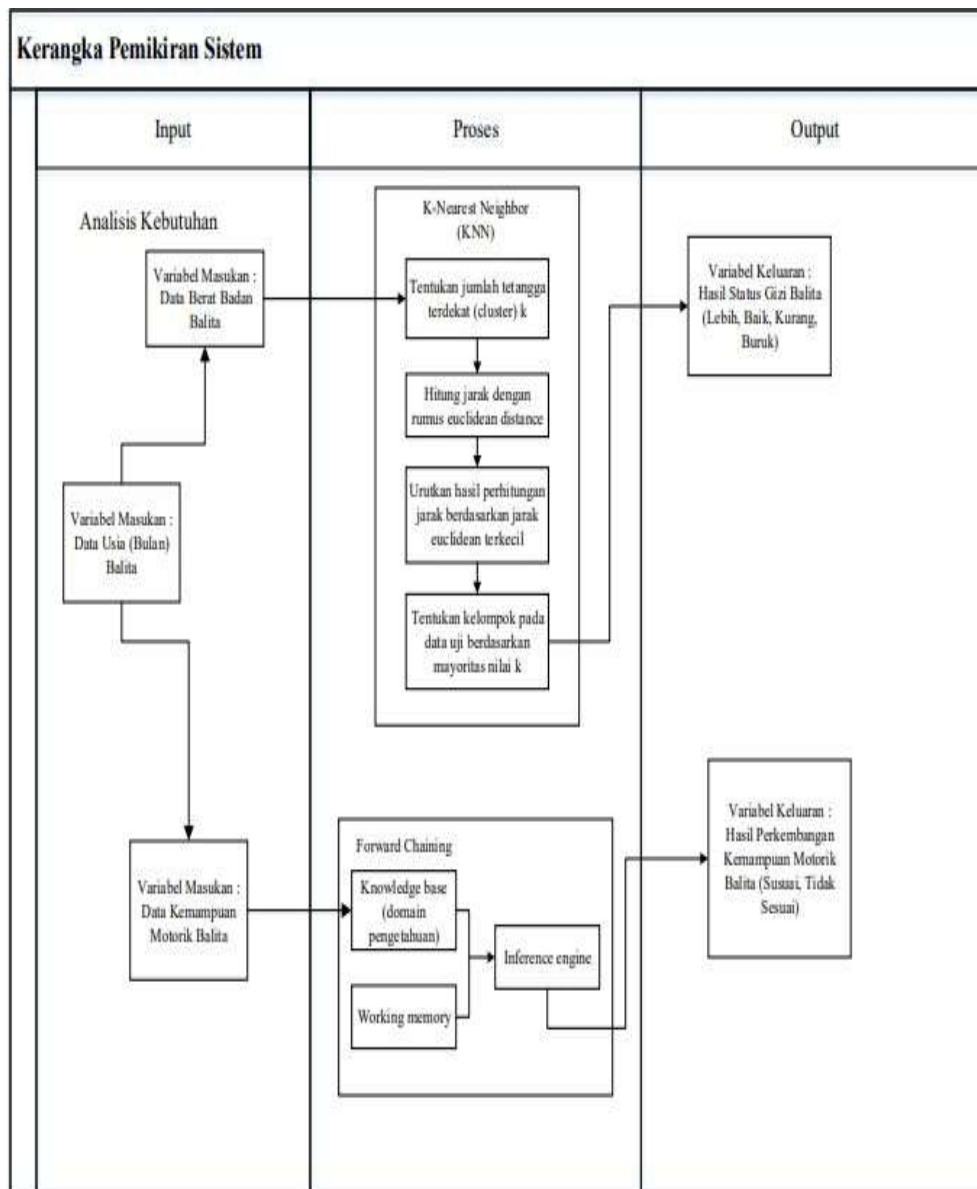


Gambar 1. Skema untuk Forward Chaining [9]

Proses inferensi dalam sistem ini dilakukan melalui mekanisme *forward chaining* yang dimulai dengan representasi satu atau beberapa kondisi awal sebagai basis data. Pada setiap kondisi yang terbentuk, sistem akan melakukan penelusuran terhadap sekumpulan aturan (*rule*) di dalam *knowledge base* yang berkorespondensi dengan premis pada bagian *IF*. Setiap aturan yang terpenuhi kemudian menghasilkan kondisi baru berdasarkan konklusi yang didefinisikan pada bagian *THEN*, di mana konklusi tersebut secara otomatis ditambahkan ke dalam daftar fakta atau kondisi yang sudah ada. Selanjutnya, setiap kondisi baru yang ditambahkan akan diproses kembali oleh sistem; jika kondisi tersebut memicu aturan lain, sistem akan kembali ke langkah pencarian aturan dalam *knowledge base*. Siklus ini akan terus berulang secara progresif hingga tidak ditemukan lagi konklusi baru yang dapat dihasilkan, yang menandakan bahwa sesi inferensi telah berakhir. [9]

2.3 Kerangka Pemikiran Sistem

Sistem monitoring tumbuh kembang balita dengan menggunakan metode K-Nearest Neighbor (KNN) dan Forward Chaining ini terdiri dari 3 (tiga) tahapan, yaitu Input, Proses, dan Output sebagai berikut :



Gambar 2. Kerangka Pemikiran Sistem

Gambar 2 menjelaskan kerangka pemikiran untuk sistem monitoring tumbuh kembang balita. Pada tahapan ini, yang pertama dilakukan dengan melakukan pendataan berat badan dan kemampuan motorik balita menurut usia setiap bulan untuk memudahkan dalam kebutuhan sistem. Setelah itu, sistem diproses

berbarengan dengan metode K-Nearest Neighbor (KNN) dan Forward Chaining. Proses metode K-Nearest Neighbor (KNN) digunakan untuk mengolah data berat badan balita menurut data usia setiap bulan sehingga sistem dapat memberikan hasil status gizi balita sedangkan proses metode Forward Chaining digunakan untuk mengolah data kemampuan motorik balita menurut data usia setiap bulan sehingga sistem dapat memberikan hasil perkembangan kemampuan motorik.

Proses metode K-Nearest Neighbor (KNN) untuk mengolah data berat badan balita berdasarkan usia setiap bulan dimulai dengan memasukkan data berat badan dan usia balita setiap bulan, kemudian menentukan jumlah tetangga terdekat (K). Setelah itu, dihitung jarak antara data training dan data testing menggunakan rumus Euclidean Distance.

Langkah selanjutnya adalah mengurutkan data berdasarkan jarak Euclidean terdekat dari hasil perhitungan tersebut. Berdasarkan hasil urutan, ditentukan kelompok data uji berdasarkan mayoritas nilai K tetangga terdekat. Terakhir, sistem akan menampilkan hasil status gizi balita, yaitu klasifikasi apakah gizi balita tersebut termasuk kategori Lebih, Baik, Kurang, atau Buruk.

Proses metode Forward Chaining untuk mengolah data kemampuan motorik balita berdasarkan usia setiap bulan diawali dengan Memasukkan data kemampuan motorik dan usia balita setiap bulan. Setelah data dimasukkan, proses penalaran akan memanfaatkan Knowledge Base (Domain Pengetahuan), yaitu pengetahuan mengenai kemampuan motorik yang telah dijadikan sebagai rule-based, dan Working Memory, yaitu fakta-fakta yang diinputkan oleh pengguna ke dalam aplikasi. Inti dari proses ini adalah Inference Engine, yang melakukan proses pencocokan fakta-fakta yang ada pada Working Memory dengan Domain Pengetahuan untuk menarik kesimpulan dari masalah yang dihadapi. Terakhir, sistem akan Menampilkan hasil perkembangan kemampuan motorik balita, yaitu klasifikasi apakah perkembangannya Sesuai atau Tidak Sesuai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Sistem

Analisis sistem dapat didefinisikan sebagai penguraian dari suatu sistem informasi yang utuh ke dalam bagian-bagian komponennya dengan maksud untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan-permasalahan, kesempatan-kesempatan, hambatan-hambatan yang terjadi dan kebutuhan-kebutuhan yang diharapkan sehingga dapat diusulkan perbaikan-perbaikannya. Hal-hal yang akan dianalisis pada tahap analisis sistem ini adalah analisis sistem berjalan, analisis kebutuhan fungsional, analisis kebutuhan non fungsional, analisis metode K-Nearest Neighbor (K-NN) dan analisis metode Forward Chaining.

3.2. Analisis Kebutuhan Fungsional

Dalam hal analisis kebutuhan fungsional ini untuk mengembangkannya menggunakan Unified Modeling Language (UML) yang digunakan dalam perancangan sebuah model antara lain dengan Use Case Diagram, Activity Diagram, Sequence Diagram, dan Class Diagram.

3.3 Analisis Kebutuhan Non Fungsional

Analisis kebutuhan non fungsional merupakan analisis yang dibutuhkan untuk menentukan spesifikasi kebutuhan sistem. Spesifikasi ini juga meliputi elemen-elemen atau komponen-komponen apa saja yang dibutuhkan untuk sistem yang akan dibangun sampai dengan sistem tersebut diimplementasikan. Analisis kebutuhan ini juga menentukan spesifikasi masukan yang diperlukan sistem, keluaran yang akan dihasilkan sistem dan proses yang akan dibutuhkan untuk mengolah masukan sehingga menghasilkan suatu keluaran yang diinginkan. Berikut ini merupakan kebutuhan non fungsionalnya :

3.4. Analisis Metode K-Nearest Neighbor (K-NN)

1. Data Training Berat Badan

No.	Usia (Bulan)	Berat Badan	Status Gizi
1	40	13,3	Baik
2	13	7,3	Kurang
3	1	4	Baik
4	5	5,4	Kurang
5	17	8	Kurang

6	6	5,8	Kurang
7	14	7,5	Kurang
8	12	7,2	Kurang
9	38	10,8	Baik
10	2	4,6	Baik
11	3	5,5	Baik
12	42	13,5	Baik
13	4	5,3	Baik
14	28	10,5	Baik
15	44	13,4	Baik
16	29	10,7	Baik
17	21	8	Buruk
18	50	14,2	Baik
19	25	9,7	Kurang
20	8	6,2	Kurang
21	11	6,8	Buruk
22	15	7,7	Kurang
23	46	14	Baik
24	22	8,3	Buruk
25	7	5,6	Kurang

2. Data Testing Berat Badan

Tabel 2 Data Testing Berat Badan

No.	Usia (Bulan)	Berat Badan	Status Gizi
1	9	6,2	?
2	10	6,2	?
3	16	7,5	?
4	20	8,5	?
5	35	12	?
6	47	14,2	?
7	48	14	?

3. Tabel Saran Perbaikan Gizi

Tabel 3. Saran Perbaikan Gizi

Status Gizi	Saran Perbaikan Gizi
Gizi Buruk dan Gizi Kurang	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memberikan suplemen, berupa vitamin A, zat besi, dan asam folat. 2. Memberikan makanan bergizi lengkap dan seimbang sesuai kebutuhan anak. 3. Memberikan ASI eksklusif hingga usia anak enam bulan, dilanjutkan dengan memberikan MPASI yang bergizi lengkap dan seimbang.
Gizi Lebih	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengatur asupan karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral. 2. Susu diberikan 1-2 gelas per hari, dalam bentuk susu rendah lemak. 3. Memberikan makan secara teratur 3 kali sehari dengan 2 kali makanan selingan.

Contoh kasus penentuan status gizi balita : Ingin diketahui status gizi seorang dengan usia 9 bulan, berat badan 6,2 kg.

1. Hitung jarak antara data uji dengan sampel data yang ada dengan rumus :

$$D_{xy} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

a. Perhitungan Jarak Terdekat (Euclidean)

$$\begin{aligned} D1 &= \sqrt{(40 - 9)^2 + (13,3 - 6,2)^2} \\ &= \sqrt{(31)^2 + (7,1)^2} \\ &= \sqrt{961 + 50,41} \\ &= \sqrt{1011,41} \\ &= 31,80267284 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D2 &= \sqrt{(13 - 9)^2 + (7,3 - 6,2)^2} \\ &= \sqrt{(4)^2 + (1,1)^2} \\ &= \sqrt{16 + 1,21} \\ &= \sqrt{17,21} \\ &= 4,148493703 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D3 &= \sqrt{(1 - 9)^2 + (4 - 6,2)^2} \\ &= \sqrt{(-8)^2 + (-2,2)^2} \\ &= \sqrt{64 + 4,84} \\ &= \sqrt{68,84} \\ &= 8,296987405 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D4 &= \sqrt{(5 - 9)^2 + (5,4 - 6,2)^2} \\ &= \sqrt{(-4)^2 + (-0,8)^2} \\ &= \sqrt{16 + 0,64} \\ &= \sqrt{16,64} \\ &= 4,079215611 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D5 &= \sqrt{(17 - 9)^2 + (8 - 6,2)^2} \\ &= \sqrt{(8)^2 + (1,8)^2} \\ &= \sqrt{64 + 3,24} \\ &= \sqrt{67,24} \\ &= 8,200000000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D6 &= \sqrt{(6 - 9)^2 + (5,8 - 6,2)^2} \\ &= \sqrt{(-3)^2 + (-0,4)^2} \\ &= \sqrt{9 + 0,16} \\ &= \sqrt{9,16} \\ &= 3,026549190 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D7 &= \sqrt{(14 - 9)^2 + (7,5 - 6,2)^2} \\ &= \sqrt{(5)^2 + (1,3)^2} \\ &= \sqrt{25 + 1,69} \\ &= \sqrt{26,69} \\ &= 5,166236541 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D8 &= \sqrt{(12 - 9)^2 + (7,2 - 6,2)^2} \\ &= \sqrt{(3)^2 + (1)^2} \\ &= \sqrt{9 + 1} \\ &= \sqrt{10} \\ &= 3,162277660 \end{aligned}$$

b. Tabel Perhitungan Jarak Euclidean

Tabel 4. Perhitungan Jarak Euclidean

Data Training		Status Gizi	Data Testing		Jarak Data Training ke Data Testing
Usia (Bulan)	Berat badan		Usia (Bulan)	Berat badan	
40	13,3	Baik	9	6,2	31,80267284
13	7,3	Kurang	9	6,2	4,148493703
1	4	Baik	9	6,2	8,296987405
5	5,4	Kurang	9	6,2	4,079215611
17	8	Kurang	9	6,2	8,200000000
6	5,8	Kurang	9	6,2	3,026549190
14	7,5	Kurang	9	6,2	5,166236541
12	7,2	Kurang	9	6,2	3,162277660
38	10,8	Baik	9	6,2	29,36256120
2	4,6	Baik	9	6,2	7,180529228
3	5,5	Baik	9	6,2	6,040695324
42	13,5	Baik	9	6,2	33,79778099
4	5,3	Baik	9	6,2	5,080354318
28	10,5	Baik	9	6,2	19,48050307
44	13,4	Baik	9	6,2	35,73289801
29	10,7	Baik	9	6,2	20,50000000
21	8	Buruk	9	6,2	12,13424905
50	14,2	Baik	9	6,2	41,77319715

25	9,7	Kurang	9	6,2	16,37833935
8	6,2	Kurang	9	6,2	1,000000000
11	6,8	Buruk	9	6,2	2,088061302
15	7,7	Kurang	9	6,2	6,184658438
46	14	Baik	9	6,2	37,81322520
22	8,3	Buruk	9	6,2	13,16852308
7	5,6	Kurang	9	6,2	2,088061302

2. Kemudian mengurutkan objek-objek tersebut ke dalam kelompok yang mempunyai jarak Euclid terkecil.

Tabel 5 Urutan Jarak Euclid Terkecil

Data Training		Status Gizi	Data Testing		Jarak Data Training ke Data Testing
Usia (Bulan)	Berat Badan		Usia (Bulan)	Berat Badan	
8	6,2	Kurang	9	6,2	1,000000000
11	6,8	Buruk	9	6,2	2,088061302
7	5,6	Kurang	9	6,2	2,088061302
6	5,8	Kurang	9	6,2	3,026549190
12	7,2	Kurang	9	6,2	3,162277660
5	5,4	Kurang	9	6,2	4,079215611
13	7,3	Kurang	9	6,2	4,148493703
4	5,3	Baik	9	6,2	5,080354318
14	7,5	Kurang	9	6,2	5,166236541
3	5,5	Baik	9	6,2	6,040695324
15	7,7	Kurang	9	6,2	6,184658438
2	4,6	Baik	9	6,2	7,180529228
17	8	Kurang	9	6,2	8,200000000
1	4	Baik	9	6,2	8,296987405
21	8	Buruk	9	6,2	12,13424905
22	8,3	Buruk	9	6,2	13,16852308
25	9,7	Kurang	9	6,2	16,37833935
28	10,5	Baik	9	6,2	19,48050307
29	10,7	Baik	9	6,2	20,50000000
38	10,8	Baik	9	6,2	29,36256120
40	13,3	Baik	9	6,2	31,80267284
42	13,5	Baik	9	6,2	33,79778099
44	13,4	Baik	9	6,2	35,73289801
46	14	Baik	9	6,2	37,81322520
50	14,2	Baik	9	6,2	41,77319715

3. Kelompokkan data testing berdasarkan mayoritas jumlah tetangga terdekat (k).
Jumlah tetangga terdekat (k) = 3

Tabel 6. Kelompok Jumlah Tetangga Terdekat Dengan Nilai K = 3

Data Training		Status Gizi	Data Testing		Jarak Data Training ke Data Testing
Usia (Bulan)	Berat Badan		Usia (Bulan)	Berat Badan	

8	6,2	Kurang	9	6,2	1,000000000
11	6,8	Buruk	9	6,2	2,088061302
7	5,6	Kurang	9	6,2	2,088061302

Jumlah tetangga terdekat (k) = 5

Tabel 7. Kelompok Jumlah Tetangga Terdekat Dengan Nilai K = 5

Data Training		Status Gizi	Data Testing		Jarak Data Training ke Data Testing
Usia (Bulan)	Berat Badan		Usia (Bulan)	Berat Badan	
8	6,2	Kurang	9	6,2	1,000000000
11	6,8	Buruk	9	6,2	2,088061302
7	5,6	Kurang	9	6,2	2,088061302
6	5,8	Kurang	9	6,2	3,026549190
12	7,2	Kurang	9	6,2	3,162277660

4. Pada data di atas menghasilkan : 4 gizi kurang. Maka di peroleh hasil status gizi balita : Gizi Kurang. Dengan interpretasinya :

Hasil akhir yang diperoleh adalah berat badan 6,2 kg dengan status gizi : Gizi Kurang dan saran perbaikan gizinya yaitu :

1. Memberikan suplemen, berupa vitamin A, zat besi, dan asam folat.
2. Memberikan makanan bergizi lengkap dan seimbang sesuai kebutuhan anak.
3. Memberikan ASI eksklusif hingga usia anak 6 bulan, dilanjutkan dengan memberikan MPASI yang bergizi lengkap dan seimbang.

Hasil data testing menentukan status gizi menggunakan metode K-Nearest Neighbor (K-NN) berdasarkan nilai K seperti tabel 8 dan tabel 9.

Tabel 8. Tabel Hasil Data Testing Status Gizi dengan Nilai K=3

NO	Usia (Bulan)	Berat Badan	Status Gizi	Hasil KNN K=3
1	9	6,2	Kurang	Kurang
2	10	6,2	Buruk	Kurang
3	16	7,5	Kurang	Kurang
4	20	8,5	Kurang	Buruk
5	35	12	Baik	Baik
6	47	14,2	Baik	Baik
7	48	14	Baik	Baik

Tabel 9. Tabel Hasil Data Testing Status Gizi dengan Nilai K=5

NO	Usia (Bulan)	Berat Badan	Status Gizi	HASIL KNN K=5
1	9	6,2	Kurang	Kurang
2	10	6,2	Buruk	Kurang

3	16	7,5	Kurang	Kurang
4	20	8,5	Kurang	Kurang
5	35	12	Baik	Baik
6	47	14,2	Baik	Baik
7	48	14	Baik	Baik

Berdasarkan tabel 8 dan 9, diperoleh jumlah data testing sebanyak 7 data dan memiliki nilai k yaitu 3 dan 5. Kemudian menghitung tingkat akurasinya berdasarkan hasil data testing status gizi balita sebanyak 7 data dengan masing-masing nilai k yaitu 3 dan 5 menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Akurasi = \frac{\text{jumlah klasifikasi benar}}{\text{jumlah data testing}} \times 100\% \quad (2)$$

a. Menghitung akurasi untuk data testing dengan nilai **K = 3**

$$Akurasi = \frac{5}{7} \times 100\% = 71,43\%$$

b. Menghitung akurasi untuk data testing dengan nilai **K = 5**

$$Akurasi = \frac{6}{7} \times 100\% = 85,71\%$$

Berdasarkan dari hasil uji akurasi diatas, diperoleh nilai akurasinya sebesar 71,43% dengan nilai k=3, dan nilai akurasi sebesar 85,71% dengan nilai k=5. Maka untuk penerapan metode K-Nearest Neighbor (K-NN) pada sistem menentukan status gizi balita, penulis mengambil nilai k=5 dengan akurasi yang tinggi sebesar 85,71%.

3.5. Analisis Metode Forward Chaining

a. Basis Pengetahuan (Knowledge Base)

Tabel 10. Pengetahuan Kemampuan Motorik Balita

Kode Usia	Usia (bulan)	Kode Kemampuan Motorik	Kemampuan Motorik
U1	3 (bulan)	KM11	Mengangkat kepala setinggi 45 derajat
		KM12	Menggerakkan kepala ke kiri dan kanan
		KM13	Menggerakkan tangan dan kaki
		KM14	Menunjukkan gerakan sebagai respons terhadap stimulus visual
		KM15	Membuka telapak tangan
		KM21	Berbalik dari posisi telungkup ke terlentang
		KM22	Mengangkat kepala setinggi 90 derajat pada posisi tengkurap
U2	6 (bulan)	KM23	Mempertahankan posisi kepala tetap tegak dan stabil
		KM24	Menggenggam mainan atau tangannya sendiri
		KM25	Meraih benda yang ada didekatnya
		KM31	Duduk sendiri tanpa sandaran
		KM32	Mulai merangkak
		KM33	Memindahkan benda dari satu tangan ke tangan lainnya
U3	9 (bulan)	KM34	Memungut benda sebesar kacang
		KM35	Makan kue sendiri
		KM41	Mengangkat badan ke posisi berdiri
		KM42	Berdiri selama 30 detik sambil berpegangan

		KM43	Berjalan dengan dituntun
		KM44	Mengulurkan lengan atau badan untuk meraih mainan yang diinginkan
		KM45	Menggenggam erat pensil
		KM51	Berdiri sendiri tanpa berpegangan
		KM52	Berjalan beberapa langkah
U5	18 (bulan)	KM53	Membungkuk memungut mainan kemudian berdiri kembali
		KM54	Menumpuk dua kubus
		KM55	Memasukkan kubus di kotak
		KM61	Berdiri sendiri tanpa berpegangan
		KM62	Berjalan sendiri
		KM63	Mengglindingkan bola
U6	24 (bulan)	KM64	Memungut benda kecil dengan ibu jari dan jari telunjuk
		KM65	Memegang cangkir sendiri, belajar makan-minum sendiri
		KM71	Menendang bola tanpa kesulitan
		KM72	Mencoret-coret pensil pada kertas
U7	36 (bulan)	KM73	Membantu memungut mainannya sendiri
		KM74	Makan nasi sendiri tanpa banyak tumpah
		KM75	Melepas pakaiannya sendiri
		KM81	Melompat kedua kaki diangkat
		KM82	Mengayuh sepeda roda tiga
U8	48 (bulan)	KM83	Bermain bersama teman
		KM84	Menggambar garis lurus
		KM85	Mencuci dan mengeringkan tangan sendiri
		KM91	Melompat dan menari
		KM92	Menggambar tanda silang dan lingkaran
U9	60 (bulan)	KM93	Mencuci tangan dan sikat gigi sendiri
		KM94	Mengancing baju atau pakaian boneka
		KM95	Berpakaian sendiri tanpa dibantu
		KM101	Berjalan lurus
U10	72 (bulan)	KM102	Berdiri dengan 1 kaki
		KM103	Menangkap bola kecil dengan kedua tangan
		KM104	Menggambar segi empat
		KM105	Berpakaian sendiri tanpa dibantu

Tabel 11. Pengetahuan Kode Jawaban

Kode Jawaban	Keterangan
J01	Jumlah jawaban Ya = 5
J02	Jumlah jawaban Ya = 4
J03	Jumlah jawaban Ya = 3
J04	Jumlah jawaban Ya = 2
J05	Jumlah jawaban Ya = 1
J06	Jumlah jawaban Tidak

Tabel 12. Pengetahuan Kode Kesimpulan

Implementasi Metode K-Nearest Neighbor (KNN) dan Forward Chaining untuk Monitoring Tumbuh Kebmbang Balita – (Petrus Sokibi, Rifqi Fahrudin, Ridho Taufiq Subagio Ednawati Rainarli, Adam Mukharil Bachtiar, Hanhan Maulana, Bobi Kurniawan)

Kode Kesimpulan	Keterangan
K01	Perkembangan anak sesuai
K02	Perkembangan anak tidak sesuai

Tabel 13. Tabel Pengetahuan Kode Saran

Kode Saran	Keterangan
S01	Teruskan stimulasi sesuai tahapan perkembangan anak berikutnya
S02	Ulangi setelah 2 minggu kemudian sesuai usia anak
S03	Rujuk ke Puskesmas/Fasilitas kesehatan

b. Aturan (rule) pendeteksi perkembangan

Tabel 14. Aturan Pendeteksi Perkembangan

Kode Rule	Keterangan
R1	If U1 and KM11 and KM12 and KM13 and KM14 and KM15 then J01
R2	If U1 and (KM11 or KM12 or KM13 or KM14 or KM15) then J05
R3	If U1 and KM11 and (KM12 or KM13 or KM14 or KM15) or KM12 and (KM13 or KM14 or KM15) or KM13 and (KM14 or KM15) or KM14 and KM15 then J04
R4	If U1 and KM11 and KM12 and (KM13 or KM14 or KM15) or KM11 and KM13 and (KM14 or KM15) or KM11 and KM14 and KM15 or KM12 and KM13 and (KM14 or KM15) or KM12 and KM14 and KM15 or KM13 and KM14 and KM15 then J03
R5	If U1 and KM11 and KM12 and KM13 (KM14 or KM15) or KM11 and KM12 and KM14 and KM15 or KM11 and KM13 and KM14 and KM15 or KM12 and KM13 and KM14 and KM15 then J02
R6	If U2 and KM21 and KM22 and KM23 and KM24 and KM25 then J01
R7	If U2 and (KM21 or KM22 or KM23 or KM24 or KM25) then J05
R8	If U2 and KM21 and (KM22 or KM23 or KM24 or KM25) or KM22 and (KM23 or KM24 or KM25) or KM23 and (KM24 or KM25) or KM24 and KM25 then J04
R9	If U2 and KM21 and KM22 and (KM23 or KM24 or KM25) or KM21 and KM23 and (KM24 or KM25) or KM21 and KM24 and KM25 or KM22 and KM23 and (KM24 or KM25) or KM22 and KM24 and KM25 or KM23 and KM24 and KM25 then J03
R10	If U2 and KM21 and KM22 and KM23 (KM24 or KM25) or KM21 and KM22 and KM24 and KM25 or KM21 and KM23 and KM24 and KM25 or KM22 and KM23 and KM24 and KM25 then J02
R11	If U3 and KM31 and KM32 and KM33 and KM34 and KM35 then J01
R12	If U3 and (KM31 or KM32 or KM33 or KM34 or KM35) then J05
R13	If U3 and KM31 and (KM32 or KM33 or KM34 or KM35) or KM32 and (KM33 or KM34 or KM35) or KM33 and (KM34 or KM35) or KM34 and KM35 then J04
R14	If U3 and KM31 and KM32 and (KM33 or KM34 or KM35) or KM31 and KM33 and (KM34 or KM35) or KM31 and KM34 and KM35 or KM32 and KM33 and (KM34 or KM35) or KM32 and KM34 and KM35 or KM33 and KM34 and KM35 then J03
R15	If U3 and KM31 and KM32 and KM33 (KM34 or KM35) or KM31 and KM32 and KM34 and KM35 or KM31 and KM33 and KM34 and KM35 or KM32 and KM33 and KM34 and KM35 then J02
R16	If U4 and KM41 and KM42 and KM43 and KM44 and KM45 then J01

- R17 If U4 and (KM41 or KM42 or KM43 or KM44 or KM45) then J05
- R18 If U4 and KM41 and (KM42 or KM43 or KM44 or KM45) or KM42 and (KM43 or KM44 or KM45) or KM43 and (KM44 or KM45) or KM44 and KM45 then J04
- R19 If U4 and KM41 and KM42 and (KM43 or KM44 or KM45) or KM41 and KM43 and (KM44 or KM45) or KM41 and KM44 and KM45 or KM42 and KM43 and (KM44 or KM45) or KM42 and KM44 and KM45 or KM43 and KM44 and KM45 then J03
- R20 If U4 and KM41 and KM42 and KM43 (KM44 or KM45) or KM41 and KM42 and KM44 and KM45 or KM41 and KM43 and KM44 and KM45 or KM42 and KM43 and KM44 and KM45 then J02
- R21 If U5 and KM51 and KM52 and KM53 and KM54 and KM55 then J01
- R22 If U5 and (KM51 or KM52 or KM53 or KM54 or KM55) then J05
- R23 If U5 and KM51 and (KM52 or KM53 or KM54 or KM55) or KM52 and (KM53 or KM54 or KM55) or KM53 and (KM54 or KM55) or KM54 and KM55 then J04
- R24 If U5 and KM51 and KM52 and (KM53 or KM54 or KM55) or KM51 and KM53 and (KM54 or KM55) or KM51 and KM54 and KM55 or KM52 and KM53 and (KM54 or KM55) or KM52 and KM54 and KM55 or KM53 and KM54 and KM55 then J03
- R25 If U5 and KM51 and KM52 and KM53 (KM54 or KM55) or KM51 and KM52 and KM54 and KM55 or KM51 and KM53 and KM54 and KM55 or KM52 and KM53 and KM54 and KM55 then J02
- R26 If U6 and KM61 and KM62 and KM63 and KM64 and KM65 then J01
- R27 If U6 and (KM61 or KM62 or KM63 or KM64 or KM65) then J05
- R28 If U6 and KM61 and (KM62 or KM63 or KM64 or KM65) or KM62 and (KM63 or KM64 or KM65) or KM63 and (KM64 or KM65) or KM64 and KM65 then J04
- R29 If U6 and KM61 and KM62 and (KM63 or KM64 or KM65) or KM61 and KM63 and (KM64 or KM65) or KM61 and KM64 and KM65 or KM62 and KM63 and (KM64 or KM65) or KM62 and KM64 and KM65 or KM63 and KM64 and KM65 then J03
- R30 If U6 and KM61 and KM62 and KM63 (KM64 or KM65) or KM61 and KM62 and KM64 and KM65 or KM61 and KM63 and KM64 and KM65 or KM62 and KM63 and KM64 and KM65 then J02
- R31 If U7 and KM71 and KM72 and KM73 and KM74 and KM75 then J01
- R32 If U7 and (KM71 or KM72 or KM73 or KM74 or KM75) then J05
- R33 If U7 and KM71 and (KM72 or KM73 or KM74 or KM75) or KM72 and (KM73 or KM74 or KM75) or KM73 and (KM74 or KM75) or KM74 and KM75 then J04
- R34 If U7 and KM71 and KM72 and (KM73 or KM74 or KM75) or KM71 and KM73 and (KM74 or KM75) or KM71 and KM74 and KM75 or KM72 and KM73 and (KM74 or KM75) or KM72 and KM74 and KM75 or KM73 and KM74 and KM75 then J03
- R35 If U7 and KM71 and KM72 and KM73 (KM74 or KM75) or KM71 and KM72 and KM74 and KM75 or KM71 and KM73 and KM74 and KM75 or KM72 and KM73 and KM74 and KM75 then J02
- R36 If U8 and KM81 and KM82 and KM83 and KM84 and KM85 then J01
- R37 If U8 and (KM81 or KM82 or KM83 or KM84 or KM85) then J05
- R38 If U8 and KM81 and (KM82 or KM83 or KM84 or KM85) or KM82 and (KM83 or KM84 or KM85) or KM83 and (KM84 or KM85) or KM84 and KM85 then J04

R39	If U8 and KM81 and KM82 and (KM83 or KM84 or KM85) or KM81 and KM83 and (KM84 or KM85) or KM81 and KM84 and KM85 or KM82 and KM83 and (KM84 or KM85) or KM82 and KM84 and KM85 or KM83 and KM84 and KM85 then J03
R40	If U8 and KM81 and KM82 and KM83 (KM84 or KM85) or KM81 and KM82 and KM84 and KM85 or KM81 and KM83 and KM84 and KM85 or KM82 and KM83 and KM84 and KM85 then J02
R41	If U9 and KM91 and KM92 and KM93 and KM94 and KM95 then J01
R42	If U9 and (KM91 or KM92 or KM93 or KM94 or KM95) then J05
R43	If U9 and KM91 and (KM92 or KM93 or KM94 or KM95) or KM92 and (KM93 or KM94 or KM95) or KM93 and (KM94 or KM95) or KM94 and KM95 then J04
R44	If U9 and KM91 and KM92 and (KM93 or KM94 or KM95) or KM91 and KM93 and (KM94 or KM95) or KM91 and KM94 and KM95 or KM92 and KM93 and (KM94 or KM95) or KM92 and KM94 and KM95 or KM93 and KM94 and KM95 then J03
R45	If U9 and KM91 and KM92 and KM93 (KM94 or KM95) or KM91 and KM92 and KM94 and KM95 or KM91 and KM93 and KM94 and KM95 or KM92 and KM93 and KM94 and KM95 then J02
R46	If U10 and KM101 and KM102 and KM103 and KM104 and KM105 then J01
R47	If U10 and (KM101 or KM102 or KM103 or KM104 or KM105) then J05
R48	If U10 and KM101 and (KM102 or KM103 or KM104 or KM105) or KM102 and (KM103 or KM104 or KM105) or KM103 and (KM104 or KM105) or KM104 and KM105 then J04
R49	If U10 and KM101 and KM102 and (KM103 or KM104 or KM105) or KM101 and KM103 and (KM104 or KM105) or KM101 and KM104 and KM105 or KM102 and KM103 and (KM104 or KM105) or KM102 and KM104 and KM105 or KM103 and KM104 and KM105 then J03
R50	If U10 and KM101 and KM102 and KM103 (KM104 or KM105) or KM101 and KM102 and KM104 and KM105 or KM101 and KM103 and KM104 and KM105 or KM102 and KM103 and KM104 and KM105 then J02
R51	If J02 or J01 then K01 and S01
R52	If J05 or J04 or J03 then K02 and S02
R53	If J06 then K02 and S03

Contoh kasus diagnosa perkembangan balita :

Seorang anak berusia 12 bulan melakukan tes perkembangan di buku KIA, dan setelah melakukan tes perkembangan didapatkan hasil jawaban Ya berjumlah 4 dengan rincian jawaban Mengangkat badan ke posisi berdiri = Ya, Berdiri selama 30 detik sambil berpegangan = Ya, Berjalan dengan dituntun = Tidak, Mengulurkan lengan atau badan untuk meraih mainan yang diinginkan = Ya, Menggenggam erat pensil = Ya. Berikan diagnosis perkembangan anak tersebut. Cara menyelesaikan kasus tersebut sebagai berikut:

1. Mengetahui *working memory*, fakta-fakta yang diinputkan oleh pengguna fakta-fakta yang diinputkan oleh pengguna dalam kasus tersebut sebagai berikut : Usia = 12 bulan (U4)
Jawaban Ya = 4 (J01)

Mengangkat badan ke posisi berdiri (KM41), Berdiri selama 30 detik sambil berpegangan (KM42), Mengulurkan lengan atau badan untuk meraih mainan yang diinginkan (KM44), Menggenggam erat pensil (KM45).

2. *Inference engine*, proses pencocokan fakta-fakta yang ada pada *working memory* dengan basis pengetahuan

Proses pencocokan fakta-fakta sebagai berikut :

If U4 and KM41 and KM42 and KM43 (KM44 or KM45) or KM41 and KM42 and KM44 and KM45 or KM41 and KM43 and KM44 and KM45 or KM42 and KM43 and KM44 and KM45 then J02 → R20

If J02 or J01 then K01 and S01 → R51

Dari hasil *rule* pengetahuan sistem, kemampuan motorik yang diinputkan oleh pengguna pada tes perkembangan kali ini adalah KM41 and KM42 and KM44 and KM45. Kesimpulan diagnosa perkembangan balita adalah sesuai (K01) dan solusi perkembangan balita adalah teruskan stimulasi sesuai tahapan perkembangan anak berikutnya (S01).

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan model sistem monitoring tumbuh kembang balita di tempat penelitian dengan mengintegrasikan metode K-Nearest Neighbor (K-NN) dan Forward Chaining. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan metode K-NN dengan parameter K=5 mampu menghasilkan akurasi sebesar 85,71% dalam menentukan status gizi, sementara metode Forward Chaining memberikan tingkat akurasi mencapai 100% dalam mengidentifikasi perkembangan kemampuan motorik balita. Secara praktis, aplikasi ini terbukti memberikan manfaat signifikan dalam meningkatkan efisiensi kerja kader posyandu dalam pengolahan data dibandingkan metode manual. Selain itu, sistem ini berfungsi sebagai media informasi yang cepat dan akurat bagi orang tua, sekaligus menjadi sarana penyimpanan data (rekam medis) yang valid untuk memantau perubahan tumbuh kembang balita secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kemenkes, "Pelayanan Stimulasi Deteksi Intervensi Dini Tumbuh Kembang Anak," 14 juli 2010.
- [2] Kemenkes, "Pedoman Pelaksanaan Stimulasi, Deteksi, dan Intervensi Dini Tumbuh Kembang Anak," 2016.
- [3] D. Kesehatan, "Jumlah Kelahiran hidup, kematian neonatal, post neonatal, bayi dan balita di kota Cirebon," data Cirebonkota, 18 Juli 2022.
- [4] D. Kesehatan, "Jumlah Penderita Gizi Buruk," Data Cirebon kota, 17 Juli 2022.
- [5] Tio Prasetya et al., "Klasifikasi Status Stunting Balita Di Desa Slangit Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor," *Informatics For Educators And Professional: Journal of Informatics*, vol. 4, pp. 93-104, Juni 2020.
- [6] K. Karusdianti, "Aplikasi Pemantauan Tumbuh Kembang Anak Menggunakan Metode Kuesioner Pra Skrining Perkembangan (KPSP) Berbasis Android Pada Rumah Bersalin Rhaudatunnadya," *Jurnal Informatika SIMANTIK*, vol. 3, pp. 15-20, Maret 2018.
- [7] R. S. Pressman, *Rekayasa Perangkat Lunak (Pendekatan Praktisi)*, Yogyakarta: ANDI, 2012.
- [8] M. N. F. Hidayat, "Penentuan Gizi Anak Menggunakan Komparasi Metode C4.5 Dan K-Nearest Neighbor (KNN)," Desember 2020.
- [9] Giarratano dan Riley, "Expert Systems Principles and Programming Fourth Edition," Thomson Course Technology, pp. 167-173, 2005.
- [10] Yenni Fatman et al., "Implementasi Forward Chaining Pada Sistem Pakar Sebagai Basis Informasi Persebaran Penyakit Padi, *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 8, pp. 1581-1595, September 2021.
- [11] R. Mujiastuti, "Sistem Pakar Untuk Tumbuh Kembang Anak Menggunakan Metode Forward Chaining," *Prosiding Semnastek*, 2018.
- [12] Nefa Mutiara Shandhini Maylita et al., "Penerapan Metode K- Nearest Neighbor (KNN) Untuk Menentukan Status Gizi Balita (Studi Kasus : Posyandu Ananda Kelurahan Langkai, Kota Palangkaraya, Kalimantan Tengah)," *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 6, September 2022.