

Sistem Deteksi Dini *Stunting* Pada Balita Menggunakan Teknik Klasifikasi Dengan Algoritma C4.5 Sebagai Upaya Penekan Angka Kasus *Stunting* Di Puskesmas Sumberjambe Kabupaten Jember

Ahmad Busyronul Umam¹, Mudafiq Riyan Pratama², Bakhtiyar Hadi Prakoso³, Indah Muflihatin⁴

¹Manajemen Informasi Kesehatan, Politeknik Negeri Jember, busronulumam@gmail.com

²Manajemen Informasi Kesehatan, Politeknik Negeri Jember, mudafiq.riyan@polije.ac.id

³Manajemen Informasi Kesehatan, Politeknik Negeri Jember, bakhtiyar.hp@polije.ac.id

⁴Manajemen Informasi Kesehatan, Politeknik Negeri Jember, indah_muflihatin@polije.ac.id

Keywords

Stunting,
Toddler,
Prototyping,
Algorithm C4.5,
Website

ABSTRACT

Stunting is a condition of impaired growth in toddlers caused by chronic malnutrition, characterized by a height that is not appropriate for their age. According to SSGI 2022 data, Jember Regency has the highest stunting rate in East Java at 34.9%, exceeding the WHO standard (<20%). This study aims to design and develop an early detection system for stunting in toddlers at Sumberjambe Public Health Center using the C4.5 algorithm method. The type of research used is quantitative research with a data mining approach using the C4.5 algorithm and the prototyping method. The object of this study is secondary data obtained from maternal cohort books and Excel-based nutrition data from Sumberjambe Health Center, which includes data on children categorized as stunted and normal. The initial dataset consisted of 1,798 entries, and after going through a pre-processing stage, 130 clean data entries were obtained and used for analysis. The data mining process resulted in a Confusion Matrix accuracy of 83.33% and produced 34 rules that were used as knowledge for the early stunting detection system. The system was developed using the prototyping method, which includes several stages from initial planning and design to testing and user evaluation. In the construction of prototype stage, the system was built using PHP programming language with the Laravel 10 framework and tested using the black-box testing method. In the deployment, delivery & feedback stage, the system was directly tested by the nutrition team at Sumberjambe Health Center and received very positive responses. Users were satisfied with the appearance and performance of the system, with no revision requests, and fully approved the proposed prototype.

Kata Kunci

Stunting,
Balita,
Prototyping,
Algoritma C4.5,
Website

ABSTRAK

Stunting adalah kondisi gagal tumbuh pada balita akibat kekurangan gizi kronis, ditandai dengan tinggi badan yang tidak sesuai usia. Berdasarkan data SSGI 2022, Kabupaten Jember memiliki angka *stunting* tertinggi di Jawa Timur, yaitu 34,9%, melebihi standar WHO (<20%). Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem deteksi dini *stunting* pada balita di Puskesmas Sumberjambe dengan menggunakan metode algoritma C4.5. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan data mining menggunakan algoritma C4.5 dengan metode *prototyping*. Objek pada penelitian ini adalah data sekunder yang berasal dari buku Kohort ibu hamil dan data excel Puskesmas Sumberjambe, yang mencakup data anak dengan status *stunting* dan normal. Jumlah dataset awal sebanyak 1.798 data, dan setelah melalui proses *pre-processing*, diperoleh 130 data bersih yang siap digunakan untuk analisis. Hasil dari proses data mining menghasilkan akurasi *Confusion Matrix* yang sebesar 83,33% dan menghasilkan 34 rules yang digunakan sebagai knowledge pada sistem deteksi dini *stunting*. Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode *prototyping* yang terdiri dari beberapa tahapan mulai dari perencanaan awal, perancangan, hingga pengujian dan evaluasi oleh pengguna. Pada tahap *construction of prototype*, sistem dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan *framework* Laravel 10, serta diuji menggunakan metode *black-box testing*. Pada tahap *deployment, delivery & feedback*, sistem diuji langsung oleh pihak gizi Puskesmas Sumberjambe dan mendapat respons yang sangat positif. Pengguna merasa puas dengan tampilan dan kinerja sistem, tanpa adanya permintaan revisi, serta menyetujui *prototype* secara keseluruhan.

Korespondensi Penulis:

Ahmad Busyronul Umam,
Politeknik Negeri Jember,
Jl. Mastrip PO BOX 164 Jember, Jawa Timur
Telepon : +6285738426743
Email: busronulumam@gmail.com

Submitted : 20-05-2025; Accepted : 22-06-2025;
Published : 22-06-2025

Copyright (c) 2024 The Author (s) This article is distributed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0)

1. PENDAHULUAN

Stunting adalah kondisi gagal tumbuh pada anak balita (bayi di bawah lima tahun) akibat dari kekurangan gizi kronis sehingga anak terlalu pendek untuk usianya [1]. *Stunting* diukur berdasarkan indeks PB/U atau TB/U dengan standar nilai z-score -2 SD sampai dengan 3 SD (normal), <-2 SD sampai dengan -3 SD (pendek/*stunted*) dan <-3 SD (sangat pendek/*severely stunted*) [2]. Menurut hasil Survei Status Gizi Indonesia (SGGI) tahun 2022 Kabupaten Jember memiliki angka kasus *stunting* tertinggi di Provinsi Jawa Timur yakni sebesar 34,9%. Angka tersebut masih jauh lebih tinggi dibandingkan kriteria dari WHO yakni sebesar $<20\%$.

Stunting memiliki dampak negatif yang terbagi menjadi 2 yaitu dampak jangka panjang dan dampak jangka pendek. Dampak jangka pendek kejadian *stunting* yaitu terganggunya perkembangan otak, pertumbuhan fisik, kecerdasan, dan gangguan metabolisme pada tubuh. Sedangkan untuk jangka panjangnya yaitu mudah sakit, munculnya penyakit diabetes, penyakit jantung dan pembuluh darah, kegemukan, kanker, stroke, disabilitas pada usia tua, dan kualitas kerja yang kurang baik sehingga membuat produktivitas menjadi rendah [2].

Dalam mengatasi permasalahan gizi di Indonesia termasuk masalah *stunting*, Kementerian Kesehatan mencanangkan upaya promotif dan preventif dalam program Gerakan Masyarakat Hidup Sehat (GERMAS) dengan fokus kegiatan yaitu meningkatkan aktifitas fisik, konsumsi sayur dan buah, dan deteksi dini penyakit [3]. Dalam hal ini, deteksi terhadap gizi anak dapat dilakukan sejak dini untuk mengetahui tingkat risiko adanya *stunting*. Deteksi dini merupakan upaya pencegahan apabila ditemukan adanya risiko *stunting* sehingga dapat dilakukan penanganan yang tepat dan secepat mungkin untuk meminimalkan dampak yang ada.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk deteksi dini *stunting* adalah *data mining* untuk mencari pola dari data besar menggunakan teknik statistik, dan matematika [4]. Penelitian ini menggunakan metode klasifikasi pada *data mining* yaitu algoritma C4.5 yang mana metode ini mampu menghasilkan pohon keputusan yang mudah dipahami dan diinterpretasikan, serta memiliki akurasi tinggi [5].

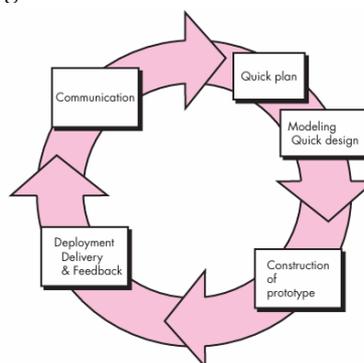
Penelitian terdahulu yang dilakukan Herliansyah et al. pada tahun 2021 dengan judul “Prediksi *Stunting* Pada Balita Dengan Menggunakan Algoritma Klasifikasi Naïve Bayes” menghasilkan nilai akurasi sebesar 64,02% [6]. Penelitian lain yang dilakukan oleh Saeful Bachri et al. pada tahun 2021 dengan judul “Penentuan Status *Stunting* Pada Anak Dengan Menggunakan Algoritma KNN” menghasilkan akurasi tertinggi 83% [7]. Kemudian penelitian lain yang dilakukan Wahyudi W. pada tahun 2019 dengan judul “Optimasi Klasifikasi Status Gizi Balita Berdasarkan Indeks Antropometri Menggunakan Algoritma C4.5 Adaboost Classification” menghasilkan tingkat akurasi sebesar 90,23% [8].

Dengan demikian, berdasarkan uraian di atas penelitian ini penting untuk dilakukan karena algoritma C4.5 yang digunakan dalam mendeteksi dini *stunting* pada balita memiliki kelebihan yaitu tingkat akurasi yang tinggi dibandingkan dengan algoritma Naïve Bayes dan algoritma KNN. Sistem deteksi dini *stunting* pada penelitian ini menggunakan variabel dari kondisi ibu yang mempengaruhi kejadian *stunting* pada balita yaitu usia ibu saat hamil, lingkaran lengan atas (LILA), tinggi badan ibu, jumlah anak, riwayat pemberian Tablet Tambah Darah (TTD), riwayat kunjungan Antenatal Care (ANC), tekanan darah, dan anemia. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem deteksi dini *stunting* pada balita di Puskesmas Sumberjambe Jember menggunakan algoritma C4.5, yang diharapkan dapat membantu menekan angka kasus *stunting* di Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan *data mining* menggunakan algoritma C4.5 yang dilanjutkan dengan pembuatan Sistem Deteksi Dini *Stunting* Pada Balita di Puskesmas Sumberjambe Kabupaten Jember menggunakan metode *Prototyping*.



Gambar 1. Tahapan Alur Metode *Prototyping* [9]

Prototyping adalah proses iteratif dalam pengembangan sistem di mana kebutuhan diubah menjadi sistem yang berfungsi (*working system*) dan terus disempurnakan melalui kolaborasi antara pengguna dan pengembang [9]. Adapun tahapan pada metode *Prototyping* sebagai berikut [9]:

- a. *Communication*, pada tahap ini *user*/pengguna dan *developer* bertemu untuk menentukan tujuan dari keseluruhan sistem yang dibangun, mengidentifikasi persyaratan sistem, dan mendefinisikan kebutuhan-kebutuhan yang dibuat pada sistem.
- b. *Quick plan*, pada tahap ini iterasi (proses yang akan dilakukan) dalam pembuatan sistem direncanakan secara cepat dan mencakup seluruh aspek kebutuhan yang dibuat pada sistem. Rencana/ rancangan ini akan menjadi dasar dalam pembuatan *prototype*.
- c. *Modeling Quick Design*, pada tahap ini berfokus pada representasi aspek-aspek sistem yang akan terlihat oleh user misalnya desain UI & UX serta pembuatan *Flowchart*, Perancangan *Database*, dan *Data Flow Diagram* (DFD).
- d. *Construction of Prototype*, pada tahap ini membangun rancangan *prototype* sistem yang telah didesain pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini juga *prototype* yang sudah dibuat dilakukan uji coba program menggunakan metode *Black-box*.
- e. *Deployment, Delivery & Feedback*, pada tahap ini *prototype* yang telah dibuat akan ditunjukkan kepada user untuk dievaluasi dan diberikan *feedback* untuk dilakukan revisi jika perlu.

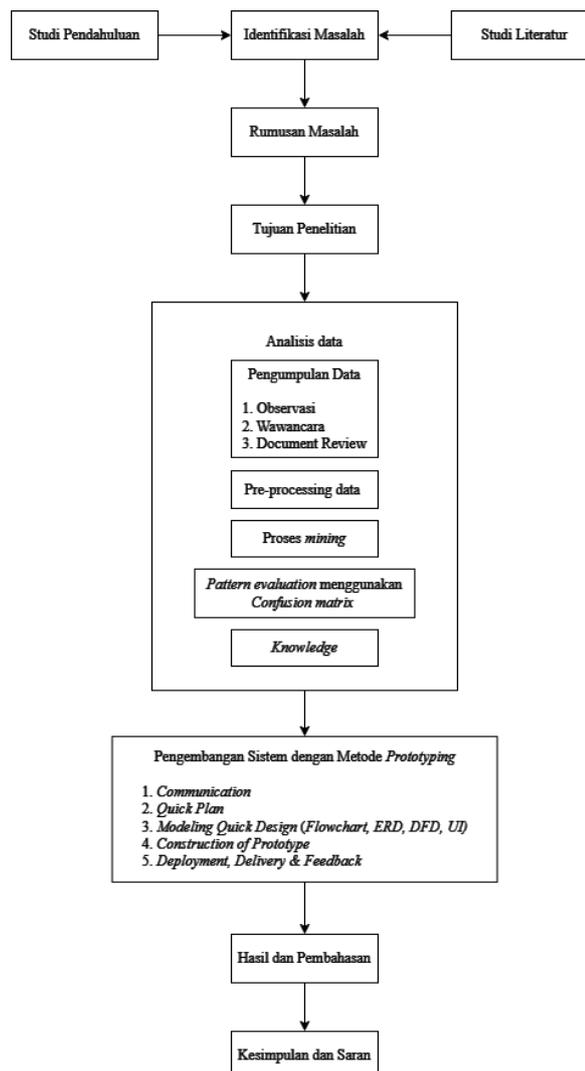
2.2 Unit Analisis

Unit analisis pada penelitian ini adalah Instalasi Rawat Jalan pada bagian poliklinik gizi di Puskesmas Sumberjambe Kabupaten Jember.

2.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan observasi, wawancara dan dokumentasi. Observasi merupakan metode pengumpulan data yang melibatkan pengamatan secara langsung terhadap objek penelitian di lapangan [10]. Observasi pada penelitian ini dilakukan terhadap data ibu dan balita yang mengalami *stunting* dan normal yang ada pada buku Kohort ibu hamil.

2.4 Tahapan Penelitian



Gambar 2. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini sebagai berikut:

- a. Studi Pendahuluan, peneliti melakukan penyelidikan awal terhadap masalah *stunting* dari tingkat nasional hingga lokal, dengan studi lapangan di Dinas Kesehatan Jember dan Puskesmas Sumberjambe.
- b. Studi Literatur, dilakukan dengan menelaah jurnal, buku, dan referensi lain yang relevan dengan *stunting* dan metode klasifikasi *data mining* dengan algoritma C4.5.
- c. Identifikasi Masalah, peneliti mengidentifikasi faktor-faktor penyebab *stunting* berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan pada data ibu hamil di wilayah kerja Puskesmas Sumberjambe.
- d. Rumusan Masalah, peneliti membuat rumusan masalah terkait masalah *stunting* yang ada di wilayah kerja Puskesmas Sumberjambe sehingga dilakukan perancangan dan pembuatan sistem deteksi dini *stunting*.
- e. Tujuan Penelitian, bertujuan untuk memberikan arah yang jelas dalam pelaksanaan penelitian dan pengembangan sistem.
- f. Pengumpulan Data, dilakukan di Dinas Kesehatan Jember dan Puskesmas Sumberjambe melalui observasi dan dokumentasi buku Kohort ibu hamil dan balita.
- g. Pembentukan *Rule Decision Tree* dengan Algoritma C4.5, meliputi tahapan *pre-processing* data, klasifikasi menggunakan RapidMiner, serta pengujian akurasi dengan *Confusion Matrix*.
- h. Pengembangan Sistem, dilakukan menggunakan metode prototyping melalui tahapan *communication*, *quick plan*, *modeling quick design*, *construction of prototype* dengan Laravel 10, dan *deployment, delivery & feedback* melalui implementasi sistem serta evaluasi dari pengguna.
- i. Hasil dan Pembahasan, menjelaskan hasil pengembangan dan evaluasi sistem deteksi dini *stunting* secara rinci.
- j. Kesimpulan dan Saran, berisi penarikan kesimpulan berdasarkan hasil penelitian dan saran untuk pihak terkait serta peneliti selanjutnya.

3. HASIL DAN ANALISIS

Penelitian ini dilakukan melalui dua tahapan utama, yaitu analisis data dan pengembangan sistem. Tahapan analisis data mencakup proses pengumpulan data, *pre-processing*, *data mining*, *pattern evaluation* dan *knowledge*. Selanjutnya, hasil analisis digunakan dalam tahap pengembangan sistem dengan metode *prototyping* untuk membangun sistem deteksi dini *stunting*.

3.1 Analisis Data

Proses analisis data meliputi beberapa tahapan sesuai dengan *Knowledge Discovery in Database (KDD)* yang diawali dengan pengumpulan data oleh peneliti. Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah tahap *pre-processing* kemudian dilanjutkan proses *data mining*. Pola-pola yang ditemukan dalam data kemudian dievaluasi untuk memperoleh pengetahuan (*knowledge*), yang nantinya dijadikan sebagai aturan (*rules*) dalam pengembangan sistem.

3.1.1 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan 1798 data sekunder dari buku Kohort ibu hamil dan data excel gizi Puskesmas Sumberjambe. Variabel yang digunakan yaitu usia ibu saat hamil, lingkaran lengan atas (LILA), tinggi badan ibu, jumlah anak, riwayat pemberian Tablet Tambah Darah (TTD), kunjungan *Antenatal Care (ANC)*, tekanan darah, dan anemia. Pemilihan variabel pada penelitian ini didasarkan pada faktor-faktor yang memiliki keterkaitan dengan kejadian *stunting* berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan. Kriteria klasifikasi masing-masing variabel ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah:

Tabel 1 Variabel Faktor *Stunting*

Usia ibu hamil [11]	1. Berisiko (B) = < 20 tahun dan >35 tahun	2. Tidak berisiko (TB) = 20-35 tahun
Lingkar lengan atas (LILA) [12]	1. Berisiko (B) = < 23,3 cm	2. Tidak berisiko (TB) = ≥ 23,5 cm
TB ibu [13]	1. Tinggi (T) = >150 cm	2. Pendek (P) = <150 cm
Jumlah anak [14]	1. Tidak berisiko (TB) = < 2 anak	2. Berisiko (B) = ≥ 2 anak
Riwayat pemberian TTD [15]	1. Kurang (K) = < 90 tablet	2. Lengkap(L) = > 90 tablet
Kunjungan ANC (<i>Antenatal Care</i>) [15]	1. Kurang (K) = < K6	2. Cukup (C) = > K6
Tekanan darah [16]	1. Normal (N) = 110-120/80 mmHg 3. Hipertensi (HI) = ≥130/90 mmHg	2. Hipotensi (HO) = ≤100/60 mmHg
Anemia [17]	1. Normal (N) = Hb 11 gr% 3. Anemia sedang (AS) = 7-8 gr%	2. Anemia ringan (AR) = Hb 9-10 gr% 4. Anemia berat (AB) = <7 gr%

The image shows a screenshot of an Excel spreadsheet titled "HASIL PENGUKURAN ANTROPOMETRI BALITA". The spreadsheet contains columns for child identification (No. Anak, UDI, Parang, NIK, Anak, Buku KIA), anthropometric measurements (RT, RV, Nomor KG UNN, Berat Badan, Tinggi Badan), and health indicators (Pemeriksaan, No, Nama Anak, L.P, UMR, JAN, ASLE, TB, Hb, Td). The data is organized in rows, with some cells highlighted in yellow and red.

Gambar 3. Contoh Data dari Aplikasi Gizi Puskesmas Sumberjambe

The image shows a photograph of a handwritten "REGISTER KOHORT IBU" form. The form is a grid with columns for various data points, including maternal information (Nama, Umur, Pendidikan, Pekerjaan, Paritas, Berat Badan, Tinggi Badan, Tekanan Darah, Hb) and child information (Nama Anak, Umur Anak, Berat Badan Anak, Tinggi Badan Anak, TTD, ANC, Hb Anak, Diagnosis). The data is filled in with handwritten text.

Gambar 4. Contoh Data dari Buku Kohort Ibu Hamil

Gambar 3 dan gambar 4 di atas adalah contoh data yang diperoleh dari data excel gizi dan foto buku Kohort ibu hamil di Puskesmas Sumberjambe. Data kemudian direkap ke dalam file Excel baru sebagai *dataset* setelah *pre-processing*, yang berisi kolom seperti nomor, kode, nama, usia, LILA, tinggi badan, jumlah anak, TTD, ANC, tekanan darah, Hb, dan diagnosis.

3.1.2 Pre-processing

Data yang diperoleh dilakukan pengelolaan (*pre-processing*) sebelum dilakukan proses *mining*. Tahapan *pre-processing* data meliputi tahapan berikut:

a. *Data Cleaning*

Pada tahap ini, dilakukan pembersihan data dengan mengatasi nilai hilang, outlier, data duplikat, dan data tidak lengkap [18]. Dalam penelitian ini, data yang tidak memiliki tinggi badan anak, Hb, dan tekanan darah tidak dimasukkan, sehingga hanya data valid dan lengkap yang digunakan untuk menjaga kualitas data.

b. *Data Integration*

Pada tahap ini, dilakukan penggabungan data (*data integration*) dari buku Kohort ibu dan aplikasi gizi Puskesmas Sumberjambe ke dalam satu file Excel, sehingga menghasilkan dataset yang konsisten dan terstruktur.

c. *Data Selection*

Pada tahap ini, dilakukan seleksi atribut untuk pengolahan data [19], di mana atribut seperti nomor, kode, dan nama tidak disertakan dalam proses *data mining*.

d. *Data Transformation*

Pada tahap ini, data numerik diubah menjadi kategori agar lebih mudah diinterpretasikan dan sesuai dengan algoritma C4.5. Dataset disimpan dalam format Excel yang didukung oleh RapidMiner.

Berikut adalah contoh hasil dari proses *pre-processing*:

Tabel 2. Data Hasil Pre-processing

usia	lila	tinggi badan ibu	jumlah anak	ttd	anc	tekanan darah	hb	diagnosis
B	TB	T	TB	C	L	N	N	NORMAL
TB	TB	T	TB	C	L	N	N	NORMAL
B	TB	T	B	C	L	HI	N	NORMAL
TB	TB	P	B	C	L	N	N	NORMAL
TB	B	P	TB	C	L	HO	N	NORMAL

usia	lila	tinggi badan ibu	jumlah anak	ttd	anc	tekanan darah	hb	diagnosis
TB	TB	P	TB	C	L	N	N	STUNTING
TB	TB	P	B	C	L	HI	N	NORMAL
TB	TB	P	B	C	L	N	N	NORMAL
TB	TB	P	TB	C	L	N	N	STUNTING
TB	TB	P	TB	C	L	N	N	NORMAL

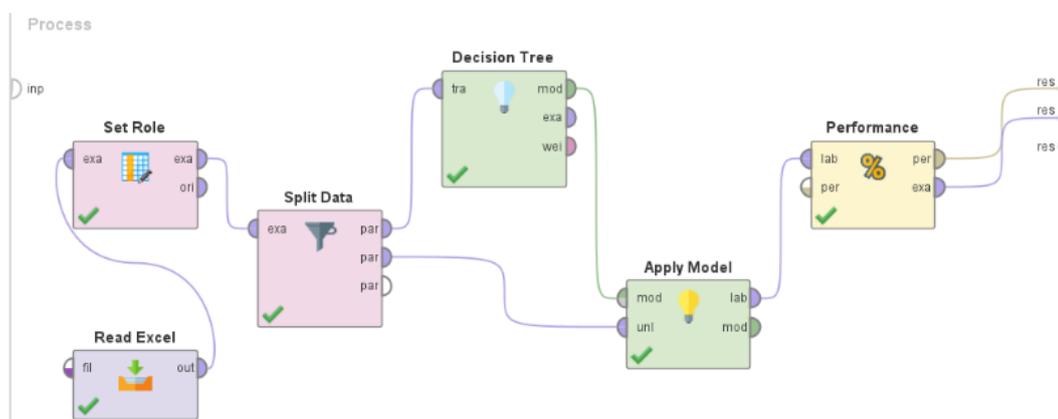
Keterangan :

B	= Berisiko	P	= Pendek	L	= Lengkap	HO	= Hipotensi
TB	= Tidak Berisiko	C	= Cukup	N	= Normal	AR	= Anemia Ringan
T	= Tinggi	K	= Kurang	HI	= Hipertensi	AS	= Anemia Sedang

Pada tahap *pre-processing* data menghasilkan data bersih sebanyak 130 data sekunder dari buku Kohort ibu hamil dan data excel gizi Puskesmas Sumberjambe, terdiri dari 65 data *stunting* dan 65 data normal. Data yang seimbang ini dipilih karena dapat meningkatkan akurasi dan kinerja model prediksi dibandingkan data yang tidak seimbang [20]

3.1.3 Data Mining

Setelah melakukan *pre-processing*, kemudian data diproses pada tahap *mining*. Peneliti menggunakan algoritma C4.5 untuk melakukan proses *data mining* dengan menggunakan *Tools RapidMiner*. Proses data mining di RapidMiner dilakukan dengan operator seperti *set role* untuk mengatur atribut, *split data* untuk membagi data *training* dan *testing*. Untuk memperoleh komposisi data dengan nilai akurasi paling tinggi, digunakan teknik *sampling* yang tersedia pada RapidMiner. Pertama, teknik *linear sampling*, yaitu membagi data *training* dan data *testing* berdasarkan urutan data. Teknik ini memungkinkan pembagian yang berurutan untuk mengevaluasi kinerja model tanpa mengacak data. Kedua, teknik *shuffled sampling*, yaitu membagi data *training* dan data *testing* secara acak. Teknik ini bertujuan untuk menghindari bias yang mungkin timbul akibat pola tertentu dalam data yang berurutan. Ketiga, teknik *stratified sampling*, yaitu membagi data *training* dan data *testing* secara acak, namun dengan memperhatikan proporsi kelas yang seimbang. Operator selanjutnya, yaitu *decision tree* yang digunakan sebagai model klasifikasi, *apply model* digunakan untuk menguji model, dan *performance* untuk mengevaluasi kinerjanya melalui *Confusion Matrix*. Semua operator saling terhubung seperti ditunjukkan pada Gambar 5 di bawah:



Gambar 5. Skema Pemodelan dalam Proses *Data Mining* pada RapidMiner

Setelah dilakukannya teknik *sampling* yang tersedia pada RapidMiner, sehingga diperoleh komposisi data dengan nilai akurasi yang paling tinggi, hasilnya seperti pada tabel 3 di bawah:

Tabel 3 Komposisi data *training* dan *testing*

Komposisi data	Linier sampling	Shuffled sampling	Stratified sampling
90 : 10	53,85%	46,15%	83,33%
80 : 20	57,69%	38,46%	73,08%
70 : 30	64,10%	56,41%	57,89%
60 : 40	55,77%	46,15%	63,46%
50 : 50	58,46%	47,69%	53,85%

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan pada tabel 3 di atas didapatkan komposisi 90% untuk data *training* (118 data) dan 10% untuk data *testing* (12 data) dengan menggunakan teknik *Stratified sampling* memiliki hasil akurasi tertinggi yaitu 83,33%.

3.1.4 Pattern Evaluation

Tahapan ini adalah proses mengidentifikasi pola dalam *knowledge base* untuk menilai prediksi yang dihasilkan dengan menggunakan *Confusion Matrix* [19]. Proses evaluasi dilakukan menggunakan *Confusion Matrix* dengan menerapkan teknik *stratified sampling*, menggunakan proporsi 90% data untuk *training* dan 10% untuk *testing*.

accuracy: 83.33%

	true NORMAL	true STUNTING	class precision
pred. NORMAL	5	1	83.33%
pred. STUNTING	1	5	83.33%
class recall	83.33%	83.33%	

Gambar 6. Confusion Matrix

Berdasarkan Gambar 6 di atas, *Confusion Matrix* dapat digunakan untuk menghitung secara manual nilai akurasi, presisi, *recall*, dan *error rate*. Akurasi menunjukkan total prediksi yang benar, presisi mengukur ketepatan prediksi positif, *recall* menilai kemampuan mengenali kasus positif, dan *error rate* menunjukkan tingkat kesalahan prediksi. Berikut perhitungannya:

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+FN+FP+TN} \times 100\% = \frac{5+5}{5+1+1+5} \times 100\% = 83,33\%$$

$$Presisi = \frac{TP}{TP+FP} \times 100\% = \frac{5}{5+1} \times 100\% = 83,33\%$$

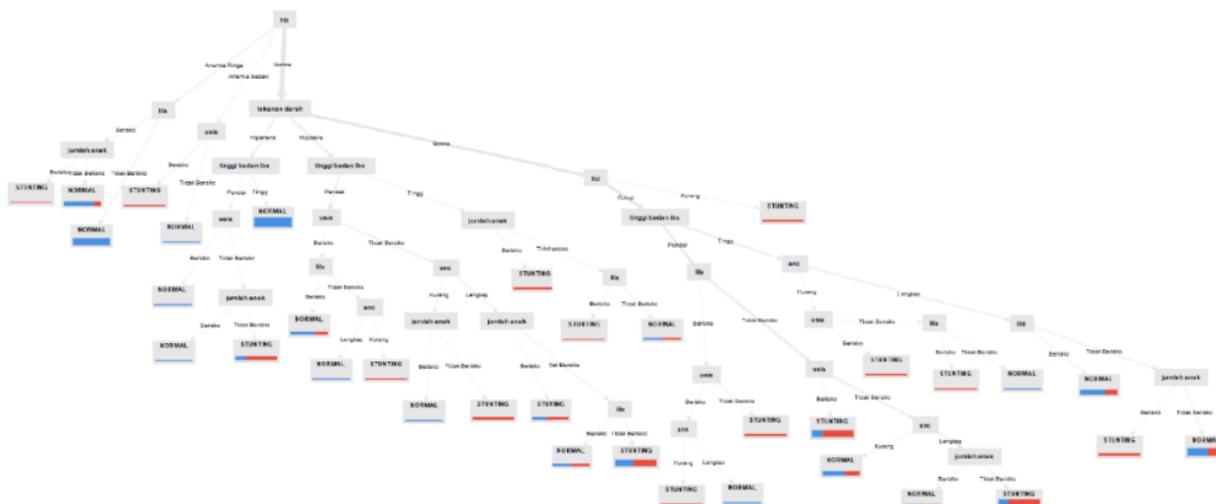
$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \times 100\% = \frac{5}{5+1} \times 100\% = 83,33\%$$

$$Error Rate = \frac{FP+FN}{TP+TN+FP+FN} \times 100\% = \frac{1+1}{5+5+1+1} \times 100\% = 16,66\%$$

Dari perhitungan *Confusion Matrix* di atas, model menunjukkan kinerja tinggi dengan akurasi dan presisi masing-masing sebesar 83,33% untuk kelas *Stunting* dan Normal. Nilai *accuracy* menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan prediksi dengan tepat dalam membedakan kasus *stunting* dan normal. Nilai presisi mengukur seberapa banyak hasil prediksi *stunting* yang benar dibandingkan dengan seluruh prediksi *stunting*, dan nilai *recall* menunjukkan seberapa banyak kasus *stunting* yang berhasil diprediksi dari seluruh kasus *stunting* yang ada. Nilai presisi yang rendah tidak terlalu masalah dibandingkan nilai *recall* yang rendah. Jika nilai presisi rendah, balita normal dapat diprediksi sebagai *stunting*, tapi tetap mendapat perhatian. Namun jika nilai *recall* rendah, balita *stunting* bisa dianggap normal, sehingga tidak mendapat penanganan yang dibutuhkan. Nilai akurasi, presisi, dan *recall* di atas 80% sudah dianggap baik, sehingga rules yang dihasilkan layak dijadikan referensi dalam pengembangan sistem [21].

3.1.5 Knowledge

Tahapan ini adalah proses visualisasi dan penyajian pengetahuan mengenai metode yang digunakan untuk memperoleh informasi dan pengetahuan [19]. Berdasarkan hasil evaluasi pola didapatkan nilai akurasi, presisi, dan *recall* yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai *rules* dalam perancangan sistem. *Rule* yang dihasilkan dari Algoritma C4.5 sebanyak 34 *rule* pohon keputusan seperti pada gambar 7 di bawah:



Gambar 7. Pohon Keputusan

3.2 Communication

Pada tahap ini, dilakukan pertemuan antara peneliti dan penanggung jawab gizi Puskesmas Sumberjambe untuk menggali kebutuhan sistem. Berdasarkan hasil wawancara menunjukkan bahwa belum ada sistem deteksi dini *stunting* di Puskesmas Sumberjambe, hanya kalkulator gizi dan pemeriksaan manual saat posyandu. Pihak gizi mendukung pengembangan sistem dan memberi izin. Peneliti kemudian menyusun *prototype* awal untuk mendapat masukan terkait fitur yang dibutuhkan.

3.3 Quick Plan

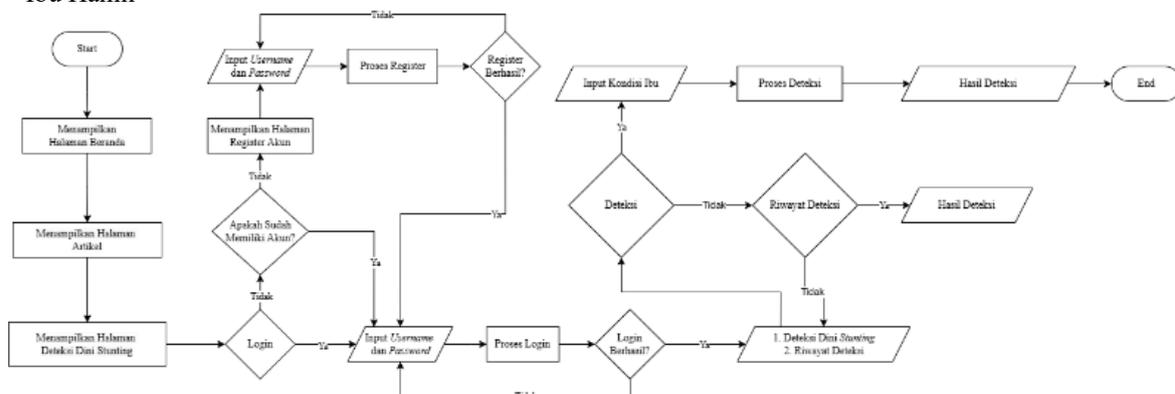
Pada tahap ini, iterasi (proses yang akan dilakukan) dalam pembuatan sistem di rencanakan secara cepat dan mencakup seluruh aspek kebutuhan yang akan dibuat pada sistem [9]. Dalam penelitian ini rancangan yang dihasilkan pada tahapan *quick plan* akan menjadi dasar dalam pembuatan *prototype* menentukan fitur-fitur utama yang akan dimasukkan dalam *prototype*.

3.4 Modelling Quick Design

Pada tahap ini, berfokus pada representasi aspek-aspek sistem yang akan terlihat oleh *user* [9]. Dalam penelitian ini, tahapan *modeling quick design* meliputi pembuatan *Flowchart*, Perancangan *Database*, dan desain *User Interface* (UI).

3.4.1 Flowchart System

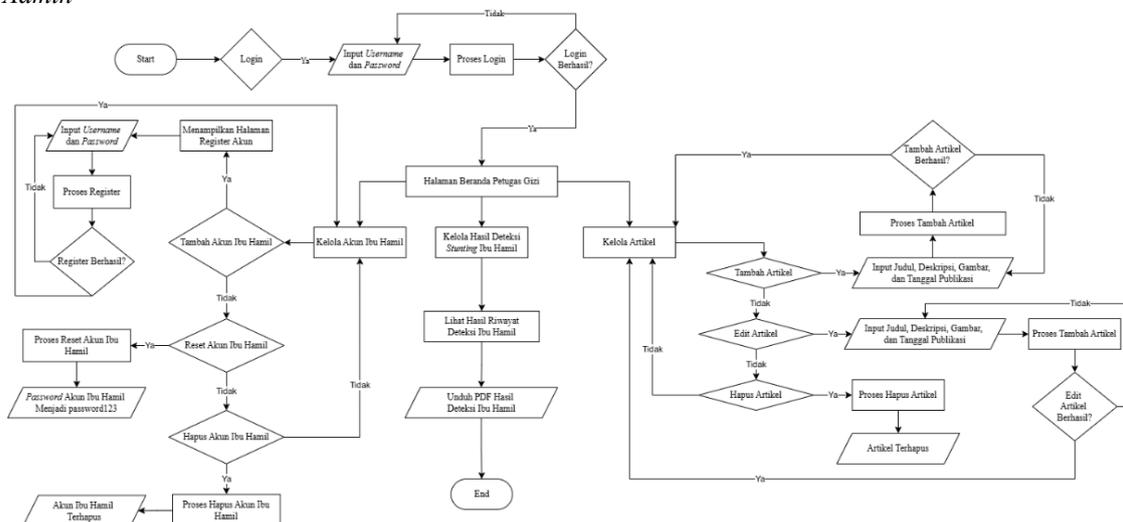
a. Ibu Hamil



Gambar 8. Flowchart System Ibu Hamil

Flowchart pada Gambar 8 di atas menggambarkan alur sistem bagi pengguna ibu hamil dalam sistem deteksi dini *stunting*. Pengguna yang belum memiliki akun harus melakukan registrasi terlebih dahulu dengan mengisi data diri, sedangkan yang sudah memiliki akun dapat langsung login. Setelah masuk, ibu hamil dapat mengakses tiga menu utama yaitu deteksi dini *stunting* dengan menginput kondisi kesehatan, melihat riwayat hasil deteksi sebelumnya, dan membaca artikel terkait *stunting* serta kesehatan. *Input* kondisi ibu akan diproses oleh sistem dan menghasilkan hasil deteksi yang dapat disimpan serta diakses kembali melalui menu riwayat.

b. Admin



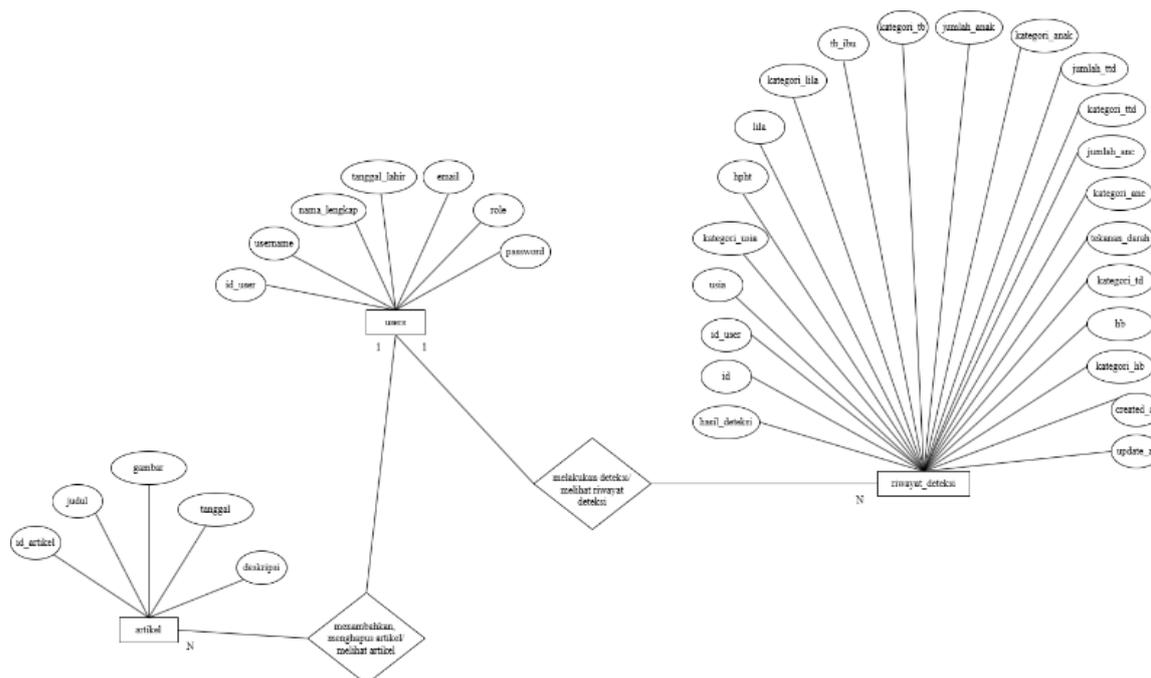
Gambar 9. Flowchart System Admin

Flowchart pada Gambar 8 di atas menunjukkan alur sistem bagi *admin* dalam sistem deteksi dini *stunting*. *Admin* harus *login* terlebih dahulu dengan memasukkan *username* dan *password*. Setelah berhasil masuk, *admin* memiliki akses ke tiga menu utama yaitu mengelola hasil riwayat deteksi ibu hamil, mengelola akun ibu hamil, dan mengelola artikel kesehatan. *Admin* dapat melihat hasil deteksi berdasarkan masing-masing ibu hamil, serta menghapus, *reset password*, atau menambahkan akun ibu hamil baru. Selain itu, *admin* juga dapat mengelola artikel dengan menambah, mengedit, atau menghapus konten yang tersedia.

3.4.2 Perancangan Database

a. Entity Relationship Diagram (ERD)

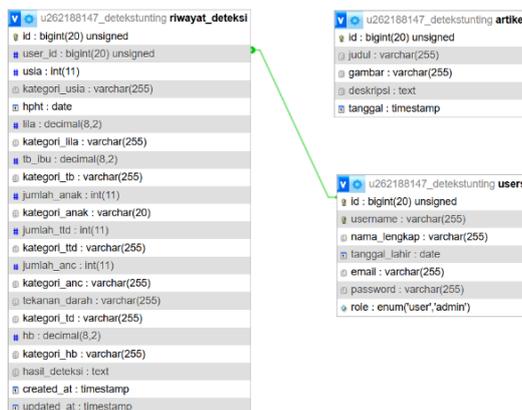
Entity Relationship Diagram (ERD) adalah sebuah konsep yang menggambarkan hubungan antara penyimpanan data (*database*) dan berdasarkan persepsi dunia nyata yang terdiri dari berbagai objek yang disebut entitas serta hubungan atau relasi antar objek-objek tersebut [22].



Gambar 10. Entity Relationship Diagram (ERD)

Entity Relationship Diagram (ERD) sistem deteksi dini *stunting* pada gambar 10 di atas terdiri dari tiga entitas, yaitu *users*, *artikel*, dan *riwayat_deteksi*. Entitas *users* memiliki atribut seperti *id_user*, *username*, *nama_lengkap*, *tanggal_lahir*, *email*, *password*, *created_at*, dan *role*. Entitas *artikel* memuat atribut *id_artikel*, *judul*, *gambar*, *deskripsi*, dan *tanggal*. Sementara itu, entitas *riwayat_deteksi* mencakup informasi identitas ibu serta hasil deteksi, seperti *nama_lengkap*, *usia*, *HPHT*, *LILA*, *tinggi badan ibu*, *jumlah anak*, *jumlah TTD*, *kunjungan ANC*, *tekanan darah*, *HB*, *kategori masing-masing data*, dan *hasil deteksi*. Relasi antar entitas menunjukkan bahwa satu user dapat memiliki banyak artikel (one to many/1:N), dan satu user juga dapat memiliki banyak riwayat deteksi (one to many/1:N).

b. Physical Data Model (PDM)



Gambar 11. Physical Data Model (PDM)

Physical Data Model pada gambar 11 di atas, sistem deteksi dini *stunting* mempunyai 3 tabel pada *database* yaitu tabel *users*, *artikel*, dan *riwayat_deteksi*. Tabel *riwayat_deteksi* memiliki relasi *many-to-one* ke tabel *users* (setiap deteksi terkait satu pengguna).

3.4.3 Design User Interface (UI)



Gambar 12. Desain UI Halaman Deteksi Stunting

Pada gambar 12 di atas, halaman deteksi dini *stunting* menampilkan pertanyaan yang harus diisi oleh ibu hamil untuk memprediksi *stunting*. Halaman deteksi dini *stunting* dibagi menjadi 1 *slide* halaman informasi tentang penggunaan sistem, 4 *slide* halaman pertanyaan yang harus terisi lengkap dan hasil deteksi akan di tampilkan langsung di *pop up* setelah menekan *button* “Cek Stunting”.

3.5 Construction of Prototype

Tahap ini dilakukan pembuatan rancangan prototype sistem yang telah didesain pada tahap sebelumnya dan melakukan uji coba program menggunakan metode *Black-box*.

3.5.1 Pengkodean Program

Pembuatan rancangan *prototype website* menggunakan aplikasi *visual studio code* dengan bahasa pemrograman PHP dan menggunakan *framework* Laravel 10. Pengkodean program dilakukan dengan menerapkan *rule* yang dihasilkan dari proses *data mining* dengan menggunakan *fiction if-else* sesuai *rule* dari pohon keputusan.

3.5.2 Pengujian Program

Dalam penelitian ini tahap pengujian menggunakan metode *Black-box testing*. Pengujian ini fokus pada evaluasi *output* berdasarkan pada *input* yang diberikan, tanpa upaya untuk memahami detail kode program yang digunakan [23]. Pengujian dikatakan berhasil jika tidak ditemukan *error* pada saat menjalankan sistem dan sistem memberikan *output* sesuai dengan perencanaan. Hasil uji fungsionalitas sistem deteksi dini *stunting* menggunakan metode *Black-box testing* seperti pada tabel 4 di bawah:

Tabel 4. Uji *Black-Box Testing*

No.	Fungsionalitas	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Kesimpulan
1	Ibu hamil dapat mengakses menu deteksi <i>stunting</i>	Melakukan klik pada menu deteksi <i>stunting</i>	Muncul halaman deteksi <i>stunting</i> awal informasi rekomendasi usia kehamilan dalam penggunaan sistem deteksi dini	Berhasil
2	Ibu hamil dapat mengisi tanggal HPHT dan LILA	<i>Input</i> tanggal HPHT dan LILA	Dapat mengisi <i>field</i> yang disediakan dan usia dapat dihitung secara otomatis serta keterangan kategori muncul secara otomatis	Berhasil
3	Ibu hamil dapat mengisi Tinggi badan ibu, Jumlah anak, dan Jumlah konsumsi TTD	<i>Input</i> Tinggi badan ibu, Jumlah anak, dan Jumlah konsumsi TTD	Dapat mengisi <i>field</i> yang disediakan dan usia dapat dihitung secara otomatis serta keterangan kategori muncul secara otomatis	Berhasil
4	Ibu hamil dapat mengisi Jumlah kunjungan ANC, Tekanan darah, dan HB ibu	<i>Input</i> Jumlah kunjungan ANC, Tekanan darah, dan HB ibu	Dapat mengisi <i>field</i> yang disediakan dan usia dapat dihitung secara otomatis serta keterangan kategori muncul secara otomatis	Berhasil
5	Ibu hamil dapat mengakses menu riwayat deteksi	Melakukan klik pada menu riwayat deteksi	Muncul halaman riwayat deteksi dengan menampilkan tabel yang berisi riwayat deteksi yang pernah dilakukan oleh ibu hamil	Berhasil

3.6 Deployment, Delivery & Feedback

3.6.1 Deployment

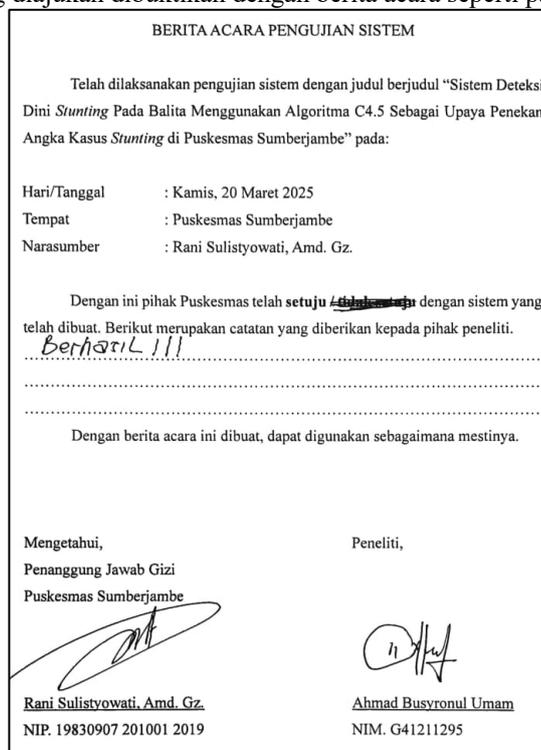
Proses *deployment* dilakukan dengan melakukan konfigurasi pada *server* agar *website* dapat dipublikasikan dan diakses oleh pengguna secara *online*. Konfigurasi *website* di server menggunakan metode *Continuous Integration* atau *Continuous Delivery/Deployment (CI/CD)* melalui Github. *Website* yang telah berhasil dipublikasikan dapat diakses melalui tautan berikut <https://detekStunting.mikpolije.com/>.

3.6.2 Delivery

Proses *delivery* dilakukan dengan mencoba fungsionalitas dan *interface* dari sistem deteksi dini *stunting* bersama pihak gizi Puskesmas Sumberjambe.

3.6.3 Feedback

Proses *feedback* dilakukan dengan pemberian masukan, kritik, dan saran dari *user* setelah mencoba sistem deteksi dini *stunting*. Berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan oleh pihak gizi Puskesmas Sumberjambe, dapat disimpulkan bahwa mereka merasa sangat puas dengan kinerja dan tampilan sistem. Tidak terdapat catatan revisi maupun penolakan terhadap fitur yang disediakan. Pihak gizi menerima secara menyeluruh serta menyetujui prototype sistem deteksi dini *stunting* yang diajukan dibuktikan dengan berita acara seperti pada gambar 13 berikut:



Gambar 13. Berita Acara *Testing* Sistem Deteksi Dini *Stunting*

Sistem deteksi dini *stunting* pada penelitian ini direkomendasikan digunakan oleh ibu hamil yang telah memasuki akhir trimester kedua atau menjelang trimester ketiga (usia kehamilan 20 minggu ke atas), dengan catatan sudah melakukan minimal 3 kali pemeriksaan kehamilan (*antenatal care*) ke dokter, bidan atau fasilitas pelayanan kesehatan lainnya agar prediksi yang dilakukan lebih akurat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang berjudul “Sistem Deteksi Dini *Stunting* Pada Balita Menggunakan Algoritma C4.5 Sebagai Upaya Penekan Angka Kasus *Stunting* di Puskesmas Sumberjambe” dapat disimpulkan bahwa:

1. Analisis data menghasilkan 130 data bersih dari total 1.798 data setelah dilakukan *pre-processing* dengan RapidMiner. Komposisi data diperoleh menggunakan *Stratified Sampling* dengan rasio 90% data *training* (sebanyak 118 data) dan 10% data *testing* (sebanyak 12 data). Hasil *Confusion Matrix* menunjukkan akurasi, presisi, dan *recall* sebesar 83,33%, serta *error rate* 16,66%, dan menghasilkan 34 *rule* untuk pengembangan sistem.
2. Analisis kebutuhan dilakukan pada tahap *communication* melalui wawancara dengan penanggung jawab gizi Puskesmas Sumberjambe.

3. Perancangan sistem dilakukan pada tahap *quick plan* dengan menyusun fitur utama (menu deteksi dini dan artikel), kemudian dilanjutkan pada tahap *modelling quick design* dengan membuat *flowchart*, perancangan *database*, dan *User Interface Design*.
4. Perancangan *Database* terdiri dari ERD (*Entity Relationship Diagram*) untuk menggambarkan hubungan antar entitas dan PDM (*Physical Data Model*) sebagai implementasi tabel di *database*. *Database* terdiri tiga tabel yaitu *users*, *artikel*, dan *riwayat_deteksi*.
5. Implementasi sistem dilakukan pada tahap *construction of prototype* dengan melakukan pengkodean program dan pengujian program. Pengkodean program dilakukan dengan menggunakan aplikasi *visual studio code* dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan dibantu menggunakan *framework* Laravel 10. *Rule* atau aturan yang dihasilkan pada *knowledge data mining* diimplementasikan ke dalam bahasa pemrograman PHP untuk memungkinkan sistem dapat melakukan deteksi dini.
6. Pengujian menggunakan *Black-box testing* untuk menguji fungsionalitas sistem dengan hasil semua fungsi berjalan dengan baik tanpa *error*.

REFERENSI

- [1] Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan, “100 Kabupaten/Kota Prioritas untuk Intervensi Anak Kerdil (Stunting),” 2017.
- [2] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, “Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. Hk.01.07/Menkes/1928/2022 Tentang Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Stunting,” 2022.
- [3] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, “Warta Kesmas Edisi 02 2018 Cegah Stunting Itu Penting,” 2018.
- [4] R. Saputra and A. J. P. Sibarani, “Implementasi Data Mining Menggunakan Algoritma Apriori Untuk Meningkatkan Pola Penjualan Obat,” 2020. [Online]. Available: <http://jurnal.mdp.ac.id>
- [5] R. Haqmanullah Pambudi and B. Darma Setiawan, “Penerapan Algoritma C4.5 Untuk Memprediksi Nilai Kelulusan Siswa Sekolah Menengah Berdasarkan Faktor Eksternal,” 2018. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [6] V. Herliansyah, R. Latuconsina, and A. Dinimaharawati, “Prediksi Stunting Pada Balita Dengan Menggunakan Algoritma Klasifikasi Naïve Bayes Stunting Prediction In Children Using Naïve Bayes Classification Algorithm,” 2021.
- [7] O. Saeful Bachri, R. Mohamad, and H. Bhakti, “Penentuan Status Stunting Pada Anak Dengan Menggunakan Algoritma Knn Stunting Status Determination In Children Using KNN Algorithm,” *Jurnal Ilmiah Intech : Information Technology Journal of UMUS*, vol. 3, no. 2, pp. 130–137, 2021.
- [8] J. Ilmiah and K. Akuntansi, “Optimasi Klasifikasi Status Gizi Balita Berdasarkan Indeks Antropometri Menggunakan Algoritma C4.5 Adaboost Classification,” vol. 12, no. 2, pp. 45–51, 2019, [Online]. Available: <http://jurnal.stekom.ac.id/index.php/kompak/page45>
- [9] R. S. Pressman, *Software Engineering: A Practitioner’s Approach*. 2010. [Online]. Available: www.mhhe.com/pressman.
- [10] Y. Apriyanti, E. Lorita, and Yusuarsono, “Kualitas Pelayanan Kesehatan Di Pusat Kesehatan Masyarakat Kembang Seri Kecamatan Talang Empat Kabupaten Bengkulu Tengah,” *Jurnal Professional FIS UNIVED*, 2019.
- [11] T. Nurhidayati, H. Rosiana, and Rozikhan, “Usia Ibu Saat Hamil Dan Kejadian Stunting Pada Anak Usia 1-3 Tahun,” *Midwifery Care Journal*, vol. 1, no. 5, Oct. 2020.
- [12] H. Adrianto, “Faktor Risiko Dari Ibu Pada Kejadian Balita Stunting,” *Sriwijaya Journal of Medicine*, pp. 143–149, 2021, doi: 10.32539/SJM.v4i3.118.
- [13] Waryana, I. Safri Rosyida, and I. Slamet, “Tinggi Badan Ibu dengan Kejadian Stunting di Wilayah Kerja Puskesmas Srandakan, Yogyakarta,” *Nutrire Diaita*, vol. 14, no. 02, pp. 42–49, Oct. 2022.
- [14] F. Dika Rufaida, A. M. Raharjo, and A. Handoko, “Hubungan Faktor Keluarga dan Rumah Tangga dengan Kejadian Stunting pada Balita di Tiga The Correlation of Family and Household Factors on The Incidence of Stuntingon Toddlers in Three Villages Sumberbaru Health Center Work Area of Jember,” 2020.
- [15] S. Rizki Maysyura, T. Indrayani, and R. Widowati, “Analisis faktor risiko kejadian stunting pada balita usia 12-24 bulan di Puskesmas Padang Tiji,” *Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Nasional*, Mar. 2023.
- [16] F. Jannah, N. Rohmah, and R. Utami, “HUBUNGAN TEKANAN DARAH DAN KADAR HEMOGLOBIN IBU SAT HAMIL DENGAN KEJADIAN STUNTING PADA BALITA DI WILAYAH KERJA PUSKESMAS ARJASA,” *Universitas Muhammadiyah Jember*, 2020, [Online]. Available: <http://fikes.unmuhjember.ac.idEmail:>
- [17] D. A. Widyaningrum and D. A. Romadhoni, “Riwayat Anemia Kehamilan Dengan Kejadian Stunting Pada Balita Di Desa Ketandan Dagangan Madiun,” 2018.
- [18] T. Gori, A. Sunyoto, and H. Al Fatta, “Preprocessing Data dan Klasifikasi untuk Prediksi Kinerja Akademik Siswa,” *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 11, no. 1, pp. 215–224, Feb. 2024, doi: 10.25126/jtiik.20241118074.

-
- [19] I. G. I. Sudipa *et al.*, *DATA MINING*. 2023. [Online]. Available: www.globaleksekitifteknologi.co.id
- [20] K. Akbar and M. Hayaty, "Data Balancing untuk Mengatasi Imbalance Dataset pada Prediksi Produksi Padi Balancing Data to Overcome Imbalance Dataset on Rice Production Prediction," *Jurnal Ilmiah Intech : Information Technology Journal of UMUS*, vol. 2, no. 02, pp. 1–14, Nov. 2020.
- [21] S. M. Walker, "F-Score: What are Accuracy, Precision, Recall, and F1 Score?" Accessed: Apr. 30, 2025. [Online]. Available: <https://klu.ai/glossary/accuracy-precision-recall-f1>
- [22] B. Hartono, *Cara mudah dan cepat belajar pengembangan sistem informasi*. YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK bersama Universitas Sains & Teknologi Komputer, 2021.
- [23] F. A. Sakinah, F. P. Aditiawan, and A. L. Nurlaili, "Pengujian Pada Aplikasi Manajemen Aset Menggunakan Metode Black-Box Testing," *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 8, no. 3, Jun. 2024.