

# Akuisisi Pengetahuan untuk Sistem Pakar Pencegahan Stunting (SIPENTING) Menggunakan *Decision Tree* dan *Grid Search*

## *Knowledge Acquisition for the Stunting Prevention Expert System (SIPENTING) using Decision Tree and Grid Search*

<sup>1</sup>Azhar Basir\*, <sup>2</sup>Fitri Ayuning Tyas

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Brebes

<sup>2</sup>Program Studi Sistem Informasi, Universitas Muhammadiyah Brebes

<sup>1,2</sup>Jl. Pangeran Diponegoro Grengseng No. 184, Paguyangan, Brebes, Jawa Tengah, Indonesia

\*e-mail: [azharbs@ums.ac.id](mailto:azharbs@ums.ac.id)

(received: 18 January 2025, revised: 13 March 2025, accepted: 14 March 2025)

### Abstrak

*Stunting* adalah kondisi ketika balita memiliki tinggi badan lebih pendek dibandingkan balita normal seusianya. Pencegahan stunting sangat penting dilakukan karena penderita stunting lebih rentan terhadap penyakit, mengalami kegagalan pertumbuhan sebelum usia 12 bulan, dan memiliki kemampuan intelektual yang lebih rendah. Stunting dapat didiagnosis sebelum bayi lahir berdasarkan status gizi ibu hamil. Ibu hamil dengan status gizi kurang berisiko melahirkan bayi dengan Berat Badan Lahir Rendah (BBLR), yang dapat meningkatkan risiko stunting. Diagnosa status gizi ibu hamil serta risiko melahirkan bayi dengan stunting harus dilakukan berdasarkan keilmuan pakar, seperti bidan atau dokter kandungan. Teknologi sistem pakar memungkinkan ibu hamil mendapatkan diagnosa tersebut secara *real-time* tanpa harus berkonsultasi langsung dengan pakar. Keilmuan pakar dalam mengidentifikasi status gizi ibu hamil serta indikator risiko stunting akan disimpan sebagai *knowledge base*, yang kemudian diterjemahkan oleh komputer dalam bentuk *rule base* (IF-THEN). Proses ini disebut dengan akuisisi pengetahuan. Ketepatan *rule base* yang digunakan menjadi tolak ukur akurasi hasil diagnosa. *Decision tree* merupakan salah satu algoritma data mining yang digunakan untuk menghasilkan *rule base*. Dalam penelitian ini, *decision tree* dioptimasi menggunakan *grid search* sebagai teknik akuisisi *knowledge base* untuk menentukan *rule base* yang akan diterapkan pada sistem pakar pencegahan stunting (SIPENTING). Sistem ini berbasis Android dan bertujuan untuk membantu ibu hamil memahami kebutuhan asupan gizinya. Hasil pengujian dan validasi menunjukkan bahwa *decision tree* memiliki akurasi sebesar 86,3%.

**Kata kunci:** *decision tree*, *grid search*, *rule base*, sistem pakar, *stunting*

### Abstract

*Stunting* is a condition in which toddlers have a shorter height compared to the normal growth standard for their age. Preventing stunting is crucial, as children with stunting are more vulnerable to illnesses, experience growth failure before the age of 12 months, and tend to have lower intellectual abilities. Stunting can be diagnosed even before birth by assessing the nutritional status of pregnant women. Pregnant women with poor nutritional status are at a higher risk of delivering babies with low birth weight (LBW), which in turn increases the risk of stunting. Diagnosing the nutritional status of pregnant women and the risk of giving birth to stunted children typically requires expert knowledge, such as that of midwives or obstetricians. Expert systems make it possible for pregnant women to receive real-time diagnoses without the need for direct consultations with healthcare professionals. Expert knowledge in identifying the nutritional status of pregnant women and indicators of stunting risk is stored in a knowledge base, which is translated into a computer-readable rule base in the form of IF-THEN statements. This process is known as knowledge acquisition. The accuracy of the rule base plays a crucial role in ensuring reliable diagnostic results. Decision Tree is one of the data mining algorithms used to generate rule bases. In this study, the Decision Tree algorithm is optimized using Grid Search as a knowledge acquisition technique to determine the rule

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

base applied in the Stunting Prevention Expert System (SIPENTING). The system is Android-based and aims to help pregnant women better understand their nutritional needs. Testing and validation results show that the Decision Tree model achieved an accuracy of 86.3%.

**Keywords:** decision tree, grid search, rule base, expert system, stunting

## 1 Pendahuluan

1000 hari pertama kehidupan disebut *opportunity window* merupakan periode terpenting untuk mencegah *stunting* [1]. Dikutip dari laman *World Health Organization* (WHO) ([https://www.who.int/health-topics/malnutrition#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/malnutrition#tab=tab_1)) *stunting* didefinisikan sebagai gangguan pertumbuhan anak akibat kekurangan gizi kronis, sering sakit, pemberian makanan atau perawatan yang tidak tepat, dan ditandai dengan tinggi badan di bawah standar. Masalah ini menjadi tantangan kesehatan masyarakat global, terutama di negara-negara berpendapatan rendah dan menengah termasuk Indonesia oleh karena itu *stunting* menjadi masalah kesehatan masyarakat yang harus ditangani secara serius serta berkelanjutan [2][3][4]. Menurut WHO, Indonesia merupakan negara ketiga dengan prevalensi tertinggi di Kawasan Asia Tenggara [5]. Berdasarkan SSGI (2022) kasus *stunting* tertinggi salah satunya berada di Provinsi Jawa Tengah yang menduduki peringkat ke-20 secara nasional dan wilayah di Jawa Tengah dengan kasus *stunting* tertinggi yakni Kabupaten Brebes.

*Stunting* dapat terjadi karena interaksi faktor genetik dan lingkungan [6]. Penderita *stunting* lebih mudah terserang penyakit, mengalami gagal tumbuh yang berdampak pada tinggi badan di usia dewasa [1], cenderung memiliki kemampuan intelektual rendah sehingga akan mempengaruhi daya saing bangsa di masa depan [7]. Kasus *stunting* berkaitan dengan status gizi ibu selama hamil, ibu hamil berstatus gizi kurang beresiko melahirkan bayi dengan Berat Badan Lahir Rendah (BBLR) sehingga bayi berisiko *stunting* [8]. Status gizi ibu hamil juga menjadi indikator dalam mengukur status gizi masyarakat [9]. Namun masyarakat belum menyadari *stunting* sebagai bagian dari permasalahan gizi buruk [2]. Sehingga dapat disimpulkan pentingnya pemenuhan kebutuhan asupan gizi ibu sejak hamil dan pemahaman ibu hamil tentang pencegahan *stunting* perlu ditingkatkan sejak dini.

Pencegahan *stunting* dapat dilakukan dengan mendeteksi resiko *stunting* sejak dini berdasarkan status gizi ibu hamil. Diagnosa status gizi ibu hamil menjadi dasar sebagai pengingat atau *reminder* bagi ibu hamil untuk memenuhi asupan nutrisi yang harus dikonsumsi. Defisiensi gizi dapat terjadi apabila masukan gizi ibu hamil dari makanan tidak seimbang dengan kebutuhan tubuhnya [9]. Diagnosa status gizi ibu hamil dan resiko melahirkan bayi *stunting* harus sesuai keilmuan atau pengetahuan pakar seperti bidan atau dokter kandungan. Pengetahuan pakar dapat bersumber langsung dari hasil wawancara dengan pakar atau hasil penelitian berupa artikel ilmiah yang dipublikasikan. Berdasarkan penelitian [8] pengetahuan pakar berkaitan dengan diagnosa status gizi ibu hamil dapat dipengaruhi faktor-faktor kondisi ibu hamil seperti usia ibu, tinggi badan, berat badan sebelum hamil, berat badan setelah hamil, dan faktor pendukung lainnya. Namun ibu hamil tidak selalu dapat mengakses informasi tentang status gizi mereka baik dari bidan, dokter kandungan, atau artikel ilmiah. Beberapa kendala yang sering dialami ibu hamil saat berkonsultasi dengan pakar khususnya dokter kandungan antara lain jumlah dan jam praktek dokter yang terbatas, panjangnya antrian pasien, lokasi praktek/klinik yang sulit dijangkau jarak tempuh yang jauh ke tempat praktik dokter/ klinik, serta biaya konsultasi yang tidak murah. Kendala-kendala tersebut dapat diatasi dengan teknologi *Artificial Intelligence* (AI).

Salah satu bidang AI yang berperan besar atas meningkatnya kesadaran AI saat ini adalah sistem pakar, program komputer yang menerapkan keahlian manusia dalam memecahkan masalah atau mengambil keputusan [10] [11]. Sistem pakar menyimpan pengetahuan pakar yang direpresentasikan sebagai *rule base* (IF-THEN) agar dapat dipahami oleh komputer, proses representasi tersebut disebut dengan akuisisi pengetahuan (*knowledge acquisition*). Akuisisi pengetahuan adalah tahap yang kerap kali menjadi tantangan dalam pengembangan aplikasi sistem pakar [12]. Ketepatan *rule base* yang digunakan menjadi tolak ukur akurasi dari hasil diagnosa. *Decision tree* merupakan salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk menghasilkan *rule base*. *Decision tree* bekerja dengan menentukan atribut akar dan membaginya dalam cabang menggunakan kriteria pemisah yang dikenal dengan istilah *split criteria* hingga terbentuk model pohon keputusan. Representasi pengetahuan

dalam pohon keputusan memiliki struktur yang sederhana, di mana pohon ini dapat dianggap sebagai serangkaian aturan ringkas [13]. Model pohon keputusan yang terbentuk selanjutnya dapat diekstrak dalam bentuk *rule (IF-THEN)*.

Saat ini, berbagai metode terus dikembangkan untuk mengoptimalkan algoritma data mining guna menghasilkan model dengan performa yang lebih unggul.. Salah satu metode optimasi pada algoritma *data mining* dengan menerapkan *hyperparameter tuning*. Metode *hyperparameter tuning* yang populer salah satunya adalah *Grid Search* [14]. *Grid search* adalah metode yang mengevaluasi semua kemungkinan kombinasi parameter dalam rentang tertentu dan memilih yang terbaik menurut indikator evaluasi yang telah ditentukan sebelumnya [15]. Sehingga dimungkinkan *grid search* dapat diterapkan untuk meningkatkan kinerja *decision tree*.

Sistem pakar dapat berjalan pada ponsel cerdas (*smart phone*). *Smart phone* dilengkapi dengan sistem operasi (OS) canggih sehingga memungkinkan pengguna menginstal perangkat lunak tambahan sesuai kebutuhan [16]. Di antara OS *smart phone* yang tersedia di pasaran, OS *Android* memiliki popularitas tertinggi, dengan pangsa pasar di atas 85% (*International Data Corporation, 2017*), dan lebih dari 3,5 juta aplikasi tersedia di *Google Play* ("Number of Android applications," 2017) [16]. Salah satu area aktif aplikasi *smart phone* yang mengalami pertumbuhan menakjubkan adalah sistem layanan medis [16]. Sistem pakar telah mengalami kemajuan di berbagai bidang, termasuk di dunia kedokteran atau medis yang berperan dalam mendukung pengambilan keputusan, mendiagnosa pasien, dan merekomendasikan perawatan [17][18]. Sistem pakar berbasis *android* memungkinkan ibu hamil melalui *user interface* berinteraksi dengan sistem secara *real time* untuk mendapatkan diagnosa status gizi mereka tanpa harus berkonsultasi langsung dengan pakar.

Pada penelitian ini algoritma *decision tree* yang dioptimalkan dengan metode *grid search* diusulkan sebagai metode akuisisi pengetahuan untuk menentukan basis aturan (*rule base*) yang akan digunakan dalam sistem pakar pencegahan *stunting* (SIPENTING) berdasarkan status gizi ibu hamil sebagai pendukung pemahaman ibu hamil terhadap kebutuhan asupan gizi berbasis *android*.

## 2 Tinjauan Literatur

Status gizi menggambarkan proporsi yang seimbang dalam mendapatkan zat gizi dari makanan dan berbagai faktor yang memengaruhi kondisi gizi ibu hamil [19]. Pemahaman ibu hamil terhadap status gizi mereka saat hamil sangat penting untuk mengurangi resiko melahirkan bayi *stunting*. Berdasarkan penelitian [8] beberapa faktor yang menentukan status gizi ibu hamil meliputi usia, tinggi badan, berat badan sebelum hamil, berat badan selama kehamilan, Indeks Massa Tubuh (IMT) sebelum kehamilan, pemeriksaan Antenatal Care (ANC) yang dilakukan selama hamil, serta aspek sosial ekonomi seperti pekerjaan, penghasilan, dan tingkat pendidikan.

Klasifikasi kelebihan berat badan dan obesitas pada orang dewasa dapat dilakukan dengan membandingkan berat badan terhadap tinggi badan, yang dikenal sebagai Indeks Massa Tubuh (IMT). Nilai IMT dapat dihitung menggunakan rumus (1). 
$$IMT = \frac{\text{Berat Badan}}{\text{Tinggi Badan}^2} \quad (1)$$

Pada persamaan (1), IMT diperoleh dengan membagi berat badan dalam kilogram dengan tinggi badan dalam meter yang dikuadratkan. Klasifikasi berat badan dirangkum pada Tabel 1. Tabel 1 mengklasifikasikan berat badan berdasarkan nilai IMT yakni kurus, normal, gemuk dan obesitas.

**Tabel 1. Klasifikasi berat badan**

No	IMT	Klasifikasi Berat Badan
1	< 18,5	Kurus
2	18,6 – 24,9	Normal
3	25 – 29,9	Gemuk
4	> 30	Obesitas

Penentuan diganosa status gizi ibu hamil dapat ditunjang oleh aplikasi sistem pakar. Sistem pakar memiliki komponen berupa *knowledge base*, *database*, *inference engine*, dan *user interface* [18]. *Knowledge base* menyimpan pengetahuan pakar yang direpresentasikan sebagai *rule base (IF-THEN)* hasil dari proses akuisisi pengetahuan, sementara *database* berisi fakta yang digunakan oleh *inference engine* untuk menghasilkan keputusan, dan *user interface* memungkinkan interaksi pengguna dengan sistem pakar untuk memahami cara kesimpulan dicapai dan alasan kebutuhan fakta tertentu.

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

Penelitian [12] menggunakan salah satu algoritma *decision tree* yakni C4.5 untuk mengkonversi pengetahuan pakar menjadi *rule base* yang dapat diterapkan pada sistem pakar dan memiliki akurasi sebesar 96,38%.

*Decision tree* adalah model yang menggunakan metode pemisahan rekursif untuk membagi kumpulan data berdasarkan satu variabel tunggal di setiap level, dengan pemilihan variabel dilakukan berdasarkan kriteria tertentu [13][20][21]. Secara ideal, *decision tree* atau pohon keputusan menciptakan kelompok kasus yang semuanya termasuk dalam kelas yang homogen [13][21]. Setiap simpul (*node*) pohon diberi label dengan variabel atribut yang menghasilkan cabang untuk setiap nilai, sementara simpul daun dilabeli dengan kelas yang sesuai [13]. Proses algoritma *decision tree* dalam membangun pohon keputusan menurut penelitian [13][20] ditentukan oleh aspek-aspek berikut:

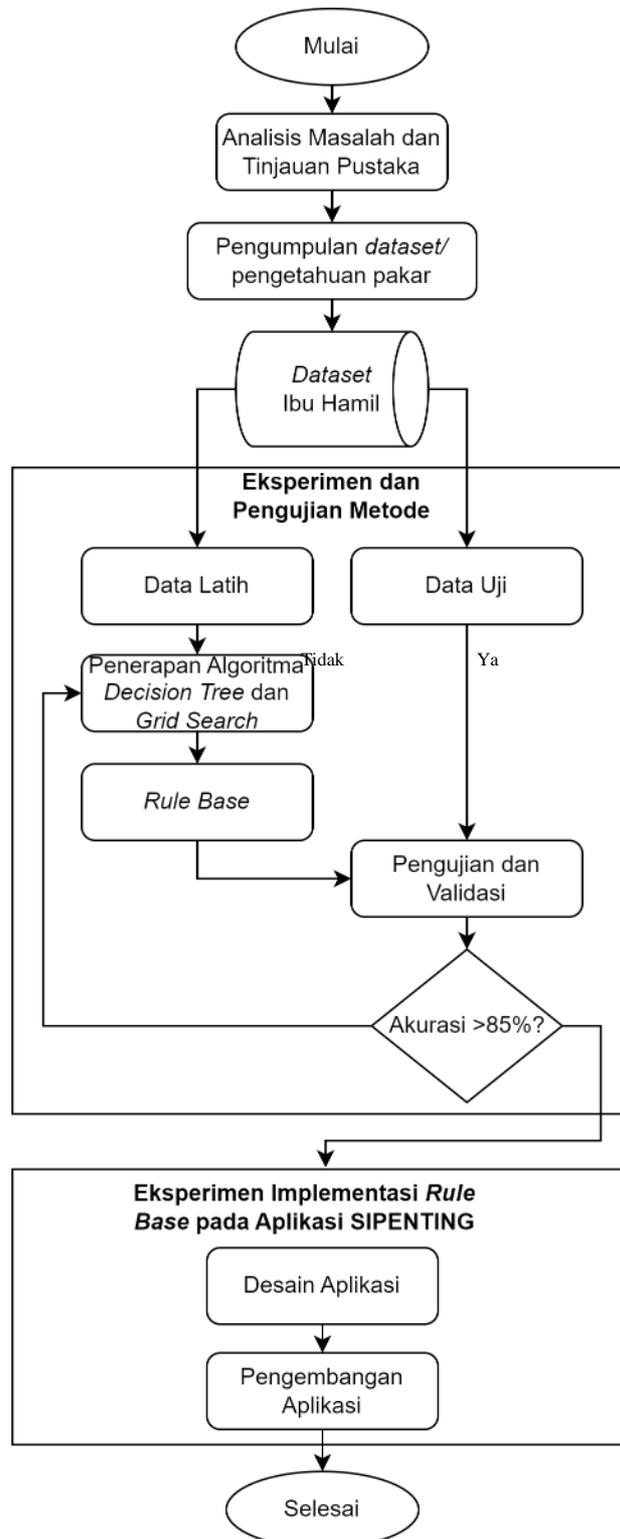
- a. Kriteria atau parameter yang digunakan untuk memilih atribut yang akan disisipkan dalam simpul dan percabangan (*split criteria*)
- b. Kriteria atau parameter untuk menghentikan percabangan pohon
- c. Metode untuk menetapkan label kelas atau distribusi probabilitas pada simpul daun
- d. Proses pasca pemangkasan yang digunakan untuk menyederhanakan struktur pohon

Beberapa metode *split criteria* diterapkan dan menghasilkan pengembangan algoritma *decision tree* seperti CHAID, CHART, ID3, C4.5, dan *Credal C4.5*. CHAID (*Chi-squared Automatic Interaction Detection*) dikembangkan oleh Kass (1980) dan menggunakan uji *chi-squared* sebagai *split criteria*. CART (*Classification and Regression Trees*) ditemukan oleh Leo Breiman (1986) dan menggunakan *gini index* sebagai *split criteria*. ID3 (1986) dan C4.5 (1993) dikembangkan oleh orang yang sama yakni Ross Quinlan, *split criteria* yang digunakan ID3 adalah *information gain* sedangkan C4.5 menggunakan *gain ratio*. *Credal C4.5* dikembangkan oleh Carlos J. Mantas (2014) secara khusus untuk mengatasi *noise* pada *dataset* dan menggunakan *imprecise info gain ratio* [13]. Untuk menghasilkan model *rule base* terbaik dapat dilakukan dengan uji coba penerapan beberapa *split criteria* atau menggunakan algoritma optimasi *hyperparameter tuning*.

*Hyperparameter tuning* adalah proses menyesuaikan parameter dalam model pembelajaran mesin untuk mengoptimalkan kinerjanya [22]. Nilai *hyperparameter* tidak dapat ditentukan melalui data dan harus ditetapkan sebelumnya saat mendefinisikan model (*as given*), yang berarti nilai *hyperparameter* perlu ditentukan sebelum model memulai proses pembelajaran [14]. Salah satu metode *hyperparameter* yang populer adalah *grid search* dengan kelebihan memiliki kemudahan dalam menguji coba setiap parameter model tanpa harus melakukan validasi manual satu persatu [14]. Pada penelitian [23] *grid search* diterapkan karena metode ini mempertimbangkan semua kombinasi parameter yang ada, serta bersifat sederhana dan mudah digunakan karena tidak memerlukan keterampilan matematika yang mendalam. Dalam penelitian ini, *grid search* diterapkan untuk mengoptimalkan kinerja *decision tree* dengan mencari kombinasi terbaik dari parameter-parameter yang digunakan dalam membangun pohon keputusan, salah satunya adalah *split criteria*.

### 3 Metode Penelitian

Metode eksperimen dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian. Metode eksperimen dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian yang meliputi eksperimen dan pengujian metode serta eksperimen implementasi *rule base* pada aplikasi SIPENTING. Metode yang digunakan untuk mengolah *dataset* menjadi *rule base* dalam penelitian ini adalah algoritma *decision tree* dan algoritma optimasi *grid search*. Sehingga fokus pemecahan masalah atau tujuan penelitian pada penelitian ini adalah menentukan *rule base* sistem pakar menggunakan *decision tree* yang dioptimasi dengan *grid search*. *Rule base* yang dihasilkan akan diterapkan pada pembuatan aplikasi SIPENTING berdasarkan status gizi ibu hamil sebagai pendukung pemahaman ibu hamil terhadap kebutuhan asupan gizi berbasis *android*. Kebutuhan utama dalam merancang dan membangun SIPENTING adalah menstransfer pengetahuan pakar yang nantinya disimpan dalam *knowledge base*. *Dataset* atau pengetahuan pakar bersumber dari penelitian [8] ditunjukkan pada Tabel 2 dan tahapan eksperimen dalam penelitian ini digambarkan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Tahapan eksperimen dalam penelitian**

Gambar 1 menggambarkan tahapan eksperimen dalam penelitian ini. Secara umum tahapan tersebut meliputi eksperimen dan pengujian metode serta eksperimen implementasi *rule base* pada aplikasi SIPENTING. Eksperimen dalam penelitian ini meliputi penerapan dan pengujian algoritma *decision tree* yang dioptimasi dengan *grid search* untuk menentukan *rule base* pada aplikasi SIPENTING. Kinerja algoritma diukur berdasarkan nilai akurasi, apabila nilai akurasi  $> 85\%$  maka kinerja algoritma dianggap baik dan dapat dilanjutkan ke tahap eksperimen implementasi *rule base* yang dihasilkan.

**Tabel .2 Dataset status gizi ibu hamil**

No	Usia Ibu (thn)	TB Ibu (cm)	BB Ibu Sebelum Hamil (kg)	BB Ibu Selama Hamil (kg)	IMT Ibu Sebelum Hamil	Pemeriksaan ANC selama hamil	Pekerjaan Ibu	Penghasilan Ibu	Pendidikan Terakhir Ibu	Status Gizi Ibu Selama Hamil
1	>25	>155	>65	>65	gemuk	rutin	pegawai swasta	lebih dari UMR	Perguruan Tinggi	normal
2	>25	>155	>65	>65	obes	rutin	IRT	kurang dari UMR	SMA sederajat	normal
3	>25	144-154	36-50	36-50	kurus	rutin	pegawai swasta	sesuai UMR	SMA sederajat	kurang
4	>25	144-154	36-50	36-50	kurus	rutin	IRT	kurang dari UMR	SMP sederajat	kurang
5	14-24	>155	>65	>65	gemuk	rutin	IRT	kurang dari UMR	SMA sederajat	kurang
6	14-24	144-154	36-50	36-50	kurus	rutin	pegawai swasta	sesuai UMR	Perguruan Tinggi	normal
7	>25	>155	36-50	51-65	normal	rutin	IRT	lebih dari UMR	Perguruan Tinggi	lebih
8	14-24	144-154	51-65	51-65	normal	rutin	IRT	kurang dari UMR	SMA sederajat	kurang
9	>25	>155	36-50	51-65	kurus	rutin	Lainnya	lebih dari UMR	SMA sederajat	normal
10	>25	144-154	36-50	51-65	normal	rutin	IRT	kurang dari UMR	SMP sederajat	normal
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
108	>25	144-154	36-50	36-50	kurus	rutin	IRT	kurang dari UMR	SMP sederajat	kurang

Tabel 2 menunjukkan bahwa *dataset* meliputi data faktor-faktor penentu status gizi ibu hamil seperti usia, tinggi badan, berat badan sebelum hamil, berat badan selama hamil, IMT sebelum hamil, pemeriksaan ANC selama hamil, pekerjaan, penghasilan, dan pendidikan. *Dataset* tersebut diambil dari 108 responden ibu hamil. Hasil diagnosa akan diklasifikasikan sebagai status gizi normal, lebih, atau kurang.

## 4 Hasil dan Pembahasan

Eksperimen dalam penelitian ini meliputi implementasi dan pengujian algoritma *decision tree* yang dioptimasi dengan *grid search* untuk menentukan *rule base* pada aplikasi SIPENTING serta eksperimen implementasi *rule base* yang dihasilkan. Pengujian algoritma berupa uji akurasi. Akurasi digunakan sebagai salah satu aspek dalam mengevaluasi hasil eksperimen. Implementasi dan pengujian algoritma tersebut dilakukan menggunakan bahasa pemrograman *Python* dengan *Google Colab* sebagai IDE.

### 4.1 Eksperimen dan Pengujian Metode

*Dataset* pada Tabel 2 diolah menggunakan algoritma *decision tree* dan *grid search* untuk membangun model pohon keputusan, yang kemudian diekstrak menjadi basis aturan (*rule base*). *Rule base* ini berfungsi sebagai basis pengetahuan (*knowledge base*) yang menjadi komponen utama dalam lingkungan pengembangan sistem pakar (*development environment*). [24]. Parameter yang dihasilkan oleh *grid search* digambarkan pada Gambar 2.

```
Parameter set:

Performance:
PerformanceVector [
-----accuracy: 86.36%
ConfusionMatrix:
True:   normal  kurang  lebih
normal: 7       0       1
kurang: 1       10      0
lebih:  0       1       2
]
Decision Tree.criterion = gini_index
Decision Tree.maximal_depth      = 9
Decision Tree.minimal leaf size = 1
```

**Gambar 2. Hasil kombinasi parameter *decision tree***

Gambar 2 menjelaskan hasil kombinasi parameter terbaik dari *decision tree* yang dihasilkan oleh *grid search*. *Grid search* mencoba semua kombinasi dari *hyperparameter* yang ditentukan. *Split criteria* yang terpilih adalah *gini index* dengan nilai *maximal depth* terbaik adalah 9 dan nilai *minimal leaf size* adalah 1.

*Gini index* adalah kriteria berbasis ketidakmurnian (*impurity*) yang mengukur perbedaan antara distribusi probabilitas nilai atribut target atau label [25]. *Impurity* merupakan ukuran homogenitas label pada node atau atribut. *Impurity* dalam konteks pohon keputusan adalah ukuran yang digunakan untuk menilai seberapa "campur" atau tidak murni suatu *node*. Semakin tinggi *impurity*, semakin beragam kelas-kelas dalam *node* tersebut. Konsep ini penting dalam menentukan kualitas pemecahan (*split*) data pada saat membangun pohon keputusan. *Gini index* menentukan kemurnian kelas tertentu setelah dipecah berdasarkan atribut tertentu, pemecahan terbaik meningkatkan kemurnian himpunan yang dihasilkan dari pemecahan tersebut [21]. Nilai *gini* yang lebih rendah menunjukkan *node* yang lebih murni.

*Maximal depth* pada *decision tree* merupakan parameter yang menentukan seberapa dalam pohon keputusan dapat tumbuh. Nilai *maximal depth* adalah batasan yang ditetapkan untuk mengontrol kompleksitas model dan menghindari *overfitting*. *Grid search* mencoba beberapa nilai *maximal depth* dan memilih yang terbaik berdasarkan kinerja model. Sedangkan *minimal leaf size* pada *decision tree* merupakan parameter yang menentukan jumlah minimum sampel yang harus ada di setiap daun (*leaf*) pohon keputusan. *Minimal leaf size* memiliki fungsi yang sama dengan *maximal depth* yakni untuk mengontrol kompleksitas model dan menghindari *overfitting*.

Pengetahuan atau pola yang dihasilkan oleh algoritma *decision tree* berupa pohon keputusan yang selanjutnya diekstrak dalam bentuk aturan atau *rule base (IF-THEN)* sebagai proses akuisisi pengetahuan agar dapat diterjemahkan oleh komputer. Ada 26 *rule base* yang terbentuk dari hasil akuisisi pengetahuan dan dijabarkan pada Tabel 3. *Rule base* tersebut berfungsi sebagai basis pengetahuan (*knowledge base*) dalam membuat aplikasi SIPENTING. Ukuran evaluasi metode yang digunakan pada eksperimen ini berupa akurasi. Perolehan nilai akurasi dari kinerja algoritma *decision tree* yang dioptimasi dengan *grid search* digambarkan pada Gambar 3.

```
[ ] # Evaluasi model
conMatrix = confusion_matrix(ytest, predict)
print("Confusion Matrix")
print(conMatrix)
accuracy = classification_report(ytest, predict)
print(accuracy)
print("Nilai Akurasi pada Data Testing = ", tree_df.score(xtest[selected_features], ytest) * 100, "%")
```

Confusion Matrix

```
[[12  0  0]
 [ 0  5  1]
 [ 1  1  2]]
```

	precision	recall	f1-score	support
0	0.92	1.00	0.96	12
1	0.83	0.83	0.83	6
2	0.67	0.50	0.57	4
accuracy			0.86	22
macro avg	0.81	0.78	0.79	22
weighted avg	0.85	0.86	0.85	22

Nilai Akurasi pada Data Testing = 86.363636363636 %

**Gambar 3. Hasil akurasi *decision tree***

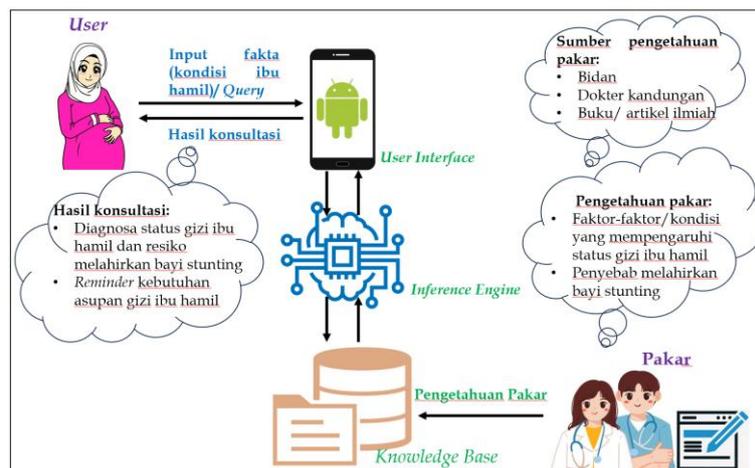
Gambar 3 menjelaskan bahwa perolehan nilai akurasi *decision tree* yang dioptimasi dengan *grid search* >85% yakni sebesar 86,36%. Sehingga pola atau *rule base* yang dihasilkan dapat diimplementasikan untuk pembuatan aplikasi SIPENTING.

**Tabel 3. Rule base aplikasi SIPENTING**

Kode Rule	Rule Base (IF-THEN)
R1	<b>IF</b> Berat Badan Ibu Selama Hamil (kg) = 36-50 <b>AND</b> Pendidikan Terakhir Ibu = Perguruan Tinggi <b>THEN</b> normal {normal=1, kurang=0, lebih=0}
R2	<b>IF</b> Berat Badan Ibu Selama Hamil (kg) = 36-50 <b>AND</b> Pendidikan Terakhir Ibu = SD sederajat <b>THEN</b> kurang {normal=0, kurang=1, lebih=0}
R3	<b>IF</b> Berat Badan Ibu Selama Hamil (kg) = 36-50 <b>AND</b> Pendidikan Terakhir Ibu = SMA sederajat <b>THEN</b> kurang {normal=0, kurang=13, lebih=0}
...	...
R26	<b>IF</b> Berat Badan Ibu Selama Hamil (kg) > 65 <b>AND</b> Berat Badan Ibu Sebelum Hamil (kg) > 65 <b>THEN</b> normal {normal=10, kurang=2, lebih=1}

#### 4.2 Eksperimen Implementasi Rule Base

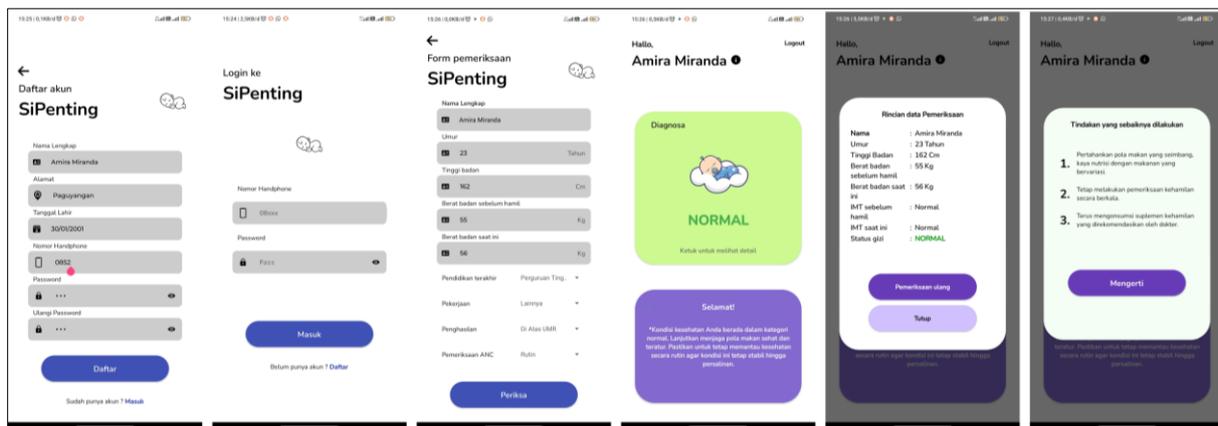
Eksperimen implementasi *rule base* pada Tabel 3 diawali dengan rancangan aplikasi SIPENTING yang digambarkan pada Gambar 4.



**Gambar 4. Rancangan aplikasi SIPENTING**

Gambar 4 menggambarkan rancangan aplikasi SIPENTING. Ibu hamil dapat memberikan seperangkat fakta sebagai inputan ke sistem melalui *user interface* yang berisi tentang kondisi ibu hamil seperti usia, berat badan sebelum dan selama hamil, tinggi badan, dan kondisi lainnya. *Inference engine* pada sistem pakar merupakan komponen yang menerapkan aturan dalam basis pengetahuan untuk menarik kesimpulan atau memberikan rekomendasi. SIPENTING yang telah menyimpan pengetahuan pakar dalam bentuk *rule base* (Tabel 2) akan menghasilkan kesimpulan apakah ibu hamil beresiko melahirkan bayi stunting atau tidak berdasarkan diagnosa status gizi ibu hamil melalui *inference engine*.

Pengembangan aplikasi menggunakan *Kodular* yakni *platform* yang digunakan untuk membuat aplikasi berbasis *android*. *Kodular* dapat digunakan tanpa melalui proses pemrograman yang rumit, sehingga lebih mudah digunakan oleh penggunanya [26]. *Kodular* dapat diakses melalui <https://www.kodular.io/>. Hasil pengembangan aplikasi SIPENTING digambarkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan aplikasi SIPENTING

Gambar 4 merupakan tampilan atau *user interface* dari pengembangan aplikasi SIPENTING. Aplikasi SIPENTING yang dapat diakses oleh *user* dalam hal ini ibu hamil meliputi *form* pendaftaran akun, *form login*, *form pemeriksaan*, *form hasil pemeriksaan*, *form rincian hasil pemeriksaan*, dan *form tindak lanjut*. Ibu hamil dapat melakukan registrasi pada *form* pendaftaran akun apabila belum memiliki akun, selanjutnya ibu hamil dapat *login* dan mengisi data diri sesuai kondisi ibu hamil pada *form pemeriksaan*. Hasil diagnosa status gizi ibu hamil akan ditampilkan pada *form hasil pemeriksaan*. *Form tindak lanjut* berisi edukasi atau pengetahuan bagi hamil sebagai tindak lanjut apa yang harus dilakukan oleh ibu hamil berdasarkan hasil diagnosa status gizi ibu hamil. Edukasi tersebut dapat dijadikan pemahaman untuk ibu hamil dalam mencegah melahirkan bayi *stunting*.

## 5 Kesimpulan

Proses mentransformasikan pengetahuan dari seorang pakar menjadi basis pengetahuan yang dapat dimengerti oleh komputer dikenal sebagai akuisisi pengetahuan. Tahapan ini sering menjadi salah satu tantangan utama dalam pengembangan sistem pakar. Akuisisi pengetahuan biasanya dilakukan dengan menyusun aturan produksi, yang nantinya membentuk basis aturan (*rule base*) dalam format JIKA-MAKA (IF-THEN) dan disimpan sebagai basis pengetahuan. Dalam penelitian ini, algoritma *decision tree* yang dioptimalkan dengan *grid search* berhasil mengubah pengetahuan tentang kondisi ibu hamil menjadi basis aturan yang dapat diterapkan dalam pengembangan aplikasi SIPENTING. *Grid search* menerapkan *gini index* sebagai *split criteria* yang digunakan oleh *decision tree* dalam membangun model atau pola pohon keputusan. Hal ini dibuktikan dengan akurasi kinerja algoritma *decision tree* yang mencapai 86,3%. Penelitian ini berpotensi meningkatkan pemahaman dan pencegahan stunting melalui pemodelan berbasis data. Dengan menggunakan algoritma *decision tree* dan *grid search*, sistem pakar yang dikembangkan dapat memberikan rekomendasi yang efektif dan berbasis bukti untuk menangani masalah *stunting*.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih yang sebesar-besarnya kami ucapkan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi atas dukungan dan pemberian anggaran penelitian. Bantuan ini menjadi kontribusi penting sehingga kegiatan penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

## Referensi

- [1] M. Tahangnacca, R. Amiruddin, Ansariadi, and A. Syam, "Model of Stunting Determinants: A Systematic Review," *Enfermeria Clinica*, vol. 30, pp. 241–245, 2020, doi: 10.1016/j.enfcli.2019.10.076.
- [2] S. Supadmi *et al.*, "Factor Related to Stunting of Children Under Two Years with Working Mothers in Indonesia," *Clinical Epidemiology and Global Health*, vol. 26, no. May 2023, p. 101538, 2024, doi: 10.1016/j.cegh.2024.101538.
- [3] T. Huriah and N. Nurjannah, "Risk Factors of Stunting in Developing Countries: A Scoping Review," *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, vol. 8, no. F, pp. 155–160, 2020, doi: 10.3889/oamjms.2020.4466.
- [4] T. Mulyaningsih, I. Mohanty, V. Widyaningsih, T. A. Gebremedhin, R. Miranti, and V. H. Wiyono, "Beyond Personal Factors: Multilevel Determinants of Childhood Stunting in Indonesia," *PLoS ONE*, vol. 16, no. 11 November, pp. 1–19, 2021, doi: 10.1371/journal.pone.0260265.
- [5] M. Rosyidah, Y. L. R. Dewi, and I. Qadrijati, "Effects of Stunting on Child Development: A Meta-Analysis," *Journal of Maternal and Child Health*, vol. 6, no. 1, pp. 25–34, 2021, doi: 10.26911/thejmch.2021.06.01.03.
- [6] W. R. W. Taib and I. Ismail, "Evidence of Stunting Genes in Asian Countries: A review," *Meta Gene*, vol. 30, no. June, p. 100970, 2021, doi: 10.1016/j.mgene.2021.100970.
- [7] D. Hermawan, D. Kurniasari, V. Sandayanti, N. Sari, and E. Listyaningsih, "Relationships of Deworming Drug Consumption and Animal Protein Intake with Stunting," *Parasite Epidemiology and Control*, vol. 23, no. October, p. e00326, 2023, doi: 10.1016/j.parepi.2023.e00326.
- [8] D. Arini, I. Fatmawati, D. Ernawati, and A. Berlian, "Hubungan Status Gizi Ibu Selama Hamil dengan Kejadian Stunting pada Bayi Usia 0-12 Bulan di Wilayah Kerja Puskesmas Kenjeran Surabaya," *EDUNursing*, vol. 4, no. 1, Jul. 2020.
- [9] I. N. Ramadhani, Masni, A. Syam, A. Seweng, Stang, and R. Nur, "The Relationship Between Socioeconomic Status and Nutritional Status of Pregnant Women in Temporary Shelter, Talise, Palu," *Gaceta Sanitaria*, vol. 35, pp. S171–S175, 2021, doi: 10.1016/j.gaceta.2021.10.018.
- [10] A. Basir *et al.*, "Application Rule Base on Facial Skin Type Identification Expert System using Forward Chaining," *SISTEMASI: Jurnal Sistem Informasi*, Vol 13, no 4, pp. 1427-1437, 2024.
- [11] D. Janjanam, B. Ganesh, and L. Manjunatha, "Design of an Expert System Architecture: An Overview," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1767, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1767/1/012036.
- [12] F. A. Tyas, U. Ghoni, and S. Ismaya, "Penentuan Rule Base pada Sistem Pakar Identifikasi Jenis Kulit Wajah menggunakan Algoritma c4.5," in *Conference on Electrical Engineering, Informatics, Industrial Technology, and Creative Media 2023*, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Institut Teknologi Telkom Purwokerto, 2023, pp. 653–662.
- [13] C. J. Mantas and J. Abellán, "Credal-C4.5: Decision Tree based on Imprecise Probabilities to Classify Noisy Data," *Expert Systems with Applications*, vol. 41, no. 10, pp. 4625–4637, 2014, doi: 10.1016/j.eswa.2014.01.017.
- [14] W. Nugraha and A. Sasongko, "Hyperparameter Tuning pada Algoritma Klasifikasi dengan Grid Search Hyperparameter Tuning on Classification Algorithm with Grid Search," *SISTEMASI: Jurnal Sistem Informasi*, vol. 11, no. 2, pp. 391–401, 2022.
- [15] Y. Zhao, W. Zhang, and X. Liu, "Grid Search with a Weighted Error Function: Hyper-Parameter Optimization for Financial Time Series Forecasting," *Applied Soft Computing*, vol. 154, no. February, 2024, doi: 10.1016/j.asoc.2024.111362.

- [16] M. Hussain *et al.*, “A Security Framework for mHealth Apps on Android Platform,” *Computers and Security*, vol. 75, pp. 191–217, 2018, doi: 10.1016/j.cose.2018.02.003.
- [17] A. Saibene, M. Assale, and M. Giltri, “Expert Systems: Definitions, Advantages and Issues in Medical Field Applications,” *Expert Systems with Applications*, vol. 177, no. March, p. 114900, 2021, doi: 10.1016/j.eswa.2021.114900.
- [18] S. Shishehchi and S. Y. Banihashem, “A Rule based Expert System based on Ontology for Diagnosis of ITP Disease,” *Smart Health*, vol. 21, no. March, p. 100192, 2021, doi: 10.1016/j.smhl.2021.100192.
- [19] H. Rahman, M. Nulanda, N. Nurmadilla, A. S. Dewi, and S. Darma, “Analisis Status Gizi Ibu Sebelum Hamil terhadap Pemeriksaan Antropometri Luaran Bayi Baru Lahir di Rumah Sakit Nenemallomo Kabupaten Sidenreng Rappang Sulawesi Selatan,” vol. 4, pp. 5492–5508, 2024.
- [20] J. Abellán, C. J. Mantas, and J. G. Castellano, “AdaptativeCC4.5: Credal C4.5 with a Rough Class Noise Estimator,” *Expert Systems with Applications*, vol. 92, pp. 363–379, 2018, doi: 10.1016/j.eswa.2017.09.057.
- [21] S. Tangirala, “Evaluating the Impact of GINI Index and Information Gain on Classification using Decision Tree Classifier Algorithm,” *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 11, no. 2, pp. 612–619, 2020, doi: 10.14569/ijacsa.2020.0110277.
- [22] J. J. Purnama, Nina Kurnia Hikmawati, and Sri Rahayu, “Analisis Algoritma Klasifikasi untuk mengidentifikasi Potensi Risiko Kesehatan Ibu Hamil,” *Journal of Applied Computer Science and Technology*, vol. 5, no. 1, pp. 120–127, Jun. 2024, doi: 10.52158/jacost.v5i1.809.
- [23] M. Ogunsanya, J. Isichei, and S. Desai, “Grid Search Hyperparameter Tuning in Additive Manufacturing Processes,” *Manufacturing Letters*, vol. 35, pp. 1031–1042, 2023, doi: 10.1016/j.mfglet.2023.08.056.
- [24] F. A. Tyas, U. Ghoni, and S. Ismaya, “Penentuan Rule Base pada Sistem Pakar Identifikasi Jenis Kulit Wajah menggunakan Algoritma c4.5,” in *Conference on Electrical Engineering, Informatics, Industrial Technology, and Creative Media 2023*, 2023, pp. 653–662.
- [25] C. Zhang and J. Han, *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*. Boston, MA: Springer US, 2010. doi: 10.1007/978-0-387-09823-4.
- [26] C. Hasanudin, A. Fitriarningsih, D. Nuri, P. Utomo, M. Abu, and R. Baihaqi, “Strategies to Create Digital Learning Materials of Early Reading for Elementary School Students using Kodular,” *International Conference on Education Innovation and Social Science*, pp. 34–47, 2022.