

SISTEM REKOMENDASI KEPUTUSAN UPGRADE SMARTPHONE MENGGUNAKAN ALGORITMA C4.5 BERBASIS AI

Haris Nizhomul Haq^{1*}, Hermansyah Nur Ahmad², Ryan Catur², Anderias Eko Wijaya², Kodar Udoyono³, Eka Permana³, Daud Elia Leander³

¹Sistemi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Mandiri

²Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Mandiri

³Teknik Komputer dan Jaringan, Fakultas Teknik, Universitas Mandiri

Harisnizhomulhag@gmail.com¹, Hermansyanr@gmail.com², Ryancatur25@gmail.com²,
ekowjy09@gmail.com², kangkodar@gmail.com³, exadoank@gmail.com³, daudelialeander@gmail.com³

Received: 2026-12-23 | Accepted: 2026-12-29 | Published: 2026-04-30

Abstrak

Pertumbuhan penggunaan smartphone mendorong kebutuhan pengambilan keputusan yang rasional terkait upgrade perangkat. Banyak pengguna melakukan upgrade tanpa mempertimbangkan kondisi aktual perangkat dan kebutuhan penggunaan. Penelitian ini bertujuan membangun sistem rekomendasi berbasis kecerdasan buatan untuk menentukan keputusan upgrade smartphone secara objektif. Metode yang digunakan adalah algoritma C4.5 untuk klasifikasi keputusan upgrade berdasarkan atribut spesifikasi perangkat dan pola penggunaan. Dataset yang digunakan berjumlah 100 data, terdiri dari 80 data training dan 20 data testing.

Hasil penelitian menunjukkan sistem mampu menghasilkan model pohon keputusan yang representatif dalam menentukan keputusan upgrade. Evaluasi performa menggunakan confusion matrix menghasilkan akurasi sebesar 95,00 persen yang termasuk kategori sangat baik. Sistem juga diintegrasikan dengan AI Gemini untuk menghasilkan penjelasan naratif dari hasil klasifikasi sehingga meningkatkan interpretabilitas keputusan.

Kontribusi penelitian terletak pada integrasi algoritma klasifikasi dengan model generatif untuk menghasilkan rekomendasi yang tidak hanya akurat tetapi juga informatif. Sistem ini memberikan solusi praktis bagi pengguna dalam menentukan kebutuhan upgrade smartphone secara efisien.

Kata kunci: C4.5, Sistem rekomendasi, Smartphone, Klasifikasi, Kecerdasan Buatan

Abstract

The increasing use of smartphones necessitates rational decision-making about device upgrades. Many users upgrade without considering the actual device condition and usage requirements. This study aims to develop an artificial intelligence-based recommendation system to objectively determine smartphone upgrade decisions. The method used is the C4.5 algorithm for classification based on device specifications and usage patterns. The dataset consists of 100 records, including 80 for training and 20 for testing.

The results show that the system successfully generates a representative decision tree model. Performance evaluation using a confusion matrix yields an accuracy of 95.00 percent, categorized as excellent. The system is also integrated with AI Gemini to generate narrative explanations from classification results, improving interpretability.

The contribution lies in integrating classification algorithms with generative models to produce accurate and informative recommendations. This system provides a practical solution for users to efficiently determine smartphone upgrade needs.

Keywords: Artificial Intelligence, C4.5, Classification, Recommendation System, Smartphone

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi pada era modern mengalami akselerasi signifikan yang mentransformasi berbagai aspek kehidupan manusia. Inovasi di bidang teknologi informasi, telekomunikasi, dan jaringan internet telah mendorong terciptanya ekosistem digital yang mengutamakan efisiensi dan pertukaran informasi secara real-time. Transformasi digital ini secara fundamental mengubah pola komunikasi dan perilaku konsumsi teknologi masyarakat [1]. Salah satu manifestasi utama dari perkembangan ini adalah smartphone, yang kini mengintegrasikan fungsi komunikasi tingkat lanjut dengan kapasitas pemrosesan data yang masif dalam satu perangkat genggam.

Smartphone saat ini dikategorikan sebagai perangkat komputasi cerdas dengan kapabilitas yang setara dengan komputer portabel, didukung oleh sistem operasi yang memungkinkan instalasi aplikasi kompleks, pemrosesan dokumen, dan fungsi multimedia [2]. Pemanfaatannya telah meluas mulai dari transaksi finansial digital, platform pembelajaran daring, hingga menjadi unit kendali utama dalam ekosistem Internet of Things (IoT). Peningkatan peran smartphone dalam aktivitas harian menciptakan urgensi bagi pengguna untuk menjaga performa perangkat agar tetap relevan dengan tuntutan beban kerja aplikasi yang semakin berat.

Namun, keputusan untuk melakukan upgrade smartphone sering kali dilakukan secara impulsif tanpa analisis berbasis data, sehingga perangkat yang dibeli tidak selalu selaras dengan kebutuhan aktual pengguna. Fenomena ini menegaskan kebutuhan akan sistem pendukung keputusan (Decision Support System) yang mampu memberikan rekomendasi secara objektif. Salah satu pendekatan yang tetap unggul dalam klasifikasi data adalah algoritma C4.5. Algoritma ini bekerja dengan membentuk model pohon keputusan melalui perhitungan Entropy dan Information Gain untuk menentukan atribut paling berpengaruh dalam pengambilan keputusan [1].

Penelitian terbaru menegaskan bahwa algoritma berbasis decision tree masih memiliki performa tinggi dan relevansi kuat dalam kasus klasifikasi kompleks. Kotu & Deshpande menjelaskan bahwa C4.5 memiliki keunggulan komparatif dalam hal interpretabilitas dan efisiensi, terutama pada dataset yang memiliki campuran atribut kategorikal dan numerik [3]. Lebih lanjut, studi oleh Sarker dalam konteks machine learning yang sistematis menunjukkan bahwa metode data mining berbasis pohon keputusan tetap menjadi pendekatan paling efektif untuk pengambilan keputusan berbasis data di berbagai domain aplikasi karena strukturnya yang transparan [4].

Dalam konteks sistem rekomendasi, penelitian oleh Sarker membuktikan bahwa model klasifikasi berbasis pohon keputusan mampu memberikan akurasi tinggi pada analisis berbasis data pengguna [1]. Sementara itu, integrasi antara model klasifikasi tradisional dengan AI generatif kini menjadi tren baru dalam *Explainable AI* (XAI) untuk mengatasi masalah kompleksitas model. Pendekatan interpretabilitas dalam algoritma klasifikasi dapat meningkatkan kepercayaan dan pemahaman pengguna terhadap sistem otomatis melalui penjelasan yang lebih transparan [5].

Algoritma C4.5 memiliki potensi besar untuk diimplementasikan dalam sistem rekomendasi upgrade smartphone. Kebaruan dalam penelitian ini terletak pada integrasi algoritma C4.5 dengan model AI generatif. Integrasi ini bertujuan untuk mentransformasi output klasifikasi yang bersifat teknis menjadi penjelasan naratif yang komunikatif, sehingga meningkatkan transparansi dan penerimaan pengguna terhadap rekomendasi yang diberikan.

2. Metode Penelitian (*Methodology / Research Method*)

Pendekatan yang digunakan adalah kuantitatif dengan desain eksperimen. Dataset terdiri dari 100 data pengguna smartphone dengan atribut usia perangkat, kapasitas RAM, penyimpanan, performa, intensitas penggunaan, dan kebutuhan aplikasi. Label klasifikasi terdiri dari dua kelas yaitu perlu upgrade dan tidak perlu upgrade. Pendekatan kuantitatif dengan eksperimen digunakan untuk menguji performa model klasifikasi secara terukur.

Tahapan penelitian meliputi:

1. Pengumpulan data melalui observasi dan simulasi dataset yang merepresentasikan kondisi penggunaan smartphone. Teknik ini digunakan untuk memperoleh data yang relevan dengan kebutuhan model klasifikasi [6].
2. Preprocessing data meliputi pembersihan data, penanganan missing value, serta transformasi atribut agar sesuai dengan kebutuhan algoritma klasifikasi [7].
3. Pembentukan model menggunakan algoritma C4.5 untuk menghasilkan pohon keputusan. Algoritma ini memilih atribut terbaik berdasarkan nilai information gain untuk membangun struktur pohon yang optimal [8].

4. Pembagian data menjadi 80 persen data training dan 20 persen data testing. Pembagian ini digunakan untuk menguji kemampuan generalisasi model terhadap data yang tidak dilatih sebelumnya [9].
5. Evaluasi model menggunakan confusion matrix dan perhitungan akurasi. Metode ini umum digunakan untuk mengukur performa model klasifikasi dalam data mining dan machine learning [10].
6. Integrasi hasil klasifikasi dengan AI Gemini untuk menghasilkan penjelasan naratif berbasis hasil keputusan model sehingga meningkatkan interpretabilitas sistem.

Perhitungan entropy dan information gain digunakan dalam pembentukan pohon keputusan sebagai berikut [3]:

$$Entropy(S) = \sum_{i=1}^n -p_i * \log_2 p \tag{1}$$

S : himpunan kasus
A : fitur
N : jumlah partisi S
pi : proporsi dari Si terhadap S

$$Gain(S, A) = Entropy(S) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} * Entropy \tag{2}$$

S : himpunan kasus
A : atribut
N : jumlah partisi atribut A
[Si] : jumlah kasus pada partisi ke-i
[S] : jumlah kasus pada S

Konsep entropy dan information gain merupakan dasar dalam algoritma C4.5 untuk menentukan atribut terbaik dalam proses pemisahan data [8].

Validasi dilakukan menggunakan data testing untuk memastikan kemampuan generalisasi model terhadap data baru. Evaluasi ini penting untuk menghindari overfitting dan memastikan model memiliki performa yang stabil [9].

3. Hasil dan Pembahasan (Results and Discussion)

Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui kuesioner terstruktur yang disebarakan kepada responden secara daring. Instrumen kuesioner dirancang untuk menjangring informasi mengenai spesifikasi smartphone yang digunakan saat ini, yang meliputi variabel-variabel berikut:

1. Harga: Rentang harga perangkat dalam satuan mata uang.
2. Kapasitas RAM: Ukuran memori akses acak (GB).
3. Penyimpanan Internal: Kapasitas media penyimpanan data (GB).
4. Resolusi Kamera: Kualitas optik kamera utama (Megapiksel).
5. Kegunaan Utama: Prioritas penggunaan perangkat (misalnya: gaming, fotografi, produktivitas, atau penggunaan harian).

Dataset yang berhasil dikumpulkan berjumlah 100 entri data. Sesuai dengan prinsip hold-out method, dataset dibagi menjadi dua bagian dengan rasio 80:20. Sebesar 80% (80 data) dialokasikan sebagai data training untuk pembentukan model pohon keputusan algoritma C4.5, dan 20% (20 data) digunakan sebagai data testing untuk menguji akurasi serta validasi model [1].

Pembagian dataset ini merujuk pada praktik umum dalam machine learning di mana proporsi yang lebih besar diberikan kepada proses pembelajaran untuk memastikan model menangkap pola data secara optimal [3]. Struktur dataset tersebut disajikan pada Tabel 1. berikut:

Tabel 1. Dataset

No	Harga	RAM	Kamera	Kegunaan	Label
1	27.000.000	24 GB	200 MP	Sosial Media	Tidak Pelu Upgrade
2	13.470.161	12 GB	108 MP	Sosial Media	Tidak Pelu Upgrade
3	2.700.000	6 GB	12 MP	Gaming	Upgrade

4	2.436.839	6 GB	12 MP	Editor	Upgrade
5	19866419	16 GB	200 MP	Sosial Media	Tidak Perlu Upgrade
6	24.141.351	24 GB	200 MP	Foto	Tidak Perlu Upgrade
7	27.000.000	24 GB	200 MP	Nonton	Tidak Perlu Upgrade
8	8.253.027	16 GB	108 GB	Sosial Media	Tidak Perlu Upgrade
9	1.268.528	4 GB	12 MP	Bekerja	Upgrade
10	3.404.185	16 GB	24 MP	Sosial Media	Tidak Perlu Upgrade
...
...
110	27.000.000	24 GB	200 MP	Video	Tidak Perlu Upgrade

Untuk mengoptimalkan pemrosesan algoritma C4.5, variabel kontinu seperti Harga dan Kamera dikategorikan menggunakan pendekatan interval berbasis skala linier. Hal ini bertujuan untuk mempermudah penghitungan *Information Gain* pada setiap atribut.

Penentuan interval harga dilakukan dengan menghitung rentang (*range*) antara skor tertinggi dan terendah, kemudian dibagi ke dalam tiga kategori (Tinggi, Sedang, Rendah).

a. Perhitungan Interval [1][3]:

$$Interval = \frac{Skor_{Max} - Skor_{Min}}{Jumlah\ Kategori} \quad (3)$$

Kriteria Penilaian Harga:

- Tinggi: \geq Rp18.351.409
- Sedang: Rp10.000.000 – Rp17.999.999
- Rendah: \leq Rp10.000.000

b. Kategorisasi Atribut Kamera:

Serupa dengan atribut harga, resolusi kamera dikelompokkan untuk mengurangi noise pada pohon keputusan:

- Tinggi : \geq 137 MP
- Sedang: 48 – 108 MP
- Rendah: \leq 48 MP

3.1. Implementasi Algoritma C4.5

Menghitung Entropy Total

$$\begin{aligned} E_{Total}(S) &= - \sum_{i=1}^n P_i \times \log_2(P_i) \\ &= - \left(\frac{29}{80} \log_2 \frac{29}{80} + \frac{51}{80} \log_2 \frac{51}{80} \right) \\ &= -(0,3625 \log_2 0,3625 + 0,6375 \log_2 0,6375) \\ &= -(0,3625 \times (-1,463) + 0,6375 \times (-0,650)) \\ &= 0,529 + 0,414 \\ &= 0,944738829 \end{aligned}$$

Menghitung Parameter Harga Maksimal

$$\begin{aligned} E_{Rendah} &= - \left(\frac{28}{40} \log_2 \frac{28}{40} + \frac{12}{40} \log_2 \frac{12}{40} \right) \\ &= -(0,7 \log_2 0,7 + 0,3 \log_2 0,3) \\ &= -(0,7 \times (-0,5146) + 0,3 \times (-1,737)) \\ &= 0,3602 + 0,5211 \\ &= 0,881290899 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{Sedang} &= -(0 \log_2 0 + 1 \log_2 1) \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$E_{Tinggi} = - \left(\frac{1}{24} \log_2 \frac{1}{24} + \frac{23}{24} \log_2 \frac{23}{24} \right)$$

$$\begin{aligned}
 &= -(0,0417 \times (-4,585) + 0,39583(-0,061)) \\
 &= 0,1910 + 0,0588 \\
 &= 0,249882293
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \checkmark \text{ Gain}_{\text{HargaMaksimal}} &= \text{Entropy}(S) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} \times \text{Entropy}(S_i) \\
 &= 0,944738829 - \left(\frac{40}{80} \times 0,881290899 + \frac{16}{80} \times 0 + \frac{24}{80} \times 0,249882293 \right) \\
 &= 0,944738829 - (0,5 \times 0,881290899 + 0,2 \times 0 + 0,3 \times 0,249882293) \\
 &= 0,944738829 - (0,44064545 + 0 + 0,0749646879) \\
 &= 0,944738829 - 0,5156101138 \\
 &= 0,429128691
 \end{aligned}$$

Tabel 2. Tabulasi Node 1.1

Node	Atribut		Total (s)	Upgrade (S ₁)	Tidak Perlu Upgrade (S ₂)	Entropy	Gain
1.2	TOTAL		40	28	12	0,881290899	
	Ram						0,146200095
		Rendah	23	20	3	0,558629373	
		Sedang	9	5	4	0,99107606	
		Tinggi	8	3	5	0,954434003	
	Kamera						0,09316657
		Rendah	31	24	7	0,770629069	
		Sedang	8	3	5	0,954434003	
		Tinggi	1	1	0	0	
	Kegunaan						0,449509662
		Fotografi	13	11	2	0,619382195	
		Multimedia	9	8	1	0,503258335	
		Produktivitas	10	9	1	0,468995594	
		Standar	8	0	8	0	

Berdasarkan tabel tabulasi di atas, hasil perhitungan pada node 1.1 menunjukkan bahwa atribut dengan nilai *gain* tertinggi adalah harga maksimal, yaitu sebesar 0,429128691. Oleh karena itu, atribut harga maksimal ditetapkan sebagai *node* akar pada pohon keputusan.

Atribut harga maksimal memiliki tiga kategori nilai, dimana kategori Sedang diklasifikasikan sebagai “Tidak Perlu Update”, dan kategori Tinggi diklasifikasikan sebagai “Tidak Perlu Update”. Sementara itu, kategori Rendah masih perlu dilakukan perhitungan lagi karena belum mendapatkan kelas. Dengan demikian terbentuk pohon keputusan sebagai berikut:



Gambar 1. Pohon Keputusan Node 1.1

Tabel 3.x Tabulasi Node 1.2

Node	Atribut		Total (s)	Upgrade (S ₁)	Tidak Perlu Upgrade (S ₂)	Entropy	Gain
1.3	TOTAL		13	11	2	0,619382195	
	Ram						0,146200095
		Rendah	10	10	0	0	
		Sedang	2	1	1	1	
		Tinggi	1	0	1	0	
	Kamera						0,619382195
		Rendah	11	11	0	0	
		Sedang	2	0	2	0	
		Tinggi	0	0	0	0	

Diperoleh nilai gain sebesar 0.619382195, sehingga atribut kamera dijadikan percabangan dari node kegunaan kategori fotografi. Pada percabangan tersebut, untuk kamera dengan kategori rendah diklasifikasikan sebagai “Upgrade”, dan untuk kategori sedang diklasifikasikan sebagai “Tidak Perlu Update”. Sementara itu, pada kategori tinggi tidak terdapat data sehingga tidak terbentuk kelas.

Atribut RAM memiliki nilai gain yang lebih kecil sehingga tidak digunakan sebagai percabangan karena kontribusinya dalam membedakan kelas pada node ini lebih rendah dibandingkan dengan atribut kamera. Dengan demikian, bentuk akhir dari pohon keputusan dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. Pohon Keputusan Node 1.3

Untuk mengukur kinerja model yang telah dibangun, dilakukan pengujian menggunakan *testing set* guna memperoleh nilai Akurasi (*Accuracy*), Presisi (*Precision*), *Recall*, dan *Error Rate*. Evaluasi ini dilakukan melalui kalkulasi statistik berdasarkan *Confusion Matrix*, yang memetakan perbandingan antara nilai prediksi model dengan nilai aktual di lapangan. Penggunaan *Confusion Matrix* merupakan standar dalam evaluasi algoritma klasifikasi untuk memastikan model tidak hanya unggul dalam akurasi global, tetapi juga presisi pada tiap kelas target [1].

Metrik evaluasi seperti *Recall* sangat krusial dalam sistem rekomendasi untuk meminimalkan kesalahan klasifikasi pada data yang bersifat sensitif terhadap keputusan. Struktur *Confusion Matrix* yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 3 berikut:

Table View
 Plot View

accuracy: 95.00%

	true Upgrade	true Tidak Perlu Upgrade	class precision
pred. Upgrade	6	0	100.00%
pred. Tidak Perlu Upgrade	1	13	92.86%
class recall	85.71%	100.00%	

Gambar 3. Akurasi

- Accuracy

$$\frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN} = \frac{6 + 13}{20} = \frac{19}{20} = 95,00\%$$
- Recall / Sensitivity

$$\frac{TP}{TP + FN} = \frac{6}{6 + 1} = \frac{6}{7} = 0,85 = 85,71\%$$
- Precision

$$\frac{TP}{TP + FP} = \frac{6}{6 + 0} = \frac{6}{6} * 100 = 100\%$$
- Error Rate

$$\frac{FP + FN}{Total} = \frac{0 + 1}{20} = \frac{1}{20} = 5\%$$

3.2. Implementasi Algoritma C4.5

Sistem ini mengintegrasikan algoritma klasifikasi C4.5 dengan layanan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) berbasis model bahasa besar (*Large Language Model*) untuk menghasilkan rekomendasi *upgrade smartphone* yang terpersonalisasi. Proses kerja sistem diawali dengan input data spesifikasi perangkat oleh pengguna melalui antarmuka berbasis web. Data tersebut kemudian diproses pada bagian *backend* menggunakan algoritma C4.5 untuk menghasilkan klasifikasi keputusan dalam bentuk label "Upgrade" atau "Tidak Perlu Upgrade".

Hasil klasifikasi teknis tersebut selanjutnya dikirim menuju layanan AI (Gemini) melalui protokol *Application Programming Interface* (API). Peran AI dalam ekosistem ini adalah sebagai penyedia *Explainable AI* (XAI), yaitu mentransformasi hasil perhitungan numerik menjadi penjelasan naratif yang komprehensif mengenai alasan di balik keputusan tersebut [11]. Jika sistem merekomendasikan "Upgrade", AI akan melakukan kurasi terhadap daftar perangkat baru yang paling relevan dengan kebutuhan pengguna. Integrasi ini memastikan bahwa sistem tidak hanya memberikan hasil teknis yang akurat, tetapi juga memberikan nilai tambah berupa pemahaman kontekstual bagi pengguna. Alur integrasi komponen sistem dijelaskan pada Tabel 4. berikut:

Tabel 3. Integrasi AI

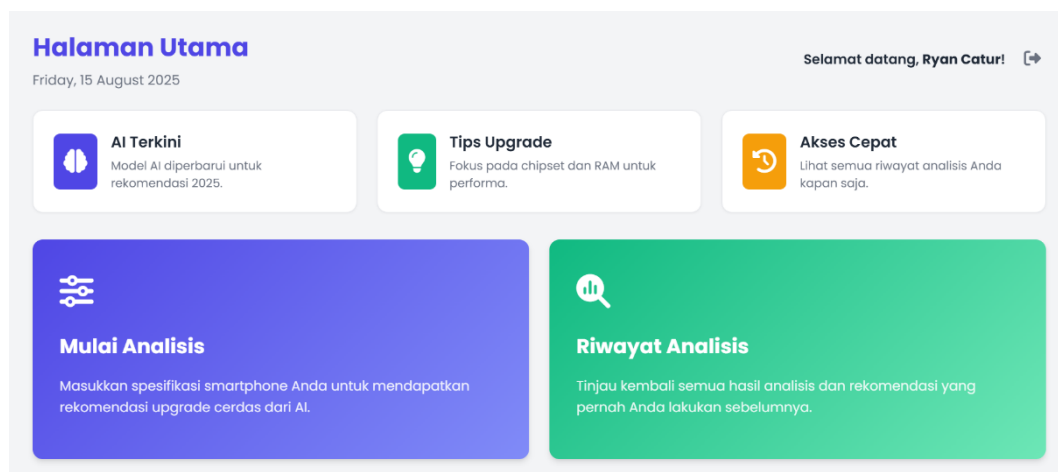
No	Komponen Sistem	Fungsi Utama	Peran dalam Integrasi
1	Antarmuka Input	Mengakuisisi data spesifikasi <i>smartphone</i> dari pengguna secara <i>real-time</i> .	Menyediakan data atribut sebagai entri awal untuk proses klasifikasi.
2	Backend (C4.5)	Menjalankan algoritma klasifikasi berdasarkan model pohon keputusan.	Menghasilkan label keputusan (target) yang menjadi dasar bagi analisis AI.
3	Layanan AI (Gemini)	Menginterpretasikan hasil klasifikasi dan menyusun narasi rekomendasi.	Menghubungkan hasil teknis dengan basis data pengetahuan untuk memberikan alasan logis.
4	Dashboard Output	Visualisasi hasil rekomendasi dan narasi penjelasan kepada pengguna.	Menampilkan 5 opsi perangkat jika label "Upgrade" atau alasan teknis jika "Tidak Perlu Upgrade".

3.3. Antarmuka Sistem

Halaman utama merupakan representasi dari *dashboard* sistem yang disajikan kepada pengguna setelah proses autentikasi berhasil. Berdasarkan Gambar 4, antarmuka ini dirancang dengan pendekatan *user-centered design* untuk memastikan kemudahan navigasi.

Sistem memberikan sambutan personal kepada pengguna yang sedang aktif (misalnya: "Selamat datang, Ryan Catur!") sebagai bentuk interaksi dinamis. Untuk fungsionalitas keamanan, tombol *logout* ditempatkan secara strategis pada pojok kanan atas layar. Arsitektur visual halaman utama dibagi menjadi dua bagian fungsional:

1. Panel Informasi (Bagian Atas): Terdiri dari tiga kartu informasi ringkas, yaitu "AI Terkini", "Tips Upgrade", dan "Akses Cepat". Komponen ini berfungsi untuk memberikan wawasan tambahan kepada pengguna terkait perkembangan teknologi terbaru.
2. Panel Navigasi Utama (Bagian Bawah): Menyediakan dua tombol aksi utama dengan penekanan visual yang kontras:
 - Tombol "Mulai Analisis": Diimplementasikan sebagai *Call-to-Action* (CTA) utama yang mengarahkan pengguna ke fitur inti sistem, yaitu proses klasifikasi berbasis algoritma C4.5.
 - Tombol "Riwayat Analisis": berfungsi untuk memfasilitasi pengguna dalam mengakses kembali basis data hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya.

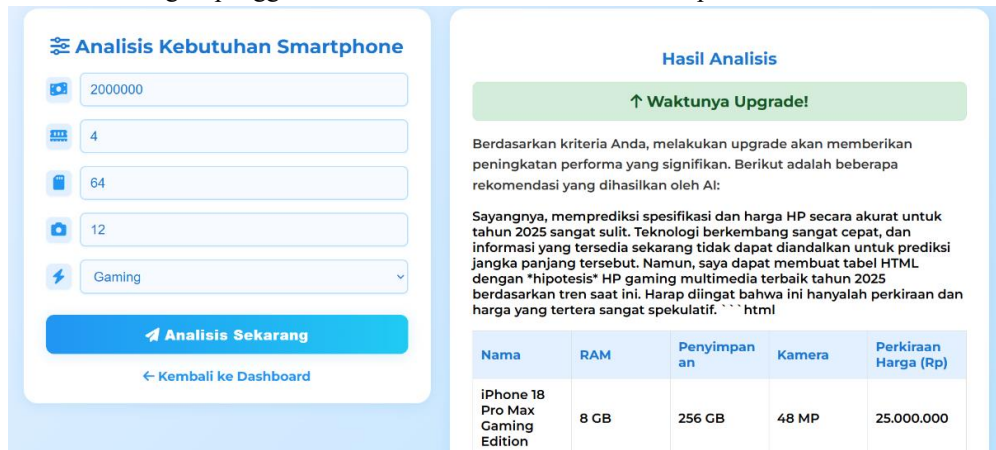


Gambar 4. Halaman Utama

Halaman Analisis merupakan representasi dari fungsionalitas inti sistem yang mengintegrasikan algoritma klasifikasi C4.5 dengan kecerdasan buatan. Berdasarkan Gambar 5, antarmuka ini dirancang dengan tata letak dua kolom (*two-column layout*) untuk memberikan alur kerja sistem:

1. Input Parameter (Sisi Kiri): Panel "Analisis Kebutuhan *Smartphone*" berfungsi sebagai media akuisisi data primer. Pengguna memasukkan variabel spesifikasi perangkat yang meliputi harga, kapasitas RAM, penyimpanan internal, resolusi kamera, dan orientasi kegunaan. Data ini merupakan atribut kunci yang akan diproses oleh mesin inferensi C4.5.
2. Output dan Interpretasi (Sisi Kanan): Setelah pengguna menekan tombol "Analisis Sekarang", sistem mengeksekusi proses klasifikasi secara *real-time*. Bagian "Hasil Analisis" menyajikan dua lapis informasi:
 - Output Teknis: Menampilkan label keputusan dari algoritma C4.5 (misalnya: "Waktunya Upgrade!" atau "Tidak Perlu Upgrade").
 - Output Naratif: Menyajikan penjelasan interpretatif dan kurasi rekomendasi perangkat dalam format tabel yang diproduksi secara dinamis oleh AI Gemini melalui integrasi API.

Sebagai pelengkap aspek *usability*, sistem menyediakan tombol "Kembali ke Dashboard" guna memfasilitasi navigasi pengguna kembali ke halaman utama setelah proses analisis selesai dilakukan.



Gambar 4. Halaman Analisis Smartphone

4. Kesimpulan (Conclusion)

Berdasarkan hasil implementasi, pengujian, dan analisis yang telah dilakukan terhadap sistem rekomendasi *upgrade smartphone* berbasis integrasi algoritma C4.5 dan AI Generatif, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Efektivitas Sistem: Sistem rekomendasi berhasil dikembangkan dan berfungsi secara optimal dalam memberikan saran *upgrade* perangkat yang terpersonalisasi. Proses klasifikasi yang didasarkan pada spesifikasi teknis dan pola kebutuhan pengguna mampu menghasilkan rekomendasi yang relevan dengan kondisi aktual perangkat.
2. Kinerja Algoritma: Pengujian model menggunakan metode *hold-out* dengan proporsi 80% *training data* dan 20% *testing data* menunjukkan performa yang sangat signifikan. Sistem berhasil mencapai tingkat akurasi sebesar 95,00%, yang merepresentasikan tingkat keandalan (*reliability*) tinggi dalam melakukan klasifikasi keputusan.
3. Transparansi dan Interpretasi AI: Integrasi Layanan AI (Gemini) terbukti efektif dalam menjalankan fungsi *Explainable AI* (XAI). Sistem mampu mentransformasi output teknis algoritma C4.5 menjadi penjelasan naratif yang komprehensif, sehingga memudahkan pengguna memahami alasan di balik keputusan "Upgrade" atau "Tidak Perlu Upgrade" beserta saran perangkat pengganti yang sesuai.
4. Kontribusi Ilmiah: Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa penggabungan algoritma klasifikasi tradisional dengan model generatif dapat meningkatkan kualitas informasi dan pengalaman pengguna. Sinergi ini mengatasi keterbatasan model pohon keputusan yang bersifat kaku dengan memberikan konteks informasi yang lebih dinamis dan mudah dipahami.

Daftar Pustaka

- [1] Sarker, I. H. (2021). "Machine Learning: Algorithms, Real-World Applications and Research Directions." *SN Computer Science*, 2(160). <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00592-x>
- [2] Alowaidi, M. (2023). "The Evolution of Smartphone Capabilities and Their Impact on Mobile Computing: A Comprehensive Review." *Journal of Computer Science and Information Technology*.
- [3] Kotu, V., & Deshpande, B. (2024). *Data Science: Concepts and Practice* (3rd ed.). Morgan Kaufmann.
- [4] Sarker, I. H. (2022). "Data Science and Analytics: An Overview from Data-Driven Smart Computing, Decision-Making and Real-World Problems." *Information Systems*, 107, 101965.
- [5] Tjoa, E., & Guan, C. (2021). "A Survey on Explainable Artificial Intelligence (XAI): Toward Medical XAI." *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 32(11), 4793-4813.

- DOI: 10.1109/TNNLS.2020.3027314.
- [6] J. Han, M. Kamber, and J. Pei, "Data Mining: Concepts and Techniques," 3rd ed., Morgan Kaufmann, 2012, doi:10.1016/C2009-0-61819-5.
 - [7] P. García-Laencina, J. Sancho-Gómez, and A. Figueiras-Vidal, "Pattern classification with missing data: a review," *Neural Computing and Applications*, vol. 19, pp. 263–282, 2010, doi:10.1007/s00521-009-0295-6.
 - [8] J. R. Quinlan, "Induction of Decision Trees," *Machine Learning*, vol. 1, pp. 81–106, 1986, doi:10.1007/BF00116251.
 - [9] R. Kohavi, "A Study of Cross-Validation and Bootstrap for Accuracy Estimation and Model Selection," *IJCAI*, 1995, doi:10.24963/ijcai.1995/073.
 - [10] T. Fawcett, "An introduction to ROC analysis," *Pattern Recognition Letters*, vol. 27, no. 8, pp. 861–874, 2006, doi:10.1016/j.patrec.2005.10.010.
 - [11] Dwivedi, Y. K., et al. (2023). "So what if ChatGPT wrote it?" Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy." *International Journal of Information Management*, 71, 102642. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642