DOKUMEN SPESIFIKASI & METODOLOGI SISTEM

MINDORA PSYCHOMETRIC & AI INSIGHTS

Kajian Lengkap Teori Psikometri, Algoritma Machine Learning (XAI), Integrasi Generative AI, dan Arsitektur Keamanan Data

Klasifikasi Dokumen	Dokumentasi Teknis & Metodologis (Whitepaper / Engineering Spec)
Versi Sistem	Mindora Platform v1.0.0 Enterprise Release
Tanggal Publikasi	September 2026
Tim Penyusun	Mindora Core Engineering & Applied Psychometrics Lab
Lingkup Bahasan	Asesmen Kognitif, Big Five OCEAN, K-Means (k=4), Random Forest (120 Trees), TreeSHAP (XAI), Google Gemini Live, Envelope Encryption (AES-256-GCM), Argon2id, RBAC & Audit Trails

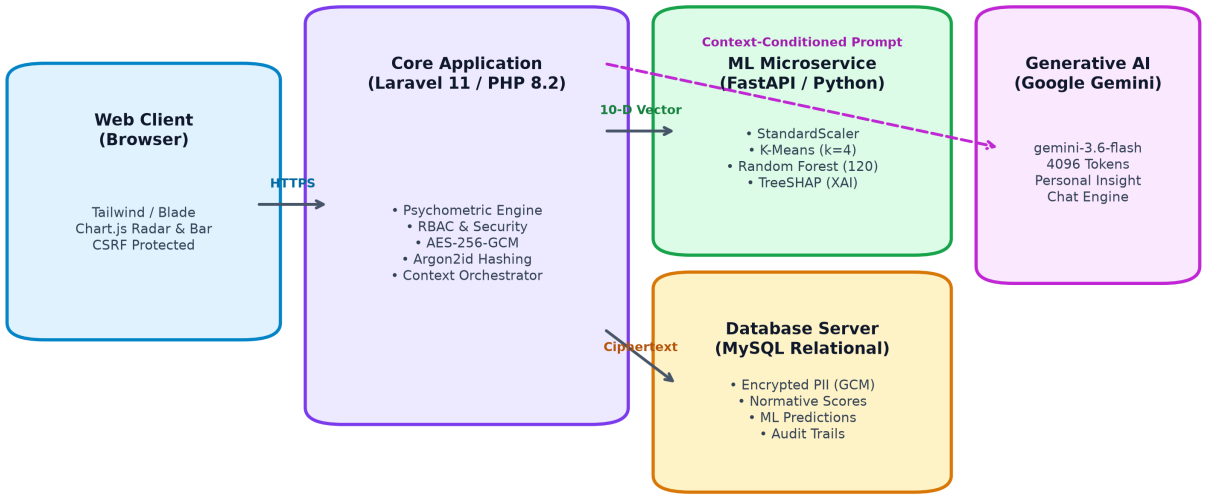
■ Ringkasan Eksekutif (Executive Summary)

Mindora adalah platform asesmen psikometri generasi baru yang mengintegrasikan pengujian kognitif adaptif, pemetaan kepribadian Big Five (OCEAN), serta analisis prediktif berbasis Machine Learning dengan prinsip Explainable AI (XAI) dan Zero-PII. Dokumen ini menyajikan uraian komprehensif mengenai metode ilmiah, formulasi matematis, pipeline machine learning, orkestrasi model bahasa besar (LLM Google Gemini), serta lapisan keamanan bertingkat (Defense-in-Depth) yang mencakup Enkripsi Amplop AES-256-GCM, hashing Argon2id, dan mekanisme re-autentikasi.

1. Arsitektur Sistem & Aliran Data End-to-End

Platform Mindora dirancang dengan arsitektur Decoupled Microservice & Monolith Hybrid yang memisahkan antara Presentation & Business Logic (Laravel 11) dengan Machine Learning Inference Engine (FastAPI Python). Pendekatan ini memastikan skalabilitas horisontal tinggi, konkurensi komputasi matematis yang optimal, serta pemenuhan isolasi keamanan data secara ketat.

Arsitektur Sistem & Alur Data End-to-End Mindora



Gambar 1.1: Diagram Topologi Arsitektur & Aliran Data End-to-End Mindora

Alur komputasi data terbagi menjadi 5 fase operasional:
1. Pengumpulan Respon Asesmen: Peserta menyelesaikan soal kognitif dan inventori kepribadian melalui web client yang aman (HTTPS, proteksi CSRF, session state encrypted).
2. Skoring Psikometri Lokal: Laravel memproses jawaban, menerapkan skoring benar-salah untuk kognitif, pembobotan

skala Likert 5-poin dengan inversi otomatis untuk butir negatif pada Big Five, serta menghitung telemetri latensi respon.
3. Ekstraksi Vektor Fitur Anonim (Zero-PII): Data psikometri disarikan menjadi Vektor Fitur 10-Dimensi murni tanpa menyertakan nama asli, email, atau kredensial pengguna.
4. Inferensi Asinkron ML Microservice: Vektor fitur dikirim melalui HTTP Bearer Token ke FastAPI (Python) untuk dievaluasi oleh K-Means, Random Forest, dan TreeSHAP.
5. Pengayaan Hasil & Dialog Interaktif: Hasil klasifikasi arketipe, klaster, dan kontribusi fitur (SHAP) disimpan di database terenkripsi dan dijadikan basis konteks pada Asisten AI Google Gemini.

2. Landasan Teori & Metodologi Psikometri

2.1 Teori Baterai Kognitif (Cattell-Horn-Carroll / CHC Theory)

Teori CHC merupakan taksonomi inteligensi manusia paling komprehensif. Mindora mengadaptasi 3 pilar domain kemampuan kognitif primer:

Domain Kemampuan	Pilar Teori CHC	Definisi Operasional & Pengukuran
Penalaran Logis (Logical)	Fluid Intelligence (Gf)	Kemampuan deduktif, silogisme kondisional, dan inferensi pola aturan tanpa bergantung pada pengetahuan sebelumnya.
Penalaran Numerik (Numerical)	Quantitative Knowledge (Gq)	Ketajaman kalkulasi aritmatika praktis, identifikasi deret bilangan matematika, dan interpretasi relasi proporsional.
Penalaran Verbal (Verbal)	Crystallized Intelligence (Gc)	Kemampuan pemahaman bahasa, analogi semantik, diferensiasi makna kontekstual, dan logika silogisme tekstual.

2.2 Teori Kepribadian Big Five (Five-Factor Model - OCEAN)

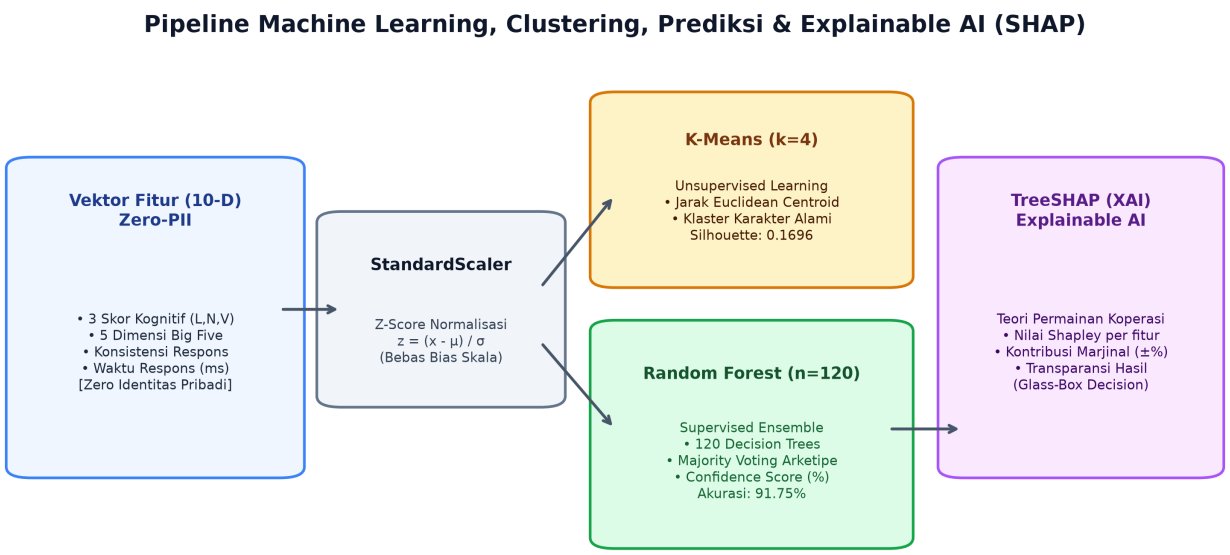
Model Lima Faktor (Goldberg, 1990; McCrae & Costa, 1992) memetakan struktur kepribadian universal ke dalam 5 dimensi independen non-klinis:

Dimensi OCEAN	Fokus Perilaku	Deskripsi Karakteristik & Implikasi Kerja
Openness (O)	Keterbukaan Ide & Eksplorasi	Mengukur rasa ingin tahu intelektual, apresiasi imajinasi, toleransi kebaruan, dan fleksibilitas berpikir.
Conscientiousness (C)	Ketelitian & Disiplin	Mengukur derajat organisasi kerja, ketekunan mencapai tujuan, kehati-hatian dalam mengambil keputusan, dan keandalan komitmen.
Extraversion (E)	Dinamisme Sosial & Asertivitas	Mengukur antusiasme interaksi interpersonal, tingkat energi sosial, ketegasan memimpin, dan ekspresi afektif positif.
Agreeableness (A)	Empati & Kerja Sama	Mengukur orientasi keharmonisan sosial, keramahan, kepedulian tulus terhadap sesama, dan kecenderungan berkolaborasi.
Neuroticism (N)	Sensitivitas Stres & Emosi	Mengukur derajat stabilitas emosi, ambang kepekaan terhadap stresor kerja, dan regulasi ketenangan di bawah tekanan.

Teknik Eliminasi Bias Respons (Reverse-Scored Items):
Untuk mencegah bias persetujuan sepihak (acquiescence bias), instrumen kepribadian memadukan butir pernyataan positif dan negatif. Sistem menerapkan algoritma inversi: Skor_Ternormalisasi = 6 - Skor_Mentah.

3. Teori, Algoritma & Pipeline Machine Learning

Pipeline Machine Learning Mindora menggabungkan unsupervised clustering, supervised ensemble learning, dan Explainable AI (XAI) berbasis Teori Permainan Koperasi:



Gambar 3.1: Alur Pemrosesan Normalisasi, K-Means Clustering, Random Forest & TreeSHAP

3.1 Vektor Fitur 10-Dimensi & StandardScaler (Z-Score)

Vektor Fitur 10-Dimensi: X = [logical, numerical, verbal, openness, conscientiousness, extraversion, agreeableness, neuroticism, consistency, avg_response_time_ms].
Algoritma **StandardScaler** menstandarisasi fitur melalui rumus Z-Score: $z = (x - \mu) / \sigma$ agar parameter waktu respons (ribuan ms) tidak mendominasi skor psikometri (skala 0–100).

3.2 K-Means Clustering (k=4) — Unsupervised Learning

Mengelompokkan pola karakter ke dalam 4 klaster alami dengan meminimalkan inertia jarak Euclidean: $\arg\min_S \sum ||x - \mu_j||^2$.
• **Klaster 0: Analytical & Structured** (Kognitif Logika-Numerik Tinggi + Ketelitian C Tinggi).
• **Klaster 1: Independent & Task-Oriented** (Fokus target mandiri, disiplin tinggi).
• **Klaster 2: Social & Collaborative** (Extraversion E Tinggi + Agreeableness A Tinggi).
• **Klaster 3: Creative & Explorative** (Openness O Tinggi + Penalaran Abstrak Inovatif).
• **Silhouette Score (0.1696):** Menunjukkan spektrum kontinum alami kepribadian manusia dalam ruang 10-dimensi.

3.3 Random Forest Classifier (n=120) — Supervised Learning

Ensemble 120 Pohon Keputusan (Decision Trees) dengan parameter n_estimators=120, max_depth=7, class_weight='balanced'.
• **Akurasi Model: 91.75%** pada data normatif terstandarisasi.
• **Confidence Score:** Dihitung dari proporsi persentase voting pohon mayoritas terhadap arketipe pemenang.

3.4 Explainable AI (XAI): TreeSHAP (Shapley Additive exPlanations)

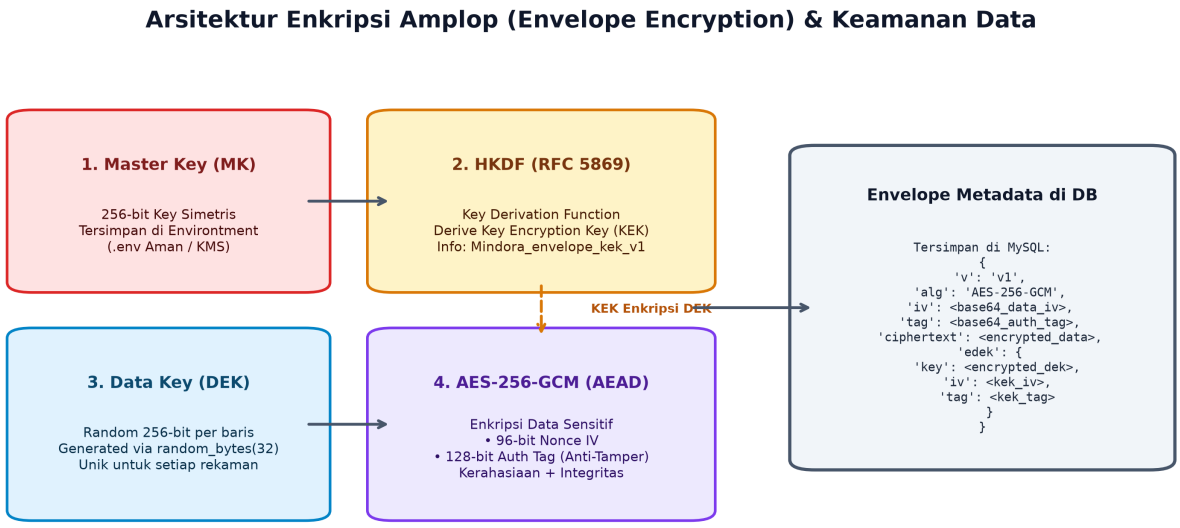
Berdasarkan Teori Permainan Koperasi (Lloyd Shapley, Nobel 1953; Scott Lundberg, 2017). Menghitung kontribusi marjinal setiap fitur terhadap deviasi prediksi dari nilai dasar (base value): $f(x) = \phi_0 + \sum \phi_i$.
Transparansi Penuh: Pengguna dapat memahami secara gamblang bahwa profil kerja mereka terbentuk karena misalnya *'Penalaran Logika berkontribusi +14.2% dan Ketelitian +8.5%'*.

4. Integrasi Generative AI (Google Gemini Live)

Mindora mengintegrasikan Google Gemini Live API (gemini-3.6-flash) melalui paradigma **Context-Conditioned Grounding**:
• **Context Injection:** Skor 10 dimensi, arketipe ML, klaster perilaku, serta faktor pendorong TreeSHAP disuntikkan secara dinamis ke System Prompt.
• **Alokasi 4096 Tokens:** Memastikan proses penalaran internal (thinking process) model tuntas tanpa memotong respons pengguna.
• **Sanitasi Output Teks Biasa:** Regex filter otomatis membersihkan tanda bintang tebal (**), menghasilkan respons bersih dan nyaman dibaca.
• **Guardrails Etis:** Larangan keras memberikan vonis klinis/psikiatri; fokus pada rekomendasi pengembangan karir dan potensi diri.

5. Arsitektur Keamanan Siber & Proteksi Data

Kepatuhan ketat terhadap standar ISO/IEC 27001 dan UU Pelindungan Data Pribadi (UU PDP No. 27/2022):



Gambar 5.1: Topologi Enkripsi Amplop (Envelope Encryption) AES-256-GCM

1. Enkripsi Amplop (Envelope Encryption) AES-256-GCM:
• Master Key (MK) 256-bit terisolasi di file environment KMS.
• Key Encryption Key (KEK) diturunkan via HKDF (RFC 5869) SHA-256.
• Data Encryption Key (DEK) 256-bit di-generate acak per baris data via random_bytes(32).
• AES-256-GCM (AEAD) menyediakan 96-bit Nonce IV dan 128-bit Authentication Tag yang menjamin kerahasiaan sekaligus integritas anti-tamper.

2. Hashing Kata Sandi Argon2id:
Pemenang Password Hashing Competition (PHC). Konfigurasi: memory = 65536 KB (64 MB), time = 4 iterasi, threads = 1. Kebal terhadap serangan brute-force berbasis akselerasi GPU/ASIC/FPGA.

3. Penyamaran Data (Profile Masking) & Gerbang Re-Authentication:
Data sensitif disamarkan secara default (misal: 0812-****-5678). Pembukaan data mewajibkan input ulang kata sandi akun.

4. Role-Based Access Control (RBAC) & Security Audit Trail:
Hak akses dipisah tegas (User, Admin, Super Admin) via middleware Laravel. Seluruh aksi dicatat kekal di tabel audit_logs bersama IP address, user-agent, dan stempel waktu ISO 8601.

6. Matriks Komprehensif Seluruh Metode & Spesifikasi

Tabel berikut merangkum seluruh metode, algoritma, parameter teknis, dan fungsi utama sistem Mindora:

Komponen Sistem	Nama Metode / Algoritma	Parameter / Spesifikasi	Fungsi Utama & Output
Psikometri Kognitif	Cattell-Horn-Carroll (CHC)	3 Sub-tes: Logika, Numerik, Verbal	Memetakan kapasitas pemrosesan intelektual & pemecahan masalah.
Psikometri Karakter	Big Five Model (OCEAN)	5 Dimensi, Likert 5-poin, Inversi Butir	Mengukur dinamika kepribadian, gaya komunikasi, dan perilaku kerja.
Telemetri Perilaku	Reaction Time & Consistency	Milidetik per butir soal	Mendeteksi konsistensi responden dan gaya kognitif (reflektif/impulsif).
Normalisasi Data	StandardScaler (Z-Score)	Mean $\mu=0$, Simpangan Baku $\sigma=1$	Menghilangkan bias skala antara waktu respons dan skor psikometri.
Unsupervised ML	K-Means Clustering	k=4 Klaster, Jarak Euclidean	Mengelompokkan pola karakter ke dalam 4 klaster alami (Silhouette: 0.1696).
Supervised ML	Random Forest Classifier	120 Estimator, Max Depth 7	Memprediksi arketipe profil kerja dominan dengan Akurasi 91.75%.
Explainable AI (XAI)	TreeSHAP (Shapley)	Nilai Shapley Game Theory	Menghitung kontribusi persentase pendorong skor secara transparan.
Generative AI	Google Gemini Live Engine	gemini-3.6-flash, 4096 Tokens	Memberikan konsultasi karir & pengembangan diri terpersonalisasi.
Enkripsi Data Sensitif	Envelope Encryption	HKDF SHA-256 + AES-256-GCM	Mengamankan data profil sensitif dengan jaminan anti-tamper (AEAD).
Hashing Password	Argon2id Algorithm	Memori 64MB, Waktu 4 Putaran	Melindungi kredensial terhadap serangan brute-force GPU/ASIC.
Proteksi Privasi	Zero-PII Feature Vector	Pseudo-Anonymized Hash ID	Menjamin model ML dan AI sama sekali tidak mengakses identitas pribadi.

Daftar Pustaka & Referensi Ilmiah

1. Breiman, L. (2001). Random Forests. Machine Learning, 45(1), 5-32.

2. Goldberg, L. R. (1990). An alternative 'description of personality': The Big-Five factor structure. Journal of Personality and Social Psychology, 59(6), 1216-1229.

3. Lundberg, S. M., & Lee, S. I. (2017). A Unified Approach to Interpreting Model Predictions. Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2017), 30.

4. McCrae, R. R., & Costa, P. T. (1992). An introduction to the five-factor model and its applications. Journal of Personality, 60(2), 175-215.

5. Krawczyk, H., & Eronen, P. (2010). HMAC-based Extract-and-Expand Key Derivation Function (HKDF). RFC 5869, IETF.

6. Dworkin, M. (2007). Recommendation for Block Cipher Modes of Operation: Galois/Counter Mode (GCM). NIST SP 800-38D.

7. Biryukov, A., Dinu, D., & Khovratovich, A. (2016). Argon2: the memory-hard function for password hashing. Password Hashing Competition.