

BAB 7: ARSITEKTUR MESIN INTI PUDAL (*PUDAL CORE ENGINES*)

Bab ini membahas implementasi praktis dari siklus kognitif PUDAL (Persepsi, Pemahaman, Keputusan, Tindakan, Pembelajaran) dalam arsitektur sistem cerdas modern. Implementasi ini diwujudkan melalui Arsitektur Sistem *Multi-Agent* yang memanfaatkan bahasa alamiah (*Natural Language*) sebagai medium komunikasi dan pemrosesan utama.

7.1 Konteks Bersama (Bahasa) sebagai Konektor Universal (API)

Dalam arsitektur kognitif modern, siklus PUDAL dihidupkan melalui arsitektur Sistem *Multi-Agent* (MAS). Setiap elemen dalam siklus PUDAL didukung oleh unit pemrosesan pengetahuan khusus yang disebut **Mesin Inti (Core Engine)**.

Dalam sistem ini, **Bahasa Alamiah** bertindak sebagai konektor universal, atau *Application Programming Interface* (API), di antara setiap langkah PUDAL,. Alih-alih bertukar sinyal mentah atau data terstruktur biner, sistem ini berbagi **Prompt Terstruktur** (yang pada dasarnya adalah pernyataan ABCD) sebagai aliran data sentral.

Mesin Inti ini bekerja bersama di sekitar **Konteks Bersama** (yang divisualisasikan sebagai papan tulis digital atau memori bersama), mengubah sinyal mentah menjadi tindakan yang terkoordinasi melalui serangkaian bahasa terstruktur.,

Usulan Gambar 7.1: Arsitektur PUDAL Berbasis Bahasa dengan Mesin Inti

Placeholder Gambar	Caption	Sumber
Gambar 7.1	Diagram blok yang menunjukkan Kotak Konteks Bersama (Bahasa) sebagai pusat memori, dikelilingi oleh lima Mesin Inti PUDAL yang saling berinteraksi: Mesin Persepsi, Mesin Pemahaman, Mesin Keputusan, Mesin Tindakan, dan Mesin Pembelajaran. Arus informasi ditunjukkan dengan panah dua arah.	

7.2 Peran dan Spesialisasi Lima Mesin Inti

Lima Mesin Inti (PUDAL Core Engines/PCE) adalah agen cerdas terspesialisasi yang bekerja dalam alur kerja kognitif untuk melaksanakan siklus PUDAL:

Tabel 7.1: Peran dan Spesialisasi Lima Mesin Inti PUDAL (PCE)

Mesin Inti	Singkatan	Spesialisasi Utama	Fungsi Pemetaan Kognitif	Output Utama	Sumber (Ba-hasa/Aksi)
Persepsi	CE_P	Multi-Modal-to-Text	Mengubah Energon Sensorsorik mentah (piksel, audio) menjadi Deskripsi Kondisi [C] Teks (misalnya, <i>Image Captioning</i>),.	Pernyataan, Kondisi [C] Deskriptif (Teks).	,
Pemahaman	CE_U	<i>Retrieval Augmented Generation</i> (RAG)	Mengueri “Memori Jangka Panjang” (Pustaka ABCD) untuk mencari aturan yang relevan dengan konteks yang dirasakan,,	Aturan dan konteks yang relevan dari pustaka.	,
Keputusan	CE_D	Penalaran & Optimasi (<i>Chain-of-Thought</i>)	Mensintesis aturan yang diambil untuk merumuskan rencana tindakan yang dioptimalkan dan menentukan Derajat [D] yang tepat,	Rencana Tindakan yang akan Terakhir (misalnya, <i>Set Speed to 30%</i> [D]).	,
Tindakan	CE_A	Pembuatan Kode & Penggunaan	Jembatan Kritis antara Logika Bahasa dan	Panggilan Fungsi (misalnya, <code>motor_controller.set_rpm(300)</code>).	,,,

Mesin Inti	Singkatan	Spesialisasi Utama	Fungsi Pemetaan Kognitif	Output Utama	Sumber (Bahan/Aksi)
		<i>Tool (Function Calling)</i>	Fisika, menyerjemahkan rencana teks menjadi Kode Mesin untuk menggerakkan Mesin Transformasi,,		
Pembela-jaran	CE_L	Kritik & Penalaan Halus (<i>Self-Correction</i>)	Menganalisis ketidaksesuaian antara hasil aktual dan yang dimaksudkan untuk memperbarui Prompt atau parameter ABCD.,	Pembaruan, Aturan atau Skor Kedudukan.	

Perlu ditekankan bahwa **Mesin Tindakan (CE_A)** adalah jembatan kritis—satu-satunya yang berkomunikasi dalam **Bahasa** (dengan Mesin Keputusan) dan dalam **Fisika** (dengan Mesin Transformasi).

7.3 Representasi Pengetahuan sebagai Rantai *Prompt* (*Prompt Chaining*)

Dalam arsitektur *Multi-Agent* ini, pengetahuan tidak mengalir secara pasif, melainkan beroperasi sebagai **Rantai *Prompt***, sebuah “percakapan” yang terstruktur di antara Mesin Inti.,

Studi Kasus: Bot Pengiriman Otonom bereaksi terhadap rintangan,

1. **Langkah CE_P (Persepsi):** CE_P memproses *video feed* dan mengubahnya menjadi *Prompt Output* berupa JSON yang terstruktur, misalnya: { "Condition": "Rintangan terdeteksi", "Type": "Human", "Distance": "2 meters" }.
2. **Langkah CE_U (Pemahaman):** CE_U membaca JSON tersebut dan mencari Pustaka Pengetahuan untuk konteks, menghasilkan *Prompt Output*: “*Protokol Keselamatan Alpha mengharuskan menjaga jarak 1 meter. Aktor ‘Bot’ harus Berhenti atau Menghindar.*”.
3. **Langkah CE_D (Keputusan):** CE_D memproses konteks dan menggunakan penalaran internal (analisis risiko: Kecepatan vs. Keselamatan) untuk merumuskan strategi, menghasilkan *Prompt Output*: “*Perintah: Mulai perilaku ‘Berhenti’ [B]. Derajat: Segera [D].*”.

4. **Langkah CE_A (Tindakan):** CE_A menerima perintah bahasa (“Segera”) dan menerjemahkannya menjadi aksi fisik yang ditujukan pada Mesin Transformasi: Aksi: Mengubah Derajat segera menjadi Tekanan_Rem = 100%.
5. **Langkah CE_L (Pembelajaran):** CE_L menganalisis hasil (misalnya, “Stabilitas sempurna pada kecepatan 0”), menghasilkan Prompt Output yang memperbarui pengetahuan sistem: “*Observasi: Update skor keandalan Protokol Alpha menjadi Tinggi.*”

7.4 Anatomi Lengkap Entitas Kognitif: Integrasi PUDAL Kontroler, Lima Mesin Inti, dan Mesin Transformasi

Arsitektur ini mencapai definisi lengkap Entitas Kognitif, mengintegrasikan siklus kognitif (PUDAL), mesin fisik (Mesin Transformasi), dan bahan bakar universal (Energon) dalam satu kerangka kerja tunggal.

Kontroler PUDAL (berisi Lima Mesin Inti) beroperasi sebagai otak perangkat lunak: * Kontroler menerima input dalam bentuk **Energon Struktural, Dimensional, dan Direktif**. * Kontroler memproses Energon ini melalui siklus PUDAL yang digerakkan oleh Mesin Inti, dan mengirimkan **Perintah (Command)** (hasil dari CE_A) ke **Mesin Transformasi**. * Mesin Transformasi (unit fisik) melakukan kerja dan mengirimkan **Data Sensor** (input bagi CE_P) kembali ke Kontroler.

Dengan memadukan siberetika, termodinamika, dan arsitektur AI modern, sistem yang direkayasa bergerak melampaui mesin yang melakukan tugas, menjadi entitas yang berpikir, beradaptasi, dan belajar.

Usulan Gambar 7.2: Anatomi Lengkap Entitas Kognitif yang Terintegrasi

Placeholder Gambar	Caption	Sumber
Gambar 7.2	Diagram kotak sentral yang besar (Kontroler PUDAL) yang berisi lingkaran Lima Mesin Inti. Tiga panah besar dari kiri berlabel Energon Struktural, Dimensional, dan Direktif mengalir ke Kontroler. Dari sisi kanan Kontroler, panah Command mengalir ke Mesin Transformasi (kotak Plant), dan panah Sensor kembali ke Kontroler, menunjukkan integrasi total.	