

ABSTRAK

Krisna Satya Arisandy. 2026. Sistem Tutor Pembelajaran Bahasa Jepang dengan *GraphRAG* Berbasis *Neuro-Symbolic AI*. Skripsi. Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Madiun. Pembimbing (I) Puguh Jayadi, S.Kom., M.Kom. (II) Muh Nur Luthfi Azis, S.Kom., M.Kom.

Pembelajaran mandiri bahasa Jepang tingkat dasar (JLPT N5) sering kali terhambat oleh kompleksitas struktural dan keterkaitan prasyarat yang tinggi antara Kanji, kosakata, dan tata bahasa. Penggunaan Large Language Model (LLM) murni sebagai tutor virtual juga rentan memicu halusinasi semantik akibat absennya kontrol kurikulum. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem tutor virtual bahasa Jepang adaptif menggunakan arsitektur *Neuro-Symbolic AI*. Metode hibrida ini mengintegrasikan keluwesan generatif LLM lokal melalui Llama.cpp dengan validitas data dari basis pengetahuan graf (*Knowledge Graph*) Neo4j melalui metode *Graph Retrieval-Augmented Generation* (GraphRAG). Penataan alur belajar dikendalikan secara dinamis menggunakan algoritma *topological sort*, didukung algoritma *Bayesian Knowledge Tracing* (BKT) untuk pelacakan kompetensi siswa secara *real-time*, serta algoritma SM-2 untuk manajemen memori berjedang (*spaced repetition*). Backend sistem dibangun menggunakan FastAPI, sedangkan frontend menggunakan SvelteKit yang dilengkapi avatar 3D VRM multimodal terintegrasi fitur *Speech-to-Text* (Faster Whisper) dan *Text-to-Speech* (Style-BERT-VITS2). Hasil pengujian berlapis yang mencakup pilar struktural, perilaku, dan ketahanan menunjukkan bahwa seluruh fungsionalitas utama berjalan sukses dengan akurasi penalaran graf yang presisi serta bebas dari eror halusinasi semantik. Penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah yang signifikan dalam domain EdTech melalui mitigasi sifat stokastik LLM menggunakan representasi simbolik graf, sekaligus menyediakan lingkungan belajar mandiri yang aman dan terstruktur secara akademis bagi pembelajar pemula.

Kata Kunci: *Neuro-Symbolic AI, GraphRAG, Pembelajaran Bahasa Jepang.*

ABSTRACT

Krisna Satya Arisandy. 2026. *Japanese Language Learning Tutoring System with GraphRAG Based on Neuro-Symbolic AI*. Undergraduate Thesis. Informatics Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Universitas PGRI Madiun. Advisors (I) Puguh Jayadi, S.Kom., M.Kom. (II) Muh Nur Luthfi Azis, S.Kom., M.Kom.

Independent learning of elementary Japanese (JLPT N5) is frequently hindered by structural complexities and high prerequisite dependencies among Kanji, vocabulary, and grammar. Utilizing pure Large Language Models (LLMs) as virtual tutors also risks semantic hallucinations due to the absence of explicit curriculum control. This research aims to design and implement an adaptive Japanese virtual tutoring system using a Neuro-Symbolic AI architecture. This hybrid approach integrates the generative flexibility of a local LLM via Llama.cpp with the data validity of a Neo4j Knowledge Graph through Graph Retrieval-Augmented Generation (GraphRAG). The instructional path sequencing is managed dynamically using a topological sort algorithm, supported by Bayesian Knowledge Tracing (BKT) for real-time learner competency tracking, and the SM-2 algorithm for spaced repetition memory management. The backend is developed using FastAPI, while the frontend utilizes SvelteKit, enhanced by a multimodal 3D VRM avatar with integrated Speech-to-Text (Faster Whisper) and Text-to-Speech (Style-BERT-VITS2) features. Layered testing evaluating structural, behavioral, and robustness pillars demonstrates that all primary functionalities operate successfully with precise graph reasoning and absolute mitigation of semantic hallucinations. This study provides a significant scientific contribution to the EdTech domain by anchoring the stochastic nature of LLMs with symbolic graph representations, thereby delivering a secure, academically structured independent learning environment for novice students.

Keywords: Neuro-Symbolic AI, GraphRAG, Japanese Language Learning.