

**PENGEMBANGAN SISTEM REKOMENDASI TIPE BELAJAR
MAHASISWA MENGGUNAKAN TEKNIK *REINFORCEMENT
LEARNING* PADA *PERSONALIZED LEARNING SYSTEM***

AHMAD YUDHA ADITYA



**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengembangan Sistem Rekomendasi Tipe Belajar Mahasiswa Menggunakan Teknik *Reinforcement Learning* pada *Personalized Learning System*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Ahmad Yudha Aditya
NIM G6401221004



ABSTRAK

AHMAD YUDHA ADITYA. Pengembangan Sistem Rekomendasi Tipe Belajar Mahasiswa Menggunakan Teknik *Reinforcement Learning* pada *Personalized Learning System*. Dibimbing oleh YENI HERDIYENI dan AHMAD RIDHA.

Materi *Computational Thinking* (CT) bersifat abstrak sehingga satu pendekatan pembelajaran seragam tidak efektif untuk semua mahasiswa. *Personalized Learning System* (PLS) yang ada masih statis, hanya membedakan dua tipe belajar dan tidak merespons dinamika pola belajar mahasiswa secara *real-time*. Data awal dari 451 mahasiswa peserta CT di IPB menunjukkan distribusi tipe kognitif yang tidak merata (90,0% tergolong PAR), mengindikasikan rekomendasi statis dua-tipe mengabaikan kelompok minoritas. Penelitian ini mengembangkan PLS adaptif berbasis *Reinforcement Learning Contextual Bandit* yang memperluas ruang aksi dari 2 menjadi 8 *Learning Type* dikombinasikan 6 *level mastery*, menghasilkan 48 kode kognitif. Optimasi *hyperparameter* dievaluasi pada lima metrik mutu pemodelan dan keberhasilan menemukan *Learning Type*, diuji terhadap 100.800 mahasiswa simulasi yang meliputi seluruh 48 kode kognitif. Konfigurasi *Low Exploration* ($Epsilon_0=0,20$, $decay=0,995$) terpilih sebagai terbaik dengan tingkat konvergensi 45,3% dan porsi pemilihan *Learning Type* sesuai sebesar 36,8%, dibandingkan 12,5% pada pemilihan acak maupun aturan statis. Keunggulan tersebut bertahan pada ketujuh skema variasi atribut, termasuk ketika kondisi awal mahasiswa tidak membawa informasi mengenai *Learning Type* yang sesuai. Verifikasi sesi nyata 20 pertanyaan mencapai akurasi 95%, dan survei terhadap 21 pengguna menunjukkan 85,7% merasakan kesesuaian dengan gaya belajar mereka. Integrasi RAG-FAISS dan LLM menghasilkan konten pembelajaran kontekstual selaras kode kognitif aktif.

Kata kunci: *Contextual Bandit*, *epsilon-greedy*, *Personalized Learning System*, *Reinforcement Learning*, tipe belajar



ABSTRACT

AHMAD YUDHA ADITYA. Pengembangan Sistem Rekomendasi Tipe Belajar Mahasiswa Menggunakan Teknik *Reinforcement Learning* pada *Personalized Learning System*. Supervised by YENI HERDIYENI and AHMAD RIDHA.

Computational Thinking (CT) material is abstract, so uniform teaching is ineffective across students. Existing Personalized Learning Systems (PLS) remain static, distinguishing only two learning types and unresponsive to real-time changes in learning patterns. Preliminary data from 451 CT students at IPB show an uneven cognitive-type distribution (90.0% classified as PAR), indicating static two-type recommendations neglect minority learners. This research develops an adaptive PLS based on Contextual Bandit Reinforcement Learning, expanding the action space from 2 to 8 Learning Types combined with 6 mastery *levels*, producing 48 cognitive codes. Hyperparameter optimization was evaluated across five metrics of modelling quality and Learning Type identification, tested on 100.800 simulated students spanning all 48 cognitive codes. The Low Exploration configuration (Epsilon₀=0.20, decay=0.995) was selected as optimal, achieving a 45.3% convergence rate and selecting the appropriate Learning Type in 36.8% of questions, against 12.5% under both random selection and a static rule. The advantage persists across all seven attribute variation schemes, even under uninformative initial conditions. Verification on a real 20-question session achieved 95% accuracy, and a survey of 21 users showed 85.7% perceiving a match with their learning style. RAG-FAISS and LLM integration produces contextual content aligned with the student's active cognitive code.

Keywords: *Contextual Bandit, epsilon-greedy, learning type, Personalized Learning System, Reinforcement Learning.*



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PENGEMBANGAN SISTEM REKOMENDASI TIPE BELAJAR MAHASISWA MENGGUNAKAN TEKNIK *REINFORCEMENT LEARNING* PADA *PERSONALIZED LEARNING SYSTEM*

AHMAD YUDHA ADITYA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Ilmu Komputer

**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
— Bogor Indonesia —

Perpustakaan IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
Dr. Mushthofa, S.Kom, M.Sc



Judul Skripsi : Pengembangan Sistem Rekomendasi Tipe Belajar Mahasiswa
Menggunakan Teknik *Reinforcement Learning* Pada *Personalized Learning System*

Nama : Ahmad Yudha Aditya
NIM : G6401221004

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Yeni Herdiyeni, S.Si, M.Kom.

Pembimbing 2:
Ahmad Ridha, S.Kom, M.S.

Diketahui oleh

Ketua Program Sarjana Ilmu Komputer:
Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom., M.Kom.
NIP. 198108092008121002.

Tanggal Ujian:
5 Agustus 2026

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2025 sampai bulan Juli 2026 ini dengan judul “Pengembangan Sistem Rekomendasi Tipe Belajar Mahasiswa Menggunakan Teknik *Reinforcement Learning* Pada *Personalized Learning System*”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Prof. Dr. Yeni Herdiyeni, S.Si., M.Kom., selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan arahan, bimbingan, masukan, serta dukungan selama proses penelitian dan penyusunan karya ilmiah ini.
2. Ahmad Ridha, S.Kom, M.S., selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan saran, masukan, dan bimbingan yang sangat berharga dalam penyelesaian penelitian ini.
3. Dr. Mushthofa, S.Kom, M.Sc. sebagai dosen penguji, yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan konstruktif untuk penyempurnaan karya ilmiah ini.
4. Ibu dan Ayah, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral maupun material, serta motivasi yang tidak pernah putus selama penulis menempuh pendidikan dan menyelesaikan penelitian ini.
5. Ajisaka, Mocha, Vergi, Fari dan seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan kontribusi dalam pelaksanaan penelitian maupun penyusunan karya ilmiah ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Ahmad Yudha Aditya

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
1.6 Asumsi Penelitian	4
II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Personalized Learning System</i>	6
2.2 <i>Learning Type</i>	6
2.3 <i>Learning Type</i> dalam Sistem Adaptif	7
2.4 <i>Reinforcement Learning: Contextual Bandit</i>	8
2.5 <i>Knowledge Tracing</i>	10
2.6 <i>Reward Shaping</i> dalam RL untuk Pendidikan	10
2.7 <i>Off-Policy Evaluation</i>	11
III METODE	12
3.1 Kerangka Penelitian	12
3.2 Data Penelitian	12
3.3 Pemodelan <i>State</i>	13
3.4 Mekanisme <i>Mastery</i>	18
3.5 Fungsi <i>Reward</i>	19
3.6 Metode Pembangkitan Profil Mahasiswa Simulasi	22
3.7 Optimasi <i>Hyperparameter</i>	24
3.8 Arsitektur Sistem	27
3.9 Batasan Model dan <i>Edge Case</i>	28
3.10 Peralatan Penelitian	29
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Hasil Implementasi Sistem	30
4.2 Hasil Optimisasi <i>Hyperparameter</i>	34
4.3 Analisis Hasil menurut <i>Learning Type</i>	39
4.4 Analisis Pengaruh <i>Level</i> Penguasaan Awal	40
4.5 Analisis Hasil menurut Skema Variasi dan Kemampuan Dasar	42
4.6 Sensitivitas <i>Parameter</i> terhadap Konvergensi	43
4.7 Evaluasi Metrik Formal	44
4.8 Pembahasan	44
4.9 Antarmuka Pengguna dan Alur Interaksi Sistem RL	46
4.10 Evaluasi Persepsi Pengguna terhadap Rekomendasi LT	49
V SIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Simpulan	53



5.2	Saran	53
	DAFTAR PUSTAKA	55
	LAMPIRAN	58
	RIWAYAT HIDUP	71

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

1	Pemetaan unsur <i>Contextual Bandit</i> pada sistem yang dikembangkan	9
2	Dasar pemilihan ketiga metrik penyusun <i>state</i>	13
3	Metrik <i>Mastery</i>	17
4	Metrik <i>Performance</i>	17
5	Metrik <i>Engagement</i>	17
6	Tujuh skema variasi atribut	23
7	Enam konfigurasi <i>hyperparameter</i> yang dibandingkan	24
8	Lima metrik evaluasi dan ambang penilaiannya	25
9	<i>Log</i> sesi nyata 20 pertanyaan dengan profil Penggalang	31
10	Hasil Pengujian Empiris Tiga Rancangan Pemisahan Peran <i>Mastery</i>	34
11	Perbandingan Kebijakan Penggunaan Sistem Terhadap Pembelajaran	35
12	Hasil perbandingan 6 konfigurasi <i>hyperparameter</i>	37
13	Bobot dan kontribusi komponen <i>reward</i> dari sesi nyata	38
14	Bobot komponen <i>reward</i> pada simulasi	38
15	Hasil pengujian dengan suku konstanta dikunci pada nol	39
16	Hasil pengujian menurut <i>Learning Type</i> yang sesuai	40
17	Hasil pengujian menurut <i>level</i> penguasaan awal	42
18	Hasil pengujian menurut skema variasi atribut	43
19	Tingkat konvergensi menurut skema variasi atribut tunggal	43
20	Alur Interaksi Siklus Pertanyaan (POST /chat)	47
21	Alur Interaksi Siklus Evaluasi (POST /evaluate)	48
22	Field RL pada Respons /chat (ChatResponse)	49

DAFTAR GAMBAR

1	Kisi 8 <i>Learning Type</i> Menurut Tiga Dimensi Kognitif	7
2	48 Kode Kognitif Menurut <i>Learning Type</i> dan <i>Level Mastery</i>	8
3	Metodologi <i>Design Science Research</i>	12
4	Skala Nilai Ketiga Metrik Penyusun <i>State</i>	17
5	Siklus RL per Pertanyaan	21
6	Arsitektur Sistem PLS Berbasis <i>Reinforcement Learning</i>	28
7	<i>Mastery</i> progression dan <i>reward</i> sesi Nyata 20 Pertanyaan	32
8	<i>Epsilon Decay</i> Aktual vs teoritis <i>Current</i> dan <i>Low-Exp.</i> pada sesi nyata	33
9	Perbandingan konfigurasi pada tingkat konvergensi, porsi <i>Learning Type</i> sesuai, dan <i>Convergent Question</i>	36
10	Tingkat konvergensi dan porsi pemilihan menurut <i>Learning Type</i>	40
11	Pengaruh <i>level</i> penguasaan awal terhadap keberhasilan menemukan <i>Learning Type</i>	41
12	Tingkat konvergensi menurut skema variasi atribut dan menurut kemampuan dasar	42
13	Distribusi <i>learning type</i> yang diterima responden	50
14	Rata-rata skor persepsi pengguna terhadap kecocokan rekomendasi LT	50
15	Rata-rata skor persepsi pengguna terhadap pemahaman deskripsi LT	51

16	Rata-rata skor persepsi pengguna terhadap perbandingan <i>chatbot</i> lain	51
17	Distribusi respons kesesuaian LT dengan cara belajar responden	52

DAFTAR LAMPIRAN

1	Enumerasi lengkap 48 kode kognitif	58
2	Pemetaan <i>level mastery</i> ke skor representatif dan strategi pedagogi	59
3	<i>Log</i> lengkap sesi nyata 20 pertanyaan	60
4	Data mentah pengujian enam konfigurasi <i>hyperparameter</i>	62
5	Data mentah hasil pengujian untuk masing-masing dari 48 kode kognitif pada setiap konfigurasi	63
6	Data Mentah hasil menurut Skema Variasi dan Kemampuan Dasar	64
7	Uji kepekaan terhadap nilai penahan dan pemetaan skor <i>mastery</i>	65
8	Alur pengambilan keputusan <i>Learning Type</i>	67

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.