



PENGEMBANGAN MODIFIKASI ALGORITMA Q-LEARNING MELALUI *REWARD SHAPING* DAN *CHALLENGE LEVEL* UNTUK OPTIMASI JALUR ROBOT

EVA FITRIYANINGSIH



PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025

**PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN
SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengembangan Modifikasi Algoritma Q-Learning melalui *Reward Shaping* dan *Challenge Level* untuk Optimasi Jalur Robot” 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 2025

Eva Fitriyaningsih
G6401211048

© Hak cipta milik IPB University

IPB University

ABSTRAK

EVA FITRIYANINGSIH. Pengembangan Modifikasi Algoritma Q-Learning melalui *Reward Shaping* dan *Challenge Level* untuk Optimasi Jalur Robot. Dibimbing oleh MEDRIA KUSUMA DEWI HARDHIENATA dan IRMAN HERMADI.

Optimasi jalur robot di lingkungan yang berubah-ubah merupakan tantangan signifikan. Penelitian ini mengembangkan algoritma Q-Learning yang dimodifikasi menggunakan pendekatan *Flow-Based Reinforcement Learning* (FBRL) untuk meningkatkan efisiensi dan adaptasi agen. Algoritma ini mengintegrasikan parameter *anxiety* dan *challenge level* yang secara adaptif menyesuaikan tingkat kesulitan lingkungan berdasarkan performa agen, yang dipandu oleh *reward shaping*. Pengujian dilakukan pada lingkungan grid 38×28 berdasarkan peta nyata (ATP IPB), dengan rintangan statis dan non-stasioner yang disesuaikan melalui validasi *Breadth-First Search* (BFS). Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada mode non-stasioner, agen melewati rata-rata 58,2–67,0 *state*, dengan 12,1–13,3 belokan dan waktu tempuh 70,1–85,3 detik, sesuai tingkat kesulitan lingkungan. Hasil ini kemudian diuji ulang pada mode statis. Pada mode statis dengan tingkat kesulitan rendah, algoritma modifikasi dengan *reward shaping* menunjukkan tingkat keberhasilan 72,2%–100%, dengan rata-rata 7,2 belokan dan waktu tempuh 61,2 detik, lebih efisien dibanding Q-Learning dasar (15,7 belokan dan waktu 71,1 detik). Pada tingkat kesulitan tinggi, algoritma dasar mengalami penurunan performa (1,8%–40,4%), sedangkan algoritma modifikasi tetap stabil dengan keberhasilan 72,2%–100%.

Kata Kunci: *Challenge level*, lingkungan non-stasioner, reinforcement learning, *reward shaping*, q-learning

ABSTRACT

EVA FITRIYANINGSIH. Development of a Modified Q-Learning Algorithm using Reward Shaping and Challenge Level for Robot Path Optimization. Supervised by MEDRIA KUSUMA DEWI HARDHIENATA and IRMAN HERMADI.

Robot path optimization in changing environments is a significant challenge. This study develops a modified Q-Learning algorithm using a Flow-Based Reinforcement Learning (FBRL) approach to enhance agent efficiency and adaptation. The algorithm integrates anxiety and challenge level parameters, which adaptively adjust the environmental difficulty based on the agent's performance, guided by reward shaping. Testing was conducted in a 38×28 grid environment based on a real-world map (ATP IPB), featuring a non-stationary obstacle layout validated by Breadth-First Search (BFS). In the non-stationary mode, the agent traversed an average of 58.2–67.0 states, with 12.1–13.3 turns and a travel time of 70.1–85.3 seconds, corresponding to the environmental difficulty. The agent was subsequently tested in static environments. In low-difficulty static mode, the modified algorithm with reward shaping achieved a 72.2%–100% success rate,

averaging 7.2 turns and 61.2 seconds, outperforming the standard Q-Learning algorithm (15.7 turns and 71.1 seconds). At high difficulty levels, the standard algorithm's performance degraded significantly (1.8%–40.4% success), whereas the modified algorithm remained robust with a 72.2%–100% success rate.

Keywords: Challenge level, non-stationary environment, reinforcement learning, reward shaping, q-learning

@Atak cipta milik IPB University

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.



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 2025
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 MODIFIKASI ALGORITMA Q-LEARNING MELALUI *REWARD SHAPING* DAN *CHALLENGE LEVEL* UNTUK OPTIMASI JALUR ROBOT

EVA FITRIYANINGSIH

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

**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@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.

Penguji pada Ujian Skripsi:
Muhammad Asyhar Agmalaro, S.Si., M.Kom.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Judul Skripsi : Pengembangan Modifikasi Algoritma Q-Learning melalui *Reward Shaping* dan *Challenge Level* untuk Optimasi Jalur Robot

Nama : Eva Fitriyaningsih
NIM : G6401211048

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Medria Kusuma Dewi Hardhienata, S.Komp., Ph.D. _____

Pembimbing 2:
Irman Hermadi, S.Kom., M.S., Ph.D. _____

Diketahui oleh

Ketua Program Sarjana Ilmu Komputer:
Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom., M.Kom. _____
NIP. 19810809 200812 1 002

Tanggal Ujian:
21 Agustus 2025

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 Oktober 2024 sampai bulan Agustus 2025 ini ialah kecerdasan buatan, dengan judul “Pengembangan Modifikasi Algoritma Q-Learning melalui *Reward Shaping* dan *Challenge level* untuk Optimasi Jalur Robot”.

Proses penyusunan skripsi ini bukanlah perjalanan yang mudah. Ada banyak rintangan, revisi, dan percobaan yang tidak selalu berjalan sesuai rencana. Namun, di balik itu semua, penulis beruntung dikelilingi oleh orang-orang yang selalu memberi dukungan, bimbingan, dan doa. Untuk itu, dengan tulus penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Medria Kusuma Dewi Hardhienata, S.Komp., Ph.D. selaku dosen pembimbing I, dan Bapak Irman Hermadi, S.Kom., M.S., Ph.D. selaku dosen pembimbing II, atas kesabaran, arahan, dan bimbingan yang tidak hanya membantu secara akademik, tetapi juga memberi semangat di saat penulis merasa buntu.
2. Ibu Hafidlotul Fatimah Ahmad, S.Kom, M.Kom. selaku moderator seminar, dan Bapak Muhammad Asyhar Agmalaro, S.Si., M.Kom. selaku penguji luar komisi pembimbing yang telah memberikan masukan berharga demi kesempurnaan penelitian ini.
3. Ayah (Jumat), Ibu (Suhaeni), dan Kakak (Rini), yang selalu menjadi sumber kekuatan, doa, dan inspirasi dalam setiap langkah hidup penulis. Dukungan kalian adalah alasan penulis mampu bertahan hingga titik ini.
4. Sahabat dan rekan-rekan seperjuangan yaitu Nabila, Dhianita, Novia, Althaf, Annisa, Illinia, Khansa, Mirza, Irfan, Zahran, Priscilla, Dwinanda, Ranga Rafif yang telah menemani dalam suka maupun duka, berbagi tawa di tengah stres, dan memberi dorongan untuk tidak menyerah.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa karya ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat, menjadi sumber referensi, dan memberi kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang kecerdasan buatan dan robotika.

Bogor, Agustus 2025

Eva Fitriyaningsih

Hasil visualisasi jalur skenario A : mode non-stasioner algoritma Q-Learning modifikasi menggunakan <i>challenge level</i> (level 1-10)	41
Data hasil skenario A : lingkungan non-stasioner algoritma Q-Learning modifikasi menggunakan <i>challenge level</i> (level 11-20)	44
Hasil visualisasi jalur skenario A : lingkungan non-stasioner algoritma Q-Learning modifikasi menggunakan <i>challenge level</i> (level 11-20)	44
Data hasil skenario B : lingkungan statis (Tingkat kesulitan rendah level 1-10)	47
Hasil visualisasi jalur skenario B : lingkungan statis (Tingkat kesulitan rendah level 1-10)	48
Data hasil skenario C : lingkungan statis (Tingkat kesulitan tinggi level 11-20)	51
Hasil visualisasi jalur skenario C : lingkungan statis (Tingkat kesulitan tinggi level 11-20)	52