

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR SINGKATAN	x
INTISARI	xi
ABSTRACT	xii
BAB I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	5
2.2.1 Robot differential	5
2.2.1.1 Pembacaan Orientasi Robot Differensial	7
2.2.2 Machine Learning dan Reinforcement Learning	8
2.2.3 Deep Reinforcement Learning	11
2.2.4 Q-Learning	14
2.2.5 Deep Q Network	15
2.2.6 Quantile Regression - Deep Q Network	16
2.2.7 Reward Shaping	18
2.2.8 Obstacle Avoidance	19
2.2.9 Simulator dan Library	20
2.2.9.1 OpenAI Gym	20
2.2.9.2 Pybullet Simulator	20
2.2.9.3 Stable-Baselines	21
2.3 Analisis Perbandingan Metode	22
2.4 Pertanyaan Tugas Akhir	23
BAB III Metode Penelitian	26



3.0.1	Perancangan Solusi: Jaringan dan Model Sistem	26
3.0.1.1	Q-learning pada Robot Bergerak Differensial	27
3.0.1.2	DQN pada Robot Bergerak Differensial	32
3.0.1.3	Metode Reward Shaping	34
3.0.2	Implementasi Sistem	41
3.0.2.1	Fungsi Hadiah (<i>Reward Function</i>)	41
3.0.2.2	Actions atau Tindakan	42
3.0.2.3	Model Observasi/State/Keadaan	43
3.0.2.4	Skenario Penghindaran Rintangan	43
3.0.3	Desain Eksperimen	45
3.0.3.1	Robot dan Simulasi	45
3.0.3.2	Program Environment untuk Simulasi Robot Bergerak ..	45
3.0.4	Evaluasi Eksperimen	46
3.0.4.1	Pengukuran dan Metrik	47
3.0.5	Penentuan Kriteria Keberhasilan	47
3.0.6	Analisis Permasalahan dan Kekurangan pada Model	48
3.1	Alat dan Bahan Tugas akhir	49
3.1.1	Alat Tugas akhir	49
3.2	Metode yang Digunakan	50
3.3	Alur Tugas Akhir	51
3.4	Etika, Masalah, dan Keterbatasan Penelitian	52
BAB IV	Hasil dan Pembahasan	53
4.1	Lingkungan (<i>Environment</i>) Eksperimen	53
4.2	Pembahasan Hasil Penelitian	54
4.2.1	Penghindaran Rintangan	61
4.3	Perbandingan Hasil Penelitian	65
4.3.1	Lingkungan Tanpa Rintangan	65
4.3.2	Lingkungan dengan Rintangan	66
BAB V	Kesimpulan	68
BAB VI	Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	L-1
L.1	Isi Lampiran	L-1
L.2	Source Code	L-2



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Analisis Perbandingan Metode	23
Tabel 3.1	Tabel Hasil Eksperimen : Model persamaan RF	40
Tabel 3.2	Tabel Hasil Eksperimen : Tuning Konstanta	41
Tabel 3.3	Parameter dan Kriteria Keberhasilan	48
Tabel 4.1	Tabel Hasil Eksperimen	55
Tabel 4.2	Tabel Hasil Eksperimen : Penghindaran Rintangan	63
Tabel 4.3	Tabel Hasil Eksperimen : Penghindaran Rintangan	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	IMU sensor	7
Gambar 2.2	Konfigurasi roda dan definisi postur	8
Gambar 2.3	Rotasi 3D apa pun dapat ditentukan oleh sumbu rotasi dan sudut rotasi di sekitar sumbu itu	9
Gambar 2.4	Proses MDP	11
Gambar 2.5	Jaringan Deep Reinforcement Learning:DQN	14
Gambar 2.6	Algoritma DQN	25
Gambar 3.1	Sampel Pergerakan Robot	28
Gambar 3.2	Qtable:1	28
Gambar 3.3	Qtable:2	29
Gambar 3.4	Qtable:27	30
Gambar 3.5	Qtable:46:2	31
Gambar 3.6	Qtable:S3,a1	31
Gambar 3.7	Fungsi Q	32
Gambar 3.8	FlowDQN	33
Gambar 3.9	Euclidean Distance	35
Gambar 3.10	Angle Direction	36
Gambar 3.11	Alur penelitian	51
Gambar 4.1	Simulasi Robot pada Pybullet Simulator	53
Gambar 4.2	Akumulasi nilai hadiah terhadap timestep : Experiment 1 (Atas) , Experiment 2 (Bawah)	56
Gambar 4.3	Akumulasi nilai hadiah terhadap timestep : Experiment 3 (Atas), Experiment 4 (Bawah)	57
Gambar 4.4	Jalur robot menuju goal : Experiment 1 (Atas) , Experiment 2 (Bawah)	58
Gambar 4.5	Jalur robot menuju goal : Experiment 3 (Atas), Experiment 4 (Bawah)	59
Gambar 4.6	Model eksperimen rintangan	62
Gambar 4.7	Trajectory robot terhadap obstacle : Experiment 7 (atas) , Experiment 8 (bawah)	64
Gambar 4.8	Akumulasi hadiah robot terhadap timesteps : Experiment 7	65



DAFTAR SINGKATAN

[SAMPLE]

R	=	fungsi hadiah
S	=	model observasi
e	=	error
I	=	vektor masukan
DRL	=	Deep Reinforcement Learning
DQN	=	Deep Q Network
QR-DQN	=	Quantile Regression Deep Q Network
RF	=	Reward Function
MDP	=	Markov Decision Process
RL	=	Reinforcement Learning