

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Metodologi Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
BAB III DASAR TEORI	15
3.1 Kontrol Lalu Lintas	15
3.2 Reinforcement Learning.....	17
3.2.1 Fungsi Penghargaan	18
3.3 Metode Deep Q-Network (DQN).....	19
3.4 Metode Aktor-Kritik.....	19
3.5 Advantage Actor-Critic	21
3.6 <i>Simulation of Urban Mobility</i> (SUMO)	24
3.6.1 Pembuatan Jaringan Jalan	25
3.6.2 Kendaraan dan Rute	26
3.6.3 Simulasi.....	27
BAB IV METODE PENELITIAN	28
4.1 Analisis Sistem	28
4.2 Alat dan Bahan	28
4.3 Tahapan Penelitian	29
4.4 Perancangan Sistem.....	30
4.4.1 Rancangan <i>Environment</i>	31
4.4.2 Rancangan <i>State</i>	31

4.4.3	Rancangan <i>Action</i>	32
4.4.4	Rancangan <i>Reward</i>	32
4.5	Pengumpulan Data	32
4.6	Rincian Pelatihan.....	34
4.6.1	Pemilihan Parameter	34
4.6.2	Rancangan Arsitektur.....	35
4.6.3	Rancangan Skenario Dengan Kendaraan Sangat Padat	38
4.6.4	Rancangan Skenario Dengan Kendaraan Agak Padat	38
4.6.5	Rancangan Skenario Dengan Kendaraan Padat	39
4.6.6	Rancangan Skenario Dengan Kendaraan Jarang.....	39
4.6.7	Rancangan Skenario Dengan Kendaraan Sepi	39
BAB V IMPLEMENTASI.....		40
5.1	Implementasi Sistem	40
5.1.1	Implementasi <i>Environment</i>	41
5.1.2	Implementasi <i>State</i>	42
5.1.3	Implementasi <i>Action</i>	45
5.1.4	Implementasi <i>Reward</i>	48
5.1.5	Implementasi Agen	49
5.2	Implementasi Pengujian	49
5.2.1	<i>Advantage Actor Critic</i> (A2C)	50
5.2.2	Deep Q-Network (DQN).....	51
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN		53
6.1	Hasil Pengujian.....	53
6.1.1	Pengujian <i>Period 0,01</i> (Sangat Padat)	54
6.1.2	Pengujian <i>Period 0,1</i> (Agak Padat).....	56
6.1.3	Pengujian <i>Period 1</i> (Padat)	58
6.1.4	Pengujian <i>Period 1,5</i> (Jarang).....	60
6.1.5	Pengujian <i>Period 2</i> (Sepi)	61
6.2	Pembahasan	63
BAB VII PENUTUP		67
7.1	Kesimpulan.....	67
7.2	Saran	67
DAFTAR PUSTAKA		69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Beberapa aksi yang dapat dilakukan oleh pengendara pada persimpangan lalu lintas.....	15
Gambar 3. 2 Rangkaian cara kerja Aktor-Kritik (Chun-gui et al. 2009)	20
Gambar 3.3 Pseudocode algoritme <i>Advantage Actor Critic</i> (A2C) (Wang et all, 2018)	22
Gambar 3.4 Arsitektur A3C versus A2C milik Mnih et al.	23
Gambar 3. 5 Jaringan <i>OpenStreetMap</i> yang asli di Yogyakarta.....	26
Gambar 3. 6 Jaringan setelah di import ke SUMO	26
Gambar 4.1 Blok diagram perancangan sistem simulasi	30
Gambar 4.2 Persimpangan Wirobrajan pada peta yang diambil dari aplikasi <i>OpenStreetMap</i> (OSM) pada tahun 2020.....	33
Gambar 4.3 Persimpangan Wirobrajan setelah dibuka menggunakan SUMO	34
Gambar 4.4 Arsitektur sistem A2C	36
Gambar 4. 5 Arsitektur DQN	37
Gambar 5.1 Library dalam implementasi sistem	40
Gambar 5.2 Persimpangan pada SUMO	41
Gambar 5.3 Pengaturan fase pada netedit	42
Gambar 5.4 Kode program inisialisasi waktu saat pelatihan berjalan	42
Gambar 5.5 Implementasi space diskrit	43
Gambar 5.6 Implementasi waktu tunggu perjalur.....	44
Gambar 5.7 Implementasi perhitungan antrean kendaraan.....	44
Gambar 5.8 Implementasi akumulasi jumlah kendaraan yang mengantre	44
Gambar 5.9 Implementasi pendataan daftar kendaraan pada jalur	45
Gambar 5.10 Empat fase yang akan dipilih agen sebagai aksi	46
Gambar 5.11 Implementasi aksi diskrit	47
Gambar 5.12 Implementasi fase lalu lintas	47
Gambar 5.13 Implementasi aksi pada single agent dan multiagent	48
Gambar 5.14 Implementasi penggunaan <i>reward</i>	48
Gambar 5.15 Perhitungan <i>reward</i>	49
Gambar 5.16 Implementasi menjalankan metode A2C	50
Gambar 5.17 Implementasi menjalankan metode DQN	51
Gambar 5.18 Nilai yang keluar dari hasil pengujian.....	51
Gambar 5.19 Parameter yang muncul dari keluaran terhadap pengujian	52
Gambar 6.1 Penampakan dari lalu lintas setelah 900000h dirapikan di Netedit SUMO	53
Gambar 6.2 Salah satu keluaran dari pelatihan berupa tabel	54
Gambar 6.3 <i>Boxplot</i> perbandingan waktu tunggu pada <i>period</i> 0,01	55
Gambar 6.4 Grafik perbandingan <i>reward</i> pada <i>period</i> 0,01	56
Gambar 6.5 <i>Boxplot</i> perbandingan waktu tunggu pada <i>period</i> 0,1	57
Gambar 6.6 Grafik perbandingan <i>reward</i> pada <i>period</i> 0,1	58
Gambar 6.7 <i>Boxplot</i> perbandingan waktu tunggu pada <i>period</i> 1	59

Gambar 6.8 Grafik perbandingan <i>reward</i> pada <i>period</i> 1	59
Gambar 6.9 <i>Boxplot</i> perbandingan waktu tunggu pada <i>period</i> 1,5.....	60
Gambar 6.10 Grafik perbandingan <i>reward</i> pada <i>period</i> 1,5	61
Gambar 6.11 <i>Boxplot</i> perbandingan waktu tunggu pada <i>period</i> 2.....	62
Gambar 6.12 Grafik perbandingan <i>reward</i> pada <i>period</i> 2	62
Gambar 6.13 Nilai <i>reward</i> khusus A2C.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ringkasan Penelitian Terkait	12
Tabel 3.1 Keterangan dari notasi dalam persamaan di atas.	24
Tabel 4.1 Daftar Perangkat yang digunakan	29
Tabel 4.2 Tahapan Penelitian	30
Tabel 4.3 Perancangan pengujian sistem	38
Tabel 6.1 Perolehan rata-rata waktu tunggu	65
Tabel 6.2 Persentase tingkat performa antara A2C dan DQN	65