UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Deep Reinforcement Learning Hyper-Heuristic Berbasis Proximal Policy Optimization untuk Multi Objective Unrelated Parallel Machine Scheduling Problem
Rifat Rivansyah, Ir. Achmad Pratama Rifai, S.T., M.Eng, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR iv
HALAMAN PERSEMBAHAN v
KATA PENGANTAR vi
UCAPAN TERIMA KASIH vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR TABEL xiv
DAFTAR LAMPIRAN xv
DAFTAR SINGKATAN xvi
INTISARI xviii
ABSTRACT xix
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 10
1.3 Asumsi dan Batasan 11
1.4 Tujuan Penelitian 12
1.5 Manfaat Penelitian 13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 14
BAB III LANDASAN TEORI 27
3.1 *Unrelated Parallel Machine Scheduling Problem pada Production Scheduling* 27
3.2 *Sequence-Dependent Setup Time* 29

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Deep Reinforcement Learning Hyper-Heuristic Berbasis Proximal Policy Optimization untuk Multi Objective Unrelated Parallel Machine Scheduling Problem
Rifat Rivansyah, Ir. Achmad Pratama Rifai, S.T., M.Eng, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.3 *Preventive Maintenance* 31
3.4 *Machine Eligibility* 32
3.5 *Makespan* sebagai Fungsi Tujuan 33
3.6 Emisi Karbon sebagai Fungsi Tujuan 35
3.7 *Multi-Objective Optimization Problem* (MOOP) 37
3.8 Metode Eksak dalam Optimasi 40
3.9 *Mixed Integer Linear Programming* 41
3.10 Metode *Epsilon Constraint* 43
3.11 *Multi-Objective Adaptive Large Neighborhood Search* (MOALNS) 45
3.12 *Hyper-Heuristic* dan *Selection Hyper-Heuristic* 54
3.13 *Reinforcement Learning* 55
3.14 *Deep Reinforcement Learning Hyper-Heuristic* (DRLH) 58
3.15 *Proximal Policy Optimization* (PPO) 60
3.16 Indikator Performa Metaheuristik 64
BAB IV METODE PENELITIAN 66
4.1 Objek Penelitian 66
4.2 Alat Penelitian 66
4.3 Data Penelitian 67
4.4 Alur Penelitian 68
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 71
5.1 Deskripsi Sistem 71
5.2 Model Matematika Kasus MOUPMSP 77
5.2.1 Sets & Indeks serta Parameter Model 77
5.2.2 Decision Variables Model 78
5.2.3 Fungsi Tujuan Model 79

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Deep Reinforcement Learning Hyper-Heuristic Berbasis Proximal Policy Optimization untuk Multi Objective Unrelated Parallel Machine Scheduling Problem
Rifat Rivansyah, Ir. Achmad Pratama Rifai, S.T., M.Eng, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.2.4 Fungsi Batasan Model 80
5.3 Pengembangan Algoritma DRLH-PPO 87
5.3.1 Konsep Pengembangan Algoritma DRLH-PPO 87
5.3.2 *Pseudocode* Algoritma DRLH-PPO 89
5.3.3 Tahapan Algoritma DRLH-PPO 92
5.4 Verifikasi dan Validasi Algoritma DRLH-PPO 112
5.5 Numerical Study 115
5.5.1 *Parameter Tuning* 115
5.5.2 *Output Numerical Study* 123
5.6 Perbandingan Performa Metode Eksak, MOALNS, dan DRLH-PPO 126
5.6.1 Perbandingan Waktu Komputasi 127
5.6.2 Perbandingan Nilai *Hypervolume* 129
5.6.3 Perbandingan Kualitas *Pareto Front* 132
BAB VI PENUTUP 136
6.1 Kesimpulan 136
6.2 Saran 137
DAFTAR PUSTAKA 139
LAMPIRAN 145