UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prediksi Power Output Turbin Gas pada Variasi Laju Massa Aliran dan HHV Bahan Bakar Berbasis Artificial Neural Network
Amelia Dewi, Ir. Joko Waluyo, M.T., Ph.D., IPM, ASEAN Eng., APEC Eng. ; Ir. Achmad Pratama Rifai, S.T., M.Eng., I
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN i
LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iii
DAFTAR ISI v
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR TABEL ix
KATA PENGANTAR x
INTISARI xi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 2
1.3. Batasan Masalah 3
1.4. Tujuan Penelitian 3
1.5. Keaslian dan Kebaruan Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1. Turbin Gas dan *Power output* 6
2.2. Prediksi Kinerja Turbin Gas berbasis ANN 6
2.3. Pengaruh Parameter Operasional terhadap *Power Output* Turbin Gas 7
2.4. Perkembangan *Machine Learning* dalam Prediksi Turbin Gas 9
2.5. Optimasi Arsitektur dan Kompleksitas Model ANN dalam Prediksi Turbin Gas 11
2.6. Gap Penelitian dan Relevansi terhadap Studi ini 12
2.7. Peta Penelitian 13
BAB III LANDASAN TEORI 15
3.1. Prinsip Kerja Turbin Gas 15
3.2. Laju Massa Aliran ($\dot{m}_{fuel}$) dan *Higher Heating Value* (HHV) 17
3.3. *Artificial Neural Network* (ANN) 19
3.4. Fungsi Aktivasi 21
3.5. Arsitektur ANN 23
3.6. Indikator Performa Model 24
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN 27

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prediksi Power Output Turbin Gas pada Variasi Laju Massa Aliran dan HHV Bahan Bakar Berbasis Artificial Neural Network
Amelia Dewi, Ir. Joko Waluyo, M.T., Ph.D., IPM, ASEAN Eng., APEC Eng. ; Ir. Achmad Pratama Rifai, S.T., M.Eng., I
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.1. Lokasi Penelitian 27
4.2. Alat dan Bahan Penelitian 27
4.2.1. Alat Penelitian 27
4.2.2. Bahan Penelitian 27
4.3. Tata Laksana Penelitian 28
4.3.1. Pengumpulan data historis atau *data acquisition* 30
4.3.2. Data *Preprocessing* 31
4.3.3. Pembuatan Arsitektur Model ANN 37
4.3.4. *Training* dan Validasi Model ANN 38
4.3.5. Verifikasi Kinerja Model 39
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 41
5.1. Data *Preprocessing* 41
5.1.1. Analisis Data yang Hilang 41
5.1.2. *Filtering Outlier* Ekstrem dan Penghapusan Data Bernilai 0 42
5.1.3. Standardisasi Data 44
5.2. Data Separation 46
5.3. Perancangan Arsitektur ANN 47
5.3.1. Simulasi dan Training Model ANN 47
5.3.2. Analisis Pengaruh Variasi Arsitektur ANN 51
5.4. Training State Model 59
5.5. Analisis Regresi 61
5.6. Analisis Error dan Residual 65
5.7. Model Neural Network 67
5.8. Visualisasi Prediksi *Power Output* Turbin Gas 69
5.9. Implementasi Model Terbaik untuk Analisis Variasi HHV dan ṁ_fuel 71
5.9.1. Penyusunan Skenario Prediksi Variasi HHV dan ṁ_fuel 72
5.9.2. Hasil Prediksi Variasi HHV dan ṁ_fuel terhadap *Power Output* dan T5 73
5.9.3. Analisis Prediksi *Power Output* dan T5 76
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 84
6.1. Kesimpulan 84
6.2. Saran 85

Prediksi Power Output Turbin Gas pada Variasi Laju Massa Aliran dan HHV Bahan Bakar Berbasis Artificial Neural Network
Amelia Dewi, Ir. Joko Waluyo, M.T., Ph.D., IPM, ASEAN Eng., APEC Eng. ; Ir. Achmad Pratama Rifai, S.T., M.Eng., I
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR PUSTAKA 86

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prediksi Power Output Turbin Gas pada Variasi Laju Massa Aliran dan HHV Bahan Bakar Berbasis Artificial Neural Network
Amelia Dewi, Ir. Joko Waluyo, M.T., Ph.D., IPM, ASEAN Eng., APEC Eng. ; Ir. Achmad Pratama Rifai, S.T., M.Eng., I
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Proses Siklus Brayton Cycle 16
Gambar 3. 2 Siklus Brayton pada Diagram T-s dan P-s 17
Gambar 3. 3 Perbandingan Nilai Kalor dengan jenis bahan bakar gas 18
Gambar 3. 4 Model Matematis Neuron 20
Gambar 3. 5 Struktur dasar ANN 21
Gambar 3. 6 Struktur Neural Network 24
Gambar 4. 1 Central Processing Plant 27
Gambar 4. 2 Diagram Alir Penelitian 28
Gambar 4. 3 Input – Proses – Output Penelitian 29
Gambar 4. 4 P&ID GTG 30
Gambar 5. 1 Time Series Plot 43
Gambar 5. 2 Script Simulasi dan Training ANN pada Matlab 48
Gambar 5. 3 Heatmap Mean Test RMSE Power Output 52
Gambar 5. 4 Heatmap Mean Test R^2 Power Output 53
Gambar 5. 5. Heatmap Mean Test RMSE T5 54
Gambar 5. 6. Heatmap Mean Test R^2 T5 55
Gambar 5. 7 Bar Chart RMSE (Perbandingan tiap Arsitektur) Combined 56
Gambar 5. 8 Boxplot Test RMSE Combined 58
Gambar 5. 9 Training State Proses Simulasi 59
Gambar 5. 10 Hasil Regresi Data Prediksi terhadap Data Aktual Power Output 62
Gambar 5. 11. Hasil Regresi Data Prediksi terhadap Data Aktual T5 64
Gambar 5. 12 Histogram Residual dan Q-Q Plot Power Output 65
Gambar 5. 13. Histogram Residual dan Q-Q Plot T5 66
Gambar 5. 14. Visualisasi Arsitektur Model ANN yang Digunakan 68
Gambar 5. 15 Visualisasi Perbandingan Nilai Aktual dan Hasil Prediksi Power Output dan T5 . 70
Gambar 5. 16. Heatmap Prediksi Power Output pada Variasi HHV dan $\dot{m}$_fuel 77
Gambar 5. 17. Surface Plot Prediksi Power Output pada Variasi HHV dan $\dot{m}$_fuel 78
Gambar 5. 18. Heatmap Prediksi Power Output pada Variasi HHV dan $\dot{m}$_fuel 79
Gambar 5. 19 Surface Plot Prediksi T5 pada Variasi HHV dan $\dot{m}$_fuel. 80
Gambar 5. 20. Perbandingan Nilai Actual vs Predicted Power Output dan T5 82

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prediksi Power Output Turbin Gas pada Variasi Laju Massa Aliran dan HHV Bahan Bakar Berbasis Artificial Neural Network
Amelia Dewi, Ir. Joko Waluyo, M.T., Ph.D., IPM, ASEAN Eng., APEC Eng. ; Ir. Achmad Pratama Rifai, S.T., M.Eng., I
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1. Variabel Pengambilan Data 31
Tabel 4. 2. Konfigurasi Arsitektur..... 38
Tabel 5. 1 Hasil Analisis Statistik Deskriptif dan Pemeriksaan Missing Value Dataset Awal.....41

Tabel 5. 2 Statistik Deskriptif Dataset Setelah Standardisasi 45
Tabel 5. 3 Jumlah Dataset 45
Tabel 5. 4 Pembagian Dataset..... 46
Tabel 5. 5 Performa Model 49
Tabel 5. 6 Tingkat Variasi HHV dan Laju Massa Aliran Bahan Bakar..... 73
Tabel 5. 7 Konfigurasi Analisis Prediksi..... 74
Tabel 5. 8 Ringkasan Hasil Prediksi pada 25 Skenario 75