UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Identifikasi Parameter Empiris dan Tuning Iteratif Model Digital Twin PLTU Batubara Subkritis 200 MW
melalui Simulasi Dinamis**
Aditya Karunia, Dr. Ir. Akmal Irfan Majid, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING **I**
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI **II**
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI **III**
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR **IV**
KATA PENGANTAR **V**
DAFTAR ISI **VIII**
DAFTAR GAMBAR **XI**
DAFTAR TABEL **XIII**
DAFTAR LAMPIRAN **XIV**
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN **XV**
INTISARI **XVII**
ABSTRACT **XVIII**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Asumsi dan Batasan Masalah 4
1.4 Tujuan Penelitian 5
1.5 Manfaat Penelitian 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**
2.1 Tinjauan Penelitian Fleksibilitas Operasi PLTU 6
2.2 Tinjauan Pemodelan Dinamis Menggunakan Modelica dan Clara *Library* 7
2.3 Ringkasan Penelitian Terdahulu 10
2.4 Kesenjangan Penelitian (*Research Gap*) 13
BAB III LANDASAN TEORI **15**
3.1 Termodinamika Siklus Rankine dengan *Reheat* 15
3.1.1 Konfigurasi siklus dan persamaan energi aliran tunak 15
3.1.2 Neraca energi transien sebagai fondasi pemodelan dinamis 17
3.2 Paradigma Pemodelan Akausal dan Sistem DAE dalam Dymola/Modelica 18
3.2.1 Pemodelan Kausal dan Akausal 18

Identifikasi Parameter Empiris dan Tuning Iteratif Model Digital Twin PLTU Batubara Subkritis 200 MW
melalui Simulasi Dinamis
Aditya Karunia, Dr. Ir. Akmal Irfan Majid, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.2.2 Konektor dan pertukaran informasi fisika 19
3.2.3 Sistem DAE dan reduksi indeks 19
3.3 Kerangka Teoritis Pustaka ClaRa untuk Pemodelan Dinamis PLTU 20
3.3.1 Hierarki tingkat kerincian volume kontrol 21
3.3.2 Mekanisme *replaceable model* 21
3.3.3 Struktur rekaman NOM dan INIT 22
3.3.4 Persamaan konservasi fundamental pada volume kontrol fluida 22
3.3.5 Persamaan spesifik komponen kritis 26
3.4 Teori Identifikasi dan Penyelarasan Parameter Empiris 29
3.4.1 Parameter empiris dan sumber ketidakpastiannya 29
3.4.2 Analisis sensitivitas *One-at-a-Time* 30
3.4.3 Penyelarasan parameter (*parameter tuning*) 32
3.4.4 Metrik statistik validasi dinamis: RMSE dan MAPE 33
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN 35
4.1 Objek dan Data Penelitian 35
4.2 Alat Penelitian 38
4.3 Diagram Alir Penelitian 39
4.3.1 Diagram alir penelitian secara umum 39
4.3.2 Diagram alir proses verifikasi dan *tuning* model 41
4.4 Prosedur Penelitian dan Pengambilan Data 43
4.4.1 Konfigurasi model awal 43
4.4.2 Verifikasi kondisi tunak 55
4.4.3 Identifikasi parameter empiris melalui analisis sensitivitas OAT berdasarkan kondisi tunak 56
4.4.4 *Tuning* parameter sesuai ranking sensitivitas 57
4.4.5 Verifikasi akhir kondisi tunak 58
4.4.6 Validasi dengan data DCS 58
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 60
5.1 Konfigurasi Rekaman NOM dan INIT 60
5.2 Verifikasi Awal Sebagai Diagnosis dan *Baseline* 60
5.3 Mekanisme Fisis Parameter yang di-*tuning* kalibrasi kuadrat terkecil 63
5.4 Verifikasi Akhir dan Penghentian *Tuning* 68

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Identifikasi Parameter Empiris dan Tuning Iteratif Model Digital Twin PLTU Batubara Subkritis 200 MW
melalui Simulasi Dinamis**
Aditya Karunia, Dr. Ir. Akmal Irfan Majid, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.5 Validasi Dinamis terhadap data DCS 73
5.6 Analisis Menyeluruh 78
BAB VI PENUTUP **80**
6.1 Kesimpulan 80
6.2 Saran 81
DAFTAR PUSTAKA **83**
LAMPIRAN **85**