

DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS PLAGIATISME	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN TUGAS	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xv
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Perumusan Masalah	2
I.3. Batasan Masalah	3
I.4. Tujuan	3
I.5. Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
BAB III DASAR TEORI	7
III.1. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi	7
III.2. Menara Pendingin.....	9
III.2.1 Proses Pada Menara Pendingin.....	10
III.2.2. Neraca Energi Menara pendingin	11
III.2.3. Neraca Massa Menara pendingin.....	12
III.3. Kendali Proses Pada Menara Pendingin.....	13

III.4. <i>Cause-Effect Diagram</i>	15
III.5. <i>Model-Checking</i>	15
III.6. Otomata Berjangka Waktu	16
III.7. <i>UPPAAL Model Checking Tool</i>	17
III.7.1. <i>Graphical User Interface</i>	17
III.7.2. Pemodelan Dalam UPPAAL	22
III.8. Diagram Logika Biner	24
BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN	27
IV.1. Alat dan Bahan	27
IV.1.1. Alat	27
IV.1.2. Bahan	27
IV.2. Tata Laksana Penelitian	28
IV.3. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	30
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	31
V.1. Pemodelan	31
V.1.1. Pemodelan Sistem Kendali	31
V.1.2. Deklarasi Program	39
V.2. Analisis Logika Proses	41
V.2.1. Logika Aktifasi Manual Kipas Menara Pendingin.....	41
V.2.2. Logika Otomasi Kipas Menara Pendingin	43
V.2.3. Kondisi Perintah Otomatis dan <i>Permissive</i> Kipas Menara Pendingin.....	46
V.2.4. Kondisi <i>Auto Trip</i>	49
V.2.5. Kendali <i>Solenoid Valve</i> Getaran Tinggi Pada Kipas.....	50
V. 3. Analisis Diagram Sebab-Akibat	55
V.3.1. Diagram Sebab-Akibat Aktifasi Manual Menara Pendingin.....	55
V.3.2. Diagram Sebab-Akibat Otomasi Menara Pendingin	56
V.3.3. Diagram Sebab-Akibat Kendali <i>Permissive</i> Otomatis	58
V.3.4. Diagram Sebab-Akibat <i>Auto Trip</i>	60

V.3.5.	Diagram Sebab-Akibat Kondisi <i>Solenoid Valve</i>	62
V.4.	Verifikasi Program	64
V.5.	Hasil Verifikasi.....	65
V.5.1.	Verifikasi Aktifasi Manual Menara Pendingin.....	65
V.5.2.	Verifikasi Otomasi Kipas Menara Pendingin.....	65
V.5.3.	Verifikasi Perintah <i>Mode</i> Otomatis dan <i>Permissive</i> Kipas Menara Pendingin.....	66
V.5.4.	Verifikasi <i>Auto Trip</i>	67
V.5.5.	Verifikasi Kondisi <i>Solenoid Valve</i> Getaran Tinggi Kipas Menara Pendingin.....	68
V.6.	Perbaikan Diagram Logika.....	68
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		71
VI.1.	Kesimpulan	71
VI.2.	Saran	71
DAFTAR PUSTAKA.....		72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Perbandingan Penelitian dengan Tinjauan Pustaka	6
Tabel 5.1.	Daftar Masukan dan Keluaran Logika Aktifasi Manual Kipas.....	42
Tabel 5.2.	Daftar Masukan Dan Keluaran Proses Otomasi Kipas Menara Pendingin.....	44
Tabel 5.3.	Daftar Masukan dan Keluaran Diagram Logika Perintah Otomatis dan <i>Permissive</i> Kipas Menara Pendingin	46
Tabel 5.4.	Daftar Masukan dan Keluaran <i>Auto Trip</i>	50
Tabel 5.5.	Masukan dan Keluaran Kendali <i>Solenoid Valve</i> Getaran Tinggi .	51
Tabel 5.6.	Diagram Sebab-Akibat Aktifasi Manual Kipas	56
Tabel 5.7.	Diagram Sebab-Akibat Aktifasi Otomasi Kipas.....	57
Tabel 5.8.	Diagram Sebab-Akibat Kendali <i>Permissive</i> Otomatis Kipas Menara Pendingin.....	59
Tabel 5.9.	Diagram Sebab-Akibat Kondisi <i>Auto Trip</i>	61
Tabel 5.10.	Diagram Sebab-Akibat Getaran <i>Solenoid Valve</i>	62
Tabel 5.11.	Hasil Verifikasi Aktifasi Manual Menara Pendingin.....	65
Tabel 5.12.	Verifikasi Otomasi Kipas Menara Pendingin	66
Tabel 5.13.	Hasil Verifikasi Pengendalian <i>Permissive</i> Kipas Menara Pendingin	67
Tabel 5.14.	Hasil Verifikasi Sistem <i>Trip</i>	67
Tabel 5.15.	Hasil Verifikasi Sistem Kendali <i>Solenoid Valve</i> Getaran Tinggi ..	68
Tabel 5.16.	Hasil Verifikasi Logika <i>Auto Trip</i> Setelah Perbaikan.....	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Tahapan Proses Pembangunan Industri.....	1
Gambar 3.1.	Perbedaan PLTU dengan PLTP	7
Gambar 3.2.	Aliran Proses PLTP	8
Gambar 3.3.	Sketsa Sederhana Menara Pendingin	11
Gambar 3.4.	Pemodelan sederhana menara pendingin	12
Gambar 3.5.	Perpindahan vs Waktu dalam Perpindahan Harmonik [8].....	14
Gambar 3.6.	Langkah Dalam Model-Checking	16
Gambar 3.7.	Tampilan Jendela <i>Editor</i>	18
Gambar 3.8.	Tampilan Menu <i>Simulator</i>	19
Gambar 3.9.	Tampilan Jendela <i>Verifier</i>	20
Gambar 3.10.	<i>Syntax</i> TCTL dengan $A [] \phi$	21
Gambar 3.11.	<i>Syntax</i> TCTL dengan $A \diamond \phi$	21
Gambar 3.12.	<i>Syntax</i> TCTL dengan $E \diamond \phi$	21
Gambar 3.13.	<i>Syntax</i> TCTL dengan $E [] \phi$	22
Gambar 3.14.	Representasi <i>Locations</i> Dalam UPPAAL	23
Gambar 3.15.	Simbol Gerbang Logika AND.....	25
Gambar 3.16.	Simbol Gerbang Logika OR.....	25
Gambar 4. 1.	Diagram Alir Proses Pengerjaan Skripsi.....	30
Gambar 5.1.	Bagan Alur Pengendalian.....	32
Gambar 5.2.	Model Otomata <i>Channel</i> Pengendali	34
Gambar 5.3.	Model Otomata <i>Channel</i> Masukan	35
Gambar 5.4.	Kondisi Awal	35
Gambar 5.5.	Kondisi Masukan Tinggi.....	36
Gambar 5.6.	Model Otomata <i>Channel</i> Eksekutor	37

Gambar 5.7.	Model Otomata <i>Channel</i> Keluaran	37
Gambar 5.8.	Model Otomata (a) <i>Channel</i> Set-Reset, (b) <i>Channel Delay</i> <i>Initiation</i> (c) <i>Delay Termination Output</i> [1].....	38
Gambar 5.9.	Diagram Logika Aktifasi Manual Kipas	42
Gambar 5.10.	Diagram Logika Otomasi Kipas.....	43
Gambar 5.11.	Perintah <i>Permissive</i> dan Otomasi Kipas	48
Gambar 5.12.	Diagram Logika <i>Auto Trip</i>	49
Gambar 5.13.	Diagram Logika Pembacaan Getaran.....	52
Gambar 5.14.	Diagram Logika Buka Otomatis <i>Solenoid Valve</i> Getaran Tinggi	53
Gambar 5.15.	Diagram Logika <i>Solenoid Valve</i> Getaran Tinggi Tertutup Otomatis	54
Gambar 5.16.	Diagram Logika Indikator Aktif Kipas Menara Pendingin.....	54
Gambar 5.17.	Diagram Alir Verifikasi Menggunakan UPPAAL.....	64
Gambar 5.18.	Penandaan Kesalahan Logika <i>Auto Trip</i>	69
Gambar 5.19.	Perbaikan Diagram Logika <i>Auto Trip</i>	70

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	74
Lampiran A.1. Diagram Sebab-Akibat.....	75
Lampiran A.1.1. Kendali Manual dan Otomatis.....	65
Lampiran A.1.2. Kendali Permissive dan Otomatis	67
Lampiran A.1.3. Kendali <i>Auto Trip</i>	72
Lampiran A.1.4. Kendali <i>Solenoid Valve</i> Getaran Tinggi	73
Lampiran A.2. Diagram Logika Kendali Menara Pendingin	79
Lampiran B.....	86
Lampiran B. 1. Deklarasi Masing-Masing Sistem.....	86