

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS .....	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
INTISARI .....	xvi
<i>ABSTRACT</i> .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	5
1.3. Tujuan Penelitian .....	5
1.4. Asumsi dan Batasan Masalah .....	6
1.5. Keaslian Penelitian.....	6
1.6. Manfaat Penelitian .....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	10
2.1. Sirkulasi Alami .....	10
2.1.1. Perkembangan dan kajian umum sirkulasi alami .....	11
2.1.2. Perkembangan sirkulasi alami untuk PLTN.....	12
2.1.3. Perkembangan penelitian sirkulasi alami di Indonesia .....	16
2.2. Fenomena Instabilitas pada Loop Sirkulasi Alami .....	20
2.3. Transformasi Wavelet untuk Analisis Termohidrolika.....	22
2.4. Shannon Entropy dalam Analisis Keacakan .....	25
BAB III LANDASAN TEORI .....	27

3.1. Fenomena dan Teori Dasar Aliran Sirkulasi Alami.....	27
3.1.1. Konsep matematis aliran sirkulasi alami.....	28
3.1.2. Persamaan pengatur aliran sirkulasi alami .....	29
3.1.3. Dinamika Transien dan Steady-state pada Sistem Sirkulasi Alami .....	31
3.2. Bilangan Tak-berdimensi .....	33
3.2.1. Persamaan tak-berdimensi aliran sirkulasi alami .....	33
3.2.2. Bilangan Reynolds .....	34
3.2.3. Bilangan Grashof.....	35
3.4. Transformasi Wavelet Kontinyu .....	35
3.3.1. Persamaan dasar CWT .....	36
3.3.2. <i>Mother wavelet</i> CWT .....	37
3.3.3. Magnitude CWT.....	38
3.3.4. <i>Power spectrum</i> CWT .....	38
3.3.5. <i>Wavelet energy</i> .....	39
3.4. Shannon Entropy.....	40
3.4.1. Fisika shannon entropy.....	40
3.4.2. Pembangunan persamaan shannon entropy.....	42
3.4.3. Konseptual shannon entropy .....	42
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN .....	44
4.1. Tempat Pelaksanaan Penelitian.....	44
4.2. Fasilitas dan Setup Eksperimen .....	44
4.2.1. Fasilitas eksperimen .....	46
4.2.2. Setup eksperimen .....	46
4.2.3. Detail pemanas dan pendingin .....	49
4.2.4. Laju pengambilan data kontinyu .....	51
4.2.5. Spesifikasi sensor pengukur .....	52
4.3. Variabel dan Matriks Penelitian.....	54

4.3.1. Variabel penelitian .....	54
4.3.2. Matriks penelitian.....	55
4.4. Diagram Alir Penelitian .....	56
4.5. Metode Eksperimen .....	57
4.6. Kalibrasi dan Metode Ketidakpastian .....	57
4.6.1. Kalibrasi sensor pengukuran .....	57
4.6.2. Metode analisis ketidakpastian.....	58
4.7. Metode Injeksi Tinta dan Pengambilan Gambar Visualisasi .....	58
4.8. Penempatan Termokopel Lapisan Batas .....	62
4.9. Metode Klasifikasi Kondisi Steady-state .....	63
4.10. Metode Analisis CWT.....	64
4.11. Metode Analisis Shannon Entropy .....	66
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>69</b>
5.1. Klasifikasi Transien Pemanasan Sirkulasi Alami .....	69
5.1.1. Klasifikasi kondisi temperatur sirkulasi alami .....	69
5.1.2. Klasifikasi transisi kondisi laju aliran volumetrik sirkulasi alami .....	74
5.2. Karakterisasi Tempertur dan Laju Aliran Steady-state .....	76
5.2.1. Karakteristik temperatur pada kondisi steady-state.....	76
5.2.2. Karakteristik laju aliran pada kondisi steady-state.....	77
5.3. Analisis Bilangan Tak-Berdimensi Aliran Sirkulasi Alami.....	78
5.3.1. Analisis bilangan Reynolds .....	79
5.3.2. Analisis bilangan Grashof .....	80
5.3.3. Analisis hubungan bilangan Reynolds dan Grashof.....	81
5.4. Investigasi Pola Rejim Aliran Sirkulasi Alami .....	87
5.4.1. Karakterisasi hasil visualisasi rejim aliran sirkulasi alami.....	87
5.4.2. Analisis pola perubahan rejim aliran sirkulasi alami .....	96
5.4.3. Analisis pengaruh lapisan batas terhadap perubahan rejim aliran .....	98

5.5. Analisis Transformasi Wavelet Kontinyu.....	106
5.5.1. <i>Scalogram</i> CWT.....	107
5.5.2. Analisis frekuensi signal terhadap rejim aliran .....	111
5.5.3. Karakteristik <i>wavelet energy</i> .....	115
5.6. Analisis Shannon Entropi.....	118
5.6.1. Histogram probabilitas keacakan sinyal.....	119
5.6.2. Perubahan entropi terhadap waktu .....	122
5.6.3. Peta rejim aliran berdasarkan shannon entropy.....	123
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	127
6.1. Kesimpulan .....	127
6.2. Saran .....	128
DAFTAR PUSTAKA .....	130
Lampiran 1. Kode Python untuk Pengambilan Gambar .....	145
Lampiran 2. Kode Python untuk <i>Crop</i> Gambar.....	146
Lampiran 3. Kode Python untuk Memperjelas Gambar .....	148
Lampiran 4. Kode Python untuk <i>Recoloring</i> .....	149
Lampiran 5. Kode Matlab untuk CWT 3D <i>Scalogram</i> .....	150
Lampiran 6. Kode Matlab untuk Plot Power Spectrum.....	152
Lampiran 7. Kode Python untuk Membuat Histogram Probabilitas .....	154
Lampiran 8. Publikasi Ilmiah 1.....	156
Lampiran 9. Publikasi Ilmiah 2.....	157