

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xii
INTISARI.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Perumusan Masalah	3
I.2.1. Batasan Masalah	4
I.3. Tujuan Penelitian	4
I.4. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
BAB III DASAR TEORI	10
III.1. Metode Monte Carlo	10
III.1.1. OpenMC.....	11
III.1.2. Simulasi Neutronik Reaktor pada OpenMC	12
III.2. Perhitungan Power Peaking Factor	18
III.3. Koefisien Umpan Balik Reaktivitas.....	19
III.4. Optimasi pada Teras Reaktor Nuklir.....	20
III.4.1. Objektif, Sub-objektif, dan Constraint.....	21
III.5. <i>Non-dominated Sorting Genetic Algorithm – II</i>	21
III.5.1. Algoritma Genetika.....	23
III.5.2. Eksploitasi dan Eksplorasi	25
III.5.3. <i>Non-dominated Sorting</i>	25
BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN	30



IV.1. Alat Penelitian.....	30
IV.2. Tata Laksana Penelitian	31
IV.2.1. Pembuatan Model Reaktor.....	31
IV.2.2. Penentuan <i>Constraint</i> Gen	37
IV.2.3. Pembuatan <i>Solver</i> Optimasi.....	42
IV.2.4. Pembuatan Kode NSGA-II	44
IV.2.5. Optimasi NSGA-II	46
IV.2.6. Perhitungan Koefisien Reaktivitas <i>Pareto Front</i>	48
IV.2.7. Perhitungan <i>Burnup Pareto Front</i>	49
IV.3. Rencana Analisis Hasil Penelitian	49
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	51
V.1. Performa Optimasi	51
V.2. Hasil Optimasi.....	58
V.3. Komparasi Konfigurasi Optimal dengan Konfigurasi Standar	60
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	64
VI.1. Kesimpulan	64
VI.2. Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN.....	69
LAMPIRAN A LISTING PROGRAM <i>OPTIMASI</i>	70
LAMPIRAN B TABEL INDIVIDU PADA PROSES OPTIMASI	81



DAFTAR TABEL

Tabel III.1. Blok <i>Primitives</i> pada Pemodelan Geometri Reaktor	13
Tabel III.2. Metode Translasi pada Pemodelan Geometri Reaktor	13
Tabel IV.1. Parameter Desain Umum Mikroreaktor Hidrid	32
Tabel IV.2. Parameter Material Bahan Bakar Standar.....	32
Tabel IV.3. Parameter Material Kelongsong	32
Tabel IV.4. Parameter Material Pendingin.....	32
Tabel IV.5. Parameter Material Batang Kendali.....	33
Tabel IV.6. Parameter Material Grafit	33
Tabel IV.7. Parameter Material Gas Hidrogen	33
Tabel IV.8. Parameter Material Gas Argon	33
Tabel IV.9. Parameter Material Gas Helium.....	33
Tabel IV.10. Parameter Material Gas Nitrogen	33
Tabel IV.11. Parameter Material Kompensator	34
Tabel IV.12. Parameter Material Beton	34
Tabel V.1. Individu pada Pareto Front beserta Nilai Objektif	58
Tabel V.2. Nilai Sub-objektif pada Himpunan Individu <i>Pareto Front</i>	59
Tabel V.3. Perbandingan Nilai Parameter Konfigurasi Optimal dan Konfigurasi Standar.....	61
Tabel B.1. Individu yang telah disortir pada generasi ke-0.....	81
Tabel B.2. Individu yang telah disortir pada generasi ke-1	82
Tabel B.3. Individu yang telah disortir pada generasi ke-2.....	84
Tabel B.4. Individu yang telah disortir pada generasi ke-3.....	86
Tabel B.5. Individu yang telah disortir pada generasi ke-4.....	88



DAFTAR GAMBAR

Gambar III.1. Simulasi Monte Carlo dengan <i>trajectory</i> yang ditandai menggunakan pemrograman Python [17]	11
Gambar III.2. Prosedur NSGA-II [8]	23
Gambar III.3. Visualisasi terminologi GA.....	24
Gambar III.4 Visualisasi persilangan pada GA	24
Gambar III.5. Visualisasi mutasi kromosom	25
Gambar III.6. Pseudo-code dari algoritma non-dominated sorting [31].....	27
Gambar III.7. Visualisasi <i>rank sorting</i> terhadap dua objektif	27
Gambar III.8. Visualisasi perhitungan crowding distance [8]	28
Gambar IV.1. Diagram Alir Tata Laksana Penelitian	31
Gambar IV.2 Legenda Warna Visualisasi Geometri Reaktor	35
Gambar IV.3 Skema reaktor dari sudut pandang potongan diagonal.....	35
Gambar IV.4. Plot XY pada bidang	36
Gambar IV.5. Plot XY pada bidang	36
Gambar IV.6. Plot XY pada bidang	36
Gambar IV.7. Plot XY pada bidang	36
Gambar IV.8. Plot XZ pada bidang.....	37
Gambar IV.9. Plot YZ pada bidang.....	37
Gambar IV.10. Perbandingan ukuran <i>pitch</i> kanal pendingin pada dimensi 2,0 cm; 2,3 cm; dan 2,6 cm	38
Gambar IV.11. Perbandingan ukuran <i>pitch</i> kanal batang kendali pada dimensi 2,0 cm; 2,3 cm; dan 2,6 cm ketika batang kendali dinaikkan	38
Gambar IV.12. Perbandingan ukuran <i>pitch</i> kanal batang kendali pada dimensi 2,0 cm; 2,3 cm; dan 2,6 cm ketika batang kendali diturunkan.....	38
Gambar IV.13. Perbandingan Plot YZ antara kanal pendingin dan kanal batang kendali dengan <i>pitch</i> 2,0 cm; 2,3 cm; dan 2,6 cm.....	39
Gambar IV.14. Plot XY teras aktif pada bidang $Z = 50$ dan <i>pitch</i> = 2.0 cm.....	39
Gambar IV.15. Plot XY teras aktif pada bidang $Z = 50$ dan <i>pitch</i> = 2.1 cm.....	39



Gambar IV.16. Plot XY teras aktif pada bidang $Z = 50$ dan $pitch = 2.2$ cm.....	40
Gambar IV.17. Plot XY teras aktif pada bidang $Z = 50$ dan $pitch = 2.3$ cm.....	40
Gambar IV.18. Plot XY teras aktif pada bidang $Z = 50$ dan $pitch = 2.4$ cm.....	40
Gambar IV.19. Plot XY teras aktif pada bidang $Z = 50$ dan $pitch = 2.5$ cm.....	40
Gambar IV.20. Plot XY teras aktif pada bidang $Z = 50$ dan $pitch = 2.6$ cm.....	41
Gambar IV.21. Plot XY teras aktif pada bidang $Z = 50$ dan $pitch = 2.7$ cm.....	41
Gambar IV.22. Posisi batang kendali grup 1 ditunjukkan warna merah muda...	42
Gambar IV.23. Visualisasi diskritisasi radial teras aktif yang disederhanakan ..	44
Gambar IV.24. Visualisasi diskritisasi aksial teras aktif yang disederhanakan ..	44
Gambar IV.25. Diagram alir optimasi NSGA-II dengan <i>solver</i>	48
Gambar V.1. Persentase penolakan setiap generasi	51
Gambar V.2. <i>Running time</i> setiap generasi	53
Gambar V.3. Persebaran individu generasi ke-0 untuk setiap <i>front</i> pada domain objektif	54
Gambar V.4. Persebaran individu generasi ke-1 untuk setiap <i>front</i> pada domain objektif	54
Gambar V.5. Persebaran individu generasi ke-2 untuk setiap <i>front</i> pada domain objektif	55
Gambar V.6. Persebaran individu generasi ke-3 untuk setiap <i>front</i> pada domain objektif	55
Gambar V.7. Persebaran individu generasi ke-4 untuk setiap <i>front</i> pada domain objektif	56
Gambar V.8. Perubahan <i>pareto front</i> untuk setiap generasi.....	56
Gambar V.9. Asal individu <i>pareto front</i> generasi ke-4	58

