

**MENCARI AKAR-AKAR PERSAMAAN FUNGSI KOMPLEKS
MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA PARALEL**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*



DISUSUN OLEH:

AHMAD RIZA ABDULLAH

NIM. 105060300111012 – 63

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2015**

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Atas kehendak-Nya semata karya ini bisa menjadi kenyataan. Shalawat dan salam bagi Rasulullah, keluarga dan para sahabatnya.

Terwujudnya skripsi dengan judul **Mencari Akar-akar Persamaan Fungsi Kompleks Menggunakan Algoritma Genetika Paralel** ini tidak lepas dari partisipasi dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

- Bapak Muhammad Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan dan Pembimbing I,
- Bapak Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan,
- Bapak Ali Mustofa, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Sarjana,
- Bapak Waru Djuriyatno, S.T., M.T. selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Rekayasa Komputer dan Pembimbing II,
- Bapak Moch. Rif'an, S.T., M.T.; Bapak R. Arief Setyawan, S.T., M.T.; dan Bapak Adharul Muttaqin, S.T., M.T. selaku Majelis Pengaji,
- Seluruh dosen, karyawan, dan staf jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Ibu & Bapakku, tidak ada keberhasilan anak tanpa doa dan kasih sayang Ibu & Bapak,
- Saudara-saudaraku: kakak & kedua adikku,
- Wankawan seperjuangan di Konsentrasi Rekayasa Komputer,
- Rekan-rekan & Laboran di Laboratorium Informatika dan Komputer Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Teman-teman RisTIE HME, Kawan-kawan Fordi Mapelar,
- Manteman Pejuang Kopi, Manteman HMH, Manteman Magnet'10, *and my many circles that have made me stronger, brighter & hopefully ... more useful.*

Akhir kata, penulis berharap karya ini dapat memberikan banyak berkat bagi para pembaca. Dengan kerendahan hati, penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan adanya saran dan kritik yang dapat semakin memperkaya wawasan dan pengetahuan penulis.

Malang, Januari 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
ABSTRAK	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Pencarian Akar-Akar Persamaan Fungsi Kompleks	3
2.1.1. Fungsi Kompleks	3
2.1.2. Bentuk Kutub; Teorema DeMoivre	3
2.1.3. Konversi Penyelesaian Persamaan ke Pencarian Nilai Minimum	6
2.1.4. Mencari Nilai Minimum	6
2.2. Algoritma Genetika	7
2.2.1. Pengertian Dasar Algoritma Genetika	7
2.2.2. Siklus Algoritma Genetika	9
2.2.3. Komponen Utama Algoritma Genetika	10
2.2.3.1. Teknik Encoding/Decoding Gen dan Individu	10
2.2.3.2. Membangkitkan Populasi Awal	11
2.2.3.3. Nilai <i>Fitness</i>	11
2.2.3.4. Elitisme	11
2.2.3.5. Seleksi Induk	11
2.2.3.6. <i>Linear Fitness Rangking</i>	12
2.2.3.7. <i>Roullete Wheel</i>	13
2.2.3.8. <i>Crossover</i> (Pindah-silang)	13

2.2.3.9. Mutasi	13
2.2.3.9.1. Teknik Mutasi	13
2.2.3.10. <i>Generational Replacement</i> (Penggantian Populasi)	14
2.2.4. Langkah-langkah Algoritma Genetika	14
2.3. Algoritma Genetika Paralel	15
2.4. Komputasi Paralel	16
2.5. Cluster Beowulf	17
2.6. <i>Embarrassingly parallel</i> (Komputasi Paralel Ideal)	18
2.7. <i>Message-Passing Multicomputer</i>	19
2.8. Single-Program Multiple-Data (SPMD)	20
2.9. Pembuatan Proses	20
2.10. <i>Message Passing Interface</i> (MPI)	17
2.11. Komunikasi <i>Point-to-Point</i> MPI	22
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1. Studi Literatur	24
3.2. Penentuan Spesifikasi Alat	24
3.2.1. Perangkat Keras	24
3.2.2. Perangkat Lunak	24
3.3. Abstraksi Sistem	24
3.3. Diagram Sistem	25
3.4. Langkah Kerja Sistem	25
3.5. Pengujian	26
3.6. Penarikan Kesimpulan	27
3.7 SISTEMATIKA PENULISAN	28
BAB IV DESAIN DAN IMPLEMENTASI	28
4.1. Permasalahan Uji	28
4.1.1. Solusi Eksak	28
4.1.2. Grafik Fungsi	30
4.1.3. Nilai ρ dan θ	30
4.2. Desain Algoritma Genetika	31
4.2.1. Populasi Awal	32

4.2.2. Representasi Data	32
4.2.3. Nilai <i>fitness</i>	34
4.2.4. Stringbiner _k	34
4.2.5. Penentuan Parameter Terminasi.....	35
4.2.6. Inisialisasi Populasi Awal	36
4.2.7. Seleksi Kromosom Induk dengan Roda Roulette	36
4.2.8. <i>Crossover</i>	36
4.2.9. Mutasi	37
4.2.10. Elitisme	38
4.2.11. Penggantian Generasi (<i>Generational Replacement</i>)	38
4.3. Ikhtisar GAlib.....	38
4.4. Paralelisasi Algoritma Genetika.....	39
4.4.1. Subpopulasi yang Terisolasi	40
4.5. <i>Embarrassingly Parallel</i> pada Algoritma Genetika	40
4.6. Konfigurasi Perangkat Keras	41
4.6.1 Konfigurasi Perangkat Keras Komputer <i>Front-end</i>	41
4.6.2 Konfigurasi Perangkat Keras Komputer <i>Slave</i>	42
4.6.3 Konfigurasi Jaringan Lokal	43
4.7 Konfigurasi Perangkat Lunak	44
4.7.1 Konfigurasi Komputer <i>Front-end</i> (E7400)	44
4.7.1.1 Konfigurasi Alamat IP dan Host Komputer <i>Front-end</i>	44
4.7.1.2 Konfigurasi User mpi	45
4.7.1.3 Konfigurasi Server NFS	45
4.7.1.4 Konfigurasi SSH	45
4.7.1.5 Kompilasi dan Instalasi OpenMPI Komputer <i>Front-end</i>	46
4.7.2 Konfigurasi Komputer <i>Slave</i> (4 Unit i3 550)	46
4.7.2.1 Konfigurasi Alamat IP dan Host Komputer <i>Slave</i>	56
4.7.2.2 Konfigurasi User mpi	47
4.7.2.3 Konfigurasi Klien NFS	47
4.7.2.4 Konfigurasi SSH	47
4.7.2.5 Instalasi OpenMPI Komputer <i>Slave</i>	47

4.7.2.6 Konfigurasi wake-on-LAN	47
4.7.2.7 Konfigurasi Boot	48
4.7.2.8 Duplikasi Media <i>Boot</i> Komputer <i>Slave</i>	48
4.8. Implementasi Sistem	49
4.8.1. Pembuatan Proses dan Eksekusi.....	49
4.8.2. Penggunaan Model Komputasi <i>Single Program</i> <i>Multiple Data</i> (SPMD)	50
4.8.3. Implementasi Algoritma Genetika dengan GALib	51
4.8.3.1. Skema Pengodean Kromosom/Individu	51
4.8.3.2. Deklarasi Parameter Terminasi	51
4.8.3.3. Fungsi Obyektif dan Penskalaan <i>Fitness</i>	52
4.8.3.4. Skema Seleksi Orang Tua.....	52
4.8.3.5. Elitisme	52
4.8.4. Mencari Akar Lebih dari Satu.....	52
4.8.5. pencarian Sekuensial	52
4.8.6. Operasi <i>Blocking MPI</i>	53
4.8.7. Migrasi Individu	54
4.8.8. Migrasi Individu	54
4.8.9. Langkah-langkah Keseluruhan	54
BAB V PENGUJIAN	56
5.1. <i>Error</i> Hasil Komputasi	56
5.2. Mean Square Error (Kesalahan Kuadrat Rata-rata)	56
5.3. Kode Program untuk Mengukur Waktu Eksekusi	57
5.4. Prosedur Pengukuran Waktu Eksekusi	58
5.5. Rekapitulasi Waktu Serial	58
5.6. Rekapitulasi Waktu Paralel	58
5.7. Performa (Akselerasi)	59
5.8. Efisiensi	59
BAB VI PENUTUP	60
6.1 Kesimpulan	60
6.2 Saran	60

DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	63



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. bentuk kutub dari z	4
Gambar 2.2. Perkalian z dengan i	4
Gambar 2.3. Visualisasi gen, allele, kromosom, individu, dan populasi pada Algoritma Genetika	7
Gambar 2.4. Siklus algoritma genetika yang diperkenalkan oleh David Goldberg	9
Gambar 2.5. Siklus algoritma genetika Zbigniew Michalewicz hasil perbaikan dari siklus algoritma genetika yang diperkenalkan oleh David Goldberg	10
Gambar 2.6. Pada gambar sebelah kiri, individu P mempunyai nilai fitness tertinggi dibandingkan individu lainnya. Pada gambar sebelah kanan, populasi konvergen pada suatu optimum lokal dekat individu P. tidak ada individu yang mencapai nilai optimum sebenarnya	12
Gambar 2.7. Langkah-langkah kerja Algoritma Genetika.....	15
Gambar 2.8. skematik <i>master-slave</i> PGA. <i>Master</i> menyimpan populasi, eksekusi operasi GA, dan distribusi individu ke <i>slaves</i> . <i>Slaves</i> hanya mengevaluasi <i>fitness</i> individu	15
Gambar 2.9. Grafik komputasi yang tidak terhubung (<i>embarrassingly parallel problem</i>)	18
Gambar 2.10. Model Multiprosesor message passing (multikomputer)	19
Gambar 2.11. Struktur SPMD	20
Gambar 2.12. Model SPMD	21
Gambar 2.13. Komunikasi <i>point-to-point</i> MPI	22
Gambar 3.1. Abstraksi sistem komputasi parallel.....	25
Gambar 4.1. Fungsi $\cos z$ dan $\sin z$	30
Gambar 4.2. Fungsi $f(z) = \cos z - \sin z$	30
Gambar 4.3. Unit Komputer <i>Front-end</i>	42
Gambar 4.4. Empat Unit Komputer <i>Slave</i>	43
Gambar 4.5. Jaringan lokal Komputer Paralel	44
Gambar 5.1. <i>Mean Square Error</i>	56

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Perangkat Keras Komputer <i>Front-end</i>	41
Tabel 4.2 Perangkat Keras Komputer <i>Slave</i>	42
Tabel 4.3 Asosiasi Nama <i>Host</i> dan Alamat IP Komputer <i>Slave</i>	46
Tabel 4.4 Asosiasi Nama <i>Host</i> dan Alamat MAC Komputer <i>Slave</i>	47
Tabel 5.1. Contoh <i>Error</i> Hasil Komputasi dari Sebuah Pengujian.....	56
Tabel 5.2. <i>Mean Square Error</i>	56
Tabel 5.3. Rekapitulasi waktu serial	58
Tabel 5.4. Rekapitulasi waktu paralel	59

DAFTAR LAMPIRAN

File example.c:	64
Hasil eksekusi serial:	68
Hasil eksekusi parallel:	71
Error Hasil Komputasi:	74



ABSTRAK

Ahmad Riza Abdullah, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Desember 2014, *Mencari Akar-akar Persamaan Fungsi Kompleks Menggunakan Algoritma Genetika Paralel*, Dosen Pembimbing: Muhammad Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D. dan Waru Djuriatno, S.T., M.T.

Penelitian ini menyajikan pencarian akar-akar persamaan fungsi kompleks menggunakan algoritma genetika paralel berbasis *Message Passing Interface* dengan model *Single Program Multiple Data*, digunakan *Genetic Algorithm library* untuk implementasi algoritma genetika. Penelitian dibuat pada suatu permasalahan teknis untuk kemudian direalisasikan. Kami menjelaskan desain dan implementasi algoritma genetika paralel untuk mencari akar-akar persamaan fungsi kompleks.

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan komputasi paralel tidak selalu meningkatkan kecepatan secara signifikan. Dari hasil pengujian, rata-rata waktu serial 180,5482 detik dan rata-rata waktu paralel 166,4127 detik. Peningkatan kecepatan paralel dibanding serial sebesar 1,084943 dengan efisiensi 0,271236.

Kata Kunci: Algoritma Genetika Paralel, *Message Passing Interface*, Pencarian Akar-akar, Persamaan Fungsi Kompleks.