

# STUDI DAN IMPLEMENTASI ALGORITMA TERINSPIRASI SISTEM IMUN : CLONAL SELECTION ALGORITHM

*by Dr.ayi Purbasari. St.,mt. Turnitin Paper -publikasi 6*

---

**Submission date:** 19-Oct-2021 11:33AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 1677808014

**File name:** 6.\_Studi\_dan\_Implementasi\_Algoritma\_Terinspirasi\_Sistem\_Imun.pdf (3.03M)

**Word count:** 6354

**Character count:** 40889



# Proceedings

Konferensi Nasional Sistem Informasi 2014



STMIK DIPANEGARA  
MAKASSAR

27 Februari - 01 Maret 2014

**Abstract Proceeding Edition**  
**ISSN : 2355-1941**



Pusat Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat (P4M) STMIK Dipanegara Makassar  
Jl. Perintis Kemerdekaan Km.9 Makassar, Telp. : 0411-587194 | Fax. : 0411-588283  
Email : p4m@dipanegara.ac.id

**Dipublikasikan Tahun 2014 oleh:**

**Pusat Pengembangan, Penelitian, dan Pengabdian Masyarakat (LP4M)**

**STMIK DIPANEGARA MAKASSAR**

**SULAWESI SELATAN - INDONESIA**

**ISSN: 2355-1941**

**Panitia tidak bertanggung jawab terhadap isi paper dari peserta**

**PROCEEDINGS**

**KONFERENSI NASIONAL SISTEM INFORMASI 2014**

**Ketua Editor**

**Drs. I Wayan Simpen, M.MSI.**

**Sekretaris Editor**

**Yesaya Tommy Paulus, S.Kom., MT.**

**Anggota Editor**

**M. Syukri Mustafa, S.Si., M.MSI.**

**Indra Samsie, M.Kom.**

**Jufri, S.Kom., MT.**

**Asran, ST.,MT.**

**Ahmad Sukarna S.,S.Kom.,MT.**

## KOMITE KNSI 2014

### **PENANGGUNG JAWAB:**

Drs. Suarga, M.Sc., M.Math., Ph.D.

Ketua Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer (STMIK) Dipanegara Makassar

### **KETUA PELAKSANA KNSI 2014:**

Indra Samsie, M.Kom.

### **STEERING COMMITTEE**

- Kridanto Surendro, Ph.D
- Dr. Rila Mandala
- Dr. Husni S Sastramihardja
- Prof. Iping Supriatna

### **PROGRAM COMMITTEE**

- Dr. Kridanto Surendro (ITB)
- Dr. Rila Mandala (ITB)
- Dr. Husni Sastramihardja (ITB)
- Dr. Masayu Leyla Khodra (ITB)
- Dr. Djoko Soetarno (BINUS)
- Dr. Agus Hardjoko (UGM)
- Dr. Sri Hartati (UGM)
- Dr. Retyanto Wardoyo (UGM)
- Prof. Zainal A. Hasibuan (UI)
- Dr. Sri Nurdianti (IPB)
- Dr. Agus Buono (IPB)
- Prof. Benny Mutiara (Universitas Gunadarma)

### **TECHNICAL COMMITTEE**

- |                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| • Drs. I Wayan Simpen, M.MSI.     | • Cucut Susanto, S.Kom.,M.Si.    |
| • Johny Soetikno, SE.,MM.         | • Ir. Mirfan, MM.                |
| • Indra Samsie, S.Kom.,M.Kom.     | • Ir. H. Irsal, MT               |
| • M. Syukri Mustafa, S.Si.,M.MSI. | • Michael Octavianus, S.Kom.,MM. |
| • Ir. Mirfan, MM.                 | • Ir. Kamarullah Nusu            |
| • Abdul Ibrahim, S.Kom.,M.MSI.    | • Muh. Khadafi Tayyeb, SE.       |
| • Ahmad Sukarna, S.Kom.,M.Si.     | • Ir. Mahmud Hasan               |
| • Asran, ST.,MT.                  | • Michael Polinggomang, SSI.     |
| • Wilem Musu, S.Kom.,MT.          | • Nurbaeda, S.Kom.               |
| • Erfan Hasmin, S.Kom.,MT.        | • Marsha, SE.,                   |
| • Komang Aryasa, S.Kom.,MT.       | • ST. Herlina, SE.               |
| • Yesaya Tommy Paulus, S.Kom.,MT. | • Ramlah Amir, S.Pd.             |
| • Jufri, S.Kom.,MT.               |                                  |

## DAFTAR ISI

Susunan Komite KNSI 2014 .....	iii
Daftar isi .....	iv
Kata Sambutan Ketua STMIK Diponegara Makassar .....	v
Kata Sambutan Ketua Panitia KNSI 2014 .....	vi
Susunan Acara KNSI 2014 .....	vii
Jadwal Presentas .....	x
Daftar Makalah.....	xxvii
Makalah .....	1

## SAMBUTAN KETUA STMIK DIPANEGARA MAKASSAR

Assalamu alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Salam sejahtera buat kita semua.

Yang terhormat para undangan, peserta KNSI 2014, para pembicara, pemakalah, steering committee, organizing committee, para reviewer, dan panitia lokal. Puji syukur yang setinggi-tinggi-nya kita panjatkan ke pada Allah Subhanahu Watala, Tuhan Semesta Alam Yang Maha Esa, yang telah memberikan kepada kita sekalian rahmat kesehatan dan kesempatan sehingga dapat hadir dan memeriahkan acara Konferensi Nasional ini.

KNSI 2014 dapat terselenggara di STMIK Dipanegara Makassar dengan adanya kerjasama dan kepercayaan yang diberikan oleh Kelompok Keilmuan Informatika Institut Teknologi Bandung yang menjadi Steering Committee dan penggagas dari KNSI. Panitia telah bekerja maksimal untuk men-sukses-kan acara ini, sebagai salah satu indikator-nya adalah adanya lebih dari 320 makalah yang telah diseleksi untuk di-sajikan dalam konferensi ini. Peserta selain dari pembicara dan pemakalah dari berbagai perguruan tinggi di nusantara, juga dihadiri oleh pemerhati teknologi informasi dari berbagai kalangan.

STMIK Dipanegara Makassar didirikan pada tanggal 7-Juli-1994, nama Dipanegara diambil dari nama Pahlawan Nasional Pangeran Diponegoro, dengan maksud agar semangat Diponegoro dapat di-warisi oleh civitas academica dalam berjuang dimedan pendidikan. STMIK Dipanegara hingga kini telah meluluskan lebih dari 10.000 alumni yang tersebar ke seluruh pelosok tanah air. Jumlah mahasiswa aktif sekitar 4000 dengan tiga program-studi: Sistem Informasi-S1, Teknik Informatik-S1, dan Manajemen Informatik-D3. Semua program studi telah ter-akreditasi oleh BAN-PT.

Saya selaku Ketua STMIK Dipanegara dengan ini menyampaikan banyak terima kasih kepada semua panitia baik panitia pusat maupun panitia lokal yang telah bekerja keras sehingga KNSI 2014 bisa terselenggara ditempat ini. Selain itu terimalah permohonan maaf dari saya, mewakili Yayasan Dipanegara dan civitas academica STMIK Dipanegara, apabila dalam penyelenggaraan konferensi dan pelayanan kami ada yang dirasakan kurang memadai, demikian pula kesalahan dan ke-khilafan yang kami tidak sadari.

Akhirnya, selamat ber-konferensi, semoga dapat berjalan lancar dan sukses. Bagi peserta yang baru pertama-kali ke Makassar kami ucapkan selamat datang dan selamat menikmati alam dan budaya khas Sulawesi Selatan.

Makassar, 27 Februari 2014  
Ketua STMIK Dipanegara Makassar

Drs. Suarga. M.Sc, M.Math, Ph.D

## SAMBUTAN **KETUA** PANITIA KNSI 2014

Selamat datang di Kota Makassar.

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkenaan-Nya, Konferensi Nasional Sistem informasi (KNSI) ke-10 tahun 2014 ini dapat diselenggarakan. Kegiatan ini merupakan kerjasama Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung (ITB) dengan STMIK Dipanegara, Makassar.

Merupakan hal yang menggembirakan bahwa KNSI yang ke-10 ini menjadi pintu gerbang bagi terbitnya proceeding dengan kode ISSN; yang akan dipakai untuk KNSI seterusnya.

Dalam KNSI 2014 ini terkumpul 349 paper yang akan dipublikasikan ke dalam proceeding dengan berbagai macam topik diantaranya manusia, pendidikan, teknologi, organisasi dan budaya. Harapan kedepan agar lebih banyak topik yang berhubungan dengan organisasi, sehingga masyarakat semakin paham bahwa posisi sistem informasi merupakan posisi yang strategis.

Sebagai akhir kata, kami seluruh panitia konferensi mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya KNSI 2014 ini.

Makassar, 25 Pebruari 2014

Ketua Panitia Pelaksana

Indra Samsic, S.Kom., M.Kom.



## SUSUNAN ACARA KNSI 2014

Hari Pertama

Hari: Kamis, Tanggal 27 Februari 2014

No.	Waktu (Wita)	Acara			
1.	08.00 - 08.30	Registration Peserta			
2.	08.30 - 08.35	Pembukaan MC			
3.	08.35 - 08.45	Tarian Pembukaan			
4.	08.45 - 09.00	Sambutan Ketua Pelaksana KNSI 2014			
5.	09.00 - 09.15	Sambutan Steering Committee KNSI			
6.	09.15 - 09.30	Sambutan Ketua STMIK Dipanegara Makassar (Drs.H.Suarga, M.Sc., M.Math., Ph.D.)			
7.	09.30 - 09.45	Opening speech, Koordinator Kopertis Wilayah IX Sulawesi sekaligus membuka acara KNSI 2014			
8.	09.45 - 09.50	Doa			
9.	09.50 - 09.30	Keynote Speaker iping			
10.	10.30 - 11.00	<b>Persiapan Paralel Session I</b>			
11.	11.00 - 12.30	Kelp.1 R.108	Kelp.2 R.109	Kelp.3 R.110	Kelp.4 R.111
		Kelp.5 R.112	Kelp.6 R.201	Kelp.7 R.202	Kelp.8 R.203
		Kelp.9 R.204	Kelp.10 R.205	Kelp.11 R.208	Kel.12 R.209
		Kelp.13 R.210	Kelp.14 R.211	Kelp.15 R.212	
12.	12.30-13.30	<b>Isoma/Persiapan Paralel Session II</b>			
13.	13.30-15.00	Kelp.1 R.108	Kelp.2 R.109	Kelp.3 R.110	Kelp.4 R.111
		Kelp.5 R.112	Kelp.6 R.201	Kelp.7 R.202	Kelp.8 R.203
		Kelp.9 R.204	Kelp.10 R.205	Kelp.11 R.208	Kel.2 R.209
		Kelp.13 R.210	Kelp.14 R.211	Kelp.15 R.212	
14.	15.00-15.30	<b>Coffe Breack/Persiapan Palarelel Session III</b>			
15.	15.30-17.00	Kelp.1 R.108	Kelp.2 R.109	Kelp.3 R.110	Kelp.4 R.111
		Kelp.5 R.112	Kelp.6 R.201	Kelp.7 R.202	Kelp.8 R.203
		Kelp.9 R.204	Kelp.10 R.205	Kelp.11 R.208	Kel.12 R.209
		Kelp.13 R.210	Kelp.14 R.211	Kelp.15 R.212	

Keterangan :Masing-masing peserta dialokasikan 15 menit untuk presentasi dan Tanya jawab

**HARI KEDUA**

Hari : Jumat, Tanggal 28 Pebruari 2014

No.	Waktu (Wita)	Acara			
1	08.00-08.30	<b>Registrasi Peserta, Persiapan Paralel Session IV</b>			
2	08.30-10.00	Kelp.1 R.108	Kelp.2 R.109	Kelp.3 R.110	Kelp.4 R.111
		Kelp.5 R.112	Kelp.6 R.201	Kelp.7 R.202	Kelp.8 R.203
		Kelp.9 R.204	Kelp.10 R.205	Kelp.11 R.208	Kel.12 R.209
		Kelp.13 R.210	Kelp.14 R.211	Kelp.15 R.212	
3	10.00-10.15	Coffee Break/Persiapan Penutupan			
4	10.15- 12.00	Penutupan			

Keterangan :Masing-masing peserta dialokasikan 15 menit untuk presentasi dan Tanya jawab

**HARI KETIGA**

Hari : Sabtu, 01 Maret 2014

Pelaksanaan Paket Wisata / One Day Tour

## PANDUAN UNTUK PRESENTASI PEMBICARA

1. Presentasi dalam bahasa Indonesia
2. Pembicara harus menyiapkan presentasinya lam format Microsoft Power Point File (\*.ppt or \*.ppb).
3. File presentasi harus diserahkan pada Organiting Committee sebelum dimulainya presentasi
4. Tiap paper hanya bias dipresentasikan oleh satu orang pembicara. Jika pembicara ingin mewakilkan pada orang lain presentasinya, maka harus menghubungi panitia terlebih dahulu.
5. Pembicara harus menggunakan laptopyang disediakan oleh panitia
6. Tiap pembicara mempunyai waktu 15 menit untuk mempresentasikan papernya termasuk waktu diskusi/Tanya jawab
7. Panitia berhak mengakhiri waktu presentasi apabila sudah melebihi 15 menit.

**JADWAL PRESENTASI  
SESSI I**

HARI PERTAMA, KAMIS, 27 Februari 2014

SESI I, KELOMPOK 1, RUANG 108			
No.	No.KNSI	JUDUL MAKALAH	PENULIS
1	KNSI-3	Arsitektur Pertukaran Data Berbasis Data Grid Dalam Membangun Gorontalo Library Network	Satria Abadi, Moh. Hidayat Koniyo,
2	KNSI-8	Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Kualitas Beras Berbasis Website Pada Kelompok Tani	Satria Abadi, M.Muslihudin
3	KNSI-12	Sistem Informasi Ruang Kuliah Berbasis Piranti Bergerak	Rendra Gustriansyah
4	KNSI-14	Sistem Informasi Absensi Secara Online Di Perguruan Tinggi	Farida Amalya
5	KNSI-16	E-Library Pada Badan Perpustakaan Dan Arsip Daerah Provinsi Jambi	Faiza Rini, Muhammad Ikhsan
6	KNSI-18	Pengenalan Iris Dengan Metode Principal Component Analysis Dan Algoritma Quickprop	Ferry Augustian Siregar

SESI I, KELOMPOK 2, RUANG 109			
No.	No.KNSI	JUDUL MAKALAH	PENULIS
1	KNSI-22	Pengenalan Iris Dengan Metode Principal Component Analysis Dan Algoritma Quickprop	Ferry Augustian Siregar
2	KNSI-24	Sistem Televisi Jaringan Tertutup (CCTV) Berbasis Web	Muhammad Risal
3	KNSI-25	Web Usage Mining Untuk Penentuan Pola Akses User Menggunakan Algoritma Hierarchical	Arham Maulana, Angelina Prima Kurniati
4	KNSI-27	Pengukuran Kinerja Aplikasi Micro Banking System Menggunakan It Balanced Scorecard	Sandy Kosasi
5	KNSI-28	Perancangan Sebuah Hexacopter	Edi Victor Haryanto
6	KNSI-29	Pengembangan Sistem Simpan Pinjam Dan Keuangan Sesuai Standar Akuntansi	Wilis Kaswidjanti

SESI I, KELOMPOK 3, RUANG 110			
No.	No.KNSI	JUDUL MAKALAH	PENULIS
1	KNSI-30	Bayesian Network Prediction For Student Successfulness Of Study On Academic Information System Engineering Faculty	Heri Wijayanto, Sari Ismi Wardani
2	KNSI-33	Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Vendor Dengan Metode Anp Dan Topsis	Farindika Metandi
3	KNSI-39	Pendekatan Program Stimulus Pada Anak Usia 7 Dan 8 Tahun Untuk Pengenalan Kemampuan Berhitung	Reynoldus Andrias Sahulata
4	KNSI-1	Perangkat Lunak Pengambilan Pengetahuan Akuntansi Di Dalam Big Data	Tacbir Hendro Pudjiantoro, Elly Suryani
5	KNSI-44	Clustering Dengan K-Means Dan K-Means Modifikasi	Dian Eka Ratnawati

SESI I, KELOMPOK 4, RUANG 111			
No.	No.KNSI	JUDUL MAKALAH	PENULIS
1	KNSI-55	Aplikasi Mobile Sistem Informasi Manajemen Skripsi Online	Ahmad Raf'ie Pratama
2	KNSI-58	Pengukuran Kaki Manusia Menggunakan Kode Rantai Untuk Mendisain Sepatu Khusus	Cahyo Dwi Raharjo
3	KNSI-59	Penyeleksian Calon Mahasiswa Dengan Fuzzy Multi Attribute Decision Making Menggunakan Topsis (Studi	Novi Yanti
4	KNSI-60	Framework Knowledge Management Untuk Perguruan Tinggi	Henderi
5	KNSI-144	Model Sistem Executive Digital Dashboard Untuk Perguruan Tinggi	Henderi
6	KNSI-64	Sistem Informasi Geografis Potensi Luas Lahan Wilayah Pertanian Indonesia Berbasis Web Studi Kasus	Istikmal, Tody Ariefianto Wibowo

Acquisition) PT. KRAKATAU DAYA LISTRIK
--

SESI III, KELOMPOK 7, RUANG 202			
No.	No.KNSI	JUDUL MAKALAH	PENULIS
1	KNSI-272	Kombinasi Algoritma Genetik Dan K-Prototype Untuk Menentukan Jumlah Cluster Optimal Pada Data	I Made Ari Santosa, I Wayan Budi Sentana
2	KNSI-345	Perancangan Aplikasi Sistem Informasi Pelayan Responsi di Laboratorium Teknik Informatika UNPAS	Muhammad Agung Rizkyana
3	KNSI-347	Analisis Mining System Pada Bitcoin	Ferry Mulyanto
4	KNSI-351	Model Implementasi Centralized Authentication Service Pada Sistem Software As A Service	Muhammad Arfan
5	KNSI-352	Aplikasi Pelacakan Ponsel Berbasis Windows Mobile Phone	Agustinus Noertjahyana
6	KNSI-370	Kajian Teori Flow Sebagai Sumber Motivasi Intrinsik Belajar Melalui Serious Game	Ririn Dwi Agustin

SESI III, KELOMPOK 8, RUANG 203			
No.	No.KNSI	JUDUL MAKALAH	PENULIS
1	KNSI-371	Model Pelatihan Tik	Nadya Safitri
2	KNSI-372	Analisis Penerimaan Sistem Informasi Kepegawaian Pengaruhnya Terhadap Kinerja Pengguna (Studi Kasus)	Syachriani Syam
3	KNSI-373	Model Evaluasi Untuk Menilai Kualitas Requirement Sistem Informasi	Iwan Kurniawan, Sali Alas M
4	KNSI-374	Perancangan Sistem Informasi Dengan Menggunakan Pendekatan Knowledge Sharing Untuk Komunitas	Agung Aldhiyat, Shanti Herliani
5	KNSI-375	Mengukur Keberhasilan Penerapan Sistem Informasi Manajemen Menggunakan Model Operations	Dwi Vernanda, Sali Alas M
6	KNSI-396	Analisis Investasi Sistem Informasi Dengan Menggunakan Domain Teknologi - Metode Information	Leo Willyanto Santoso, Yulia

SESI III, KELOMPOK 9, RUANG 204			
No.	No.KNSI	JUDUL MAKALAH	PENULIS
1	KNSI-381	Studi dan Implementasi Algoritma Terinspirasi Sistem Imun: Clonal Selection Algorithm	Ayi Purbasari, Oerip Santoso
2	KNSI-384	Kontribusi Sistem Informasi terhadap Sistem Kerja Event Organizer	Asep Somantri
3	KNSI-387	Data Mining Kredit Usaha Mikro Di Bank Xxxx	Agus Hexagraha
4	KNSI-402	Emv Dan Pola Aliran Cairan Pada	Kartini
5	KNSI-406	Menyembunyikan Pesan Yang Tersembunyi: Bentuk Pengamanan Informasi	Frizka Ferina,
6	KNSI-410	Aplikasi Sistem Pakar Berbasis Mobile Untuk Mengenali Masalah Kesehatan Kewanitaan	Windarto, Hadi Setiawan

SESI III, KELOMPOK 10, RUANG 205			
No.	No.KNSI	JUDUL MAKALAH	PENULIS
1	KNSI-56	Analisis User Interface Media Pembelajaran Pengenalan Kosakata Untuk Anak Tunarungu	Adam Mukharil Bachtiar
2	KNSI-148	Pengenalan Konsep Sistem Informasi Pewarigaan (Sip) Sebagai Alat Bantu Dosen Dalam Menentukan	Ni Ketut Sriwinarti
3	KNSI-171	Perancangan Aplikasi Portal Sekolah Minggu Studi Kasus Gereja Masehi Injili di Minahasa	Stanley Karouw
4	KNSI-173	Adopsi Teknologi Internet Pada Usaha Mikro Kecil dan Menengah	Kartika Gianina Tileng, Rinabi Tanamal
5	KNSI-180	Sistem Registrasi Penyakit Dalam Mendukung Pelayanan Hiv/Aids Di Rumah Sakit	Guardian Yoki Sanjaya, Marthalena Erbin Nahak
6	KNSI-198	Analisis pada Layanan Learning Management System (Studi Kasus: Virtual Learning Politeknik Pos Indonesia)	Maniah

## DAFTAR MAKALAH

<b>No. KNSI2014-1</b> PERANGKAT LUNAK PENGAMBILAN PENGETAHUAN AKUNTANSI DI DALAM BIG DATA .....	1
<i>Tacbir Hendro Pudjiantoro, Elly Suryani, Ridwan Ilyas</i>	
<b>No. KNSI2014-2</b> KLASIFIKASI KARAKTER MANUSIA MENGGUNAKAN ALGORITMA NAÏVE BAYES UNTUK REKOMENDASI MOTIF KARAWO BERBASIS BUDAYA GORONTALO .....	6
<i>Arip Mulyanto, Manda Rohandi, Moh. Syafri Tuloli</i>	
<b>No. KNSI2014-3</b> ARSITEKTUR PERTUKARAN DATA BERBASIS DATA GRID DALAM MEMBANGUN GORONTALO LIBRARY NETWORK .....	14
<i>Moh. Hidayat Koniyo, Arip Mulyanto, Rochmad Thohir Jassin</i>	
<b>No. KNSI2014-4</b> PERANCANGAN APLIKASI REAL-TIME LOG MONITORING VIA E-MAIL DAN SMS PADA SERVER BERBASIS LINUX .....	19
<i>Madyana Patasik, Novita Sambo Layuk</i>	
<b>No. KNSI2014-5</b> SOFTWARE REQUIREMENT SPECIFICATION SISTEM PERENCANAANBIAYA PERJALANAN IBADAH HAJI SESUAI DENGAN STANDARD IEEE 830-1998 .....	25
<i>Yudhi Kurniawan, Yuswanto</i>	
<b>No. KNSI2014-6</b> SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN SELEKSI SISWA ERPRESTASI PADA SMK NURUL HUDA PRINGSEWU MENGGUNAKAN METODE AHP .....	31
<i>M.Muslihudin, Lailatul Rohmah</i>	
<b>No. KNSI2014-8</b> SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK MENENTUKAN KUALITAS BERAS BERBASIS WEBSITE PADA KELOMPOK TANI PEKON SIDOHARJO PRINGSEWU LAMPUNG .....	38
<i>Satria Abadi, M.Muslihudin, Fiqih Satria</i>	
<b>No. KNSI2014-9</b> MENINGKATKAN KINERJA MUTU PRODUK MELALUI PRAKTIK TOTAL QUALITY MANAGEMENT (TQM): Studi Persepsi .....	43
<i>Musran Munizu</i>	
<b>No. KNSI2014-10</b> PENERAPAN VISUALISASI ALGORITMA BFS DAN A-STAR MENGGUNAKAN LIBRARY PATHFINDING.JS PADA KEGIATAN PERKULIAHAN .....	50
<i>R. Sandhika Galih A.</i>	

<b>No. KNSI2014-388</b> ANALISIS METODE UNTUK DIAGNOSIS PENYAKIT DBD MENGGUNAKAN ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS DAN NEUROFUZZY .....	1948
<i>Qomariyah , Sonny.pamuji, Suhaeri, Vitri Tundjungsari</i>	
<b>No. KNSI2014-390</b> IMPLEMENTASI APLIKASI E-VOUCHER GAME ONLINE .....	1954
<i>Suryatiningsih1</i>	
<b>No. KNSI2014-391</b> MODEL DAN IMPLEMENTASI ARSITEKTUR ENTERPRISE PELAYANAN PERIZINAN TERPADU MENGGUNAKAN TOGAF ADM DAN SOA DENGAN BPMN 2.0 .....	1960
<i>R.A.E. VirganaTargaSapanji</i>	
<b>No. KNSI2014-392</b> APLIKASI SISTEM BASIS DATA TERDISTRIBUSI UNTUK PENDISTRIBUSIAN SEMEN .....	1967
<i>Satriawaty Mallu, Kurnia Yahya</i>	
<b>No. KNSI2014-393</b> SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN GOLONGAN UKT (UANG KULIAH TUNGGAL) MENGGUNAKAN METODE FUZZY TOPSIS (Studi Kasus : Universitas Malikussaleh) .....	1974
<i>Bustami</i>	
<b>No. KNSI2014-395</b> SIMULASI INISIALISASI KEMAMPUAN DENGAN METODE FUTSUHILOW DALAM COMPUTERIZED ADAPTIVE TESTING.....	1982
<i>Rukli</i>	
<b>No. KNSI2014-396</b> ANALISIS INVESTASI SISTEM INFORMASI DENGAN ENGGUNAKAN DOMAIN TEKNOLOGI - METODE INFORMATION ECONOMICS .....	1987
<i>Leo Willyanto Santoso, Yulia, Aldy Wirawan</i>	
<b>No. KNSI2014-397</b> PENINGKATAN KUALITAS PEMBELAJARAN MATA KULIAH PEMROGRAMAN BERORIENTASI OBJEK .....	1993
<i>Susana Limanto</i>	
<b>No. KNSI2014-398</b> IMPLEMENTASI DATA MINING UNTUK KLASIFIKASI KEBUTUHAN GURU MENGGUNAKAN ALGORITMA NEAREST NEIGHBOR .....	2001
<i>Sitti Suhada</i>	

- No. KNSI2014-399**  
PERANCANGAN MODEL SISTEM DIAGNOSA AWAL PENYAKIT KANKER  
MENGUNAKAN NEURO-FUZZY ..... 2005  
*Irsal, Michael Oktavianus, Indra Samsie*
- No. KNSI2014-400**  
PERBANDINGAN PERFORMANSI VIDEO STREAMING MENGGUNAKAN  
JARINGAN SERAT OPTIK PADA TEKNIK DIGITAL LOOP CARRIER DENGAN  
MEDIA UTP ..... 2012  
*Muchamad Ichsan Mia Rosmiati*
- No. KNSI2014-401**  
APLIKASI PENCATATAN PEMBELIAN DAN PERSEDIAAN PADA APOTEK  
SELAMAT FARMA ..... 2016  
*Nurul Asni, Nelsi Wisna, Anak Agung Gde Agung*
- No. KNSI2014-402**  
EMV DAN POLA ALIRAN CAIRAN PADA SIMULATOR MODEL MENARA  
KOLOM DISTILASI ..... 2020  
*Kartini*
- No. KNSI2014-403**  
APLIKASI PEMBELAJARAN BAHASA INGGRIS DENGAN MATERI  
PENGENALAN TENSES MENGGUNAKAN VISUAL BASIC ..... 2025  
*Rizal*
- No. KNSI2014-404**  
PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PENGELOLAAN RETRIBUSI  
PENGUJIAN KENDARAAN BERMOTOR PADA DINAS PERHUBUNGAN,  
PARIWISATA DAN KEBUDAYAAN KABUPATEN ACEH UTARA ..... 2030  
*Dahlan Abdullah*
- No. KNSI2014-406**  
SENI MENYEMBUNYIKAN KRIPTOGRAFI: BENTUK PENGAMANAN  
INFORMASI ..... 2037  
*Frizka Ferina*
- No. KNSI2014-410**  
SISTEM PAKAR BERBASIS MOBILE UNTUK MENGENALI MASALAH  
KESEHATAN KEWANITAAN DENGAN METODE FORWARD CHAINING ..... 2043  
*Windarto, Hadi Setiawan*
- No. KNSI2014-415**  
PEMODELAN APLIKASI SISTEM MONITORING CERDAS BERBASIS  
EMBEDDED SYSTEM (SISTEM TERTANAM) & SMS GATEWAY ..... 2050  
*Arief Andy Soebroto, Nabila Mahastika Priadana, Gembong Edhi Setyawan*





**No. KNSI2014-416**

PEMANFAATAN WEB SERVICES DALAM SISTEM INFORMASI DAFTAR

PEMILIH TETAP ..... 2056

*Frans N. Allokendek, Marwan, Rachmat*

## KNSI2014-381 STUDI DAN IMPLEMENTASI ALGORITMA TERINSPIRASI SISTEM IMUN : CLONAL SELECTION ALGORITHM

AyiPurbasari<sup>1</sup>, OeripSantoso<sup>2</sup>, Rila Mandala<sup>3</sup>, I pingSuprianaS<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>

SekolahTinggiElektroandanInformatika, InstitutTeknologiBandung, Bandung, Indonesia

[pbasari@umpas.ac.id](mailto:pbasari@umpas.ac.id), [oerip@stei.itb.ac.id](mailto:oerip@stei.itb.ac.id), [rila@stei.itb.ac.id](mailto:rila@stei.itb.ac.id), [iping@stei.itb.ac.id](mailto:iping@stei.itb.ac.id)

### Abstrak

*Artificial Immune System (AIS)* merupakan bagian dari *Bio-Inspired Computing* yang menggunakan metafora sistem imun vertebrata untuk menciptakan solusi atau cara pandang baru khususnya untuk persoalan kompleks. Algoritma Clonal merupakan salah satu algoritma AIS untuk penyelesaian persoalan optimasi dengan prinsip evaluasi terhadap suatu populasi. Penelitian ini melakukan studi dan implementasi terhadap algoritma Clonal dan diujicobakan untuk pencarian solusi *Travelling Salesperson Problem (TSP)*. Implementasi dilakukan di lingkungan pengembangan Visual C# dengan kasus uji persoalan TSP dari 14 simpul sampai dengan 666 simpul. Dengan parameter populasi yang tetap, yaitu 50 serta jumlah evaluasi ditetapkan sebanyak 100000 evaluasi, terlihat bahwa algoritma ini konvergen untuk setiap kasus uji. Implementasi menunjukkan adanya konsistensi dalam waktu eksekusi yang berbanding lurus dengan jumlah simpul. Evaluasi, bobot optimal diperoleh pada kasus Burma14, dengan 14 simpul, sedangkan pada kasus lain, bobot optimal belum diperoleh. Keluaran program kemudian dibandingkan dengan hasil eksperimen kaku OatTools dengan algoritma yang sama, menunjukkan bahwa keluaran program memperoleh nilai bobot yang lebih baik untuk seluruh kasus uji.

**Kata kunci :** *Artificial Immune System (AIS), Clonal Selection Algorithm(CSA), CLONALG, Travelling Salesperson Problem (TSP), Visual C#.*

### Pendahuluan

Terdapat banyak inspirasi dari sistem biologi (*bio-inspired*) dalam memecahkan persoalan komputasi. Penelitian terkait jaringan syaraf yang berasal dari pengamatan kerja otak [15], algoritma optimasi berdasarkan perilaku koloni semut [10] atau lebah [13], juga sistem evolusi pada sel yang mendasari algoritma evolusioner, misalkan algoritma genetika [12]. Perilaku biological system diekstraksi dan kemudian diadopsi dan menjadi inspirasi untuk menangani persoalan komputasi pada sistem kompleks. Salah satu *bio-inspired system* lainnya Artificial Immune Systems (AIS) [16]. Pada prinsipnya, AIS menggunakan metafora sistem imun vertebrata untuk menciptakan solusi baru untuk persoalan kompleks - atau setidaknya memberikan cara-cara baru dalam memandang persoalan. Sejumlah kontribusi bidang AIS telah menyelesaikan persoalan pada bidang optimasi, deteksi intrusi, dan learning [1, 5, 6, 9].

Terdapat tiga teori utama yang menjadi landasan pemodelan dan pembuatan algoritma pada AIS, yaitu Teori Jaringan Imun (*Immune Network*) oleh Jerne pada tahun 1974, teori Negative

Selection, teori Clonal Selection oleh Burnet pada tahun 1959 [5, 16]. Teori Seleksi Clonal menyatakan bahwa terdapat skema seleksi dimana sel yang mengenali non-self akan dipertahankan dan mengalami proses klon melalui skema somatic hypermutation (mutasi dengan probabilitas tinggi). Sel yang diseleksi merupakan sel B yang bertanggung jawab membentuk antibodi yang spesifik. Deskripsi ini memperlihatkan adanya proses seleksi yang adaptif. Hal ini menginspirasi lahirnya algoritma seleksi clonal (Clonal Selection Algorithm, CSA) [7]. Ulutas [18] menyatakan sebanyak 23% algoritma ini digunakan untuk persoalan optimasi.

Di sisi pemodelan, Watkins [20] mengungkapkan gagasan bahwa sistem imun merupakan sistem yang memiliki karakteristik *inherently a parallel*, baik dalam kontrol, respons, proses maturasi, dan manajemen populasi sel. Paralelisasi algoritma terinspirasi menjadi potensi pengembangan algoritma untuk menyelesaikan persoalan yang lebih kompleks. Namun kinerja paralelisme akan selalu dibandingkan dengan program yang dieksekusi secara serial. Untuk itu,

diperlukan implementasi algoritma ClonalG ini yang dieksekusi secara serial.

Brownlee pada dasarnya telah menyiapkan kakas yang diberi nama oatTools [3], sebuah kakas untuk penyelesaian persoalan optimasi dengan pendekatan komputasi terinspirasi biologi, termasuk juga ClonalG. Namun kakas ini tidak dipersiapkan untuk implementasi paralel. Karena itu, penelitian ini bertujuan menyiapkan kakas yang siap dikembangkan untuk penelitian lanjut berupa paralelisasi algoritma. Pada penelitian ini digunakan contoh kasus persoalan optimasi kombinatorial, Travelling Salesperson Problem (TSP).

Makalah ini akan terbagi menjadi beberapa bagian sebagai berikut: Bab II berisi model umum dari CSA dengan definisi standar dan spesifikasi umum algoritma CLONALG. Bab III memperlihatkan persoalan optimasi yang diselesaikan oleh ClonalG. Bab IV memperlihatkan implementasi dan hasil percobaan terhadap data kasus uji. Bab V berisi simpulan tentang implementasi ClonalG dan panduan umum untuk studi lanjut paralelisasi ClonalG.

#### Algoritma Seleksi Clonal (CSA)

Algoritma Seleksi Clonal/*Clonal Selection Algorithms*(CSA) merupakan algoritma yang terinspirasi dari prinsip seleksi clonal/*Clonal Selection Principle* (CSP) yang diturunkan dari teori seleksi clonal / *Clonal Selection Theory* (CST). Bidang ini merupakan bagian dari *bidang Artificial Immune Systems* (AIS) yang umumnya terkait erat dengan komputasi terinspirasi biologi. *Biologically-Inspired Computation* (BIC) atau komputasi inteligen / *Computational Intelligence* (CI).

Terdapat beragam algoritma dengan prinsip CSA. Galeano, Vela-Suan dll., mengusulkan pegelompokan ragam algoritma yang dilengkapi oleh Brownlee [4] sebagai berikut: kelompok algoritma Artificial Immune Recognition System (AIRS) dari Watskin dan Timmis 2004, B-Cell Algorithm (BCA) dari Kelsey dan Timmis 2003, the Clonal Selection Algorithm (CLONALG) dari De Castro dan Zuben 2002, Immunological Algorithm (IA) dari Mario Pavone, Giuseppe Narzisi dan Giuseppe Nicosia, Multi-objective Immune System Algorithm (MISA) dari Nareli Cruz Cortés, dan beberapa yang tidak terkelompokkan. Kecuali AIRS, seluruh algoritma ini ditujukan untuk aplikasi persoalan optimasi, sedangkan MISA khusus untuk optimasi multiobjektif.

#### Clonal Selection Algorithm (CLONALG)

De Castro dan VonZuben mengusulkan algoritma seleksi clonal / Clonal Selection Algorithm (CSA) sebagai komputasi realisasi dari prinsip seleksi clonal, digunakan untuk persoalan pattern matching dan optimisasi. Algoritma ini merupakan

algoritma yang paling populer di bidang AIS dan diberi nama CLONALG (CLONal selection ALGORITHM) [7].

Secara umum model CLONALG, melibatkan seleksi dari antibodi yang merepresentasikan kandidat solusi, dimana seleksi ini berdasarkan nilai afinitas yang didapat dari pemasangan pola antigen atau melalui suatu fungsi evaluasi. Antibodi yang terseleksi kemudian mengalami memperbanyak/kloning dan hipermutasi dengan proporsi hipermutasi yang berbanding terbalik dengan nilai afinitas. Hasil kloning ini dibandingkan dengan populasi antibodi, dipilih yang terbaik untuk generasi berikutnya. Anggota Populasi dengan afinitas rendah akan digantikan oleh antibodi yang digenerate secara random (random replacement).

CLONALG diuji cobakan untuk *pattern recognition* dengan menerapkan sel memori sebagai representasi solusi sementara [7]. Untuk persoalan *binary-pattern recognition* dan fungsi optimasi, digunakan skema encoding biner, sedangkan untuk persoalan *Travelling Salesperson Problem (TSP)* digunakan skema permutasi integer [7].

#### Prinsip Dasar Algoritma CLONALG

Prinsip dasar CLONALG adalah menghasilkan populasi antibodi  $N$ , masing-masing menetapkan solusi acak untuk proses optimasi. Pada setiap iterasi, beberapa antibodi yang ada terbaik dipilih, kloning, dan bermutasi untuk membangun suatu calon populasi baru. Antibodi baru kemudian dievaluasi dan persentase tertentu dari antibodi terbaik ditambahkan ke populasi asli. Persentase antibodi terburuk dari generasi sebelumnya kemudian diganti dengan yang baru secara acak.

Berikut simbol dan parameter yang digunakan pada CLONALG [7]:

$Ab$ , wadah  $Ab$  yang bisa dibagi menjadi beberapa subset, dimana:

$Ab_{[n]}^j$  = sejumlah  $n$   $Ab$  dari  $Ab$  dengan afinitas tertinggi, dimana

$$Ab_{[n]}^j \in S^{n \times N \times L}, \quad n \leq N$$

$Ab_{[d]}^j$  = bagian dari  $Ab$  yang baru, yang akan menggantikan  $Ab$  dari  $Ab_{[r]}^j$  dengan afinitas rendah, dimana

$$Ab_{[d]}^j \in S^{d \times N \times L}, \quad d \leq r$$

$f_j$ , merupakan vektor yang berisi afinitas antara dari seluruh terhadap antigen

$$Ag_j (f_j \in R^N)$$

$C^j$ , merupakan populasi dari hasil kloning dari

$$Ab_{[n]}^j (C^j \in S^{N \times N \times L})$$

setelah mengalami

hipermutasi,  $C^j$  menjadi  $C^{j*}$

$Ab_{[n]}^{j*}$ , merupakan kandidat dari  $C^{j*}$  untuk memasuki

memori pool dari  $Ab$ .

Afinitas  $Ab$  dihitung berdasarkan nilai fungsi

objektif untuk Ab tersebut. Setiap antibodi merepresentasikan elemen dari ruang input.

Berikut tahapan penerapan algoritma CLONALG:

Secara random, pilih antibodi Ab yang terdapat pada wadah/ repertoar.

Tentukan vektor  $f_j$  yang berisi afiniti dari seluruh N Ab dalam wadah. Afiniti Ab dihitung berdasarkan nilai fungsi objektif untuk Ab tersebut. Setiap antibodi merepresentasikan elemen dari ruang input.

Pilih sejumlah n Ab dengan afiniti tertinggi untuk membangun  $Ab_{[n]}^j$

Sejumlah n Ab terpilih tersebut akan diproduksi/klon secara independen dan proporsional terhadap afiniti masing-masing, membentuk wadah  $C^j$ . Semakin tinggi afiniti, semakin tinggi jumlah klon yang digenerate untuk setiap n Ab yang terpilih.

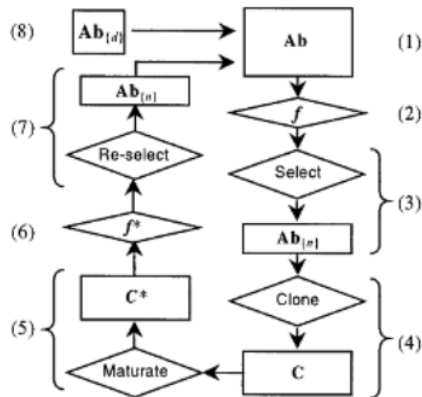
$C^j$  kemudian mengalami proses maturasi afiniti yang berbanding terbalik dengan nilai afiniti, membentuk populasi  $C^*$ . Semakin tinggi afiniti, semakin kecil rate dari mutasi.

Tetapkan afiniti  $f_j^*$  untuk  $C^*$  yang direlasikan ke antigen  $Ag_j$

Seleksi ulang sejumlah  $Ab_{[n]}^{j*}$  dari  $C^*$ ; sejumlah n Ab terpilih untuk membentuk wadah Ab

Gantikan sejumlah d Ab dari  $Ab_{[n]}^j$  yang memiliki afiniti terendah individu baru dari  $Ab_{[d]}^j$ .

Berikut gambar untuk proses ClonalG



Gambar 95 CLONALG untuk Optimasi [7]

Proporsi afiniti tidak menjadi pertimbangan dalam menetapkan jumlah kloning untuk setiap Ab. Jumlah kloning untuk setiap Ab menjadi sama,

sehingga persamaan yang digunakan untuk menetapkan klon adalah sebagai berikut:

$$N_c = \sum_{i=1}^n \text{round}(\beta \cdot N)$$

### CLONALG dan Persoalan TSP

Untuk persoalan optimasi kombinatorial, contohnya TSP, maka representasi yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Populasi Ab merepresentasikan solusi tour, pada awalnya diinisiasi secara random dari seluruh kemungkinan solusi TSP dalam bentuk tour dan bobot (terdapat n!/2 sirkuit Hamilton, dimana n adalah jumlah simpul). Jumlah populasi ditetapkan sebagai variabel awal.

Terdapat fungsi seleksi terhadap afiniti untuk mengecek bobot dari tour yang paling minimum. Jumlah seleksi ditetapkan sebagai variabel awal. Afiniti tinggi dinyatakan dengan bobot minimum.

Terdapat fungsi kloning dan hipermutasi. Kloning adalah copy dari populasi terseleksi, jumlah copy tersebut ditetapkan sebagai variabel awal. Hasil copy tersebut kemudian dimutasi/hipermutasi, yaitu mutasi yang sesuai dengan ketetapan nilai afiniti. Semakin baik nilai afiniti, semakin kecil kemungkinan mutasi. Populasi hasil kloning dan mutasi kemudian digabungkan dengan populasi awal untuk selanjutnya dilakukan seleksi populasi, populasi dengan bobot terbaik (rendah) akan dipilih sebanyak jumlah populasi awal, sedangkan sisanya diabaikan.

Hal ini dilakukan sampai dengan kriteria berhenti terpenuhi. Kriteria berhenti dapat berupa maksimal jumlah pengulangan, konvergensi hasil fungsi seleksi (bobot sudah konvergen), atau seluruh tour sudah selesai dievaluasi.

Sebagai persoalan klasik, TSP telah menjadi persoalan dengan berbagai pendekatan penyelesaian. Beberapa pendekatan *bio-inspired algorithm* lain untuk persoalan TSP, antara lain dengan Algoritma Genetika [14], *Ant Colonies* [11] dan *Bee Colony* [21] serta *Particle Swarm Optimization* (PSO) [19]. M. Bakhouya dan J. Gaber memetakan sistem imun dengan persoalan TSP [2] demikian juga dengan Chingtham [8]. Dibandingkan dengan pendekatan *Ant Colony Optimization*, algoritma imun menghasilkan waktu eksekusi yang lebih cepat dan hasil optimasi yang lebih baik.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, penulis mengusulkan penelitian menggunakan: Algoritma CLONALG (untuk TSP) dari deCastro dan Leandro,

Implementasi algoritma dengan pendekatan berorientasi objek,  
 Di lingkungan implementasi yang kedepannya mendukung pemrograman paralel, yaitu dengan Visual C#. Hal ini dikarenakan .NET menyediakan library MPI.NET yang dapat digunakan untuk pengembangan program paralel.

**Hasil dan Pembahasan**

**Implementasi Algoritma CLONALG**

Pada bagian ini dijelaskan lingkungan implementasi algoritma TSP. Lingkungan perangkat keras terdiri dari Manufaktur Toshiba Portege Z935, Prosesor Intel® Core™ i5-3317\* CPU@1.70GHz. Memori 4GB, Tipe sistem 64-bit Operating System.

Sedangkan lingkungan perangkat lunak terdiri dari Sistem Operasi Windows 7, Microsoft Visual Studio 2010 versi 10.0.30319.1 RTMRel, Microsoft .NET Framework versi 4.0.30319 RTMRel, Visual C# Express 2010 01014-169-2560017-70895. Secara alur aplikasi adalah sebagai berikut:

Mengambil data set, mengubah data set ke dalam matrik bobot dengan bobot adalah jarak antar titik masing-masing koordinat. Jarak dihitung dengan menggunakan rumusEuclidean.

Menyiapkan parameter-parameter: ukuran populasi, ukuran seleksi, nilai faktor kloning, nilai faktor mutasi.

Menyiapkan operasi random untuk membuat populasi awal secara random, dalam ini adalah beberapa tour.

Menyiapkan operasi evaluasi, yaitu untuk mengecek affinity, dalam hal ini adalah besaran/bobot dari tour yang terdapat pada populasi awal.

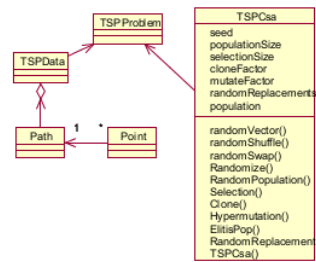
Melakukan operasi seleksi, yaitu mengambil populasi terbaik, dalam hal ini adalah tour dengan bobot paling minimum sebanyak nilai parameter ukuran seleksi.

Melakukan operasi kloning dan hipermutasi, yaitu mencopy tour dan sekaligus melakukan mutasi.

Mereplace tour hasil copy dan mutasi tersebut sejumlah tertentu.

Kriteria berhenti ditetapkan total evaluasi atau jumlah generasi. Dalam hal ini diset sebuah nilai yang tetap.

Berikut adalah kelas-kelas yang digunakan untuk implementasi:



Gambar 96Kelas Perancangan Algoritma CSA

Kelas point, yaitu kelas untuk merepresentasikan titik-titik simpul TSP.

Kelas path, yaitu kelas untuk menyimpan tour dan bobot dari persoalan TSP.

Kelas data, yaitu kelas untuk mengolah/menyiapkan data, dari data yang berupa file teks menjadi matriks dan path yang siap diolah.

Kelas problem, yaitu kelas mengelola ketiga kelas tersebut.

Kelas CSA (clonal selection algorithm), yaitu kelas yang terdiri dari metode-metode inti untuk operasi CSA itu sendiri.

**Rancangan Percobaan**

Percobaan dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- Penetapan parameter
- Penetapan dataset
- Penetapan analisis hasil eksperimen

Pada percobaan ini, ditetapkan nilai parameter-parameter secara statik:

- ukuran populasi (N) = 50;
- ukuran seleksi (n) = 10;
- nilai faktor kloning (β) = 0.1;
- nilai faktor mutasi (rho) 2.5;
- ukuran random untuk replacment (d) = 5.

Kriteria berhenti terdiri dari: jumlah generasi, konvergensi, mencapai nilai optimum. Pada implementasi, kriteria berhenti terdiri dari jumlah generasi dan diset secara statis, yaitu 100.000 generasi.

Dengan parameter yang sudah diset, digunakan dataset persoalan TSP yang mengambil dari TSPLIB[.Diambil kasus TSP simetrik, dengan 15 varian data, dengan jumlah simpul 14 sampai dengan 666.

Setelah eksperimen dilakukan, diambil analisis terhadap:

- perhitungan waktu eksekusi
- analisis konvergensi

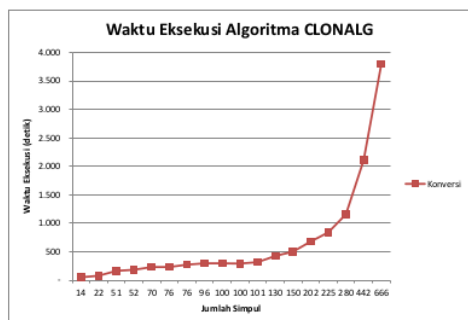
perhitungan prosentasi optimal terhadap bobot optimal (data dari TSPLib)  
 perhitungan perbandingan optimal terhadap bobot dari TSPLib dan OatTools.

**Hasil Percobaan**

Berikut adalah hasil percobaan untuk menyajikan waktu eksekusi:

Tabel 31 Dataset Dan Bobot Optimal

No	Jumlah	Data	Bobot Optimal	Waktu Eksekusi (Detik)
1	14	burma14.tsp	3323	52
2	22	ulysses22.tsp	8277	78
3	51	eil51.tsp	794.69	165
4	52	berlin52.tsp	13006.93	183
5	70	st70.tsp	1656.85	232
6	76	eil76.tsp	1169.73	232
7	76	pr76.tsp	224494.59	274
8	96	gr96.tsp	140282	295
9	100	kroA100.tsp	56685.64	296
10	100	rd100.tsp	19267.36	291
11	101	eil101.tsp	1268.42	317
12	130	ch130.tsp	20070.12	425
13	150	ch150.tsp	28779.4	501
14	202	gr202.tsp	163852	680
15	225	tsp225.tsp	26148.02	841
16	280	a280.tsp	22356.34	1158
17	442	pcb442.tsp	588016.81	2107
18	666	gr666.tsp	4085192	3795



Gambar 97 Waktu Eksekusi

Terlihat bahwa waktu eksekusi yang diperlukan meningkat seiring dengan banyaknya simpul pada kasus TSP.

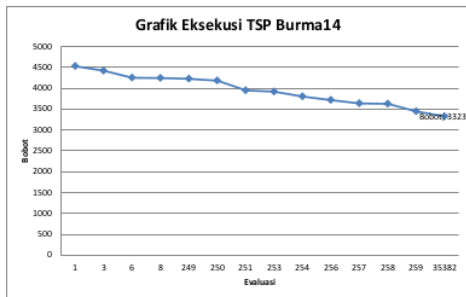
Berikut adalah tabel dan grafik analisis konvergensi untuk kasus TSP Burma14 dan Gr666.

Tabel 32 Konverfensi Kasus Burma14

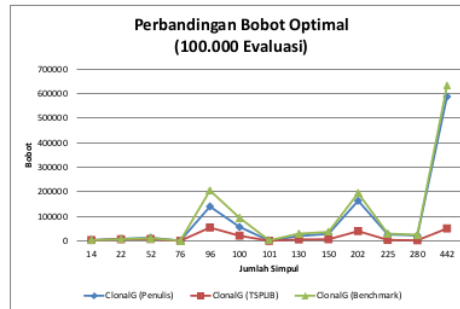
Evaluasi	Tour	Bobot
1	8,1,7,0,6,4,11,12,13,2,3,5,9,10	4523
3	9,1,7,0,6,4,11,12,13,2,3,5,8,10	4415
6	9,1,7,5,11,4,6,12,13,2,3,0,8,10	4247
8	0,1,7,5,11,4,6,12,13,2,3,9,8,10	4240
249	0,13,2,5,12,6,11,4,3,1,7,9,8,10	4222
250	0,13,2,3,12,6,11,4,5,1,7,9,8,10	4179
251	0,1,2,3,12,6,11,4,5,13,7,9,8,10	3944
253	0,1,2,3,12,6,4,11,5,13,7,9,8,10	3914
254	0,1,2,3,5,11,13,4,6,12,7,9,8,10	3798
256	0,1,2,3,5,11,4,13,6,12,7,9,8,10	3713
257	0,1,13,2,5,11,3,4,6,12,7,10,8,9	3634
258	0,1,13,2,11,5,3,4,6,12,7,10,8,9	3624
259	0,1,13,2,3,11,5,4,6,12,7,10,8,9	3442
35382	0,9,8,10,7,12,6,11,5,4,3,2,1,3,1	3323

Terlihat bahwa, bobot yang diperoleh semakin menurun seiring dengan jumlah evaluasi. Dari 100.000 evaluasi, perubahan nilai terjadi pada beberapa titik evaluasi. Terlihat bahwa dari 100.000 evaluasi, program mencapai nilai optimum di evaluasi ke 35382. Dari 100.000 generasi tersebut, terlihat perubahan nilai terjadi pada 14 titik.

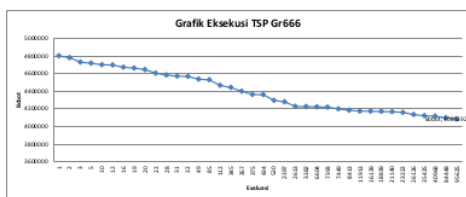
Konvegensi kasus Burma14 terjadi pada evaluasi ke 35382 sedangkan pada Gr666 konvergensi terjadi pada evaluasi ke 95625. Berikut grafik ekskusi TSP untuk Burma14.



Gambar 98 Waktu Eksekusi TSP Burma14

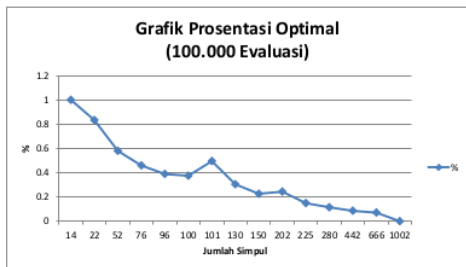


Gambar 101 Perbandingan Bobot Optimal



Gambar 99 Waktu Eksekusi TSP GR666

Berikut adalah perhitungan prosentase bobot optimal yang diperoleh aplikasi dengan bobot optimal dari TSPLib.



Gambar 100 Prosentasi Optimal

Terlihat bahwa untuk 100.000 generasi, bobot optimal diperoleh pada kasus Burma14, sedangkan pada kasus lainnya tidak diperoleh bobot optimal.

Berikut adalah perhitungan perbandingan bobot optimal dari TSPLib dan OatTools.

Terlihat bahwa untuk 100000 evaluasi, keluaran program mempunyai nilai optimal yang lebih baik dibandingkan terhadap keluaran OatTools untuk seluruh kasus.

### Kesimpulan dan Future Work

#### Kesimpulan

Beberapa hal yang bisa ditarik kesimpulan: Algoritma ClonalG telah diimplementasikan di lingkungan pengembangan dan menghasilkan konsistensi proses yang ditunjukkan dengan adanya konvergensi bobot optimal untuk setiap kasus

adanya peningkatan waktu eksekusi yang berbanding lurus dengan jumlah simpul yang harus dievaluasi

Untuk percobaan 100.000 evaluasi, bobot optimal diperoleh pada kasus Burma14, dengan 14 simpul, sedangkan pada kasus lain, bobot optimal belum diperoleh.

Untuk percobaan dengan 100.000 evaluasi, keluaran program mempunyai nilai optimal yang lebih baik dibandingkan terhadap keluaran OatTools untuk seluruh kasus.

#### Future Work

Pengembangan berikutnya adalah melakukan eksplorasi potensi paralelisme yang terdapat pada algoritma CLONALG. Dengan dukungan lingkungan pengembangan yang digunakan pada penelitian ini, ditambahkan dengan library pendukung pemrograman paralel, akan diperoleh kinerja komputasi paralel.

#### Daftar Pustaka:

Abbad MF, A. S.-E. (2010, May 3). Artificial Immune Systems – Models , Algorithms and Applications. International Journal of Research

- and Reviews in Applied Science (IJRRAS), 118-131.
- Bakhouya M, G. J. (2007). An Immune Inspired-based Optimization Algorithm : Application to the Traveling Salesman Problem. *AMO - Advanced Modeling and Optimization*, 9(1), 105-116.
- Brownlee, J. (2008). Optimization Algorithm Toolkit. Retrieved July 30, 2013, from Optimization Algorithm Toolkit: <http://optalgtoolkit.sourceforge.net/>
- Brownlee, J. (2009). Clonal Selection Algorithms. Technical, Swinburne University of Technology, Melbourne, Australia.
- Castro, L. N., & Zuben, F. J. (1999:1). Artificial Immune Systems: Part I – Basic Theory and Applications. State University of Campinas Brazil.
- Castro, L. N., & Zuben, F. J. (2000). Artificial Immune Systems: Part II - A Survey of Applications. State University of Campinas Brazil.
- Castro, L. N., & Zuben, F. J. (2002, June). Learning and Optimization Using the Clonal Selection Principle. *IEEE Transactions On Evolutionary Computation*, 6(3), 239-251.
- Chingtham, T. S. (2010, April). Optimization of Path Finding Algorithm Using Clonal Selection: Application to Traveling Salesperson Problem. *International Journal of Computer Theory and Engineering*, 2(2), 1793-8201.
- Dasgupta, D. (1999). Artificial Immune Systems and Their Applications. In D. Dasgupta, An Overview of Artificial Immune Systems and Their Applications. Berlin: Springer Berlin Heidelberg.
- Dorigo, M. (1999). Ant colony optimization: a new meta-heuristic. Congress on Evolutionary Computation. 2. Washington, DC: 10.1109/CEC.1999.782657.
- Dorigo, M., & Gambardella, L. M. (1997). Ant colonies for the traveling salesman problem. (G. Fogel, Ed.) *BioSystems*.
- Goldberg, D. E., & John H. Holland. (1988). Genetic Algorithms and Machine Learning. *Machine Learning* 3, 95-99.
- Karabogak, D., & Bastur, B. (2008, January). On the performance of artificial bee colony (ABC) algorithm. Elsevier: *Applied Soft Computing*, 8(1), 687–697.
- Larranaga, P., Kuijpers, C., Murga, R. H., I, I., & Dizdarevic, S. (1999). Genetic Algorithms for the Travelling Salesman Problem: A Review of Representations and Operators. *Artificial Intelligence Review*, 13, 129–170.
- Lippmann, R. (1987, April). An introduction to computing with neural nets. *ASSP Magazine, IEEE*, 4 - 22.
- Timmis, J., & Castro, L. N. (2002). Approach, Artificial Immune Systems: A New Computational. London: Springer Verlag.
- TSPLIB. (n.d.). Retrieved July 2013, from <http://www.iwr.uni-heidelberg.de/groups/comopt/software/TSPLIB95/>
- Ulutas BH, K.-K. S. (2011). A Review of Clonal Selection Algorithm and Its Applications. *Artificial Intelligence Review*.
- Wang, K.-P., Huang, L., Zhou, C.-G., & Pang, W. (2003). Particle swarm optimization for traveling salesman problem. *International Conference on Machine Learning and Cybernetics*, 3, pp. 1583 - 1585.
- Watkins, A., Bi, X., & Phadke, A. (2003). Parallelizing an Immune-Inspiring Algorithm for Efficient Pattern Recognition. *Intelligent Engineering Systems through Artificial Neural Networks: Smart Engineering*, (pp. 225-230).
- Wong, L.-P., Chong, C. S., & Low, M. Y. (2008). A Bee Colony Optimization Algorithm for Traveling Salesman Problem. *Second Asia International Conference on Modelling & Simulation*, (pp. 818-823). Kuala Lumpur.



# STUDI DAN IMPLEMENTASI ALGORITMA TERINSPIRASI SISTEM IMUN : CLONAL SELECTION ALGORITHM

---

## ORIGINALITY REPORT

---

**21** %

SIMILARITY INDEX

**19** %

INTERNET SOURCES

**5** %

PUBLICATIONS

**8** %

STUDENT PAPERS

---

## MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

---

9%

★ **lib.itenas.ac.id**

Internet Source

---

Exclude quotes      On

Exclude matches      Off

Exclude bibliography      On