

# Immune Inspired Algorithms Berbasis Clonal selection Sebagai Alternatif Solusi Optimasi (Studi Kasus :mTraveling Salesperson Problem)

*by Dr.ayi Purbasari. St.,mt. Turnitin Paper -publikasi 2*

---

**Submission date:** 18-Oct-2021 02:26PM (UTC+0700)

**Submission ID:** 1676939415

**File name:** 2IMMUN\_1.PDF (8.34M)

**Word count:** 5796

**Character count:** 35624

# PROSIDING



SEMINAR NASIONAL INFORMATIKA

# SNIF2012

19 OKTOBER 2012



Diselenggarakan oleh :  
**STMIK POTENSI UTAMA**

ISSN : 2088 - 9747



1

## **KOMITE PROGRAM**

Kridanto Surendro, Ph.D (Institut Teknologi Bandung)  
Dr. Rila Mandala (Institut Teknologi Bandung)  
Dr. Husni Setiawan Sastramihardja (Institut Teknologi Bandung)  
Prof. Dr. Tulus (Universitas Sumatera Utara)  
Retantyo Wardoyo, Ph.D (Universitas Gadjah Mada)  
Agus Harjoko, Ph.D (Universitas Gadjah Mada)  
Sri Hartati, Ph.D (Universitas Gadjah Mada)  
Dr. Djoko Soetarno (Universitas Bina Nusantara)  
Prof. Dr. Opim Salim Sitompul (Universitas Sumatera Utara)  
Prof. Ahmad Benny Mutiara (Universitas Gunadarma)  
Dr.Febriliyan Samopa (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)  
Prof. Dr. Muhammad.Zarlis (Universitas Sumatera Utara)  
Prof. Dr. Joko Lianto Buliali (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)  
Prof. Iping Supriana (Institut Teknologi Bandung)  
Prof. Zainal A Hasibuan, Ph.D (Universitas Indonesia)

## **TIM EDITORIAL**

### **PENANGGUNG JAWAB**

Rika Rosnelly, S.H, M.Kom (STMIK Potensi Utama)

### **KETUA PENYUTING**

Muhammad Rusdi Tanjung, S.Kom, M.Ds (STMIK Potensi Utama)

### **WAKIL KETUA PENYUTING**

Edy Victor Haryanto S. M.Kom (STMIK Potensi Utama)

### **PENYUTING PELAKSANA**

Ratih Puspasari, M.Kom (STMIK Potensi Utama)  
Lili Tanti, M.Kom (STMIK Potensi Utama)  
Linda Wahyuni, M.Kom (STMIK Potensi Utama)  
Yudhi Andrian, S.Si, M.Kom (STMIK Potensi Utama)  
Khairul Ummi. M.Kom (STMIK Potensi Utama)  
Mas Ayoe Elhias Nasution, S.Kom (STMIK Potensi Utama)  
Rahmadani Pane, S.Kom (STMIK Potensi Utama)  
Evri Ekadiansyah, S.Kom (STMIK Potensi Utama)  
Fithri Mayasari, S.Kom (STMIK Potensi Utama)  
Efani Desi, S.Kom (STMIK Potensi Utama)  
Fitriana Harahap, S.Kom (STMIK Potensi Utama)  
Dian Mayasari, S.Kom (STMIK Potensi Utama)  
Ria Ekasari, S.Kom (STMIK Potensi Utama)  
Budi Triandi, M.Kom (STMIK Potensi Utama)

## **ALAMAT REDAKSI**

Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer (STMIK) Potensi Utama Medan  
Jl. K.L.Yos Sudarso Km.6.5 No.3-A Medan (20241)  
Telp (061) 6640525 Fax (061) 6636830  
Email : [snif.potensi-utama.ac.id](mailto:snif.potensi-utama.ac.id) dan [snif.potensi@gmail.com](mailto:snif.potensi@gmail.com)

## **PENERBIT**

## KATA PENGANTAR

4

Seminar Nasional Informatika (SNIf) merupakan salah satu agenda kegiatan rutin tahunan STMIK Potensi Utama sebagai forum yang mempertemukan Akademisi, Peneliti, Praktisi dan Pengambil Kebijakan dibidang informatika guna penyebaran Ilmu pengetahuan dan Teknologi terkini. Kumpulan makalah dikemas dalam bentuk prosiding dan dikelompokkan sesuai dengan bidang kajian antara lain *Computer Science, Artificial Intelligence, Image Processing, Computer Networking* dan *Security, Multimedia, Wirelles Computing, Interfacing, Information System, dan Software Engineering*. Makalah yang diterima berasal dari seluruh Indonesia, makalah yang dimuat dalam Prosiding SNIf 2012 telah melalui tahap evaluasi oleh para reviewer yang berkompeten dibidangnya. Panitia mengucapkan selamat serta terima kasih atas keikutsertaan dalam Seminar Nasional Informatika (SNIf) 2012. Panitia juga mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah Daerah Sumatera Utara dan semua pihak yang telah mendukung serta berpartisipasi aktif dalam mensukseskan acara Seminar Nasional ini. Saran dan Kritikan demi menuju kesempurnaan prosiding SNIf sangat diharapkan. Semoga prosiding ini dapat digunakan sebagai salah satu acuan dalam pengembangan teknologi dan peningkatan pembelajaran dibidang Informatika.

Medan, Oktober 2012  
Ketua Panitia

Mhd Rusdi Tanjung, S.Kom, M.Ds

**1**  
**DAFTAR ISI**

	<b>Halaman</b>
<b>1. EXPERT SYSTEM FOR CHOOSING UNIVERSITY MAJOR</b> <b>Rila Mandala, Tjong Wan Sen, Indri Maria</b>	<b>1</b>
<b>2. IMMUNE INSPIRED ALGORITHMS BERBASIS CLONAL SELECTION SEBAGAI ALTERNATIF SOLUSI OPTIMASI (STUDI KASUS : TRAVELING SALESPERSON PROBLEM)</b> <b>Ayi Purbasari</b>	<b>7</b>
<b>3. SISTEM INFORMASI PENGONTROLAN MUTU PRODUK PADA PT SC JOHNSON MANUFACTURING MEDAN</b> <b>Samudra Lubis, Muhammad Irwan Padli Nasution</b>	<b>14</b>
<b>4. IMPLEMENTATION OF EFFECTIVE FOCUSED WEB CRAWLER</b> <b>Ivan M. Siregar, Tjong Wan Sen, Ramero Forester Carlo</b>	<b>25</b>
<b>5. SPASIAL DECISION SUPPORT SYSTEMS DALAM Mendukung PEMANTAUAN STATUS GIZI BALITA DI KOTA PONTIANAK</b> <b>Novi Safriadi, Santri Samanhudi</b>	<b>29</b>
<b>6. MODEL KOMPUTASI PADA MANUSIA DENGAN PENDEKATAN AGENT KOLABORASI <i>BDI MODEL</i> DAN TUJUH PILAR KEHIDUPAN SEBAGAI INSPIRASI UNTUK Mengembangkan <i>ENACTED SERIOUS GAME</i></b> <b>Ririn Dwi Agusti, Iping Supriana Suwardi</b>	<b>35</b>
<b>7. INFORMATION TECHNOLOGY (IT) INNOVATION IMPLEMENTATION : A SYNTHESIS OF PAST RESEARCH ON THEORETICAL PERSPECTIVES</b> <b>M Qomarul Huda, Husnayati Hussin</b>	<b>41</b>
<b>8. PENGUKUR VOLUME ZAT CAIR RESIDU BERBASIS GELOMBANG ULTRASONIK MENGGUNAKAN ARDUINO PADA PT.PLN PERSERO BELAWAN</b> <b>Iwan Fitrianto Rahmad, M.Kom, Fahru Rozi</b>	<b>48</b>
<b>9. VALIDASI DOKUMEN DIGITAL MENGGUNAKAN TEKNIK ENKRIPSI ASIMETRIK RSA</b> <b>Nenny Anggraini, M.Kom, Feri Fahrianto</b>	<b>55</b>
<b>10. PERANCANGAN <i>IT GOVERNANCE</i> LAYANAN AKADEMIK MENGGUNAKAN <i>FRAMEWORK INFORMATION TECHNOLOGY INFRASTRUCTURE LIBRARY</i> (ITIL) VERSI 3</b> <b>Ichsan Taufik, Kridanto Surendro</b>	<b>58</b>
<b>11. PENYELIDIKAN SISTEM INFORMASI AKADEMIK UNIVERSITAS DI ACEH BERBASIS SERVICE ORIENTED ARCHITECTURE (SOA)</b> <b>Taufiq</b>	<b>66</b>

12.	EXAM SCHEDULING USING GRAPH COLOURING <b>Nur Hadisukmana, Randy</b>	73
13.	INTEGRASI APLIKASI STORYBOARD VIEWER DAN SISTEM PENAWARAN KERJA ONLINE DALAM GROUPWARE PRODUKSI FILM ANIMASI 3D <b>Nelly Oktavia Adiwijaya</b>	79
14.	MULTIPLAYER BIG TWO CARD GAME IN ANDROID <b>Rikip Ginanjar, Nicholas Lie</b>	84
15.	LOCATION TRACKING BASED SYSTEM ORGANIZER FOR ANDROID ENVIRONMENT <b>Nur Hadisukmana, Tanya Gazali, Rosalina</b>	90
16.	KERANGKA KONSEPTUAL RENCANA INDUK TEKNOLOGI NFORMASI DAN KOMUNIKASI (RITIK) PEMERINTAH KABUPATEN MAROS <b>Erwin Renaldhy, S.Kom</b>	96
17.	PEMANFAATAN MULTIMEDIA DALAM MENINGKATKAN PEMAHAMAN MATERI BAHASA INGGRIS PADA SISWA SEKOLAH DASAR <b>Lisana</b>	101
18.	HSE ( <i>HEALTH, SAFETY, ENVIRONMENT</i> ) REMINDER SOFTWARE <b>Reza Andrea, Muhammad Safi'i</b>	105
19.	IMPLEMENTASI <i>ANALYTIC HIERARCHY PROCESS</i> (AHP) UNTUK MEMBANTU BIMBINGAN DAN KONSELING MAHASISWA <b>Alva Hendi Muhammad, ST, M.Eng, Suzanna</b>	111
20.	HANDPHONE SEBAGAI MEDIA ACCESS POINT UNTUK SHARING INTERNET DAN DATA <b>Heru Ismanto, S.Si, M.Cs</b>	118
21.	PENGAMANAN <i>INSTANT MESSAGING</i> PADA APLIKASI PRESENTAS ONLINE <b>Wilis Kaswidjanti, Dessyanto Boedi P, Ramadhan Kusanto W.</b>	123
22.	IMPLIKASI PENERAPAN DAN PENINGKATAN KEPERCAYAAN MASYARAKAT TERHADAP E-COMMERCE <b>Hidayatulah Himawan</b>	128
23.	MEMBANGUN SISTEM OPERASI MANDIRI BERBASIS OPEN SOURCE UNTUK MENUNJANG PENGAJARAN JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA PADA SMK MUHAMMADIYAH 1 SAMARINDA <b>Ahmad Rofiq Hakim, Siti Lailiyah, Asep Nurhuda</b>	132
24.	MENGUKUR KESAMAAN SEMANTIK SUATU KATA PADA WIKIPEDIA DAN WORDNET	139

Eri Zuliarso, Sulastri

25. IMPLEMENTASI PENGOLAHAN CITRA DAN ALGORITMA LVQ UNTUK PENGENALAN POLA BUKU **145**  
**Andi Lukman, S.Kom**
26. IMPLEMENTASI ALGORITMA KRIPTOGRAFI RIJNDAEL UNTUK KEAMANAN BERKAS DIGITAL **152**  
*Agung Wahana, SE, MT, Lazuardi Qayuma*
27. PENENTUAN TINGKAT KESULITAN GAME BERBASIS DISTRIBUSI GAUSSIAN MENGGUNAKAN METODE BOX MULLER PADA PEMBELAJARAN MATEMATIKA **158**  
**Anik Vega vitianingsih, S.Kom, MT , Supeno Mardi S. N**
28. PENGEMBANGAN APLIKASI GAME ASAH OTAK MENGGUNAKAN MIDP PADA MOBILE HANDPHONE BERPLATFORM JAVA MENGGUNAKAN NETBEANS 6.8 **170**  
**Bambang Hermansyah, Ina Agustina**
29. ANALISIS KEBUTUHAN STAKEHOLDER DALAM RANGKA MENGEMBANGKAN MODEL TATA KELOLA TEKNOLOGI INFORMASI DENGAN KERANGKA KERJA COBIT 5 PADA PERGURUAN TINGGI DENGAN STUDI KASUS DI UNIVERSITAS A UNGGUL **176**  
**Fransiskus Adikara, S.Kom, MM, Ari Pambudi, S.Kom, M.Kom**
30. APLIKASI ANTRIAN PEMBUATAN AKTA PADA DINAS KEPENDUDUKAN DAN PENCATATAN SIPIL KUTAI KARTANEGARA **184**  
**Ita Arfyanti , Amelia Yusnita ,Logi Ssama Makta**
31. APLIKASI KENDALI ALAT ELEKTRONIK RUMAH TANGGA BERBASIS MOBILE **191**  
**Santoso' Satryadi Burnama**
32. APLIKASI PENJADWALAN MATA KULIAH JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DENGAN METODE CONSTRAINT PROGRAMMING **198**  
**Ahmad Rofiq Hakim, Kusno Harinto, Andri Haris Tirtana**
33. APLIKASI FACE RECOGNITION MENGGUNAKAN METODE EIGEN FACE DAN PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS **206**  
**Asep Saefullah, Hiwamawan, Sugeng**
34. BASA JAWA SPEAKING GUIDE FOR ANDROID MOBILE PHONE **216**  
**Rikip Ginanjar, Cintia Purnama Dewi, Rosalina**
35. APLIKASI SISTEM PAKAR UNTUK DIAGNOSA PENYAKIT THT PADA MANUSIA DENGAN METODE PROBABILITAS **222**  
**Helfi Nasution**

36.	<sup>2</sup> EKSTRAKSI DATA PADA HALAMAN WEB DATABASE MINING AKADEMIK MENGGUNAKAN METODA HYBRID Sumijan 'Julius Santony	227
37.	DESAIN SOLUSI PEMESANAN TIKET DAN <i>CHECK-IN</i> MASKAPAI PENERBANGAN MENGGUNAKAN TELEPON SELULAR Made Krisnanda, Brian Kristianto	241
38.	<sup>15</sup> ANALISIS <i>WEB VULNERABILITY</i> PADA <i>DIGITAL LIBRARY SERVER</i> UNIVERSITAS BINA DARMA Ilman Zuhri Yadi, Muhammad Izman Herdiansyah	247
39.	<sup>2</sup> PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA PADA APLIKASI PENJADWALAN MATA KULIAH JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA STMIK WIDYA CIPTA DHARMA M. Irwan Ukkas, Ahmad Rofiq Hakim, Maulida Rahma	261
40.	<sup>8</sup> METODE CASE RETRIEVE DALAM <i>CASE BASED REASONING</i> UNTUK IDENTIFIKASI PENYAKIT MANUSIA Agus Sasmito Aribowo, Siti Khomsah	268
41.	<sup>2</sup> PENYESUAIAN PARAMETER KERNEL DALAM <i>MULTI KERNEL LEARNING</i> UNTUK PREDIKSI <i>TIME SERIES</i> Agus Widodo, Indra Budi	275
42.	<sup>2</sup> IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY DALAM PEMBUATAN MINI GAME FIGHTING "STICKMAN FIGHT" Ahmad Rofiq Hakim, Ita Arfyanti , Julfianysah Saputra	281
43.	<sup>14</sup> IMPLEMENTASI STRUKTUR <i>TREE</i> DAN METODE REKURSIF UNTUK PEMODELAN SISTEM INFORMASI <i>PITRA YADNYA BERBASIS WEB</i> Anak Agung Kompiang Oka Sudana, Ni Luh Ayu Kartika Yuniastari	289
44.	<sup>2</sup> EVALUASI KUALITAS LAYANAN WLAN DENGAN SIMULATOR OPNET 14.5 Bakti Viyata Sundawa	296
45.	<sup>19</sup> APLIKASI <i>SHORTENING</i> KANAL (CS) TERHADAP PERATAAN KANAL AKUISTIK DALAM MEREPRESENTASIKAN NOISE DAN ESTIMASI ERROR Bustami	301
46.	<sup>2</sup> PENERAPAN SISTEM JARINGAN INTERNET BERBASIS DUA GATEWAY SERVICE PROVIDER Dadang Iskandar Mulyana, Mesra Betty Yel, Harmoko	305
47.	<sup>2</sup> PENERAPAN SISTEM KOMPUTER SEBAGAI SIMULATOR DAN INDIKATOR GANGGUAN TV TRAINER (STUDI KASUS : SMK PANCABUDI-I MEDAN)	311



	<b>Darmeli Nasution, Suherman</b>	
48.	<b>HEURISTIK UNTUK MENGEFISIENKAN PEMBUKTIAN VALIDITAS ARGUMEN DENGAN METODE TABLO SEMANTIK</b> <b>Djoni Dwijono</b>	317
49.	<b>PENGEMBANGAN SISTEM SMS GATEWAY UNTUK INFORMASI AKADEMIK (STUDI KASUS PADA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI UNIVERSITAS STIKUBANK)</b> <b>Dwi Agus Diartono, Felix Andreas Sutanto</b>	322
50.	<b>ANALISA DAN PERANCANGAN PINTU OTOMATIS PADA PERUSAHAAN BERDASARKAN WAKTU / JAM KERJA DILENGKAPI DENGAN SUARA</b> <b>Edy Victor Haryanto, Muhammad Andi Surya</b>	328
51.	<b>PERANCANGAN APLIKASI PENGONTROL PERALATAN LISTRIK RUMAH TANGGA BERBASIS INTERFACING DAN SMS</b> <b>Edy Victor Haryanto, Desman Arianto</b>	334
52.	<b>DASHBOARD IKAD SISTEM SEBAGAI SISTEM INFORMASI MONITORING DAN EVALUASI KINERJA DOSEN DALAM MELAKSANAKAN TRI DHARMA PERGURUAN TINGGI</b> <b>Giat Karyono, M. Kom</b>	340
53.	<b>FUZZY QUANTIFICATION THEORY UNTUK MENGANALISIS HUBUNGAN MOTIVASI DAN MINAT BELAJAR DAN KEHADIRAN DOSEN PENGARUHNYA TERHADAP PRESTASI BELAJAR MAHASISWA</b> <b>Hindayati Mustafidah, Suwarsito</b>	347
54.	<b>IMPLEMENTASI JARINGAN HOTSPOT SERVER BERBASIS MIKROTIK UNTUK STUDI KASUS DI PROGDI TEKNIK INFORMATIKA-FTI, UPN "VETERAN" JATIM</b> <b>Kartini</b>	352
55.	<b>SISTEM PAKAR UNTUK MENENTUKAN KUALITAS JARINGAN FIBER OPTIC PT. INDOSAT SAMARINDA MENGGUNAKAN METODE INFERENSI FUZZY TSUKAMOTO</b> <b>M.Irwan Ukkas, M.Rendra</b>	358
56.	<b>APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS LOKASI PARIWISATA KOTA MAGELANG</b> <b>Mochamad Afnan Arifin, Mochamad Aman, Purwono Hendradi</b>	367
57.	<b>SISTEM INFORMASI MANAJEMEN ASET TETAP IT TELKOM DENGAN MENGGUNAKAN BANTUAN GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM</b> <b>Mochamad Teguh Kurniawan, Ika Arum Puspita, Tunggal Sigit N</b>	372
58.	<b>MODEL JARINGAN SYARAF TIRUAN PENGENALAN HURUF</b>	378

- <sup>23</sup>  
AKSARA BATAK TOBA DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA  
BACKPROPAGATION BERBASIS CITRA DIGITAL  
**Nogar Silitonga**
- <sup>2</sup>  
59. APLIKASI SIMULASI PERHITUNGAN HARGA SAHAM PADA PT  
VALUSINDO INVESTINDO 385  
**Randi Pratama, Puji Rahayu**
- <sup>2</sup>  
60. APLIKASI *DYNAMIC SUBCARRIER ALLOCATION* DAN *ADAPTIVE  
USER SCHEDULING* UNTUK SISTEM OFDM DOWNLINK PADA  
KANAL GELOMBANG MILIMETER 394  
**Roslina, Afritha Amelia**
61. RANCANG BANGUN APLIKASI UKM SEKTOR JASA LOGISTIK 401  
**Saepudin Nirwan, Ari Yanuar Ridwan**
- <sup>2</sup>  
62. PENGEMBANGAN MODEL JARINGAN KERJA PADA *SERIOUS  
GAME* MANAJEMEN AGRIBISNIS UNTUK PROSES  
PENGAMBILAN KEPUTUSAN 409  
**Saiful Bukhori**
- <sup>2</sup>  
63. MEMBANGUN SISTEM BASIS PENGETAHUAN UNTUK 415  
PENYAKIT TANAMAN JENIS UMBI-UMBIAN BERBASIS  
MULTIMEDIA  
**Sri Winiarti, Hidayu Madias Songko**
- <sup>29</sup>  
64. APLIKASI PENENTUAN WARIS PADA PERANGKAT MOBILE 420  
MENGGUNAKAN JAVA (J2ME)  
**Syahril Rizal, Irwansyah**
- <sup>2</sup>  
65. PEMANFAATAN ALGORITMA FUZZY SET UNTUK CLUSTERING 426  
<sup>2</sup>NAK TUNA RUNGU–WICARA  
**Tajuddin Abdillah, S.Kom, M.Cs, Zohrahayaty, S.Kom, M.Kom**
- <sup>2</sup>  
66. SISTEM INFERENSI FUZZY TSUKAMOTO UNTUK MENENTUKAN 432  
TINGKAT KOMPETENSI PEDAGOGIK  
**Tito Pinandita, Ahmad, Hindayati Mustafidah**
- <sup>17</sup>  
67. PENGARUH PERBEDAAN *GENDER* TERHADAP *WEB  
ACCESSIBILITY* DENGAN MENGGUNAKAN *TECHNOLOGY  
ACCEPTANCE MODEL (TAM)* 437  
**Windi Eka Yulia Retnani, S.Kom., M.T**
- <sup>21</sup>  
68. IMPLEMENTASI *LEAST SIGNIFICANT BIT* UNTUK 448  
PENYEMBUNYIAN PESAN RAHASIA DALAM CITRA DIGITAL  
**Wisnu Uriawan, Rio Guntur Utomo**
- <sup>2</sup>  
69. APLIKASI SISTEM REKOMENDASI MATERI PEMBELAJARAN 454  
BERBASIS E-LEARNING  
**YOYOK SEBY DWANOKO**

70.	STUDI IMPLEMENTASI INFRASTRUKTUR CLOUD MENGGUNAKAN OPENSTACK	458
	<b>Adian Fatchur Rochim, Eko Didik Widianto</b>	
71.	RESTORASI CITRA DOKUMEN TUA DENGAN ALGORITMA <i>MULTI DIRECTIONAL WAVELET TRANSFORM</i>	463
	<b>Ridha Sefina Samosir, S.Si, M.Kom</b>	
72.	SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN SELEKSICALON KEPALA SEKOLAH PADA SMP MUHAMMADIYAH 57 MEDAN MELALUI DINAS PENDIDIKAN KOTA MEDAN	468
	<b>Safrian Aswati</b>	
73.	SEGMENTASI VOLUME 3D CITRA USG BERDASARKAN WARNA RGB DENGAN METODE GAUSSIAN	476
	<b>Pandapotan Siagian Eriya</b>	
74.	RANCANGAN SISTEM INFORMASI SOSIALISASI BEASISWA UNGGULAN BPKLN KEMDIKBUD RI DALAM RANGKA PENINGKATAN JUMLAH PENERIMA BEASISWA UNGGULAN BAGI MAHASISWA BERPRESTASI.	486
	<b>Tuti Hartati</b>	
75.	PORTAL LAYANAN ORANG TUA MAHASISWA BERBASIS FRAMEWORK CODE IGNITER	495
	<b>Mohamad Irfan, Hilman Ali</b>	
76.	IMPLEMENTASI PENJADWALAN KULIAH SECARA PARALEL MENGGUNAKAN METODE HILL CLIMBING PADA PLATFORM GPU	502
	<b>Faisal Hardi Ade Jamal</b>	
77.	PENERAPAN COMPONENT BASED SOFTWARE ENGINEERING DALAM PENGEMBANGAN WEBSITE SISTEM INFORMASI SEKOLAH (STUDI KASUS : SMA SANTO PAULUS PONTIANAK)	507
	<b>Sandy Kosasi, David</b>	
78.	PEMODELAN INFORMASI SISTEM PERPUSTAKAAN PADA PT. STIKOM CKI – JAKARTA	513
	<b>Sugiyono, Mesra Betty Yel , Dadang Iskandar Mulyana</b>	
79.	SISTEM INFORMASI NILAI SISWA PADA SD PUTRA 1 JAKARTA	519
	<b>Muryan Awaludin, Dwi Budi Srisulistiwati, Sugiyono</b>	
80.	ANALISIS PENGGUNAAN TEKNOLOGI INFORMASI PADA RUMAH SAKIT STELLA MARIS MAKASSAR	528
	<b>N. Tri Suswanto Saptadi</b>	
81.	IMPLEMENTASI PEMODELAN MULTI KRITERIA (PMK) PADA SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENGUJIAN MUTU BAN SEPEDA MOTOR	535

# Immune Inspired Algorithms berbasis Clonal Selection sebagai Alternatif Solusi Optimasi

(Studi Kasus: Traveling Salesperson Problem)

Ayi Purbasari

School of Electrical Engineering and  
Informatics  
Bandung Institute Technology  
Bandung, Indonesia  
pbasari@students.itb.ac.id

## Abstrak

Tidak adanya algoritma yang berlaku umum, menjadi suatu tantangan dan peluang untuk lahirnya berbagai algoritma berdasarkan gagasan-gagasan baru. Salah satunya berlatar belakang *bio-inspired computing*, yaitu artificial immune system yang masih perlu banyak dieksplor agar diketahui skema dan teknik, serta kelebihan dan kekurangannya. Pada penelitian ini, dilakukan pengkajian pendekatan Artificial Immune System dalam persoalan optimasi. Sebagai studi kasus, dipilih persoalan optimasi kombinatorial Traveling Salesperson Problems dengan 15 data set yang terdiri dari 14 simpul sampai dengan 1002 simpul. Dengan menggunakan kakas optimasi OatTools, dilakukan eksekusi persoalan TSP dengan menerapkan algoritma Clonal Selection Algorithms, dibandingkan dengan Algoritma dan Optimasi Koloni Semut. Dikarenakan dibatasi oleh waktu eksekusi, secara significant, CSA menghasilkan skor yang tidak baik untuk jumlah simpul di atas 400 buah simpul.

**Keyword:** Optimization Algorithm, Clonal Selection Algorithm, Artificial Immune System, Immune System, Travelling Salesperson Problems, OATTools.

## I. Pendahuluan

### Latar Belakang

Persoalan optimasi adalah persoalan untuk menemukan solusi terbaik dari semua solusi yang layak. Persoalan ini dapat ditemukan dalam berbagai persoalan kompleks, yaitu persoalan dimana tidak terdapat solusi yang dapat diselesaikan dalam waktu polinomial. Misalnya saja persoalan Travelling Salesperson Problem (TSP) yang memiliki kompleksitas  $O(n!)$ . Sementara contoh persoalan yang dapat diselesaikan dalam waktu polinomial, adalah pencarian (*searching*) dengan  $O(n^2)$  atau *sorting* dengan  $O(n)$ . Persoalan optimasi sendiri dapat dibagi menjadi dua kategori tergantung pada apakah variabel kontinu atau diskrit. Persoalan optimasi dengan variabel diskrit dikenal sebagai persoalan optimasi kombinatorial. Persoalan optimasi kombinatorial ini terkait dengan pencarian objek diskrit dalam himpunan.

Persoalan optimasi kombinatorial adalah persoalan dalam rangka menemukan objek yang optimal dari sebuah himpunan berhingga dari objek-objek. Dalam banyak persoalan, pencarian lengkap (*exhaustive search*) tidaklah dimungkinkan. Dengan demikian, tujuannya adalah untuk menemukan solusi yang terbaik (*best solution*).

Diperlukan algoritma optimasi untuk menyelesaikan persoalan optimasi. Terdapat berbagai algoritma ke dalam kelompok algoritma optimasi. Setiap algoritma memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing dalam menyelesaikan suatu persoalan. Dengan demikian tidak ada satupun algoritma yang berlaku umum dan bisa digunakan untuk menyelesaikan semua jenis persoalan.

### Identifikasi Masalah

Tidak adanya algoritma yang berlaku umum, menjadi suatu tantangan dan peluang untuk lahirnya berbagai algoritma berdasarkan gagasan-gagasan baru. Salah satunya berlatar belakang *bio-inspired computing*, yaitu *Artificial Immune System (AIS)*. Gagasan AIS untuk persoalan optimasi belum banyak dieksplor, sehingga tidak diketahui skema dan teknik, serta kelebihan dan kekurangannya.

### Tujuan

Tujuan penelitian ini untuk mengkaji pendekatan Artificial Immune System dalam persoalan optimasi, khususnya persoalan TSP.

### Metodologi

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini tidak kurang lebih sebagai berikut:

- Study literatur optimasi (persoalan, solusi, dan teknik)
- Study literatur AIS, khususnya terkait dengan Clonal Selection Algorithm (CSA)

- Studi kasus:
  - Implementasi clonal selection
  - Hasil implementasi clonal selection
- Penarikan kesimpulan

**II. Algoritma Optimasi**

**Persoalan Kompleks**

Komputasi lahir untuk mengatasi persoalan-persoalan dalam bentuk algoritma. Algoritma dieksekusi dan membutuhkan waktu tertentu. Bagus atau tidaknya suatu algoritma adalah salah satunya dalam keterbatasan waktu eksekusinya. Algoritma dikatakan bagus jika waktu kebutuhan waktu eksekusinya dibatasi oleh fungsi polinomial, misalnya  $\log(n) < n$  untuk semua  $n \geq 1$ . Namun, terdapat juga persoalan yang tidak terdapat solusi dengan waktu polinomial untuk menyelesaikannya. Persoalan ini dinyatakan sebagai persoalan sulit atau kompleks.

Jadi, persoalan kompleks di sini adalah persoalan dimana solusinya membutuhkan *nonpolynomial-time algorithm*. Contoh persoalan yang bisa diselesaikan oleh *polynomial-time algorithm* misalnya sorting dan searching. Sementara persoalan sulit yang membutuhkan *nonpolynomial-time algorithm*. Beberapa persoalan kompleks sebagai berikut:

**Tabel 1**

**Contoh persoalan kompleks**

No	Persoalan	Deskripsi
1	Travelling Salesperson Problem	Diberikan graf berarah dengan bobot (weight) pada setiap sisinya. Sebuah tur di dalam graf tersebut dimulai dari sebuah simpul, mengunjungi simpul lainnya tepat sekali dan kembali lagi ke simpul lainnya.
2	Integer (0/1) Knapsack Problem	Diberikan n buah objek dan sebuah knapsack dengan kapasitas W. Setiap objek memiliki profit masing-masing.
5	Graph Colouring Problem	Graph-Colouring Optimization Problem adalah menentukan jumlah minimal warna yang dibutuhkan untuk mewarnai graf sehingga dua simpul bertetangga memiliki warna berbeda.

Secara umum, persoalan kompleks dapat dinyatakan sebagai persoalan optimasi dan persoalan keputusan. Sebagai contoh, persoalan TSP sebagai persoalan optimasi (Travelling Salesperson Optimization Problem/TSOP) jika persoalan berfokus menentukan tur dengan total bobot sisi

minimal. Namun, persoalan TSP juga bisa dipandang sebagai persoalan keputusan (Travelling Salesperson Decision Problem/TSDP) jika persoalan berfokus untuk menentukan apakah terdapat tur dengan total bobot sisinya tidak lebih nilai d.

Belum terdapat algoritma waktu-polinom untuk persoalan optimasi atau persoalan keputusan pada contoh-contoh di atas. Jika terdapat suatu algoritma waktu-polinom dapat digunakan untuk jenis persoalan optimasi, maka algoritma waktu-polinom tersebut dapat digunakan untuk persoalan keputusan yang bersesuaian.

**P, NP, dan NP Complete Problems**

*P Problems* adalah himpunan semua persoalan keputusan yang dapat dipecahkan oleh algoritma dengan kebutuhan waktu polinom. Sementara *NP* singkatan dari *non-deterministic polynomial* adalah himpunan persoalan keputusan yang dapat diselesaikan oleh algoritma non-deterministik dalam waktu polinom.

Dalam menyelesaikan persoalan kompleks terdapat dua macam algoritma, yaitu algoritma deterministik dan algoritma non-deterministik. Algoritma deterministik adalah algoritma yang dapat ditentukan dengan pasti apa saja yang akan dikerjakan selanjutnya oleh algoritma. Algoritma deterministik bekerja sesuai dengan nature komputer saat ini yang hanya mengeksekusi satu operasi setiap waktu, diikuti oleh operasi selanjutnya, begitu seterusnya.

Kebanyakan persoalan keputusan adalah NP. Sebagai contoh, persoalan keputusan TSP. Jika diberikan sebuah terkaan string (tur), maka dibutuhkan  $O(n)$  untuk memverifikasi solusi. Semua persoalan P juga adalah NP, sebab tahap menerka tidak terdapat di dalam persoalan P. Karena itu, P adalah himpunan bagian dari NP.

NP-Complete (NPC) adalah persoalan NP yang paling sulit. Sebuah persoalan dikatakan NPC jika persoalan tersebut termasuk ke dalam kelas NP dan setiap persoalan di dalam NP dapat direduksi dalam waktu.

**Klasifikasi Algoritma Optimasi**

Diperlukan algoritma optimasi untuk menyelesaikan persoalan optimasi. Terdapat berbagai algoritma ke dalam kelompok algoritma optimasi. Setiap algoritma memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing dalam menyelesaikan suatu persoalan. Dengan demikian tidak ada satupun algoritma yang berlaku umum dan bisa digunakan untuk menyelesaikan semua jenis persoalan. Berdasarkan metode penyelesaiannya, algoritma optimasi dapat dikelompokkan menjadi algoritma deterministik dan algoritma

probabilistik. Keduanya terangkum sebagai berikut:

**Tabel 2**  
**Klasifikasi Algoritma Optimasi**

	Deterministik	Probabilistik
Langkah yang dilakukan:	terdapat satu jalan untuk diproses, jika tidak ada jalan maka algoritma dianggap selesai.	terdapat beberapa jalan untuk menemukan solusi yang "bagus" tanpa melebihi batasan waktu yang telah ditentukan
Solusi yang dihasilkan:	menghasilkan solusi yang tetap untuk suatu input yang diberikan.	menghasilkan solusi yang bagus, belum tentu yang paling optimal, namun sudah dapat diterima oleh user
Ruang masalah:	digunakan untuk masalah yang ruang solusinya tidak terlalu besar.	digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan ruang solusi yang sangat besar, bahkan tak terbatas.

#### Algoritma Optimasi Probabilistik

Untuk ruang persoalan yang besar, para ahli umumnya menggunakan algoritma probabilistik. Pada dasarnya algoritma ini menerapkan prinsip Monte Carlo, yaitu mengambil sampel secara acak dan secara berulang sampai dengan mendapatkan solusi yang optimal (*repeated random sampling*).

Algoritma probalistik ini antara lain Evolutionary Algorithm (EA) yang diantaranya terdapat Genetic Algorithms (GA). EA adalah algoritma optimasi yang berbasis teori genetika dan seleksi alamiah yang keduanya merupakan dasar dari teori evolusi. Teori ini diadopsi dan menjadi algoritma yang diawali dengan menetapkan sekumpulan kandidat solusi. Satu individu menyatakan satu solusi. Populasi awal ini akan berevolusi menjadi populasi baru melalui serangkaian generasi dalam bentuk iterasi. Pada akhir generasi, EA mengembalikan satu individu anggota populasi yang terbaik sebagai solusi. Pada setiap generasi, terjadi proses evolusi dengan memilih dua individu sebagai orang tua yang kemudian direkombinasikan untuk menghasilkan dua *offspring* yang mengalami

mutasi. Individu baru ini jika memenuhi kriteria, lebih bagus dari generasi sebelumnya, akan menggantikan generasi sebelumnya tersebut. Jika individu ini tidak memenuhi kriteria, maka akan disingkirkan. Proses ini terus berulang sampai kondisi berhenti tertentu dan menghasilkan generasi terbaik.

Selain EA, terdapat metode Swarm Intelligent (27), yang terdiri dari Particle Swarm Optimization (PSO), Ant Colony Optimization (ACO), Artificial Bee Colony Algorithms (ABCA). SI mengadopsi kecerdasan yang dihasilkan dari adanya tingkah laku kawasan atau kelompok. Sebagai contoh seekor semut tidak memiliki kecerdasan yang luar biasa. Akan tetapi sekawanan semut dengan komunikasi dan kerjasama yang baik melalui zat yang disebut pheromone bisa secara cepat menemukan jalur terpendek antara sumber makanan dan sarang mereka. SI terkait dengan banyak individu, koordinasi, kontrol terdesentralisasi dan pengorganisasian diri. PSO mengadopsi perilaku kawanan burung (*bird flocking*) atau ikan (*fish flocking*), ACO mengadopsi perilaku semut, sementara ABCA mengadopsi perilaku lebah.

Seperti halnya EA, PSO dimulai dengan suatu populasi yang terdiri dari sejumlah individu yang dibangkitkan secara acak. Selanjutnya dicari solusi optimum melalui perbaikan individu untuk sejumlah generasi tertentu. Tidak ada rekombinasi, mutasi, dan tidak ada replacement tetapi PSO menyimpan solusi terbaik dalam memori.

Setelah EA dan PSO, terdapat Artificial Immune System (AIS). AIS mengadopsi perilaku sistem imun manusia. Pada makalah ini akan mengkaji persoalan optimasi dengan penyelesaian AIS. Karena itu, bahasan tentang AIS akan dijelaskan pada sub bab berikut ini.

## II. Artificial Immune System

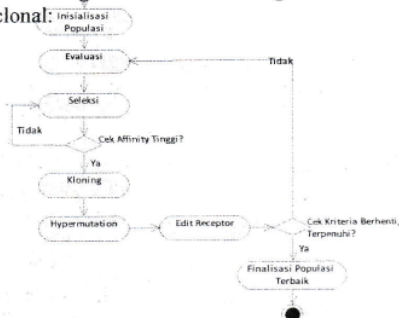
### Overview dari Sistem Imun

Sistem imun adalah suatu sistem kompleks dalam tubuh yang terdiri dari sel-sel serta produk zat-zat yang dihasilkannya, yang bekerja sama secara kolektif dan terkoordinir untuk melawan benda asing (patogen) seperti kuman-kuman penyakit atau racunnya, yang masuk ke dalam tubuh. Pada prinsipnya, sistem imun memiliki kemampuan untuk membedakan sel dari tubuh (disebut self) dan sel dari benda asing (disebut nonself). Antara self dan nonself dibedakan dengan penanda (marker) tersendiri yang akan dikenali oleh sistem imun. Elemen utama dalam sistem imun adalah antigen yaitu sesuatu yang dapat memicu respon imun. Antigen dapat berupa mikroba seperti virus, atau bagian dari mikroba tersebut. Elemen lain dari sistem imun adalah



3	selection pool size	Jumlah antibodi dengan affinity tinggi yang akan dipilih untuk diperbanyak/kloning
4	remainder replacement size	Jumlah antibody dengan affinity terburuk yang akan direplace oleh antibody hasil kloning
5	clonal factor	Konstanta untuk pengali jumlah kloning
6	number of generations	Jumlah generasi, digunakan untuk kriteria penghentian iterasi
7	the random number generator seed	Bilangan random untuk ukuran populasi

Berikut gambaran umum algoritma seleksi clonal:



Gambar 1 Algoritma Seleksi Clonal

II. Studi Kasus Persoalan Optimasi

CLONALG pada awalnya diimplementasikan untuk permasalahan learning dan optimasi, salah satunya adalah untuk Persoalan TSP [4].

Persoalan TSP

Traveling Salesman Problem (TSP) adalah suatu persoalan dimana seorang sales harus melalui semua kota yang ditunjuk dengan jarak yang paling pendek dan setiap kota hanya boleh dilalui satu kali. Penyelesaian dalam TSP adalah jalur yang dilalui oleh salesman sesuai dengan batasan di atas. Penyelesaian terbaik adalah jalur dengan jarak terpendek.

Persoalan TSP umumnya direpresentasikan ke dalam bentuk graf lengkap berbobot dan dicarikan sirkuit Hamilton dengan total bobot minimum. TSP merupakan problem kombinatorial dimana yang memiliki alternatif kemungkinan rute yang banyak sekali yaitu,  $1/2 (N-1)!$

Persoalan TSP dengan CSA

Pada bagian ini akan dijelaskan pendekatan AIS untuk menyelesaikan persoalan TSP. Dengan pendekatan AIS, Timmis menggagas tiga langkah konstruksi persoalan, yaitu: 1)

Representasi, 2) Fungsi Affinity, dan 3) Algoritma. Algoritma CSA yang dapat dipergunakan adalah CLONALG. Representasi adalah langkah utama dalam memetakan persoalan. Pada kegiatan representasi, kita harus melakukan analogi antara sistem imun dan persoalan sebagai berikut [5]:

Tabel 5 Representasi Persoalan dan Sistem Imun

Sistem Imun	Persoalan
Patogen	Permasalahan, merupakan lingkungan antigen. Dalam hal ini simpul graf merepresentasikan antigen
Respon Imun	Solusi yang dicari. Dalam hal ini solusi adalah lintasan terpendek
B-cells	Agen yang ditumbuhkan untuk mengeksplor lingkungan (mencari solusi terbaik)
Seleksi clonal	Menciptakan agen pencari baru untuk menjelajahi kota
Positive/negative selection	Penyeleksian agen yang buruk/tidak berguna untuk membunuh dirinya sendiri (apoptosis)

Pada TSP, lingkungan buatannya adalah graf kota dimana node merepresentasikan tiap kota, yang dianalogikan sebagai antigen. Sel B adalah agen pencari yang bergerak dari satu kota ke kota tetangganya dan dapat mengkloning dirinya atau menghancurkan dirinya sendiri berdasarkan kriteria seleksi positif dan seleksi negatif.

Algoritma ini dimulai dengan meletakkan sebuah agen pencari pada kota asal. Dalam setiap siklus algoritma, agen dapat mengkloning dirinya dan hasil kloning-nya ini bergerak ke kota tetangganya. Ketika suatu agen mencapai kota yang sudah pernah dikunjungi, maka akan memicu seleksi positif dan agen hasil kloning tadi dimatikan (solusi tidak berguna).

Sebaliknya, jika tidak maka agen tadi akan mengkloning dirinya dan hasil kloning ini akan mendapat salinan dari kota-kota yang sudah dikunjungi oleh pendahulunya. Ketika semua agen yang bertahan hidup sudah menyelesaikan perjalanannya (kembali ke kota asal), akan memicu seleksi negatif dan diantara agen-agen yang berhasil menyelesaikan tugasnya, akan dipilih yang paling cepat melakukan perjalanan (agen lain yang tidak berguna dihancurkan).

Untuk menghentikan proses kloning, jalan terbaik adalah untuk mencoba membuat batas bawah dari solusi optimal. Batas bawah ini



akan menjadi tanda berhenti untuk agen lain yang masih berusaha mencari solusi lain, karena solusi tercepat sudah ditemukan. Hal ini secara signifikan mengurangi perjalanan yang sia-sia dan mengurangi jumlah populasi agen. Kondisi ini mengabaikan sejumlah jalur pada graf TSP segera ketika jalur ini menjadi tidak mungkin untuk mendapatkan solusi terbaik.

**II. Hasil Studi Kasus**

**Tools yang Digunakan**

Pada penelitian ini, digunakan tools yang dibuat oleh Jason Brownlee yaitu The Optimization Algorithm Toolkit (OAT). Tools ini tools untuk membangun, mengevaluasi, dan mencoba (eksperimen) baik algoritma optimasi klasik maupun algoritma baru dalam domain persoalan standar [6]. Tools ini dilengkapi dengan fitur visualisasi.

Tools ini didesain untuk tiga kelompok pengguna:

1. Pemula yang tidak memahami artificial intelligence dan computer science namun tertarik pada algoritma dan persoalan optimasi.
2. Pengembang software yang tertarik untuk mengintegrasikan algoritma dan persoalan ke dalam perangkat lunak mereka.
3. Peneliti sains yang menggunakan untuk penelitiannya.
- 4.

Tools ini dilengkapi dengan algoritma optimisasi komputasi cerdas (*computational intelligence optimisation algorithms*) seperti *machine learning*, *metaheuristics*, atau *artificial intelligence*. Persoalan dalam tools ini berupa persoalan optimasi berupa *continuous function optimization (non-linear programming)*, *combinatorial optimization*, *traveling salesman problem*, *protein folding (protein structure prediction)*, *binary function optimization*, *graph coloring problem*, *binary character recognition*.

Pada penelitian ini, persoalan yang digunakan sebagai studi kasus adalah Traveling Salesperson Problem (TSP) dengan fokus kepada algoritma Clonal Selection. Sebagai pembandingan, digunakan algoritma genetika dan optimasi koloni semut.

**Dataset**

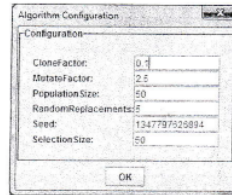
Untuk persoalan TSP ini akan digunakan data set sebagai berikut [7]: (Id data, Jumlah simpul) = (1,14), (2,22), (3, 52), (4, 76), (5, 96), (6, 100), (7, 101), (8, 103), (9, 150), (10, 202), (11, 225), (12, 280), (13, 442), (14, 666), (15, 1002). Setiap simpul menyatakan koordinat lokasi sebuah kota. Misalkan data (1; 16.47; 96.10) berarti node 1 dengan koordinat x 16.47 dan y 96.10. sedangkan data

(2; 16.47; 94.44) berarti node 2 dengan koordinat x 16.47 dan y 94.44. Jarak antara node 1 dan 2 dihitung dengan menggunakan rumus dua jarak Euclidian.

**Implementasi CSA**

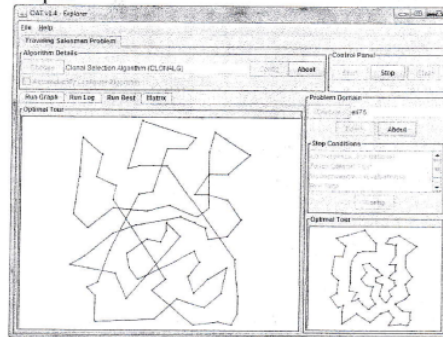
Pada penelitian ini akan dilakukan eksekusi algoritma CSA untuk persoalan TSP dengan 15 jenis data yang berbeda-beda jumlah simpulnya. Sebagai pembandingan, dilakukan juga eksekusi untuk algoritma genetika dan optimasi koloni semut. Waktu eksekusi ditetapkan sama untuk semua algoritma dan persoalan. Eksekusi dihentikan atas permintaan user berdasarkan waktu yang ditetapkan.

Berikut adalah tampilan OAT tools untuk persoalan pada penelitian ini pada bagian konfigurasi. Konfigurasi yang bisa diseting pada algoritma ini adalah:



**Gambar 2 Konfigurasi untuk Algoritma Clonal Selection**

Berikut contoh hasil eksekusi TSP dengan 76 simpul:



**Gambar 3 Konfigurasi untuk Algoritma Clonal Selection**

Setiap eksekusi akan disimpan datanya dalam bentuk log, seperti contoh berikut ini:

Item	Keterangan
Waktu eksekusi	Started: Sun Sep 16 19:14:21 ICT 2012 Finished: Sun Sep 16 19:18:56 ICT 2012
Detail persoalan	Misal TSP, jumlah node (ee
Algoritma detail	Nama algoritma Seed=1347797626894,

	PopulationSize=50, SelectionSize=50, CloneFactor=0.1, MutateFactor=2.5, RandomReplacements=5
Stopping condition	User Request
Run probe	Best Score: 749.0 Best Solution: [49, 31, 43, 1, 73, 27, 20, 70, 59, 69, 19, 56, 57, 71, 38, 8, 30, 64, 37, 9, 11, 39, 62, 42, 40, 41, 63, 60, 68, 35, 36, 14, 4, 46, 47, 28, 44, 29, 61, 72, 32, 5, 67, 74, 75, 3, 21, 0, 55, 22, 15, 50, 66, 33, 51, 26, 12, 53, 18, 34, 6, 52, 13, 58, 65, 10, 7, 45, 25, 16, 2, 48, 23, 17, 54, 24] Percentage Of Optimal: 39.21933085501858 Run Time Milliseconds: 275053 Total Evaluations: 9197645

Gambar 4 Contoh log hasil eksekusi

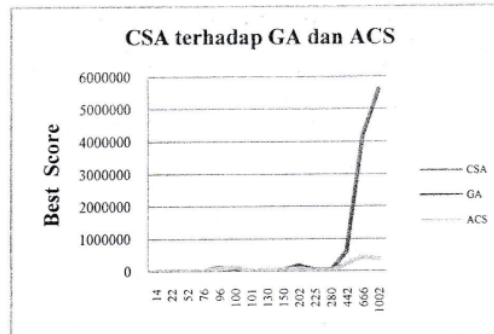
#### Hasil Implementasi

Berikut rangkuman hasil eksekusi, diambil nilai best scorenya saja. Hasil algoritma Clonal Selection dibandingkan dengan Algoritma Genetika (GA) dan Ant Colony System (ACS):

Tabel 6 Rangkuman hasil eksekusi

TSP	Best Score		
	CSA	GA	ACS
14	3323	3546	3729
22	6901	7263	9595
52	9716	12088	17805
76	812	1273	1731
96	125187	69422	84732
100	57214	94874	132165
101	1386	1879	2035
130	23792	28338	36444
150	29881	36083	43394
202	178673	60526	63399
225	26328	9909	10241
280	22537	3339	3001
442	607894	219443	223490
666	4179160	435165	439428
1002	5600972	365958	358195

Berikut gambaran best score untuk CSA terhadap GA dan ACS:



Gambar 5 Hasil eksekusi algoritma clonal selection terhadap algoritma genetika dan ant colony system

## II. Kesimpulan

Pada penelitian ini, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Artificial Immune system mewarnai dunia optimasi dengan kontribusi berupa clonal selection algorithms (CSA).
2. Prinsip CSA berupa seleksi setara dengan evolutionary algorithms (EA) dan Swarm Intelligent (SI), dengan perbedaan CSA tidak ada rekombinasi tetapi ada kloning dan hipermutasi.
3. Secara eksekusi, CSA dan EA serta ACS setara tetapi untuk node tinggi, CSA menghasilkan skor yang sangat significant. Hal ini perlu diteliti lebih detail, dimana letak kelemahan algoritma ini.

4.

## Daftar Referensi

1. Timmis J., "Artificial Immune Systems - Today and Tomorrow", *Natural Computing*. 2006;6(1):1-18.
2. Timmis J, Andrew P, Owens N, Clark E., "An Interdisciplinary Perspective on Artificial Immune Systems", *Evolutionary Intelligence*. 2008;1(1):5-26.
3. National Institute Of Health, "Understanding the Immune System How It Works", NIH Publication; 2003:1-63.
4. Ulutas BH, Kulturel-Konak S. (2011), "A Review of Clonal Selection Algorithm and Its Applications". *Artificial Intelligence Review*.
5. Bakhouya M, Gaber J. (2007) , "An Immune Inspired-based Optimization Algorithm : Application to the Traveling Salesman Problem", *AMO - Advanced Modeling and Optimization*: 105-116.
6. <http://optalgotoolkit.sourceforge.net/>, accessed January 2012
7. <http://www.iwr.uni-heidelberg.de/groups/comopt/software/TSPLIB95/>, accessed Juli 2012

# Immune Inspired Algorithms Berbasis Clonal selection Sebagai Alternatif Solusi Optimasi (Studi Kasus :mTraveling Salesperson Problem)

## ORIGINALITY REPORT

36%

SIMILARITY INDEX

34%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

10%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	Submitted to President University Student Paper	9%
2	<a href="http://www.aptikom2012.potensiutama.ac.id">www.aptikom2012.potensiutama.ac.id</a> Internet Source	8%
3	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Internet Source	7%
4	<a href="http://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Internet Source	3%
5	<a href="http://slideplayer.info">slideplayer.info</a> Internet Source	2%
6	<a href="http://andihasad.com">andihasad.com</a> Internet Source	1%
7	<a href="http://repository.its.ac.id">repository.its.ac.id</a> Internet Source	1%
8	<a href="http://repository.upnyk.ac.id">repository.upnyk.ac.id</a> Internet Source	<1%

[boykehonaasan.wordpress.com](http://boykehonaasan.wordpress.com)

9	Internet Source	<1 %
10	<a href="http://repository.uinjkt.ac.id">repository.uinjkt.ac.id</a> Internet Source	<1 %
11	<a href="http://www.docstoc.com">www.docstoc.com</a> Internet Source	<1 %
12	<a href="http://sintadev.ristekdikti.go.id">sintadev.ristekdikti.go.id</a> Internet Source	<1 %
13	<a href="http://www.efaceclub.com">www.efaceclub.com</a> Internet Source	<1 %
14	<a href="http://www.unud.ac.id">www.unud.ac.id</a> Internet Source	<1 %
15	<a href="http://docplayer.info">docplayer.info</a> Internet Source	<1 %
16	<a href="http://jurnal.wicida.ac.id">jurnal.wicida.ac.id</a> Internet Source	<1 %
17	<a href="http://library.unej.ac.id">library.unej.ac.id</a> Internet Source	<1 %
18	<a href="http://repository.unitomo.ac.id">repository.unitomo.ac.id</a> Internet Source	<1 %
19	<a href="http://senaputro.wordpress.com">senaputro.wordpress.com</a> Internet Source	<1 %
20	<a href="http://adoc.pub">adoc.pub</a> Internet Source	<1 %

21	<a href="http://e-library.if.uinsgd.ac.id">e-library.if.uinsgd.ac.id</a> Internet Source	<1 %
22	<a href="http://repository.ubaya.ac.id">repository.ubaya.ac.id</a> Internet Source	<1 %
23	<a href="http://nogarsilitonga.blogspot.com">nogarsilitonga.blogspot.com</a> Internet Source	<1 %
24	<a href="http://repository.unika.ac.id">repository.unika.ac.id</a> Internet Source	<1 %
25	<a href="http://www.academia.edu">www.academia.edu</a> Internet Source	<1 %
26	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
27	Bach Hoai Nguyen, Bing Xue, Mengjie Zhang. "A survey on swarm intelligence approaches to feature selection in data mining", Swarm and Evolutionary Computation, 2020 Publication	<1 %
28	<a href="http://eprints.upnyk.ac.id">eprints.upnyk.ac.id</a> Internet Source	<1 %
29	<a href="http://mafiadoc.com">mafiadoc.com</a> Internet Source	<1 %
30	<a href="http://silo.pub">silo.pub</a> Internet Source	<1 %

---

Exclude quotes      On

Exclude matches      Off

Exclude bibliography      On