



# PROSIDING SEMINAR NASIONAL SAINS & TEKNOLOGI - II

UNIVERSITAS LAMPUNG, 17 - 18 NOVEMBER 2008

TEMA :  
PERAN STRATEGIS SAINS DAN TEKNOLOGI  
PASCA 100 TAHUN KEBANGKITAN NASIONAL



Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi  
Lembaga Penelitian Universitas Lampung  
Pemerintah Provinsi Lampung

ISBN 978-979-1165-74-7



# **PROSIDING**

## **Seminar Nasional Sains dan Teknologi**

17- 18 November 2008

**Penyunting :**

**Dr. John Hendri, M.Si**

**Dr. Eng. Admi Syarif**

**Dr. Irwan Ginting Suka, M.Sc**

**Wasinton Simanjuntak, Ph.D**

**Dr. Suropto Dwi Yuwono, M.T**

**Drs. Simon Sembiring, Ph.D**

**Ir. Wahyu Eko Sulistiyo, M.Sc**

**Drs. Bambang Irawan, M. Sc**

**Dr. Bartoven Vivit Nurdin**

**Dr. Ahmad Zakaria**

**Dr. Sutopo Hadi**

**Dr. Tugiyono**

**Penyunting Pelaksana:**

**Yasir Wijaya, S.Si**

**Anwar, A.Md**

**Ardiansyah**

Prosiding Seminar Hasil-Hasil  
Seminar Sains dan Teknologi :  
November 2008 / penyunting,  
John Hendri ... [et al.].—Bandar  
Lampung : Lembaga Penelitian  
Universitas Lampung, 2008.  
xii +3029 hlm. ; 21 x 29,7 cm  
**ISBN 978-979-1165-74-7**

Diterbitkan oleh :

**LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS LAMPUNG**  
Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro no. 1 Gedungmeneng  
Bandarlampung 35145  
Telp. (0721) 705173, 701609 ext. 136, 138,  
Fax. 773798,  
e-mail : lemlit@unila.ac.id



## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan Rahmat dan Nikmat-Nya kepada civitas akademika Universitas Lampung yang telah dapat menyelenggarakan Seminar Nasional Sains dan Teknologi- II 2008 bertema “Peran Strategis Sains dan Teknologi Pasca 100 Tahun Kebangkitan Nasional”.

Pertama-tama saya ingin mengucapkan terima kasih kepada bapak Rektor Universitas Lampung, Ketua LP Unila, *keynote speakers* (pemakalah utama), pembicara dan peserta seminar Sains dan Teknologi-II 2008 ini.

Atas nama panitia pelaksana seminar, kami sangat berbahagia dan berterima kasih atas sambutan yang sangat baik untuk pelaksanaan seminar ini. Seminar ini diikuti oleh berbagai kelompok diantaranya peneliti, dosen, kalangan industri dan pendidik. Pada seminar ini kami juga mengundang 2 pemakalah utama yang merupakan Deputi Bidang Riset dan Teknologi Kementerian Negara Riset dan Teknologi serta Perwakilan Deputi Sumber Daya Energi KDPT. Kami menerima 445 abstrak dari hampir seluruh wilayah Indonesia (Banda Aceh- Irian Jaya) dimana 296 makalah telah dipresentasikan dan diterbitkan dalam prosiding.

Kepada peserta dari luar Lampung kami berharap seminar ini akan membawa kenangan manis tentang Lampung “Sang Bumi Ruwa Jurai” dan Universitas Lampung dengan “Kampus Hijau”-nya. Kami juga mohon maaf apabila ada hal-hal yang kurang berkenan selama pelaksanaan seminar dan dalam proses pembuatan prosiding ini.

Akhir kata mari kita bersama meningkatkan daya saing bangsa melalui karya nyata dalam bidang sains dan teknologi.

Bandarlampung, Desember 2008  
Ketua Panitia,

**Dr. Eng. Admi Syarif**



# DAFTAR ISI MAKALAH

- BIDANG I : MATEMATIKA, STATISTIKA DAN RISET OPERASI**
- BIDANG II : TEKNOLOGI DAN SISTEM INFORMASI**
- BIDANG III : KIMIA DAN BIOTEKNOLOGI**
- BIDANG IV : KESEHATAN MASYARAKAT DAN LINGKUNGAN**
- BIDANG V : INSTRUMENTASI, MATERIAL DAN GEOFISIKA**
- BIDANG VI : ENERGI TERBARUKAN**
- BIDANG VII : AGROINDUSTRI DAN KETAHANAN PANGAN**
- BIDANG VIII : TEKNIK PENGOLAHAN HASIL PERTANIAN**
- BIDANG IX : TEKNOLOGI INDUSTRI**
- BIDANG X : ELEKTRONIKA DAN ROBOTIKA**
- BIDANG XI : RANCANG BANGUN DAN REKAYASA INFRASTRUKTUR**



413	Arizka Warganegara	2
137	Asep Ridwan <sup>1)</sup> , Ratna Ekawati <sup>2)</sup> ,	9
22	Asnal Effendi	10
360	Asnal Effendi1Arpandi Arif2,	10
431	Aspita Laila dan John Hendri	3
108	Attiya Yuliana dan Wamiliana	1
101	Audyati Gany	10
94	Azlina Heryati Bakrie	7
296	B. M. Wibawa, I M. Joni, F. Faizal, V. Hutabalian, K. Heru dan C. Panatarani	5
34	Bachtiar Anwar	2
300	Bagus	5
11	Bambang E. Yuwono	11
6	Bambang Syairudin; Iman Sudirman; T.M.A. Ari Samadhi; Kadarsah Suryadi	9
7	Bambang Syairudin; Iman Sudirman; T.M.A. Ari Samadhi; Kadarsah Suryadi	9
428	Beni Hidayat	7
126	Bertho Tantular	1
370	Budi Santosa	1
259	Budi Setiawan	4
277	Budiyanto dan Zulman Effendi, Betty Oktaviany	3
278	Budiyanto, Devi Silsia, Zulman Efendi	8
295	C. Panatarani*, I M. Joni, B. M. Wibawa, A. I. Noorwanda A. M. Pradhono dan K. Heru	5
416	Christina Eni Pujiastuti, Doddy Prayitno	11
175	Clara Ardilla Catalia dan Tomy Perdana	7
184	Dadin Mahmudin dan Iip Syarif H	2
256	Daniel Setiadikarunia dan Yohanes Danandy	5
156	Darlen Sikumbang*, Hendri Busman**,	3
80	Darwin Pangaribuan	7
269	Deni S. Khaerudini, K.A. Zaini Thosin, and Muljadi	7
114	Deny Setiawan, Sutardi, Nur Ikhwan	10
438	Desi Aryani, G. Nugroho Susanto, Sumardi, Iswadi	3
323	Dewi Rumbaina Mustikawati dan Ratna Wylis Arief	7
423	Dian Bhagawati,, Muh. Nadjmi Abulias dan Agus Hery Susanto	3
336	Dian Febriani, Rietje J.M Bokau	7
388	Dian Handayani, Noviandi Sayuti, and Dachriyanus	3
44	Diyurman Gea, Johan Setiawan	2
66	Djati Handoko <sup>1</sup> , Arief S, Hervina M Fitria	10
67	Djati Handoko <sup>1</sup> , Arief S, Hervina M Fitria	10
82	Djelita Rickum , Kordiyana K. Rangga dan Aprina	4
132	Doddy A. Darmajana	8
151	Doddy A. Darmajana, Wawan Agustina dan Wartika	8



33	Dody Prayitno	5
48	Dorrah Azis, Suharsono S, Tiryono R	1
178	Dyah Koesoemawardani <sup>1)</sup> Fibra Nurainy <sup>1)</sup>	8
83	Dyah Respati Suryo Sumunar	4
275	Dyah Suskandari	1
427	Eddy Ibrahim	5
426	Eddy Ibrahim dan R.R Harminuke	5
306	Effendy	3
305	Effendy, Fitrie N.	3
315	Eko Handoyo, Agung Budi Prasetyo, Toni Haryanto	10
61	Eko Susanto	2
435	Elida Purba	3
120	Endah Setyaningrum, Sri Murwani, F.X.Susilo	3
138	Endriani dan Zurhalena <sup>*)</sup>	5
367	Erdawati	3
171	Estri Laras Arumingtyas	3
411	Eti Ernawati, Sri Wahyuningsig, Yulianty	3
164	Fajar Nurjaman, Sohip	8
424	Febrianto	3
242	Felix Kasim, M.Kes dan Thomas Anggara	4
273	Fibra Nurainy dan Otik Nawansih	9
141	Fitri Setiyoningrum, Ade Chandra Iwansyah, Ainia Hermiani	7
110	Fitria*, Indah Fitriana S*	2
303	Frilla Renty T.S <sup>1</sup> , Erfan Handoko <sup>1</sup> , Bambang Soegijono <sup>2</sup> , Umiatin <sup>1</sup> , Linah <sup>1</sup> Rizky Agustriany <sup>1</sup>	5
196	G. Nugroho Susanto	3
38	Gaguk Margono <sup>1</sup> dan Ratu Amilia Avianti <sup>2</sup>	1
417	Gatot Eko Susilo dan Vera Agustriana Noorhidana	11
186	Gloria Doloressa*, Farida Tusafariah**, Anri Amaldi Ridwan***	4
432	Hairul Abral <sup>a</sup> , Amri Bachtiar <sup>b</sup> , Dedi Prima Putra <sup>b</sup> , Hendery Dahlan <sup>a</sup> dan Mastariyanto <sup>a</sup>	11
253	Hartono <sup>1)</sup> , M.Sadikin <sup>1)</sup> , Yusraini M <sup>2)</sup>	5
325	Helen Burhan, Sri Mardiyati	1
63	Hendri Busman	3
46	Henry Nasution	10
57	Henry Nasution <sup>a, b</sup> , Md Nor Musa <sup>b</sup> , Hayati Abdullah	10
161	Heri Junedi	7
81	Hidayat Pujsiswanto dan Darwin Pangaribuan	7
16	I Gede Nyoman Mindra Jaya <sup>2)</sup> I Made Sumertajaya	1
155	I Gede Tunas <sup>(1)</sup> , Arody Tanga <sup>(2)</sup> dan Surya B. Lesmana <sup>(3)</sup>	11
185	I Made Ardita, Agung Sulisty, Catur Wahyu Prasetyo	5
201	I Made Ardita, M. Luniara Siregar, Donny Nurmayadi	6



64	Icha Agustina	3
150	Ign. Luddy Indra Purnama*, Yosephine Suharyanti** dan Suyoto***	2
369	Ilim dan Beni Hermawan	3
98	Indrajani	2
90	Ir. Sri Danaryani	10
78	Irnanda Priyadi	6
79	Irnanda Priyadi	6
316	Irwan Ginting Suka, Wasinton Simanjuntak dan Sony Widiarto	3
318	Isdy Sulistyono*, Setijanto* & Siti Rukayah#	7
192	Ismujianto dan Isdawimah	10
409	Iyon Titok Sugiarto dan Bambang Widiyatmoko	5
149	Jabang Nurdin <sup>1)</sup> , Jatna Supriatna., Mufti P.Patria <sup>2)</sup> , Arie Budiman <sup>3)</sup> .	3
294	Jhons Fatriyadi Suwandi <sup>1)</sup> , Mahardika Agus Wijayanti <sup>2)</sup> , Mustofa <sup>3)</sup>	4
379	John Hendri, Irwan Ginting Suka dan Aspita Laila	3
35	John Maspupu	1
74	John Maspupu	1
117	Joko Triloka	11
291	Junita Barus	7
335	Kamisah D Pandiangan <sup>1)</sup> , Irwan Ginting Suka <sup>1)</sup> , Mita Rilyanti <sup>1)</sup> , Sony Widiarto <sup>1)</sup> , Dian Anggraini <sup>1)</sup> , Syukri Arief <sup>2)</sup> , Novesar Jamarun <sup>2)</sup>	3
62	Kasam, Luqman Hakim, Evelin Malida	4
265	Khairul Amri	11
221	La Ode Muhammad Musafar K	10
439	La Zakaria dan Agus Sutrisno	1
115	Lasam Soeroso <sup>1)</sup> ; Poniah Andayaningsih <sup>2)</sup> ; N. Haska <sup>3)</sup> ; Ratu Safitri <sup>4)</sup> ; Bambang Marwoto <sup>5)</sup>	3
198	Leo Willyanto Santoso, Johan Saputra, Rolly Intan	2
284	Linah <sup>1)</sup> , Erfan Handoko <sup>1)</sup> , Bambang Soegijono <sup>2)</sup> , Widyaningrum <sup>1)</sup> , Filla Renty T.S1, Eny Risnawaty1	3
147	Lukas B. Sihombing, Budi S. Supandji, Ismeth S. Abidin, Yusuf Latief	11
313	M. Affendi, Sugiyatno, Imam Djunaedi, Haifa Wahyu	6
314	M. Affendi, Sugiyatno, Imam Djunaedi, Haifa Wahyu	6
344	M. Batubara <sup>1)</sup> , M. Sjarifudin <sup>1)</sup> , A. Kurniawan <sup>1)</sup> , P. Sitompul <sup>1)</sup> , M. A. Aris <sup>1)</sup> , H. Bangkit <sup>1)</sup> , J. R. Roettger <sup>2)</sup>	10
340	M. Diza Noviandi	9
53	M. Fanshurullah Asa <sup>1)</sup> , Ismeth S. Abidin <sup>2)</sup>	9
	M. Kartawidjaja, A. Abdurrochman* dan E. Rumeksa	5
342	M. Sjarifudin <sup>1)</sup> , A. Kurniawan <sup>1)</sup> , P. Sitompul <sup>1)</sup> , M. A. Aris <sup>1)</sup> , H. Bangkit <sup>1)</sup> , M. Batubara <sup>1)</sup> J. R. Roettger <sup>2)</sup>	10
384	M.Syaiful	8
385	M.Syaiful	8
415	Maimun Barmawi* dan Sulastris Ramli*	9



42	Maman Abdurohman <sup>1)</sup> , Kuspriyanto <sup>2)</sup> Sarwono Sutikno <sup>3)</sup> Arif Sasongko <sup>4)</sup>	2
260	Maria Ulfah, Shanti Kirana Anggraeni	3
261	Maria Ulfah, Hadi Setiawan	2
405	Maria Erna Kustyawati <sup>[1]</sup> dan Sulastri Ramli <sup>[2]</sup>	8
3	Marina Silalahi*, Juliana Lumbangaol dan Irni	3
157	Martha Lulus Lande <sup>1)</sup> , Suratman Umar <sup>1)</sup> , Bambang Irawan <sup>1)</sup> , Joko Guswanto	3
41	Martina Restuati	3
368	Mita Rilyanti , Zipora Sembiring, R.A. Tri Handayani, EM Subki	3
89	Moekhamad Alfiyan	4
235	Moh. Rangga Sururi <sup>1</sup> , Matina Solihah <sup>2</sup>	3
246	Mohammad Taufik	11
247	Mohammad Taufik	11
326	Montesqrit	8
327	Montesqrit	8
194	Muchiar	5
195	Muchiar	5
106	Muh Sarkowi	5
104	Muh. Nadjmi Abulias dan Dian Bhagawati	3
249	Muhamad Komarudin	10
2	Muhammad Hamzah, S, Santoso., D., Parnadi., W.,W., Sulistijo., B.	5
119	Muhammad Idrus*, Suprpto*, dan Erie Maulana Sy	11
197	Muhammad Yunus <sup>1</sup> , Santoso <sup>1</sup> dan Hisan <sup>2</sup>	3
304	Muhammad Yusran	4
15	Mukh Syaifudin, Siti Nurhayati dan Devita Tetriana	4
239	Muljadi, K.A. Zaini Thosin, Perdamean Sebayang	5
73	Mulyana	1
25	Mulyanef dan Gusliyadi	6
355	Munti Sarida	7
168	Nadia Anastasia dan Eddy Afrianto	7
121	Nandi Haerudin, Syamsurijal Rasimeng dan Eva Yuliana	5
70	Nelson Saksono*, Setijo Bismo*, Roekmjati Widaningroem Soemantojo*, dan Tri Sutanti Budikania <sup>Y</sup>	3
129	Neti Yuliana <sup>1)</sup> , Fibra Nurainy <sup>1)</sup> Yuyuk Kasmawati <sup>2)</sup>	8
218	Nok Afifah <sup>[1]</sup> dan Mirwan A.K <sup>[2]</sup>	3
287	Novie Theresia Br. Pasaribu, Daniel Setiadikarunia, Agus Gustriana	10
359	Novrinaldi, Umi Hanifah	8
414	NUNING NURCAHYANI <sup>*</sup> , M. KANEDI <sup>*</sup> , AKHMAD MAHENDRA <sup>*</sup> )	3
289	Nunung Harijati dan P. J. Keane	3
193	Nurarifaini, Kartini Susilowati, Dyah Indriana K, Amril Ma'ruf Siregar	11
374	Nurhasanah dan Dian Herasari	3
244	Nurul Iman Supardi dan Zuliantoni	10





173	Nyimas Sa'diyah	7
209	Olga Pattipawaej	11
301	Ordas Dewanto	5
272	Otik Nawansih, Tirza Hanum dan Fibra Nurainy	9
128	Oviliani Yenty Yuliana	2
236	P. Sebayang, K.A. Zaini Thosin, Anggito. P. Tetuko	5
183	Panca Nugrahini, T.M.Rizki Habibi dan Anita Dwi Safitri	3
190	Prabowo Puranto dan Bambang Widiyatmoko	5
166	Purnomo, AM. Hariri, Sudiono, dan A. Ferdhinand	7
302	Putiri Bhuana Katili <sup>1</sup> , Hadi Setiawan <sup>2</sup> , Sigit P.Hadi <sup>3</sup>	9
268	Putu F. Kurniawan	3
148	R. Indra Wijaya <sup>1</sup> , Dadan Muliawandana <sup>2</sup>	3
45	R. Ismu Tribowo	9
139	Ratna Ekawati <sup>1</sup> , Shanti K Anggraeni <sup>2</sup> , Hadi Setiawan <sup>3</sup>	9
37	Ratu Amilia Avianti <sup>1</sup> dan Gaguk Margono <sup>2</sup>	1
337	RIETJE J. M. BOKAU dan DIAN FEBRIANI	7
263	Riko Arlando Saragih dan Ery Syahriza	1
91	Rima Kumalasari dan Astrina Yulianti	8
224	Rima Kumalasari dan Rohmah Luthfiyanti	7
347	Rinawati	3
419	Rochmah, AgustrinaRonyus	3
421	Rofandi Hartanto <sup>1</sup> ) dan Citra Sianturi <sup>2</sup> )	9
200	Rohmah Luthfiyanti, Rima Kumalasari, Doddy A. Darmanjana	7
86	Rudy Situmeang	3
407	Rugayah*, Widho Hanolo*, dan Yohanes C. Ginting*	7
51	Rustina, Suryadi MT, Yudi Satria, dan Alfin Kamali	1
245	S. Imam Wahyudi dan Fauzi Fachrudin	11
163	Saarce Elsy Hatane ** Antonio Sugianto *** Oviliani Yenty Yuliana	2
365	Sarmoko Saroso	10
280	Sarono	7
281	Sarono* dan Yatim R. Widodo	7
213	Sarto, Dedik Rahmat Irmawan, dan Fandi Shidik	3
410	Sepannur Bandri	10
112	Septilia Arfida	2
441	Setijanto dan Isdy Sulisty	7
377	Simon Sembiring	5
429	Sixteen Anitasari <sup>1</sup> , M. Zen Kadir <sup>2</sup> , Sugeng Triyono <sup>2</sup> , Ahmad Tusi <sup>2</sup>	7
307	Sri Hardiati, Yusuf Nur Wijayanto	10
43	Sri Hidayati*, Illim** dan Pudji Permadi***	3
36	Sri Maya Utari , Herti Utami, Yuli Darni	3
103	Sri Ramadiana*), Agus Puspita Sari**), Yusnita *)dan Dwi Hapsoro*)	7
65	Sri Ratna Sulistiyanti, dan FX Arinto Setyawan	10
59	Sri Setyani dan Medikasari	8



373	Sudarmi	4
116	Sudarto*, Sulistiyoningsih*, Khoirul Huda	4
107	Sudarto, Dyah Kallista, Dedi Hermawan	4
95	Suhandojo	1
9	Suharjito	2
10	Suharjito	2
47	Suharsono S, Dorrah Azis, Tiryono R	1
216	Suhartati Agoes	9
29	Sukono <sup>1</sup> , Subanar <sup>2</sup> & Dedi Rosadi	1
28	Sukono <sup>1</sup> , Subanar <sup>2</sup> & Dedi Rosadi <sup>3</sup>	1
345	Sulistyo Heri Pracoyo	2
346	Sulistyo Heripracoyo	2
443	Sumadi, Yudi Prasetiawan, Yulianto Raharjo	10
389	Sumardi* <sup>1</sup> , Ahmad Nugraha <sup>1</sup> , Iswadi <sup>2</sup> , dan Ziska Herman Tobing <sup>1</sup>	3
442	Sumarna <sup>1</sup> , A. Susanto.	8
39	Sunarhadijoso Soenarjo, Kadarisman Wisnukaton, Sriyono	3
123	Suprihatin	5
308	Suriani Br Surbakti	3
60	Susilawati <sup>1</sup> dan Medikasari <sup>1</sup>	8
55	Syamsu Rosid dan Budi Setiawan	5
54	Syamsu Rosid dan Johan Muhammad	5
341	Syamsurijal Rasimeng*, Andius Dasaputra**, Alimuddin*	11
179	Tamrin dan Lukman Prayitno	8
136	Tanto Pratondo Utomo	7
217	Tas'an Junaedi	11
290	Tedy Murtejo ST,MT	11
77	The Jaya Suteja	9
334	Tintin Kurtini, Muhtarudin, Dian Septinova	8
176	Tiryono	1
363	Tomi Z <sup>1)</sup> , Rawan Utara <sup>1)</sup> , Kamil Hakiki <sup>1)</sup>	9
174	Tomy Perdana <sup>1)</sup> , E. Gumbira-Sa'id <sup>2)</sup> , Syamsul Ma'arif <sup>3)</sup> , dan Muhammad Tasrif <sup>3)</sup>	9
361	Toto Sugiharto S <sup>1.</sup> , E. Susy Suhendra, and Budi Hermana	2
353	Tri Pudjadi, Eko Novianto	2
354	Tri Pudjadi, Harto Tom Junior	2
420	Tristiyanto, S. Kom	2
105	Tugiyono	3
430	Tugiyono, G. Nugroho S., Nuning Nurcahyani, Andri Jaya Kesuma .	4
177	Wahyudi Budi Pramono	9
182	Wahyudi Budi Pramono	9
109	Wamiliana, Admi Syarif, and Didik Kurniawan	1
376	Wasinton Simanjuntak, Irwan Ginting, Kamisah D. Pandiangan	3
170	Widodo Hariyono	9



412	Widyastuti, Anne Z, Dedi P, Eddy. S. Siradj, Sulistijono	5
4	Wikaria Gazali <sup>1</sup> dan Willy Raharja <sup>2</sup>	1
153	Winastwan Gora Swajati, ST, MT Moch. Taufik, ST, MIT	2
154	Y. Sri Susilo, dan Amiluhur Soeroso	7
17	Yanti Lusiyanti, Masnelly Lubis, Sofiati Purnami, Suryadi dan Vyria Agesti. S	3
406	Yohanes C. Ginting dan Rugayah	7
124	Yudi Arminto	11
276	Yudi Yuliyus M, Yuyu Wahyu, Folin Oktafiani	2
5	Yuli Darni, Chici A, Sri Ismiyati D	3
233	Yulianti Pratama	4
232	Yulianti Pratama <sup>1</sup> , Achmad Zanbar Soleh <sup>1</sup>	4
188	Yuliusman dan Muhammad Resya Hidayatullah	3
404	Yusri Heni N.A	11
18	Zaenudin, A. Tamba, R.J, Sule, M.R.	5
343	Zipora Sembiring, Suharso, Regina., Faradila Marta, Murniyarti	3
267	Zulfaidah Penata Gama, Amin Setyo Leksono	7
131	Zuliantoni dan Nurul Iman Supardi	10
23	Zulkarnaini, AL	10
210	Zuriman Anthony *) Refdinal Nazir**) Novi Gusnita, Dahli Marzuki, Oky Saputra, Aditya Gunarsa, Eko Pranachandra, Sanawiyah *)	10



---

## **BIDANG II**

### **KELOMPOK : TEKNOLOGI DAN SISTEM INFORMASI**

#### **DAFTAR ISI**

<b>1. ESTIMASI USAHA PROYEK PENGEMBANGAN SOFTWARE YANG BERORIENTASI OBJEK DENGAN USE CASE POINT METRIC</b> Suharjito .....	<b>1</b>
<b>2. PERBANDINGAN PENGGUNAAN FUNGSI AKTIVASI LOGSIG DAN TANSIG DALAM APLIKASI JARINGAN BACKPROPAGATION UNTUK PREDIKSI HARGA CPO</b> Suharjito .....	<b>18</b>
<b>3. DEVELOPMENT OF DATABASE SYSTEM FOR SPACE EARLY WARNING</b> Bachtiar Anwar .....	<b>38</b>
<b>4. SYSTEM C DAN SYSTEMVERILOG : STUDI KOMPARATIF BAHASA PERANCANGAN LEVEL SISTEM</b> Maman Abdurohman, Kuspriyanto, Sarwono Sutikno dan Arif Sasongko .....	<b>47</b>
<b>5. PEMODELAN SISTEM AKUISISI DATA TERDISTRIBUSI BERBASIS WEB</b> Diyurman Gea, Johan Setiawan, Indrajani.....	<b>56</b>
<b>6. SISTEM INFORMASI ADMINISTRASI BERBASIS WEB PADA UNIT CONTINUING EDUCATION CENTRE UNIVERSITAS KRISTEN PETRA</b> Agustinus Noertjahyana, Erwin Devin dan Ibnu Gunawan.....	<b>68</b>
<b>7. PERANCANGAN E-CRM PADA RUMAH SAKIT</b> Indrajani.....	<b>77</b>
<b>8. PENGEMBANGAN APLIKASI SISTEM PENGATURAN BASIS DATA SECARA ONLINE</b> Agustinus Noertjahyana, Rendy Pangestu dan Dwi Budiman .....	<b>89</b>
<b>9. SISTEM PENUNJANG KEPUTUSAN PEMENANG TENDER PROYEK MENGGUNAKAN METODE AHP (ANALYTIC HIERARCHY PROCESS) PADA DINAS BINA MARGA PROVINSI LAMPUNG</b> Fitria, dan Indah Fitriana .....	<b>97</b>
<b>10. SISTEM INFORMASI RUMAH BERSALIN KARTINI PANJANG BANDAR LAMPUNG</b> Septilia Arfida .....	<b>112</b>
<b>11. TRANSFORMASI SEMANTIC OBJECT MODEL KE DALAM STRUKTUR DATABASE</b> Oviliani Yenty Yuliana .....	<b>132</b>



12.	<b>PENGEMBANGAN MODEL SISTEM INFORMASI UNTUK USAHA MIKRO, KECIL, DAN MENENGAH PADA INDUSTRI <i>HANDCRAFT</i> DI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA</b> Ign. Luddy Indra Purnama, Yosephine Suharyanti dan Suyoto .....	139
13.	<b>PERANCANGAN DAN PEMBUATAN APLIKASI OPTIMASI PENYUSUNAN IKLAN GAMBAR DENGAN ALGORITMA GENETIKA</b> Leo Willyanto Santoso, Johan Saputra, dan Rolly Intan .....	153
14.	<b>PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI CMSA (<i>CIRCULAR MICROSTRIP ANTENA</i>) SUSUNAN MULTIRESONATOR 1B3T (<i>1BOTTOM AND 3 TOP</i>) 2.3-2.49 GHZ</b> Yudi Yuliyus M, Yuyu Wahyu, Folin Oktafiani.....	166
15.	<b>ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM INFORMASI AKUNTANSI PENJUALAN DAN PENERIMAAN KAS PADA PT BATARA TITIAN KENCANA</b> Tri Pudjadi, Harto Tom Junior .....	172
16.	<b>MAPPING ASSET CLASS AND COST CENTER SAP R/3 AT PT. EXELCOMINDO PRATAMA, TBK.</b> Tri Pudjadi, Eko Novianto .....	180
17.	<b>DAMPAK TEKNOLOGI INFORMASI TERHADAP KINERJA USAHA KECIL SEKTOR MANUFAKTUR DAN AGRIBISNIS</b> Toto Sugiharto S, E. Susy Suhendra, and Budi Hermans.....	189
18.	<b>APLIKASI ACTIVITY-BASED COST SYSTEM DALAM SISTEM INFORMASI BIAYA MANUFAKTUR</b> Saarce Elsy Hatane, Antonio Sugianto, dan Oviliani Yenty Yuliana .....	201
19.	<b>PEMANFAATAN SIM MELALUI PEMBANGUNAN WEBSITE UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS SDM DI BAPEDA KOTA CILEGON</b> Maria Ulfah dan Hadi Setiawan.....	212
20.	<b>DATABASE SECURITY UNTUK WEBSITE</b> Sulistyo Heripracoyo .....	226
21.	<b>PEMELIHARAAN DAN RECOVERY DATABASE (STUDI KASUS: RS HAJI PONDOK GEDE)</b> Sulistyo Heripracoyo .....	241
22.	<b>DISAIN FILTER OPTIK : SERIAL-CASCADED MICRORING-RESONATOR (SCMR)</b> Dadin Mahmudin dan Iip Syarif H .....	258
23.	<b>APLIKASI HYBRID GENETIC ALGORITHM DENGAN FUZZY LOGIC CONTROLLER: PADA TRAVELING SALESMAN PROBLEM (STUDI KASUS: RUTE TRUK SAMPAH DI KOTA BANDAR LAMPUNG)</b>	



---

<b>Admi Syarif dan Ardiansyah .....</b>	<b>266</b>
<b>24. PEMILIHAN ANALISIS TEKNIS DALAM BERINVESTASI SAHAM MENGGUNAKAN PROBABILISTIC NEURAL NETWORK Tristiyanto, .....</b>	<b>279</b>
<b>25. PENGEMBANGAN APLIKASI VIDEO STREAMING BERBASIS WEB UNTUK PENINGKATAN AKTIFITAS PEMBELAJARAN Winastwan Gora Swajati dan Moch.Taufik.....</b>	<b>288</b>
<b>26. PERANCANGAN LAYANAN INFORMASI BERBASIS WEB PADA PROGRAM KEGIATAN BIMBINGAN DAN KONSELING DISEKOLAH Eko Susanto .....</b>	<b>296</b>
<b>27. GLOBALISASI: PENDEKATAN DALAM ILMU SOSIAL PENGARUHNYA TERHADAP PERKEMBANGAN SAINS DAN TEKNOLOGI Arizka Warganegara .....</b>	<b>306</b>



**APLIKASI HYBRID GENETIC ALGORITHM DENGAN FUZZY LOGIC  
CONTROLLER: PADA TRAVELING SALESMAN PROBLEM  
(STUDI KASUS: RUTE TRUK SAMPAH DI KOTA BANDAR LAMPUNG)**

**Admi Syarif dan Ardiansyah**

*Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Lampung  
Bandar Lampung, 35145*

**ABSTRAK**

Adalah hal yang lazim, ketika kita ingin mengunjungi beberapa kota, kita berupaya mencari rute yang harus dilalui dengan total jarak tempuh terpendek. Persoalan ini dikenal dengan *Traveling Salesman Problem* (TSP). Untuk persoalan yang relatif kecil, TSP sepertinya mudah diselesaikan. Namun demikian untuk persoalan dengan jumlah kota yang besar, TSP sangat sulit untuk diselesaikan. Sepengetahuan kami, hingga kini belum ada peneliti yang dapat melaporkan metode yang menjamin menghasilkan nilai optimal untuk sembarang masalah dalam waktu secara polynomial. TSP dikenal sebagai salah satu persoalan NP-*complete*. Pada penelitian ini h-GA akan juga dikombinasikan dengan *Fuzzy Logic Controller* untuk melakukan *auto-tuning* parameter. Selanjutnya akan dilakukan penerapan metode ini pada aplikasi dunia nyata yaitu penentuan rute pengangkut sampah yang ada di kota Bandar Lampung.

**Keywords:** Optimisasi, Fuzzy Logic Controller, Genetic Algorithm  
*Traveling Salesman Problem*

**1. PENDAHULUAN**

Sejak diperkenalkan *Traveling Salesman Problem* (TSP) telah menjadi salah satu persoalan yang banyak diaplikasikan pada berbagai persoalan dunia nyata. Hingga saat ini telah dilaporkan aplikasi TSP diantaranya pada persoalan perencanaan pembangunan, perencanaan produksi, rute pengambilan surat dari kotak pos, rute pengisian uang pada ATM, rute patroli polisi, rute pesawat terbang dsb. Secara mudah, TSP dideskripsikan sebagai persoalan untuk menentukan lintasan yang harus dilalui ketika mengunjungi beberapa kota hingga diperoleh jarak tempuh terpendek. Meskipun TSP sepertinya mudah dipaparkan, akan tetapi sangat sulit untuk diselesaikan terutama untuk persoalan dengan jumlah kota yang besar. Hingga kini belum ada suatu metode eksak yang dapat menjamin menghasilkan nilai optimal untuk sebarang masalah dalam waktu secara polynomial. TSP dikarakteristikan kedalam kelas NP-*complete* [3]. Berdasarkan hal tersebut, banyak peneliti lebih memusatkan kepada pengembangan metode-metode pendekatan (*heuristic* seperti *simulated annealing* [4], algoritma semut (*Ant Algorithm*) [5] dan *Tabu search* [6]).

Pada penelitian kami terdahulu, telah dikembangkan suatu metode baru berbasis Genetic Algorithm kembangannya, ternyata TSP merupakan persoalan yang telah sangat banyak diaplikasikan pada berbagai persoalan dunia nyata. Karenanya pengembangan metode yang efisien untuk penyelesaian TSP menjadi sangat penting.

Dilihat dari namanya akan sangat mudah diketahui bahwa Algoritma Genetika (Genetic Algorithm (GA)) adalah suatu metode yang meniru mekanisme pada proses evolusi. GA diperkenalkan oleh Holland pada tahun 1975 [7]. Kemudian, beberapa ahli mempopulerkan GA diantaranya Goldberg [8], Fogel [9], Michalewicz [10] dan Gen [11, 12]. GA biasanya digunakan untuk menyelesaikan persoalan yang tidak dapat atau sulit diselesaikan metode-metode eksak. Salah satu keuntungan pemanfaatan GA adalah adanya fleksibilitas untuk dikombinasikan dengan metode lain (hybrid) [8]. Dalam perkembangannya GA telah diuji mampu memberikan solusi optimal dari persoalan optimisasi diantaranya: *Scheduling* [13], *Vehicle Routing* [12], *Transportasi* dan *Supply Chain* [14-16], , *Location Allocation* [17] dsb. Salah satu masalah pada aplikasi GA, adalah penentuan nilai parameter yang dapat memberikan solusi optimal. Untuk mengatasi hal ini, pada penelitian kami terdahulu kami melaporkan penggunaan logika fuzzy (*Fuzzy Logic Controller*) untuk melakukan *automatic fine-tuning* terhadap nilai parameter GA [20, 21].

Didasari oleh latar belakang tersebut diatas, pada penelitian ini, kami mengimplementasikan suatu ide orisinal kami (metode pencarian local: *local search technique*) dan *Fuzzy Logic Controller* yang digabungkan pada GA untuk mencari solusi optimal khususnya untuk TSP. Metode yang kami kembangkan ini diujikan pada contoh persoalan standard (*Benchmark test problems*) yang ada pada literatur.

Untuk dapat menunjukkan kontribusi langsung dari penelitian ini, pada penelitian tahun kedua akan dilakukan penelitian lapangan pada truk pengangkut sampah di kota Bandar Lampung. Penelitian akan dimulai dengan menginventarisir tempat pengambilan sampah dan rute-rute yang saat ini dilalui oleh masing-masing truk pengangkut sampah di setiap kelurahan yang ada pada kota Bandar Lampung. Output dari penelitian ini diharapkan memberikan informasi yang bermanfaat untuk institusi Pemda Bandar Lampung khususnya dalam kaitannya dengan efisiensi biaya dan waktu.

### 3. MODEL TSP

Andaikan

$$x_{i,j} \begin{cases} = 1 & \text{jika rute dari kota } i \text{ ke kota } j \text{ dilalui} \\ = 0 & \text{jika tidak;} \end{cases}$$

$$d_{i,j} = \text{jarak dari kota } i \text{ ke kota } j$$

Model matematika TSP adalah sebagai berikut:



$$\min \quad z(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{i,j} x_{i,j}, \quad i \neq j \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{s, t.} \quad \sum_{i=1; i \neq j}^n x_{i,j} = 1, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\sum_{j=1; j \neq i}^n x_{i,j} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad \dots\dots\dots(3)$$

Dengan  $n$  adalah jumlah kota..

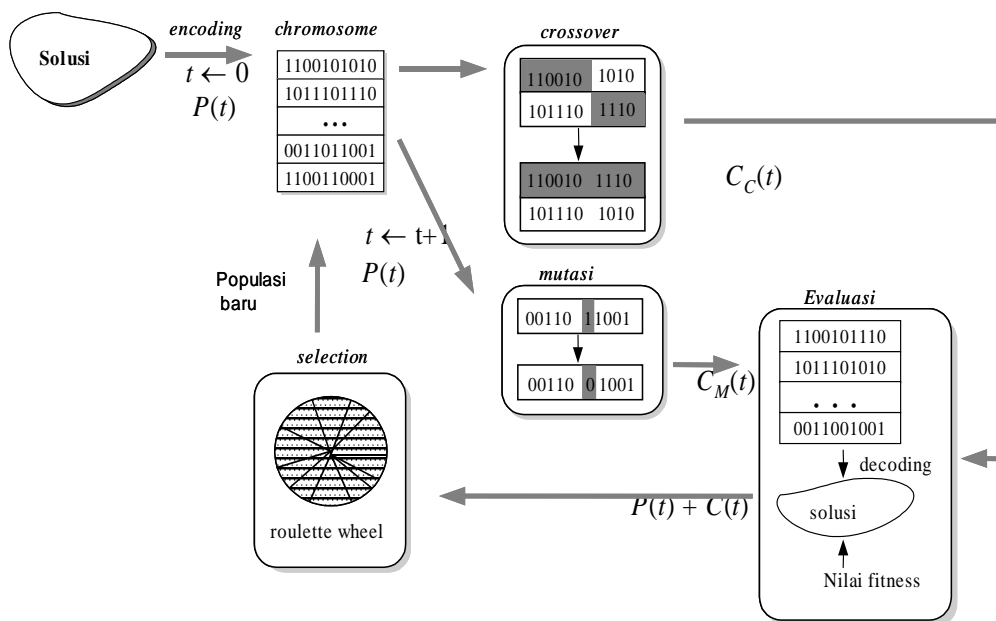
Pada model diatas, fungsi tujuannya adalah meminimumkan total jarak atau total biaya perjalanan. Pembatas (2) dan (3) menunjukkan bahwa setiap kota hanya dikunjungi satu kali.

## 2. GENETIC ALGORITHM

### 2.1. Struktur GA

*Genetic Algorithm* (GA) adalah suatu metode yang meniru mekanisme pada proses evolusi. Proses evolusi ini dilakukan pada sekumpulan kandidat solusi (*chromosome*) dengan mengikuti prinsip seleksi natural yang dikembangkan oleh Darwin [11]. Berbeda dengan algoritma biasa dimana pencarian solusi hanya dimulai dengan satu solusi yang mungkin, GA melakukan pencarian sekaligus atas sejumlah kandidat solusi (*chromosome*) yang dikenal dengan istilah populasi (*population*).

Secara umum proses stuktur dasar GA digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 2.** Struktur dasar GA

## 2.2. Hibridisasi GA

Telah banyak penelitian yang membuktikan bahwa standard GA sering kali lebih mengarah pada local optimum, khususnya ketika pada masalah yang cukup besar [11]. Atas dasar tersebut, beberapa peneliti mengkombinasikan metode-metode heuristik lain kedalam GA atau biasa disebut *hybrid GA* dengan harapan mampu meningkatkan kinerja GA [18]. Pada prinsipnya hibridisasi ini diharapkan mampu memberikan solusi lain yang lebih baik disekitar local optimum yang diberikan oleh GA atau dikenal dengan istilah (*local search*). Sebagai salah satu ilustrasi teknik *local search* yang sering dilakukan sebagai berikut:

**procedure:** Hybrid Genetic Algorithm

**input:** parameter GA

**begin**

$t \leftarrow 0$ ;

Populasi awal  $P(t)$ ;

fitness  $eval(P)$ ;

**while** (not termination condition) **do**

    crossover  $P(t)$  menghasilkan *offspring*  $C(t)$ ;

    mutasi  $P(t)$  menghasilkan *offspring*  $C(t)$

    local search  $C(t)$ ;

    fitness  $eval(C)$ ;

    Seleksi  $P(t+1)$  dari  $P(t)$  dan  $C(t)$ ;

$t \leftarrow t+1$ ;

**end**

**output** Solusi terbaik;

**end**

## 2.3. Fuzzy Logic Controller

Pada saat mengaplikasikan GA pada suatu persoalan, kita harus menentukan nilai-nilai dari beberapa parameter diantaranya: Probabilitas Crossover, Probabilitas Mutation, Population size dan Maximum generasi

Penentuan nilai parameter ini sangat berperan terhadap performance GA yang kita lakukan. Apabila nilai parameter tersebut terlalu besar, akan mudah dimengerti bahwa proses GA akan memakan waktu yang lama dan menjadi tidak efisien. Sebaliknya apabila nilai parameter-parameter tersebut terlalu kecil, sangat mungkin hasil yang diperoleh bukanlah nilai optimal yang diinginkan. Mengingat pentingnya, beberapa peneliti telah mencoba melakukan riset untuk

menentukan efek parameter ini terhadap efektifitas GA [12]. Namun demikian, karena sulitnya menentukan besar nilai parameter GA tersebut. sepengetahuan penulis, hingga saat ini belum ada peneliti yang melaporkan nilai terbaik untuk masing-masing parameter GA tersebut diatas.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Algoritma hGA-FLC

Untuk menyelesaikan TSP, pada penelitian ini, kami menyusun algoritma sebagai berikut:

#### Pembentukan populasi awal

Untuk merepresentasikan *chromosome* digunakan metode permutasi yang menggambarkan urutan kota yang dikunjungi. Untuk mendapatkan *chromosome* yang baik pada populasi awal, digunakan teknik *nearest neighbor heuristic* yang telah dibuktikan mampu memberikan hasil yang baik [9].

#### Crossover

*Crossover* (persilangan) dilakukan atas dua *chromosome* untuk menghasilkan *chromosome* anak (*offspring*). *Chromosome* anak yang terbentuk akan mewarisi sebagian sifat *chromosome* induknya.. Metode *crossover* yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *Partial-Mapped Crossover* (PMX) [19].

#### Mutasi

Proses mutasi biasanya dilakukan dengan melakukan perubahan terhadap gene pada suatu *chromosome*. Proses ini bertujuan meningkatkan keragaman *chromosome* yang ada pada populasi sehingga kita tidak terbawa pada local optimum. Pada penelitian ini digunakan metode mutasi pemindahan (*Displacement*). Metode ini dilakukan dengan memilih dua titik pada *chromosome*. Selanjutnya gene yang ada diantara kedua titik tersebut (*substring*) disisipkannya pada suatu posisi yang juga dipilih secara random.

#### Seleksi

Salah satu hal penting pada proses GA adalah pemilihan *chromosome* untuk generasi berikutnya. Berdasarkan teori evolusi Darwin, hanya *chromosome* yang terbaik yang dipilih kegenerasi berikutnya. Pada penelitian ini untuk menjamin bahwa *chromosome* terbaik akan terbawa kegenerasi berikutnya dan keragaman *chromosome* tetap terjaga, kami memilih *chromosome* terbaik sebanyak 20% dari total jumlah populasi induk dan keturunan dan sisanya secara acak.

### **Perbaikan Tur**

Ada dua teknik perbaikan tur (*local search*) yang kami gunakan pada penelitian ini. Pertama kami mengadopsi metode perbaikan *2-opt* untuk menghilangkan *arc* yang berpotongan [19]. Selanjutnya kami mengembangkan metode yang kami beri nama algoritma pemulasan untuk menghilangkan ketajaman sehingga diperoleh hasil optimal.

#### ***Algoritma 2opt***

Suatu tur dikatakan baik adalah jika tidak terjadi persilangan didalamnya. O Prinsip dari metode ini adalah menghapus dua lintasan yang berpotongan dan menguraikan tur menjadi dua lintasan dengan cara yang lain sedemikian hingga tidak terjadi perpotongan. Adapun algoritma ini dapat diuraikan sebagai berikut:

#### **Langkah 1:**

Pilih kota  $i$  untuk setiap kota  $i = 1, 2, \dots, n$  dimana  $n$  adalah banyaknya kota.

#### **Langkah 2 :**

Misalkan  $a$  adalah kota yang sedang dipilih, cek apakah terjadi persilangan antara lintasan terbentuk dari  $a$  menuju kota  $b$  dimana,  $b$  adalah kota yang tiba setelah  $a$  dengan sembarang lintasan. Parameter suatu tur terdapat persilangan dapat dideskripsikan sebagai berikut: dimisalkan kota  $a$  adalah kota yang sedang dipilih,  $next(a)$  adalah kota datang sesudah kota  $a$  dalam urutan tur. Dan jika  $b$  sembarang kota yang berbeda dari kota  $a$  dan  $next(a)$ . Tur yang sekarang dapat diperbaiki jika dan hanya jika

$$d(a, next(a)) + d(b, next(b)) > d(next(a), next(b)) + d(a, b).$$

#### ***Algoritma Pemulasan***

Tujuan algoritma pemulasan adalah menghapus ketajaman yang terjadi dalam tur yang terbentuk setelah inisialisasi ataupun setelah *crossover*. Adapun uraian dari algoritma pemulasan adalah sebagai berikut:

#### **Langkah 1 :**

Buat list pasangan kota terdekat (*near list*) untuk setiap kota.

#### **Langkah 2 :**

Cek untuk setiap kota apakah terjadi ketajaman pada tur. Parameter terjadinya ketajaman dapat dirumuskan sebagai berikut: Dimisalkan jarak  $d(i, j)$  mewakili jarak dari kota  $i$  ke  $j$ . Dan juga, dimisalkan kota  $a$  adalah kota yang sedang dicek,  $b$  adalah kota yang terdekat dengan  $a$ , dan  $c$  adalah tetangga dengan  $b$  juga dekat dengan  $a$ . Parameter keberadaan ketajaman dalam tur jika hanya jika:

$$d(prev(a), a) + d(a, next(a)) + d(b, c) > d(b, a) + d(a, c) + d(prev(a), next(a))$$

dimana,  $prev(a)$  dan  $next(a)$  adalah kota sebelum dan sesudah kota  $a$  secara berurutan dalam tur.

### Langkah 3 :

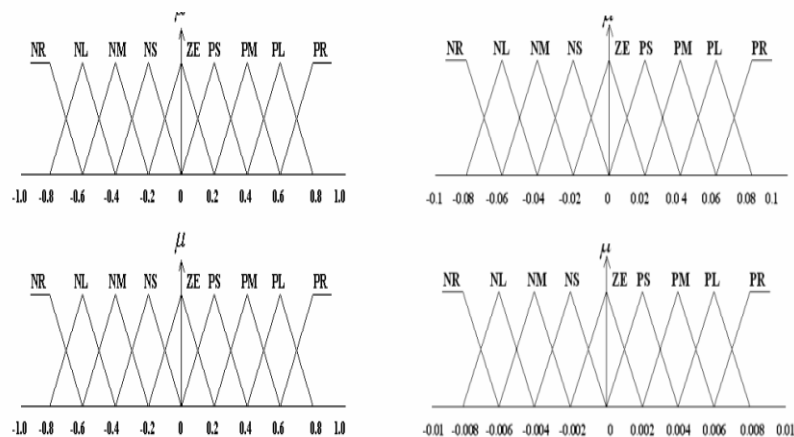
Jika syarat dilangkah 3 terpenuhi, lakukan pemulusan dengan mengubah lintasan dalam tur tersebut. Yakni, jika lintasan  $L(prev(a), a)$ ,  $L(a, next(a))$ ,  $L(b, a)$  adalah lintasan yang terbentuk dari kota yang sedang dieksekusi. Ubah lintasan tersebut sehingga menjadi  $L(b, a)$ ,  $L(a, c)$  dan  $L(prev(a), next(a))$ .

### Fuzzy Logic Controller

Pada prinsipnya FLC dipergunakan untuk mengontrol nilai parameter GA pada suatu generasi secara otomatis (*automatic fine-tuning*) berdasarkan informasi yang diperoleh dari populasi sebelumnya. Salah satu metode FLC yang akan diadopsi pada penelitian ini adalah metode Wang-Wang dan Hu [21]. Metode ini secara otomatis melakukan perubahan pada nilai parameter GA (i.e., probabilitas crossover dan probabilitas mutasi).

Dengan mendefinisikan  $\Delta f(t)$  sebagai perbedaan antara rata-rata nilai fungsi fitness pada generasi ke  $t$  dan  $t-1$ . Sebagai input pada metode ini  $\Delta f(t)$  dan  $\Delta f(t-1)$ . Output dari proses FLC ini adalah  $\Delta c(t)$  dan  $\Delta m(t)$  yang masing-masing merupakan nilai perubahan pada probabilitas crossover dan probabilitas mutasi.

Berdasarkan data dari sejumlah percobaan, nilai fungsi input dikonversikan ke bentuk bilangan bulat [-4.0,4.0]. Berikut ini adalah Tabel control yang dipergunakan untuk perubahan nilai parameter. Adapun fungsi keanggotaan (*The membership function*) dari proses FLC ini digambarkan pada Gambar berikut:



Gambar 4.

dengan masing-masing

- NR--Negative larger, NL - --Negative large, NM --- Negative medium
- NS -- Negative Small, ZE --- Zero, PS ---- Positive small,
- PM -- Positive medium, PL --- Positive large, PR --- Positive large

Untuk lebih memudahkan, metode ini menggunakan Tabel pengambilan keputusan (*Fuzzy Decision Table*) berikut :

**Tabel 1.** Tabel Pengambilan keputusan Fuzzy

$Z(i, j)$	$i$									
	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	
$j$	-4	-4	-3	-3	-2	-2	-1	-1	0	0
	-3	-3	-3	-2	-2	-1	-1	0	0	1
	-2	-3	-2	-2	-1	-1	0	0	1	1
	-1	-2	-2	-1	-1	0	0	1	1	2
	0	-2	-1	-1	0	2	1	1	2	2
	1	-1	-1	0	0	1	1	2	2	3
	2	-1	0	0	1	1	2	2	3	3
	3	0	0	1	1	2	2	3	3	4
	4	0	1	1	2	2	3	3	4	4

Selanjutnya perubahan pada nilai probabilitas crossover dan mutasi dilakukan dengan cara berikut:

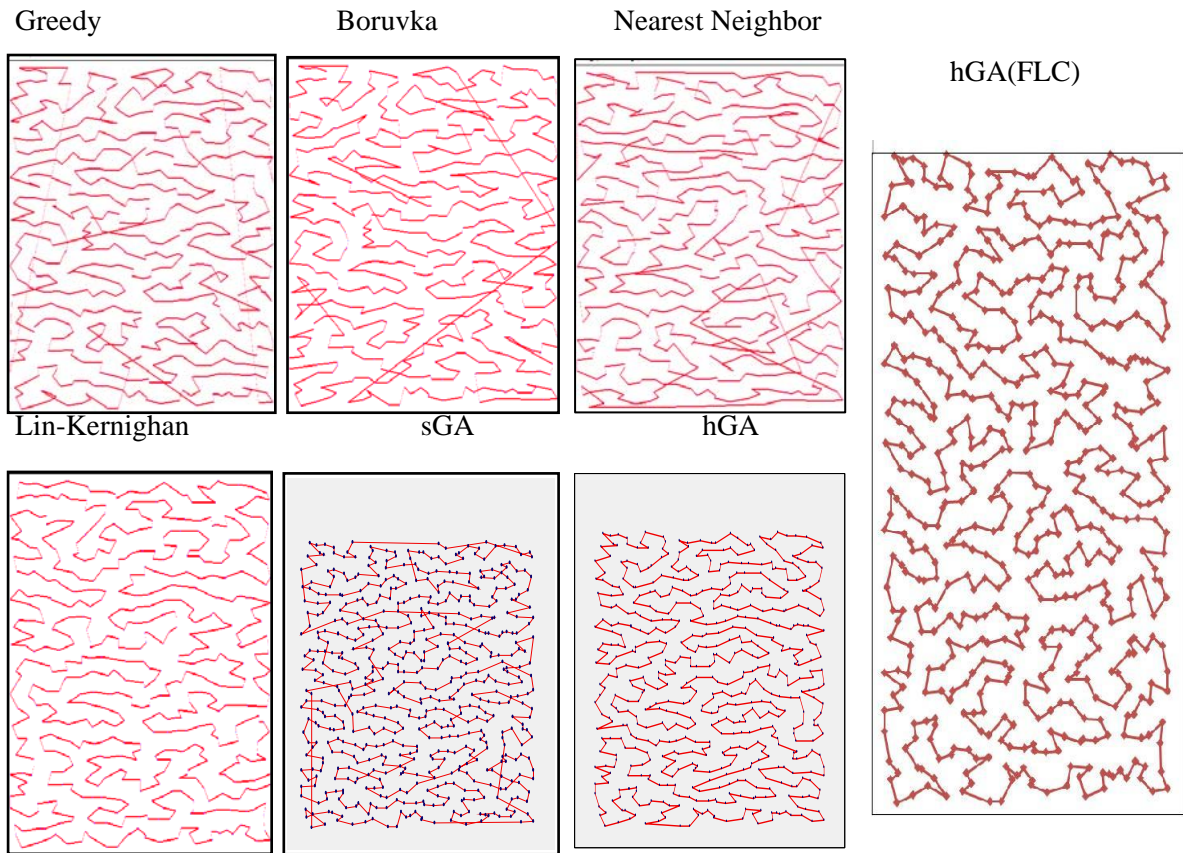
$$\Delta c(t) = 0.02 \times Z(i, j)$$

dimana  $i, j \in \{-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4\}$ .

#### 4.2. Hasil Eksperimen

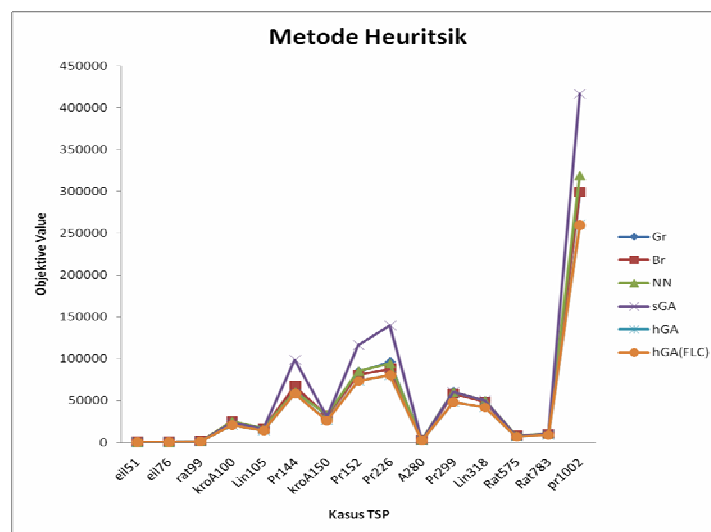
Penelitian mengujicobakan metode-metode heuristic yang ada menggunakan program *concorde* dan *hGA*. Ujicoba dilakukan dengan menggunakan program standar (*Benchmark test problems*) dari *TSPLIB* (Reinelt, 1991). Kami juga mengujicobakan, algoritma yang dikembangkan untuk penyelesaian rute truk sampah di beberapa kecamatan di Bandar Lampung.

Berikut ini perbandingan tour pada persoalan dengan 575 kota (rat575)

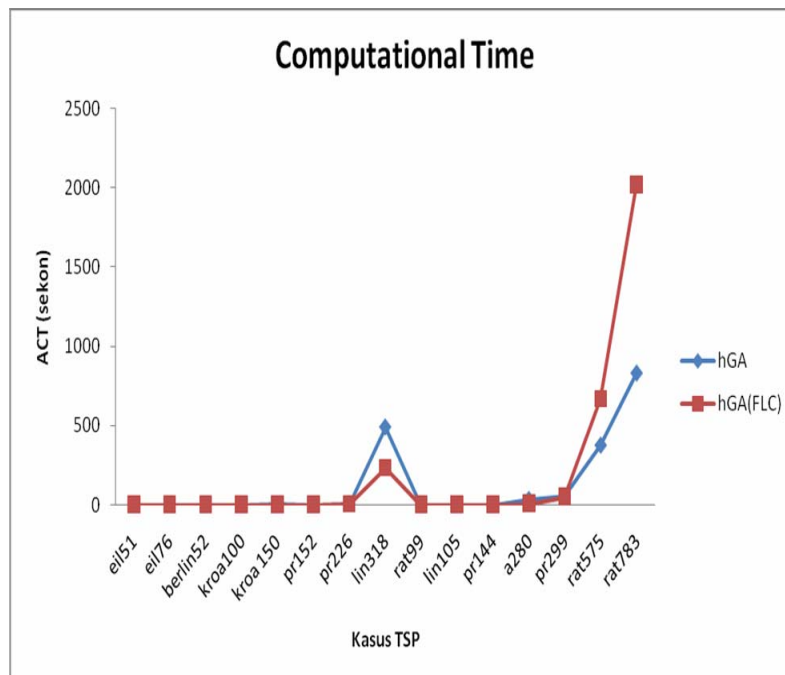


**Gambar 2.** Hasil eksperimen untuk persoalan rat575 pada TSPLIB

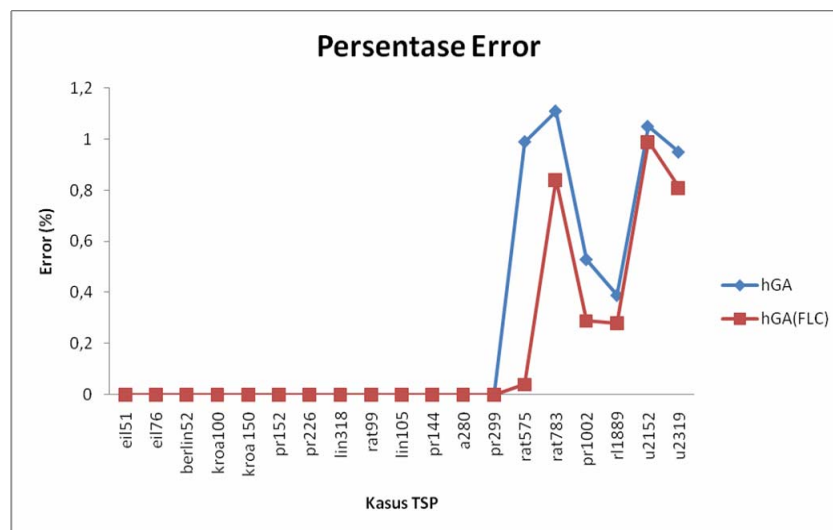
Untuk lebih jelasnya berikut disajikan perbandingan efektifitas masing-masing metode pada persoalan yang diujikan:



**Gambar 1.** Grafik perbandingan nilai fitness pada TSPLIB



**Gambar 2.** Perbandingan waktu komputasi untuk beberapa persoalan pada TSPLIB



**Gambar 2.** Perbandingan error yang diberikan pada beberapa persoalan TSPLIB

Dari hasil diatas, untuk persoalan yang besar, meskipun dibutuhkan waktu komputasi yang lebih besar. hGA(FLC) mampu memberikan hasil dengan error yang lebih baik. Untuk mendapatkan gambaran yang lebih lengkap tentang efektifitas dari metode yang kami kembangkan, berikut ini kami sajikan perbandingan kinerja hGA(FLC) terhadap metode lain.



**Tabel 1.** Nilai optimum dari metode heuristik pada persoalan TSPLIB

No	TSPLIB	Nilai Optimum	Metode Heuristik					
			Gr	Br	NN	sGA	hGA	hGA(FLC)
1	eil51	426	521	541	486	488	<b>426</b>	<b>426</b>
2	eil76	538	631	574	634	588	<b>538</b>	<b>538</b>
3	rat99	1211	1487	1387	1424	1375	<b>1211</b>	<b>1211</b>
4	kroA100	21282	24287	25446	25525	24192	<b>21282</b>	<b>21282</b>
5	Lin105	14379	16766	16479	17052	16397	<b>14379</b>	<b>14379</b>
6	Pr144	58537	65844	67638	60964	98943	<b>58537</b>	<b>58537</b>
7	kroA150	26524	31892	32266	33745	31580	<b>26524</b>	<b>26524</b>
8	Pr152	73682	84703	81132	85427	116689	<b>73682</b>	<b>73682</b>
9	Pr226	80369	96178	87953	94520	140108	<b>80369</b>	<b>80369</b>
10	A280	2579	3016	2903	3281	2935	<b>2579</b>	<b>2579</b>
11	Pr299	48191	60766	58220	60585	60857	<b>48191</b>	<b>48191</b>
12	Lin318	42029	49744	48690	50306	50282	42035	<b>42029</b>
13	Rat575	6773	8059	7859	8201	8098	6840	6776
14	Rat783	8806	10180	10020	11024	10500	8922	8880
15	pr1002	259045	297719	299001	319514	416539	260575	259784

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil eksperimen telah ditunjukkan bahwa GA mampu memberikan solusi optima dan juga solusi pendekatan dari persoalan TSP. Hasil perbandingan diperoleh bahwa hGA mampu memberikan hasil yang lebih baik dari metode-metode heuristik yang lain. Pada penelitian berikutnya perlu diupayakan penerapan metode ini pada aplikasi dunia nyata.

#### Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian Hibah Bersaing yang dibiayai oleh DP2M DIKTI tahun anggaran 2008/2009.



## DAFTAR PUSTAKA

- Munir, R. 2001. *Matematika Diskrit Bab Graf*. Bandung. Informatika. ITB
- Gani, A. Z. 2000. *NP-Complete Problem*. ITB, Bandung.
- Gen, M and Cheng, R. 1997. *Genetic Algorithm and Engineering Design*. John Wiley and Sons. New York.
- Definda, P.I., dkk. 2005. *Algoritma Greedy untuk Menentukan Lintasan Terpendek*.  
<http://www.informatika.org/~rinaldi/Stmik/Makalah/MakalahStmik16.pdf>
- Glover, F and Laguna, M. 1997. *Tabu Search*, Kluwer Academic Publisher, Boston-Massachusetts, USA.
- Goldberg, D. E. 1989. *Genetic Algorithms in Search, optimization, and Machine Learning*, Addison-Wesley, reading, MA.
- Johnson, D. S and McGeoch, G. A. 1995. "The Traveling Salesman Problem: A Case Study in Local Optimization".
- Lin, S and B.W. Kernighan. 1973. "An Effective Heuristic Algorithm For the Travelling Salesman Problem", *Oper. Res.* 21, 498-516
- Ong, H. L., and Moore, J. B. 1984. Worst Case Analysis of two Traveling Salesman Heuristics. *Operations Res. Lett.* 2, 273-277.
- Reinelt, G. 1991. TSPLIB-A Traveling Salesman Library. *ORSA Journal on Computing*, Vol. 3-4: pp 376-384  
<http://www.iwr.uni-heidelberg.de/groups/comopt/software/>; TSPLIB95/tsp/22 Mei 2006, 23.05. AM.
- History of the TSP. Last Update: jan 2005. <http://www.tsp.gatech.edu/history/index.html>. 20 Mei 2006, 22.10. AM
- Applications TSP, Baseball, Scan Chains, Whizzkids, Airports Tours, USA Trips, Sonet Rings, Genome Sequencing. <http://www.tsp.gatech.edu/apps/>
- Dorigo, M. and Gambardella, L. M., Ant colonies for the traveling salesman problem, *Biosystem*, 1997
- Gen, M and Cheng, R.. *Genetic Algorithm and Engineering Design*. John Wiley and Sons. New York., 1997
- Gen, M. and Cheng, R., *Genetic Algorithms and Engineering Optimization*, John Wiley & Sons, New York, 2000
- Kickpatrick, S., Gellat, C. D. dan Vecchi, P., 1983, Optimization by Simulated Annealing, *Science*.
- Eisele, J.G., Castaneda R, dan Galindo, O., Usefulness of Solution of the Travelling Salesman Problem in Typing of Biological Sequences in a Clinical Laboratory Setting, di download dari internet 2003.
- Reinelt, G., 1994, *The Travelling Salesman: Computational Solutions for TSP Applications*, Springer-Verlag, Berlin.
- Aarth, E. H. L. dan Lenstra, J. K., 1997, *Local Search in Combinatorial Optimization*, John and Wiley, London.
- Kickpatrick, S., Gellat, C. D. dan Vecchi, P., 1983, Optimization by Simulated Annealing, *Science*.



- Dorigo M. dan Gambardella, L. M., 1997, Ant colonies for the traveling salesman problem, *Biosystem*.
- Aarth, E. H. L. dan Lenstra, J. K., 1997, *Local Search in Combinatorial Optimization*, John and Wiley, London.
- Holland, J. - *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, University of Michigan Press, 1975 and MIT Press, 1992.
- Goldberg. D. E., 1989, *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*. Addison-Wesley Publishing Company, Incorporated, Reading, Massachusetts.
- Fogel, D., 1995, *Evolutionary Computation: Toward a New Philosophy of Machine Intelligence*, IEEE Press, Piscataway, NJ.
- Michalewicz, Z., 1996, *Genetic Algorithm + Data Structures = Evolution Programs*. 3rd ed., New York: Springer-Verlag..
- Gen M dan Cheng R., 1997, *Genetic Algorithm and Engineering Design*, John Wiley and Sons, New York.
- Gen, M. dan Cheng R., 2000, *Genetic Algorithms and Engineering Optimization*, John Wiley, New York.
- Moon, C., Kim, J dan Hur, S., 2002, "Integrated process planning and scheduling with minimizing total tardiness in multi-plants supply chain," *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 43, pp. 331-349.
- Admi, S., dan Gen, M., 2003, Double Spanning Tree-Based Genetic Algorithm for Two Stage Transportation Problem, *The International Journal of Knowledge-based Engineering Systems*, Vol. 7, No. 4, pp. 214-221.
- Admi, S., Yun, Y.S., dan Gen, M., Y., 2002, "Study on Multi-stage Logistics Chain Network: A Spanning Tree-based Genetic Algorithm Approach", *International Journal of Computer and Industrial Engineering*, Vol. 43, No. 1-2, pp. 299-314.
- Salhi, S. dan Gamal, M.D.H., 2003, A Genetic Algorithm Based Approach for the Uncapacitated Continuous Location–Allocation Problem, *Annals of Operations Research*, vol.123, pp. 203-222, Kluwer Academic Publishers.
- Beasley, J. E., "OR-Library: Distributing test problems by electronic mail", *Journal of the Operational Research Society*, No. 41, pp.1069-1072.,  
<http://mscmga.ms.ic.ac.uk/jeb/orlib/capinfo.html>
- Goldberg D. dan Lingle, R., Alleles, 1994, loci and the traveling salesman problem, *Proc. of the 1st Inter. Conf. on GA*, pp.154-159.
- Lee, M. A. and Takagi, H, 1993, Dynamic Control of Genetic Algorithm using Fuzzy Logic Techniques , *Proc. of the Fifth International Conference on Genetic Algorithm*, pp. 76-83, University of Illinois Urbana-Campaign.
- Wang, P. T., Wang, G. S. and Hu., Z. G. 1997, Speeding Up the Search Process of Genetic Algorithm by Fuzzy Logic, *Proc. of the 5<sup>th</sup> European Congress of Intelligent Techniques and Soft Computing*, pp. 665-671.
- Admi, S., Wamiliana dan Yaser, W., 2007, Solving TravelingSpeeding Up the Search Process of Genetic Algorithm by Fuzzy Logic, *Proc. of the 5<sup>th</sup> European Congress of Intelligent Techniques and Soft Computing*, pp. 665-671.
- Syarif, A, Wamiliana dan Yaser, W., 2007, Solving Travelling Salesman Problem by Hybridized Genetic Algorithm, *Proceedings of International Conference on Green Engineering and Engineering*, pp