

Judul Makalah : Evaluasi Kinerja Metode Metode Heuristik Untuk  
Penyelesaian Travelling Salesman Problem

Oleh : Admi Syarif, Wamiliana dan Yasir Wijaya

Dimuat pada : Jurnal Sains MIPA, Edisi Khusus Tahun 2008, Vol. 14. No.1,  
Hal. 7 – 11, ISSN : 1978-1873

Diupload di : <http://jurnal.fmipa.unila.ac.id/index.php/sains/article/view/322>

JURNAL  
**Sains MIPA**

Terakreditasi Dirjen DIKTI/SK No.: 56/DIKTI/Kep/2005

Edisi Khusus Volume 14, No. 1, Tahun 2008



(Sebelumnya Terbit sebagai Jurnal Sains dan Teknologi)

|                  |                         |       |                |                              |                   |
|------------------|-------------------------|-------|----------------|------------------------------|-------------------|
| J. Sains<br>MIPA | Edisi Khusus<br>Vol. 14 | No. 1 | Hlm.<br>1 - 81 | Bandar Lampung<br>Tahun 2008 | ISSN<br>1978-1873 |
|------------------|-------------------------|-------|----------------|------------------------------|-------------------|

**Jurnal Sains MIPA**  
**ISSN 1978-1873**

Terakreditasi Dirjen DIKTI SK No.: 26/DIKTI/Kep/2005 diperbarui dengan  
SK No.: 56/DIKTI/Kep/2005

Terbit 3 kali setahun pada bulan April, Agustus dan Desember berisi tulisan ilmiah hasil penelitian dasar dan telaahan (review) bidang matematika dan ilmu pengetahuan alam.

**Penanggung Jawab**

Sugeng P. Harianto

**Ketua Penyunting**

Sutopo Hadi

**Wakil Ketua Penyunting**

Nandi Haerudin

**Penyunting Ahli**

H. Kirbani Sri Broto Puspito (UGM)

M. Arif Yudiarto (BPPT Lampung)

Sarjija Antonius (LIPI Bogor)

Wasinton Simanjuntak (Unila)

G. Nugroho Susanto (Unila)

Rochmah Agustrina (Unila)

R.Y. Perry Burhan (ITS)

Hendra Gunawan (ITB)

Kamsul Abraha (UGM)

Edy Tri Baskoro (ITB)

Tati Suhartati (Unila)

Wamiliana (Unila)

Akhmaloka (ITB)

Dwi Asmi (Unila)

Warsono (Unila)

Sumardi (Unila)

Warsito (Unila)

**Penyunting Pelaksana**

Bambang Irawan

M. Kanedi

Karyanto

Amanto

**Administrasi/TU**

M. Yusuf

**Alamat Penyunting dan Tata Usaha**

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung

Jl. S. Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145 Telp. (0721) 701609 Pes. 706 Fax (0721) 704625;

E-mail: jsainsmipa@unila.ac.id, sutopohadi@unila.ac.id dan sutopo\_hadi@yahoo.com.au

Rekening Bank BNI 1946 Cabang Unila, a.n. Sutopo Hadi, No. 0070705713.

**J. Sains MIPA** diterbitkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Terbit Pertama Kali Tahun 1995 dengan nama **Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi**. Pada tahun 2003 berganti nama menjadi **Jurnal sains dan Teknologi (J. Sains Tek.)** dengan ISSN 0853-733X, dan pada tahun 2007 berganti nama kembali menjadi **J. Sains MIPA** dengan ISSN 1978-1873

Jurnal ini terbit di bawah tanggung jawab: Sugeng P. Harianto (Rektor), Pembina/Pengarah: Tirza Hanum (Pembantu Rektor I), John Handri (Ketua Lembaga Penelitian), Sugeng P. Harianto (Dekan FMIPA)

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, walau agak terlambat, kami kembali hadir ditengah kita para peneliti secara umum dan peneliti MIPA pada khususnya. Keterlambatan ini karena banyaknya kendala teknis yang kami hadapi terutama menyeleksi banyaknya makalah yang masuk. Kami selalu berupaya dengan sungguh-sungguh agar Jurnal Sains MIPA ini menjadi salah satu jurnal nasional yang sejati, yang mempublikasikan makalah tidak hanya dari wilayah Sumatra, tapi dari seluruh Indonesia, seperti yang kami tampilkan saat ini.

Kami bahagia, karena berhasil menjumpai kembali para penulis dan peneliti secara umum dan peneliti bidang MIPA pada khususnya. Pada edisi Khusus Volume 14, No. 1 ini, kami muat 13 artikel ilmiah dari bidang Matematika. Artikel-artikel yang ditampilkan ini merupakan makalah pilihan dari hasil Seminar Nasional Sains dan Teknologi di Universitas Lampung tanggal 27-28 Agustus 2007. *Setting* dan tampilan setiap makalah dalam edisi kali inipun tidak seperti *setting* pada edisi reguler, hal ini mengingat banyaknya makalah yang harus disetting. Kami berharap semoga makalah yang kami tampilkan pada edisi ini menarik bagi para pembaca.

Sebagai wahana komunikasi para peneliti, kami merasa masih banyak kekurangan dalam banyak hal. Untuk itu, kami dengan tangan terbuka selalu membuka kritik dan saran yang membangun demi kemajuan jurnal ini. Kami juga tetap berharap para peneliti untuk selalu mengirimkan hasil penelitiannya yang terbaru untuk diterbitkan pada jurnal ini, karena tanpa adanya artikel yang bermutu, maka kami tidak dapat hadir di tengah kita tepat waktu. Untuk itu, kami selalu berterima kasih atas kepercayaan para penulis dan peneliti yang mempercayakan jurnal ini sebagai media komunikasinya.

Bagi para pembaca yang ingin berlangganan, dapat melihat tata cara berlangganan pada bagian belakang pada setiap penerbitan. Akhir kata semoga pembaca dapat memanfaatkan tulisan ilmiah yang telah dimuat dalam edisi ini.

Bandar Lampung, Januari 2008

Dewan Penyunting

---

**Jurnal Sains MIPA (ISSN 1978-1873)**  
Edisi Khusus, Volume 14, No. 1, Tahun 2008

**Daftar Isi**

|   | Halaman |
|---|---------|
| Computational Aspects of Greedy Algorithm for Solving The Multi Period Degree Constrained Minimum Spanning Tree Problem<br>Akmal Junaldi, Wamiliana, Dwi Sakethi and Edy Tri Baskoro          | 1-6     |
| Evaluasi Kinerja Metode-Metode Heuristik untuk Penyelesaian <i>Travelling Salesman Problem</i><br>Admi Syarif, Wamiliana dan Yasir Wijaya   | 7-11    |
| Comb Inequalities for the Degree Constrained Minimum Spanning Tree Problem<br>Wamiliana, Admi Syarif, Akmal Junaldi and Fitriani  | 12-16   |
| Pendugaan Parameter Distribusi <i>Generalized Weibull</i> dengan Menggunakan Metode Kemungkinan Maksimum<br>Rani Sari Hermita, Warsono dan Dian Kurniasari                                    | 17-22   |
| Solusi Eksak dan Kestabilan Sistem Bandul Ganda<br>Amanto dan La Zakaria  | 23-32   |
| Deskripsi dan Optimisasi Model Pembangkit Listrik Sistem Hibrid Menggunakan Teknik <i>Control Parametrization Enhancing Transform</i> (CPET)<br>Tiryono Ruby, Machudor Yusman dan Dorrah Aziz | 33-40   |
| Sifat Asimtotik Normalitas dan Ketakbiasan Penduga Kemungkinan Maksimum Parameter Distribusi <i>Generalized Gamma</i><br>Dian Kurniasari, Dona Rani Maninja, Warrono                          | 41-46   |
| Korespondensi Lintasan Matahari dan Bulan Sebagai Dasar untuk Membangun Model Dan Database Kecerahan Sinar Bulan<br>Febi Eka Febriansyah dan Tiryono Ruby                                     | 47-52   |
| Pemanfaatan Teknologi Pemrograman Javu pada Pengukuran Karakteristik Distribusi Peluruhan Radinaktif Melalui Interface Serial<br>Irwandi  | 53-58   |
| Pemodelan Program Linier untuk Optimasi Agroindustri Pakan Udang<br>Rietje J.M Bokau, Wamiliana, dan Sutikno  | 59-64   |
| Desain <i>Datawarehouse</i> untuk Mendukung Model Pengelolaan Guru yang Berbasis DSS dalam Meningkatkan Kinerja Pegawai<br>Tri Pujjadi  | 65-73   |
| Uji Satu Arah untuk Data Bivariat Berkorelasi<br>Mulyana  | 74-78   |
| Teknik Mendapatkan Solusi Eksak Model Kurva Belajar Thurstone<br>La Zakaria dan Machudor Yusman   | 79-81   |
| Surat Pernyataan Penulis Artikel  | L1      |
| Cara Berlangganan   | L2      |
| Pedoman Penulisan Makalah   | L3      |
| Instructions to Authors   | L4      |

## EVALUASI KINERJA METODE-METODE HEURISTIK UNTUK PENYELESAIAN TRAVELLING SALESMAN PROBLEM

Admi Syarif\*, Wamiliana dan Yasir Wijaya

Program Studi Ilmu Komputer, Jurusan Matematika, FMIPA,  
Universitas Lampung, Bandar Lampung, 35145  
Alamat untuk surat menyurat e-mail : Admi\_syarif@yahoo.com

Diterima 28 Agustus 2007, perbaikan 10 Desember 2007, disetujui untuk diterbitkan 27 Desember 2007

### ABSTRACT

Traveling Salesman Problem (TSP) is known as one of optimization problems that has taken great attention of researchers in this last two decades. Since TSP is included as an NP-Complete problems, most researchers researched on the development of heuristic method to get optimal/near optimal solutions of the problem. In this research, we developed and compared the effectiveness and the efficiency of several heuristic methods given in the literature. We tested those heuristics methods by using Benchmark test problems. It is shown that heuristic methods can give the optimal/near optimal solution of the problem within reasonable time. It is also shown, for relatively large size problems, that Lin-Kernighan is the most effective algorithm followed by Hybrid Genetic Algorithm (HGA)

**Keywords:** *Traveling Salesman Problem, Heuristic Method, combinatorial optimization*

### 1. PENDAHULUAN

Secara mudah, TSP dapat digambarkan sebagai permasalahan untuk menentukan sirkuit terpendek yang harus dilalui oleh seorang salesman, yang berangkat dari sebuah kota asal dan menyinggahi setiap kota tepat satu kali kemudian kembali lagi ke kota asal keberangkatannya. Kota dapat dinyatakan sebagai simpul graf, sedangkan sisi menyatakan jalan yang menghubungkan antar dua buah kota. Bobot pada sisi menyatakan jarak antara dua buah kota. Persoalan TSP tidak lain adalah menentukan sirkuit Hamiltonian yang memiliki bobot minimum pada sebuah graf terhubung<sup>1,2)</sup>. Kelompok permasalahan ini memerlukan waktu *super polynomial*, dikenal dengan istilah "*NP-complete*"<sup>3)</sup>. Karenanya, TSP telah menjadi obsesi bagi para peneliti selama dua generasi terakhir<sup>4)</sup>. Namun demikian, hingga kini diyakini belum ada suatu metode atau algoritma yang mampu memberikan solusi eksak untuk TSP yang berukuran relatif besar<sup>5)</sup>. Peneliti umumnya mengembangkan metode-metode heuristik untuk menyelesaikan TSP yang relatif besar. Beberapa metode Heuristik untuk penyelesaian TSP yang pernah dilaporkan diantaranya: *Neural Network*, *Ant colony*<sup>6)</sup>, *Genetic Algorithm*<sup>7)</sup>, *Simulated Annealing*<sup>8)</sup>, *Tabu Search*<sup>9)</sup>, *Nearest Neighbor*, *Greedy*<sup>10)</sup>, *Christofides*, *Saving*<sup>5)</sup>, *Boruvka*, *Lin-Kernighan*<sup>11)</sup>, *2-opt*, *3-opt*<sup>12)</sup>. Kinerja metode heuristik umumnya diukur dari kualitas solusi yang diperoleh dan waktu komputasi yang diperlukan. Meskipun tidak dijamin bahwa akan selalu diperoleh solusi optimal, metode heuristik biasanya mempunyai waktu komputasi yang lebih singkat. Beberapa algoritma heuristik dilaporkan memberikan solusi bahwa perbedaan rata-ratanya hanya beberapa persen dari solusi optimal. Dilaporkan bahwa metode-metode tersebut mampu menyelesaikan TSP dengan mendekati optimal globalnya, bahkan untuk beberapa kasus tertentu juga mampu mencapai optimal global dengan waktu komputasi yang sangat *reasonable*. Dengan demikian, metode heuristik dapat dijadikan suatu alternatif untuk mendapatkan alternatif yang solusi dalam waktu yang relatif singkat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan dan mengevaluasi kinerja metode-metode heuristik yang telah dikembangkan oleh berbagai peneliti sebelumnya. Informasi yang diperoleh akan sangat bermanfaat bagi peneliti untuk mengembangkan metode-metode baru dan juga dapat memberikan informasi metode yang efektif dan efisien untuk kepentingan pengguna diberbagai aplikasi. Agar lebih terarah, kami fokus pada simetris (sTSP) dimana jarak dari kota  $i$  ke kota  $j$  adalah sama dengan jarak dari kota  $j$  ke kota  $i$ .

## 2. 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 seperti ditunjukkan pada Persamaan (1) – (3) 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 meminimalkan total jarak atau total biaya perjalanan. Pembatas (2) dan (3) menunjukan bahwa setiap kota hanya dikunjungi satu kali.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan metode-metode heuristik untuk menyelesaikan persoalan yang sulit diperoleh solusi optimalnya, termasuk TSP, telah banyak dilaporkan oleh peneliti<sup>3)</sup>. Pertimbangan utama penggunaan metode heuristik adalah waktu untuk memperoleh solusi yang jauh lebih *reasonable*. Kinerja metode heuristik biasanya akan diukur dari kualitas solusi yang diperoleh dan waktu komputasi yang digunakan untuk memperoleh solusi tersebut.

Penelitian ini mengujicobakan metode-metode heuristic yang ada menggunakan program concorde dan hGA. Uji coba dilakukan dengan menggunakan persoalan standar (*Benchmark test problems*) dari TSPLIB<sup>13,14)</sup>. Uji coba dilakukan terhadap permasalahan TSP baik untuk kota yang berukuran kecil (di bawah 1000) sampai dengan jumlah kota yang berukuran besar (di atas 1000). Tabel 1 dan 2 berikut menampilkan perbandingan hasil yang diperoleh.

Tabel 1. Nilai optimum dari metode heuristik pada persoalan TSPLIB

| No | TSPLIB  | Nilai Optimum | Metode Heuristik |        |        |        |        |        |
|----|---------|---------------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|    |         |               | Gr               | Br     | NN     | L-K    | sGA    | hGA    |
| 1  | eil51   | 426           | 521              | 541    | 486    | 426    | 488    | 426    |
| 2  | eil76   | 538           | 631              | 574    | 634    | 538    | 588    | 538    |
| 3  | rat99   | 1211          | 1487             | 1387   | 1424   | 1211   | 1375   | 1211   |
| 4  | kroA100 | 21282         | 24287            | 25446  | 25525  | 21282  | 24192  | 21282  |
| 5  | lin105  | 14379         | 16766            | 16479  | 17052  | 14467  | 16397  | 14379  |
| 6  | pr144   | 58537         | 65844            | 67638  | 60964  | 58537  | 98943  | 58537  |
| 7  | kroA150 | 26524         | 31892            | 32266  | 33745  | 26525  | 31580  | 26524  |
| 8  | pr152   | 73682         | 84703            | 81132  | 85427  | 73682  | 116689 | 73682  |
| 9  | pr226   | 80369         | 96178            | 87953  | 94520  | 80369  | 140108 | 80369  |
| 10 | A280    | 2579          | 3016             | 2903   | 3281   | 2579   | 2935   | 2579   |
| 11 | pr299   | 48191         | 60766            | 58220  | 60585  | 48627  | 60857  | 48191  |
| 12 | lin318  | 42029         | 49744            | 48690  | 50306  | 42174  | 50282  | 42029  |
| 13 | rat575  | 6773          | 8059             | 7859   | 8201   | 6787   | 8098   | 6840   |
| 14 | rat783  | 8806          | 10180            | 10020  | 11024  | 8814   | 10500  | 8922   |
| 15 | pr1002  | 259045        | 297719           | 299001 | 319514 | 260414 | 416539 | 260575 |



Tabel 2. Perbandingan Waktu komputasi dalam (detik)

| No | TSPLIB  | Metode Heuristik |       |       |       |      |       |
|----|---------|------------------|-------|-------|-------|------|-------|
|    |         | Gr               | Br    | NN    | L-K   | sGA  | hGA   |
| 1  | Eil51   | 2.8              | 2.08  | 2.06  | 2.6   | 0    | 0.2   |
| 2  | Eil76   | 1.1              | 0.6   | 1     | 0.9   | 0.2  | 0.4   |
| 3  | rat99   | 4.8              | 5.2   | 3.5   | 5.8   | 0.2  | 1.4   |
| 4  | kroA100 | 4.7              | 4     | 4.2   | 3.3   | 0.2  | 1.4   |
| 5  | lin105  | 1.6              | 2     | 2.7   | 1.5   | 0.4  | 1.6   |
| 6  | pr144   | 6.4              | 10.7  | 4.1   | 9     | 0.4  | 2.8   |
| 7  | kroA150 | 10.5             | 12.4  | 15.6  | 9.2   | 0.2  | 3     |
| 8  | pr152   | 9.9              | 14.3  | 25.5  | 13.7  | 0.2  | 3.2   |
| 9  | pr226   | 6.7              | 3.4   | 4.5   | 4.1   | 0.4  | 7.4   |
| 10 | A280    | 30.2             | 24.5  | 15.9  | 15.2  | 2    | 31    |
| 11 | pr299   | 37.7             | 44.6  | 39.1  | 35.5  | 26.3 | 34.8  |
| 12 | lin318  | 18.4             | 15.8  | 33.8  | 23.6  | 19.7 | 56    |
| 13 | rat575  | 37.6             | 35.4  | 38.9  | 36.4  | 5.6  | 34    |
| 14 | rat783  | 157.3            | 13.8  | 222.2 | 149.7 | 10   | 88    |
| 15 | pr1002  | 171.3            | 152.5 | 229.7 | 150.9 | 16   | 167.2 |

Ujicoba juga dilakukan pada persoalan yang berukuran relatif besar (lebih dari 1000 kota). Hasil yang diperoleh disajikan pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Perbandingan nilai fitness dari TSP Challenge dan hGA

| NO | TSPLIB | Nilai Optimal | METODE HEURISTIK |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----|--------|---------------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|    |        |               | Gr               | Br     | LK     | NN     | Sv     | Cr     | 2-Opt  | 3-Opt  | Ts+2O  | TS+LK  | hGA    |
| 1  | Pr1002 | 259045        | 309389           | 299001 | 266313 | 324652 | 288356 | 284463 | 299708 | 277226 | 269765 | 261323 | 260575 |
| 2  | RI1889 | 316536        | 378846           | 356906 | 322868 | 399775 | 352748 | 337703 | 351936 | 346251 | 332538 | 318265 | 317756 |
| 3  | U2319  | 234256        | 264317           | 266469 | 235421 | 286780 | 251176 | 255255 | 264325 | 251288 | 238096 | 234929 | 236470 |

Tabel 4. Waktu Komputasi yang dibutuhkan untuk mencapai nilai optimal pada TSP Challenge diatas 1000 kota

| NO | TSPLIB | Nilai Optimal | METODE HEURISTIK |     |     |      |      |      |       |       |       |        |       |
|----|--------|---------------|------------------|-----|-----|------|------|------|-------|-------|-------|--------|-------|
|    |        |               | Gr               | Br  | LK  | NN   | Sv   | Cr   | 2-Opt | 3-Opt | TS+2O | TS+LK  | hGA   |
| 1  | Pr1002 | 259045        | 0.05             | 0.6 | 0.2 | 0.03 | 0.05 | 0.08 | 0.03  | 0.07  | 15.9  | 1211.4 | 836.2 |
| 2  | rl1889 | 316536        | 0.08             | 0.8 | 0.4 | 0.05 | 0.1  | 0.14 | 0.06  | 0.13  | 28    | 1923.6 | 15840 |
| 3  | u2319  | 234256        | 0.08             | 1.0 | 0.7 | 0.06 | 0.1  | 0.16 | 0.06  | 0.09  | 17.9  | 805.7  | 17113 |

Keterangan:

Gr Greedy Br Br Boruvka LK Lin-Kernighan  
 NN Nearest Neighbor Cr Christofides TS+2O Tabu Search + 2-OPT  
 TS+LK Tabu Search + LK Sv Saving hGA GA+NN+2-OPT

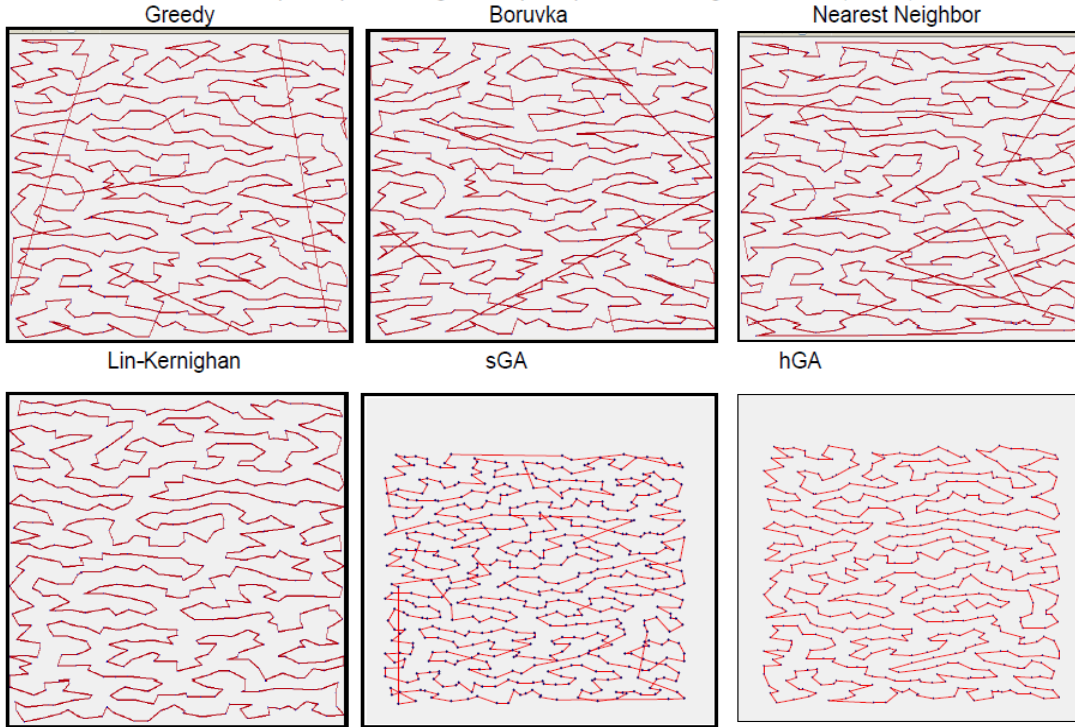
Dari Tabel 3 dan 4 di atas dapat dilihat bahwa hGA mampu memberikan 12 nilai optimum atau 80% dari 15 nilai optimal pada TSPLIB. Sedangkan metode heuristik yang juga cukup baik adalah Lin-Kernighan dengan memberik 8 nilai optimum. Dari segi waktu komputasinya terlihat bahwa metode sGA adalah sebagai metode yang memiliki rata-rata waktu komputasi tercepat atau tersingkat. Sedangkan metode heuristik lainnya memiliki waktu komputasi relatif lebih lama.

Pada persoalan yang relatif lebih besar ( lebih dari 1000 kota), meskipun hGA belum dapat memberikan nilai optimum, error yang diberikan relatif lebih kecil. tepat mendekati nilai optimal tetapi masih bisa mendapatkan nilai yang lebih baik lagi (optimal) dengan menambahkan populasi dan generasinya pada saat iterasi pencarian nilai optimalnya. Demikian



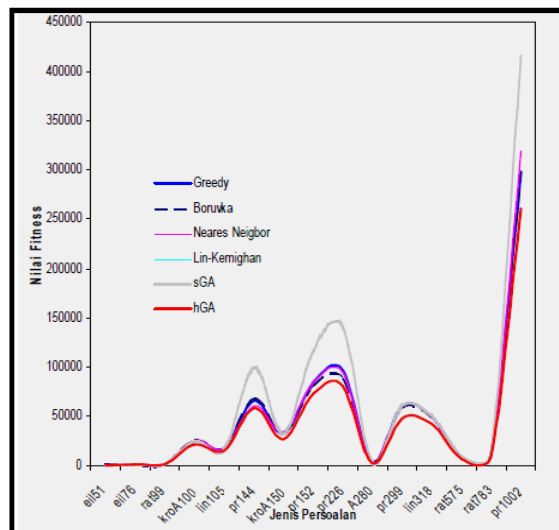
pula untuk metode TB+LK nilai optimum yang didapatkannya mampu mendekati nilai optimal dibandingkan metode-metode heuristik yang lainnya, selain hGA.

Gambar 1 berikut ini menampilkan perbandingan tour pada persoalan dengan 575 kota (rat575)



Gambar 1. Graph rat575 pada TSPLIB

Untuk lebih jelasnya berikut disajikan perbandingan efektifitas masing-masing metode pada persoalan yang diujikan (Gambar 2):



Gambar 2. Grafik perbandingan nilai fitness pada TSPLIB

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil eksperimen telah ditunjukkan bahwa metode-metode heuristik 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 2007/2008.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Munir, R. 2001. *Matematika Diskrit Bab Graf*. Bandung. Informatika. ITB
2. History of the TSP. Last Update: jan 2005. <http://www.tsp.gatech.edu/history/index.html>. 20 Mei 2006, 22.10. AM
3. Gani, A. Z. 2000. *NP-Complete Problem*. ITB, Bandung.
4. Applications TSP, Baseball, Scan Chains, Whizzkids, Airports Tours, USA Trips, Sonet Rings, Genome Sequencing. <http://www.tsp.gatech.edu/apps/>
5. Gen, M. and Cheng, R. 2000. *Genetic Algorithms and Engineering Optimization*, John Wiley & Sons, New York.
6. Dorigo, M. and Gambardella, L. M. 1997. Ant colonies for the traveling salesman problem, *Biosystem*.
7. Syarif, A., Wamiliana and Wijaya, Y. 2007. Solving Traveling Salesmen Problem by Using Hybridized Genetik Algoritma, *Proceedings of International Conference on Green Engineering and Engineering*, Indonesia.
8. Kickpatrick, S., Gellat, C. D. dan Vecchi, P. 1983, Optimization by Simulated Annealing, *Science*.
9. Glover, F and Laguna, M. 1997. *Tabu Search*, Kluwer Academic Publisher, Boston-Massachusetts, USA.
10. Definda, P.I. 2005. *Algoritma Greedy untuk Menentukan Lintasan Terpendek*.
11. Lin, S and Kernighan. B.W. 1973. An Effective Heuristic Algorithm For the Travelling Salesman Problem, *Oper. Res.* 21: 498-516
12. Ong, H. L., and Moore, J. B. 1984. Worst Case Analysis of two Traveling Salesman Heuristics. *Operations Res. Lett.* 2, 273-277.
13. Reinelt, G. 1991. TSPLIB-A Traveling Salesman Library. *ORSA Journal on Computing*, 3-4: 376-384
14. <http://www.iwr.uni-heidelberg.de/groups/comopt/software/>; TSPLIB95/tsp/22 Mei 2006, 23.05. AM.