UNIVERSITAS BINA NUSANTARA

Program Studi Ganda
Teknik Informatika - Matematika
Skripsi Sarjana Program Ganda
Semester Ganjil 2003/2004

PERANCANGAN PROGRAM APLIKASI PENYELESAIAN TRAVELING SALESMAN PROBLEM DENGAN JARINGAN HOPFIELD

Pyntia Sulistyo
NIM : 0300462735

ABSTRAK

Traveling Salesman Problem (TSP) adalah suatu masalah bagaimana menentukan jarak terpendek dalam perjalanan melewati kota-kota tertentu di mana tiap kota harus dilalui satu kali dan perjalanan harus berakhir dengan kembali ke kota pertama. TSP merupakan salah satu masalah optimasi yang cukup kompleks dan termasuk masalah NP-Complete, yaitu permasalahan di mana bertambahnya variabel secara linier akan mengakibatkan waktu yang digunakan untuk menyelesaikannya masalah tersebut akan bertambah secara eksponensial.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk menyelesaikan TSP. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan adalah dengan Jaringan Saraf Tiruan (Neural Network) menggunakan metode Hopfield Network atau Jaringan Hopfield.

Skripsi ini merancang suatu prototype program aplikasi untuk menyelesaikan TSP dengan data yang diperoleh dari pengacakan yang dilakukan dengan menggunakan komputer. Program aplikasi tersebut diuji dan berhasil menyelesaikan TSP dengan menggunakan data yang didapat dari hasil pengacakan komputer dengan menggunakan sample 10, 15, 20 dan 25 kota. Selanjutnya prototype program ini dapat digunakan untuk aplikasi nyata dengan menggunakan data yang berhubungan dengan aplikasi tersebut.

Kata Kunci:
Traveling Salesman Problem (TSP), NP-Complete, Jaringan Saraf Tiruan (Neural Network), Hopfield Network, optimasi
KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan bimbinganNya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan program studi Strata 1 di Universitas Bina Nusantara, Jakarta.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada keluarga yang telah memberikan dukungan moril maupun materiil selama penyusunan skripsi ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Haryono Soeparno, M.Sc. dan Bapak Makzen Djali, S.Si., M.Kom. selaku dosen pembimbing yang telah bersedia untuk meluangkan waktu dan memberikan petunjuk yang berguna dalam penyusunan skripsi ini.

Tak lupa penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang secara tidak langsung telah banyak memberikan bantuan, contoh dan dukungannya dalam proses pembuatan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya.

Jakarta, 24 Januari 2004

Penulis
DAFTAR ISI

ABSTRAK ........................................................................................................ iv
KATA PENGANTAR ....................................................................................... v
DAFTAR ISI ................................................................................................. vi
DAFTAR TABEL ............................................................................................ viii
DAFTAR GAMBAR ......................................................................................... ix
DAFTAR LAMPIRAN ...................................................................................... x

BAB 1 PENDAHULUAN ................................................................................ 1
  1.1 Latar Belakang .................................................................................. 1
  1.2 Ruang Lingkup .................................................................................. 2
  1.3 Tujuan dan Manfaat .......................................................................... 3
    1.3.1 Tujuan ...................................................................................... 3
    1.3.2 Manfaat .................................................................................... 3
  1.4 Metodologi ......................................................................................... 4
  1.5 Sistematika Penulisan ....................................................................... 5

BAB 2 LANDASAN TEORI .......................................................................... 7
  2.1 Deskripsi Teori .................................................................................. 7
    2.1.1 Graph .......................................................................................... 7
    2.1.2 Traveling Salesman Problem (TSP) .............................................. 9
      2.1.2.1 Definisi TSP ........................................................................ 9
      2.1.2.2 Algoritma - Algoritma untuk Memecahkan TSP .................. 11
      2.1.2.3 Aplikasi TSP ........................................................................ 18
        2.1.2.3.1 Aplikasi TSP dalam Bidang Transportasi dan Logistik .... 18
        2.1.2.3.2 Aplikasi TSP pada Bidang Penjadwalan ....................... 19
        2.1.2.3.3 Aplikasi TSP pada Bidang Antariksa ............................ 19
        2.1.2.3.4 Aplikasi TSP pada Bidang Elektronik .......................... 20
        2.1.2.3.5 Aplikasi TSP pada Bidang Biologi ............................... 20
        2.1.2.3.6 Aplikasi TSP pada Bidang Jaringan ............................ 20
    2.1.3 Artificial Neural Network atau Jaringan Syaraf Tiruan (JST) ....... 21
      2.1.3.1 Definisi JST ......................................................................... 21
      2.1.3.2 Sejarah Perkembangan JST .................................................. 21
      2.1.3.3 Artificial Neuron dan Bobot Interkoneksi ........................... 22
      2.1.3.4 Konsep Belajar dalam JST .................................................... 23
      2.1.3.5 Lapisan dalam JST ............................................................... 24
      2.1.3.6 Model JST ........................................................................... 25
      2.1.3.7 Aplikasi JST ........................................................................ 28
    2.1.4 Hopfield Network ......................................................................... 29
      2.1.4.1 Sejarah Hopfield Network ..................................................... 29
      2.1.4.2 Definisi Hopfield Network ................................................... 29
      2.1.4.3 Aplikasi Hopfield Network .................................................. 30
      2.1.4.4 Rumus - rumus yang Digunakan dalam Hopfield Network .... 31
        2.1.4.4.1 Penggunaan Hebbian Learning (HL) dalam Hopfield Network ... 31
        2.1.4.4.2 Pengaruh HL terhadap Kestabilan Pola dan Minimisasi Energi ... 33

vi
2.2 Penerapan Hopfield Network dalam Penyelesaian TSP .................................................. 34
2.3 Penelitian yang Relevan ....................................................................................................... 35

BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN ................................................................................. 377
3.1 Gambaran Umum TSP dan Kesulitan Permasalahannya ............................................... 377
3.2 Alternatif Pemecahan Masalah ......................................................................................... 40
3.3 Perancangan Program Aplikasi ....................................................................................... 41
   3.3.1 Penerapan Hopfield Network dalam Penyelesaian TSP ........................................ 41
   3.3.2 Modul-Modul yang Digunakan .................................................................................. 44
   3.3.3 Cara Kerja Program Aplikasi ................................................................................... 55
   3.3.4 Perancangan Layar .................................................................................................... 56
   3.3.5 Bagan Transisi Antar Layar ...................................................................................... 63

BAB 4 PENGUJIAN PROGRAM DAN HASIL PENGUJIAN ..................................................... 66
4.1. Spesifikasi Komputer yang Digunakan ........................................................................... 66
4.2. Evaluasi Program Aplikasi ............................................................................................. 67

BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN ............................................................................................ 98
5.1 Simpulan .......................................................................................................................... 98
5.2 Saran .................................................................................................................................. 99

DAFTAR PUSTAKA .............................................................................................................. 100
DAFTAR RIWAYAT HIDUP ................................................................................................... 102
LAMPIRAN ............................................................................................................................ L1
<table>
<thead>
<tr>
<th>No.</th>
<th>Tabel Judul</th>
<th>Halaman</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>3.1</td>
<td>Banyaknya Kombinasi TSP dari n Kota</td>
<td>39</td>
</tr>
<tr>
<td>4.1</td>
<td>Hasil Pengujian TSP 10 kota untuk $D = 1.0$</td>
<td>68</td>
</tr>
<tr>
<td>4.2</td>
<td>Hasil Pengujian TSP 10 kota untuk $D = 1.5$</td>
<td>69</td>
</tr>
<tr>
<td>4.3</td>
<td>Hasil Pengujian TSP 10 kota untuk $D = 2.0$</td>
<td>70</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4</td>
<td>Hasil Pengujian TSP 10 kota untuk $D = 2.5$</td>
<td>71</td>
</tr>
<tr>
<td>4.5</td>
<td>Hasil Pengujian TSP 10 kota untuk $D = 3.0$</td>
<td>72</td>
</tr>
<tr>
<td>4.6</td>
<td>Hasil Pengujian TSP 15 kota untuk $D = 1.0$</td>
<td>73</td>
</tr>
<tr>
<td>4.7</td>
<td>Hasil Pengujian TSP 15 kota untuk $D = 1.5$</td>
<td>74</td>
</tr>
<tr>
<td>4.8</td>
<td>Hasil Pengujian TSP 15 kota untuk $D = 2.0$</td>
<td>75</td>
</tr>
<tr>
<td>4.9</td>
<td>Hasil Pengujian TSP 15 kota untuk $D = 2.5$</td>
<td>76</td>
</tr>
<tr>
<td>4.10</td>
<td>Hasil Pengujian TSP 15 kota untuk $D = 3.0$</td>
<td>77</td>
</tr>
<tr>
<td>4.11</td>
<td>Hasil Pengujian TSP 20 kota untuk $D = 1.0$</td>
<td>78</td>
</tr>
<tr>
<td>4.12</td>
<td>Hasil Pengujian TSP 20 kota untuk $D = 1.5$</td>
<td>79</td>
</tr>
<tr>
<td>4.13</td>
<td>Hasil Pengujian TSP 20 kota untuk $D = 2.0$</td>
<td>80</td>
</tr>
<tr>
<td>4.14</td>
<td>Hasil Pengujian TSP 20 kota untuk $D = 2.5$</td>
<td>81</td>
</tr>
<tr>
<td>4.15</td>
<td>Hasil Pengujian TSP 25 kota untuk $D = 1.0$</td>
<td>82</td>
</tr>
<tr>
<td>4.16</td>
<td>Hasil Pengujian TSP 25 kota untuk $D = 1.5$</td>
<td>83</td>
</tr>
<tr>
<td>4.17</td>
<td>Hasil Pengujian TSP 25 kota untuk $D = 2.0$</td>
<td>84</td>
</tr>
<tr>
<td>4.18</td>
<td>Hasil Pengujian TSP 25 kota untuk $D = 2.5$</td>
<td>85</td>
</tr>
<tr>
<td>4.19</td>
<td>Hasil Pengujian TSP 25 kota untuk $D = 3.0$</td>
<td>86</td>
</tr>
<tr>
<td>4.20</td>
<td>Hasil Pengujian TSP 25 kota untuk $D = 3.0$</td>
<td>87</td>
</tr>
<tr>
<td>4.21</td>
<td>Persentase Pengujian Validitas dan Konvergensi untuk $D = 1.0$</td>
<td>88</td>
</tr>
<tr>
<td>4.22</td>
<td>Persentase Pengujian Validitas dan Konvergensi untuk $D = 1.5$</td>
<td>89</td>
</tr>
<tr>
<td>4.23</td>
<td>Persentase Pengujian Validitas dan Konvergensi untuk $D = 2.0$</td>
<td>90</td>
</tr>
<tr>
<td>4.24</td>
<td>Persentase Pengujian Validitas dan Konvergensi untuk $D = 2.5$</td>
<td>91</td>
</tr>
<tr>
<td>4.25</td>
<td>Persentase Pengujian Validitas dan Konvergensi untuk $D = 3.0$</td>
<td>92</td>
</tr>
</tbody>
</table>
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Undirected Graph ................................................................................................. 8
Gambar 2.2 Directed Graph ....................................................................................................... 8
Gambar 2.3 Input ........................................................................................................................ 9
Gambar 2.4 Output ....................................................................................................................... 9
Gambar 2.5 Model Sel Syaraf Tiruan ....................................................................................... 23
Gambar 2.6 Model Hopfield Network .................................................................................... 30
Gambar 2.7 Fungsi Aktifasi (sgn(x)) ...................................................................................... 34
Gambar 3.1 Kombinasi kemungkinan solusi ATSP untuk 4 kota ............................................ 38
Gambar 3.2 Kombinasi kemungkinan solusi TSP untuk 4 kota ............................................. 38
Gambar 3.3 Representasi matriks ............................................................................................ 41
Gambar 3.4 Tampilan Layar Utama .......................................................................................... 56
Gambar 3.5 Tampilan Layar Start ............................................................................................ 57
Gambar 3.6 Tampilan Layar Parameter .................................................................................... 58
Gambar 3.7 Tampilan Layar Output Angka .............................................................................. 59
Gambar 3.8 Tampilan Layar Output Lingkaran ........................................................................ 60
Gambar 3.9 Tampilan Layar Plot Cost Function ...................................................................... 61
Gambar 3.10 Tampilan Layar Stop ............................................................................................ 62
Gambar 3.11 Bagian Transisi dari Menu Utama .................................................................... 63
Gambar 3.12 Bagian Transisi dari SubMenu Parameter .......................................................... 64
Gambar 3.13 Bagian Transisi dari SubMenu Output ............................................................... 65
Gambar 3.14 Bagian Transisi dari SubMenu Plot Cost Function .............................................. 65
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Nilai $D$ dengan Persentase Validitas Path dan Konvergensi untuk 10 Kota ......................................................................................... 93
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Nilai $D$ dengan Persentase Validitas Path dan Konvergensi untuk 15 Kota ......................................................................................... 94
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Nilai $D$ dengan Persentase Validitas Path dan Konvergensi untuk 20 Kota ......................................................................................... 95
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Nilai $D$ dengan Persentase Validitas Path dan Konvergensi untuk 25 Kota ......................................................................................... 96
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Koding .............................................................. L1