

**DAFTAR ISI**

|   |      |
|---|------|
| LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....                 | iii  |
| PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI .....                      | iv   |
| SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS .....           | v    |
| ABSTRAK .....   | viii |
| ABSTRACT .....  | ix   |
| DAFTAR ISI.....                                       | x    |
| DAFTAR TABEL.....                                     | xiii |
| DAFTAR GAMBAR .....                                   | xv   |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                 | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN .....                               | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                              | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                             | 3    |
| 1.3 Tujuan.....                                       | 4    |
| 1.4 Manfaat.....                                      | 4    |
| 1.5 Batasan Masalah .....                             | 4    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....                          | 6    |
| 2.1 Penyakit Difteri.....                             | 6    |
| 2.2 Jaringan Syaraf Tiruan.....                       | 6    |
| 2.3 Identifikasi Sistem .....                         | 7    |
| 2.4 Peramalan.....                                    | 7    |
| 2.5 Model Penyakit Difteri .....                      | 8    |
| 2.6 Metode Euler.....                                 | 10   |
| 2.7 Metode Rung Kutte.....                            | 11   |
| 2.8 Mean Absolute <i>Error</i> (MAE) .....            | 11   |
| 2.9 Normalisasi dan Denormalisasi Data.....           | 12   |
| 2.10 Algoritma Kelelawar.....                         | 13   |
| 2.11 Algoritma Backropagation.....                    | 14   |
| 2.12 Microsoft Visual Basic 6.0 .....                 | 19   |
| 2.13 Mean Magnitude Relative <i>Error</i> (MMRE)..... | 19   |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....                    | 20   |

|  |     |
|--|-----|
| BAB IV PEMBAHASAN.....   | 29  |
| 4.1 Data Penyebaran Penyakit Difteri .....   | 29  |
| 4.2 Prosedur Identifikasi Model untuk Peramalan Penyebaran Penyakit<br>Difteri Menggunakan Algoritma Kelelawar dan Jaringan Syaraf<br><i>Backpropagation</i> .....             | 30  |
| 4.2.1 Proses Estimasi Parameter .....  | 30  |
| 4.2.2 Proses Diskritisasi Model .....  | 38  |
| 4.2.3 Proses Normalisasi Data .....  | 39  |
| 4.2.4 Proses Pelatihan Data untuk Identifikasi Model.....  | 40  |
| 4.2.5 Proses Validasi Model .....  | 47  |
| 4.2.6 Proses Pelatihan Data untuk Peramalan.....   | 49  |
| 4.2.7 Proses Hasil Peramalan.....  | 51  |
| 4.2.8 Proses Validasi.....   | 52  |
| 4.3 Perhitungan Manual Identifikasi Model untuk Peramalan Penyebaran<br>Penyakit Difteri Menggunakan Algoritma Kelelawar dan Jaringan Syaraf<br><i>Backpropagation</i> .....   | 52  |
| 4.3.1 Proses Estimasi Menggunakan Algoritma Kelelawar .....  | 53  |
| 4.3.2 Proses Identifikasi Model Menggunakan Jaringan Syaraf<br><i>Backpropagation</i> .....  | 64  |
| 4.3.3 Proses Peramalan Menggunakan Jaringan Syaraf <i>Backpropagation</i> .  | 78  |
| 4.4 Implementasi Program Identifikasi Model untuk Peramalan Penyebaran<br>Penyakit Difteri Menggunakan Algoritma Kelelawar dan Jaringan Syaraf<br><i>Backpropagation</i> ..... | 86  |
| BAB V PENUTUP.....   | 98  |
| 5.1 Kesimpulan .....   | 98  |
| 5.2 Saran .....  | 99  |
| DAFTAR PUSTAKA .....   | 100 |

## DAFTAR TABEL

| Nomor | Judul Tabel  | Halaman |
|-------|--|---------|
| 2.1   | Daftar Kompartemen Model Matematika                    | 8       |
| 2.2   | Daftar Parameter                                       | 8       |
| 4.1   | Data Penyebaran Penyakit Difteri                       | 28      |
| 4.2   | Data Penyebaran Penyakit Difteri Tahun 2013            | 51      |
| 4.3a  | Posisi Awal Kelelawar                                  | 52      |
| 4.3b  | Kecepatan Awal Kelelawar                               | 52      |
| 4.4   | Nilai Awal Perhitungan Solusi Numerik                  | 52      |
| 4.5   | Hasil Perhitungan Solusi Numerik Kelelawar ( $x_1$ )   | 54      |
| 4.6   | Hasil Solusi Numerik Kelelawar ( $x_1$ )               | 55      |
| 4.7   | Nilai Fungsi Tujuan                                    | 56      |
| 4.8   | Nilai $\lambda$  | 56      |
| 4.9   | Nilai Frekuensi  | 57      |
| 4.10  | Kecepatan Baru Kelelawar                               | 58      |
| 4.11  | Posisi Baru Kelelawar                                  | 58      |
| 4.12  | Fungsi Tujuan Solusi Baru                              | 59      |
| 4.13  | Nilai Acak dan <i>Pulse Rate</i>                       | 59      |
| 4.14  | Nilai Epsilon untuk Parameter                          | 60      |
| 4.15  | Hasil <i>Localsearch</i>                               | 60      |
| 4.16  | Nilai Acak   | 61      |
| 4.17  | Perbandingan Fungsi Tujuan Lama dan Fungsi Tujuan Baru | 61      |
| 4.18a | Posisi Akhir Kelelawar                                 | 62      |
| 4.18b | Parameter Terbaik                                      | 62      |
| 4.19  | Hasil Normalisasi Data Tahun 2013                      | 65      |
| 4.20a | Pola Data Pelatihan Populasi Rentan                    | 66      |
| 4.20b | Pola Data Pelatihan Populasi Terinfeksi                | 66      |
| 4.20c | Pola Data pelatihan Populasi yang telah Sembuh         | 67      |
| 4.21a | Bobot dan Bias Awal Lapisan 1 Populasi S               | 68      |

| Nomor | Judul Tabel  | Halaman |
|-------|--|---------|
| 4.21b | Bobot dan Bias Awal Lapisan 1 Populasi I                               | 68      |
| 4.21c | Bobot dan Bias Awal Lapisan 1 Populasi R                               | 68      |
| 4.22a | Bobot dan Bias Awal Lapisan 2 Populasi S                               | 69      |
| 4.22b | Bobot dan Bias Awal Lapisan 2 Populasi I                               | 69      |
| 4.22c | Bobot dan Bias Awal Lapisan 2 Populasi R                               | 69      |
| 4.23  | Hasil Perhitungan  | 70      |
| 4.24  | Hasil <i>Backpropagation Error</i>                                     | 71      |
| 4.25a | Hasil Perhitungan Proses Pembaruan Bobot dan Bias Lapisan 1 Populasi S | 72      |
| 4.25b | Hasil Perhitungan Proses Pembaruan Bobot dan Bias Lapisan 2 Populasi S | 73      |
| 4.26  | Nilai MSE  | 74      |
| 4.27  | Hasil Denormalisasi  | 75      |
| 4.28  | Pola Data Peatihan Populasi S  | 76      |
| 4.29  | Hasil Proses <i>Feedforward</i>  | 78      |
| 4.30  | Hasil Perhitungan <i>Backpropagation Error</i>                         | 79      |
| 4.31a | Hasil Perhitungan Proses Pembaruan Bobot dan Bias Lapisan 1 Populasi S | 80      |
| 4.31b | Hasil Perhitungan Proses Pembaruan Bobot dan Bias Lapisan 2 Populasi S | 80      |
| 4.32  | Nilai MSE  | 81      |
| 4.33  | Pola Data Populasi S   | 82      |
| 4.34  | Hasil Perhitungan  | 83      |
| 4.35  | Hasil Denormalisasi Data dan Data Aktual                               | 83      |
| 4.36  | Hasil Estimasi Parameter Terbaik                                       | 85      |
| 4.37a | Bobot dan Bias Awal Lapisan 1 Populasi S                               | 87      |
| 4.37b | Bobot dan Bias Awal Lapisan 2 Populasi S                               | 87      |
| 4.37c | Bobot dan Bias Awal Lapisan 1 Populasi I                               | 88      |
| 4.37d | Bobot dan Bias Awal Lapisan 2 Populasi I                               | 88      |
| 4.37e | Bobot dan Bias Awal Lapisan 1 Populasi R                               | 88      |

| Nomor | Judul Tabel                                 | Halaman |
|-------|---|---------|
| 4.37f | Bobot dan Bias Awal Lapisan 2 Populasi R    | 88      |
| 4.38a | Bobot dan Bias Optimal Lapisan 1 Populasi S | 89      |
| 4.38b | Bobot dan Bias Optimal Lapisan 2 Populasi S | 89      |
| 4.38c | Bobot dan Bias Optimal Lapisan 1 Populasi I | 89      |
| 4.38d | Bobor dan Bias Optimal Lapisan 2 Populasi I | 89      |
| 4.38e | Bobot dan Bias Optimal Lapisan 1 Populasi R | 90      |
| 4.38f | Bobot dan Bias Optimal Lapisan 2 Populasi R | 90      |
| 4.39a | Bobot dan Bias Optimal Lapisan 1 Populasi S | 92      |
| 4.39b | Bobot dan Bias Optimal Lapisan 2 Populasi S | 92      |
| 4.39c | Bobot dan Bias Optimal Lapisan 1 Populasi I | 92      |
| 4.39d | Bobor dan Bias Optimal Lapisan 2 Populasi I | 92      |
| 4.39e | Bobot dan Bias Optimal Lapisan 1 Populasi R | 93      |
| 4.39f | Bobot dan Bias Optimal Lapisan 2 Populasi R | 93      |

**DAFTAR GAMBAR**

| Nomor | Judul Gambar  | Halaman |
|-------|---|---------|
| 2.1   | Diagram Transfer Penyebaran Penyakit Difteri              | 9       |
| 2.2   | Arsitektur Jaringan Syaraf <i>Backpropagation</i>         | 14      |
| 3.1   | Flowchart identifikasi dan peramalan                      | 24      |
| 3.2   | Flowchart Algoritma Kelelawar                             | 25      |
| 3.3   | Flowchart <i>Backpropagation</i>                          | 27      |
| 4.1   | Prosedur Identifikasi Model untuk Peramalan               | 29      |
| 4.2   | Prosedur Estimasi Parameter                               | 30      |
| 4.3   | Prosedur Input Data                                       | 30      |
| 4.4   | Prosedur Inisialisasi Parameter                           | 31      |
| 4.5   | Prosedur Pembangkitan Posisi dan Kecepatan Awal Kelelawar | 32      |
| 4.6   | Prosedur Evaluasi Fungsi Tujuan                           | 33      |
| 4.7   | Prosedur <i>Global Step</i>                               | 34      |
| 4.8   | Prosedur <i>Localsearch</i>                               | 35      |
| 4.9   | Prosedur Update <i>pulserate</i> dan <i>Loudness</i>      | 36      |
| 4.10  | Prosedur Solusi Terbaik                                   | 37      |
| 4.11  | Prosedur Normalisasi Data                                 | 39      |
| 4.12  | Prosedur Pelatihan Data                                   | 39      |
| 4.13  | Prosedur Inisialisasi Parameter                           | 40      |
| 4.14  | Prosedur Input Data Pelatihan                             | 41      |
| 4.15  | Prosedur <i>Feedforward</i>                               | 42      |
| 4.16  | Prosedur <i>Backpropagation Error</i>                     | 44      |
| 4.17  | Prosedur Pembaruan Bobot dan Bias                         | 45      |
| 4.18  | Prosedur Perhitungan MSE                                  | 46      |
| 4.19  | Prosedur Validasi Model                                   | 46      |
| 4.20  | Prosedur Dnormalisasi Data                                | 47      |
| 4.21  | Prosedur Perhitungan Error                                | 47      |
| 4.22  | Prosedur Pelatihan Data untuk Peramalan                   | 48      |

| Nomor | Judul Gambar                         | Halaman |
|-------|--------------------------------------|---------|
| 4.23  | Prosedur Input Data Peramalan        | 49      |
| 4.24  | Prosedur Perhitungan Peramalan       | 50      |
| 4.25a | Hasil Simulasi Parameter Populasi S  | 86      |
| 4.25b | Hasil Simulasi Parameter Populasi I  | 86      |
| 4.25c | Hasil Simulasi Parameter Populasi R  | 87      |
| 4.26a | Grafik Identifikasi Model Populasi S | 90      |
| 4.26b | Grafik Identifikasi Model Populasi I | 91      |
| 4.26c | Grafik Identifikasi Model Populasi R | 91      |
| 4.27a | Grafik Hasil Peramalan Populasi S    | 94      |
| 4.27b | Grafik Hasil Peramalan Populasi I    | 94      |
| 4.27c | Grafik Hasil Peramalan Populasi R    | 95      |

## DAFTAR LAMPIRAN

| Nomor | Judul Lampiran                                     |
|-------|--|
| 1     | Data Penyebaran Penyakit Difteri                   |
| 2     | Data Proporsi Penyebaran Penyakit Difteri          |
| 3     | Prosedur Konversi Parameter Menjadi Bobod dan Bias |
| 4     | <i>Source Code</i> Program                         |
| 5     | Hasil Percobaan                                    |
| 6     | Denormalisasi Data Percobaan Terbaik               |
| 7     | Tampilan Program                                   |