

**PENENTUAN DURASI NYALA LAMPU LALU LINTAS  
BERDASARKAN PANJANG ANTRIAN KENDARAAN  
MENGGUNAKAN METODE *BACKPROPAGATION***

**SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:  
Shibron Arby Azizy  
NIM: 145150200111168



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018

# PENGESAHAN

PENENTUAN DURASI NYALA LAMPU LALU LINTAS BERDASARKAN PANJANG  
ANTRIAN KENDARAAN MENGGUNAKAN METODE BACKPROPAGATION

## SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :  
Shibron Arby Azizy  
NIM: 145150200111168

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
19 Januari 2018  
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Imam Cholissodin, S.Si, M.Kom  
NIK: 2012018507191001



Eddy Santoso, S.Si, M.Kom  
NIP: 197404142003121004

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Tri Astptokurniawan, S.T, M.T, Ph.D  
NIP. 197105182003121001 *yl*

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 19 Januari 2018



Shibron Arby Azizy

NIM: 145150200111168

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan, karena berkat rahmat dan hidayah dari Tuhan Yang Maha Esa, penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul “Penentuan Durasi Nyala Lampu Lalu Lintas Berdasarkan Panjang Antrian Kendaraan Menggunakan Metode Backpropagation” dengan baik dan tepat waktu.

Skripsi merupakan salah satu mata kuliah yang wajib ditempuh oleh mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Komputer. Dengan adanya skripsi ini diharapkan mahasiswa dapat menerapkan ilmu yang didapat yang dipelajari semasa kuliah dan memberikan manfaat yang berkelanjutan bagi masyarakat melalui penelitian yang dikerjakan oleh mahasiswa.

Melalui kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan banyak terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama proses penggerjaan skripsi, diantaranya:

1. Ayah tercinta Drs. Ali Masrup, dan Ibunda tercinta Dra. Hanifatul Mukarramah selaku kedua orang tua penulis serta Kakak kandung Zulfa Arda Ani, S.AP dan Adik kandung Heppy Lativa Dinar yang tak henti-hentinya mendo'akan, memberi kasih sayang serta dukungan baik moril maupun materiil dari awal masuk kuliah hingga selesai penggerjaan skripsi ini.
2. Bapak Imam Cholissodin, S.Si, M.Kom selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Edy Santoso, S.Si, M.Kom selaku Dosen Pembimbing II yang dengan sabar memberikan arahan, bimbingan, ilmu, saran, dan kritik selama penyusunan laporan dan penggerjaan skripsi ini.
3. Bapak Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si, M.T, Ph.D selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang yang telah memberikan kesempatan untuk pelaksanaan skripsi.
4. Bapak Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang yang telah memberikan kesempatan untuk pelaksanaan skripsi.
5. Bapak dan ibu dosen serta seluruh staf Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya yang telah mendidik serta membantu penulis selama perkuliahan dan memberi inspirasi dalam penggerjaan skripsi ini.
6. Teman-teman Himpunan Mahasiswa Informatika khususnya teman seperjuangan angkatan 2014 yang telah memberikan ilmu dan mencari pengalaman, tempat untuk mencari teman dan sahabat di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya, serta membantu dalam penyusunan laporan skripsi ini.
7. Holiyanda Husada dan Rayhan Tsani Putra sebagai partner penggerjaan skripsi yang saling memberikan dukungan, masukan, motivasi, dan memberikan semangat dalam penggerjaan skripsi.
8. Binariyanto Aji dan Aditya Wisnu Jati Kusumo sebagai sahabat yang selalu memberikan pertimbangan, masukan, hiburan, dan meneman dalam penggerjaan skripsi dan penyusunan laporan ini.

9. Nanang Dwi Irawan, Fajar Dwi Prasetyo, Yusuf Firmansyah, Riyandri Erwan Triantono, Sekar Bitari, Bella Rosita, dan Dirda Ayu Sabrina, sahabat tercinta yang tak henti-hentinya memberikan pertimbangan, saran, kritik, dan masukan kepada penulis sehingga menjadi orang yang tangguh semasa perkuliahan hingga terselesaikannya pengerjaan skripsi ini.

Semoga jasa dan amal baik mendapatkan balasan dari Tuhan Yang Maha Esa. Dan semoga penulisan laporan skripsi ini bermanfaat baik untuk pembaca, dan pengembangan penelitian selanjutnya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dan tidak terlepas dari kekurangan dan kesalahan karena keterbatasan materi, kemampuan, pengalaman, dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang bersifat membangun, penulis harapkan untuk penyempurnaan skripsi ini dapat disampaikan melalui email penulis.

Malang, 5 Januari 2018



Penulis

shibronazizy@student.ub.ac.id

## ABSTRAK

Lalu lintas merupakan salah satu lokasi dimana orang-orang menghabiskan waktunya. Saat ini dengan pertumbuhan kendaraan yang semakin pesat membuat kondisi lalu lintas di Indonesia semakin padat setiap harinya. Salah satu cara untuk menguraikan kepadatan lalu lintas adalah dengan adanya lampu lalu lintas. Namun, kinerja lampu lalu lintas saat ini dirasa kurang optimal dikarenakan penentuan durasi waktu lalu lintas yang masih statis berdasarkan waktu tertentu. Maka dari itu dibutuhkan suatu sistem yang dapat menentukan waktu, sehingga waktu pada lampu lalu lintas dapat lebih dinamis berdasarkan kondisi lalu lintas. Penelitian ini menggunakan metode *backpropagation* untuk menentukan durasi nyala lampu lalu lintas berdasarkan panjang antrian kendaraan. Pada metode ini digunakan sebuah *input layer*, sebuah *hidden layer*, dan sebuah *output layer*. Hasil dari solusi diukur menggunakan rumus *Root Means Square Error (RMSE)*. Data dibagi menjadi data latih dan data uji. Data latih dingunakan untuk melakukan pengujian. Hasil dari pengujian data latih didapatkan bahwa fungsi aktivasi yang cocok adalah fungsi Linear dengan  $a = 3$ , iterasi yang optimal didapatkan ketika iterasi 10, jumlah node pada *hidden layer* yang optimal adalah 2, dan nilai learning rate yang optimal adalah 0,02. Hasil evaluasi yang diperoleh ketika memproses data uji menggunakan fungsi aktivasi, jumlah iterasi, jumlah *node* pada *hidden layer*, dan nilai *learning rate* yang optimal menghasilkan nilai *RMSE* sebesar 0,090258.

Kata Kunci: lalu lintas, lampu lalu lintas, penentuan, *backpropagation*, *RMSE*

## **ABSTRACT**

*Traffic is one location where people spend a lot of time. Currently with the rapid growth of vehicles makes conditions in Indonesia is getting crowded every day. One way to solve this problem is with traffic lights. However, the current traffic light performance is considered less than optimal. Therefore required a system that can determine the time, so the time at the traffic light can be more dynamic based on traffic conditions. This research uses backpropagation method to determine the duration of traffic lights based on queue lenght of vehicle. In this method is used an input layer, a hidden layer, and an output layer. The results of the solution are measured using the Root Means Square Error (RMSE). Data is divided into training data and test data. Training data is used to test. The result of the trained data test obtained is the Linear function with  $a = 3$ , the optimal iteration obtained at iteration 10, the optimal number of nodes in the hidden layer is 2, and the optimal value of learning rate is 0,02. The evaluation result when processing the test data using the optimal activation function, the optimal number of iterations, the optimal number of nodes in the hidden layer, and the optimal learning rate yields RMSE value of 0,0888978841028.*

*Keywords:* tarffic, traffic light, determining, backpropagation, RMSE

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| PENGESAHAN .....                       | ii   |
| PERNYATAAN ORISINALITAS .....          | iii  |
| KATA PENGANTAR.....                    | iv   |
| ABSTRAK.....                           | vi   |
| <i>ABSTRACT</i> .....                  | vii  |
| DAFTAR ISI.....                        | viii |
| DAFTAR TABEL.....                      | xi   |
| DAFTAR GAMBAR.....                     | xii  |
| DAFTAR KODE PROGRAM .....              | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                  | xiv  |
| BAB 1 PENDAHULUAN.....                 | 1    |
| 1.1 Latar Belakang.....                | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah.....               | 2    |
| 1.3 Tujuan .....                       | 2    |
| 1.4 Manfaat.....                       | 2    |
| 1.5 Batasan Masalah.....               | 3    |
| 1.6 Sistematika Pembahasan.....        | 3    |
| BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN .....       | 4    |
| 2.1 Kajian Pustaka .....               | 4    |
| 2.2 Lalu Lintas .....                  | 6    |
| 2.2.1 Permasalahan Lalu Lintas.....    | 6    |
| 2.2.2 Rambu Lalu Lintas .....          | 6    |
| 2.3 Lampu Lalu Lintas .....            | 7    |
| 2.3.1 Sistem Lampu Lalu Lintas .....   | 7    |
| 2.4 Jaringan Syaraf Tiruan.....        | 7    |
| 2.5 Backpropagation .....              | 8    |
| 2.5.1 Arsitektur Backpropagation ..... | 10   |
| 2.6 Fungsi Aktivasi.....               | 11   |
| 2.6.1 Binary Step Function .....       | 11   |
| 2.6.2 Linear Function.....             | 11   |
| 2.6.3 Sigmoid.....                     | 12   |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.6.4 Tanh.....   | 13        |
| 2.6.5 <i>Rectified Linear Unit (ReLU)</i> .....               | 13        |
| 2.6.6 <i>Leaky Rectified Linear Unit (Leaky ReLU)</i> .....   | 14        |
| 2.7 <i>Root Means Square Error (RMSE)</i> .....               | 14        |
| <b>BAB 3 METODOLOGI .....</b>                                 | <b>15</b> |
| 3.1 Studi Literatur .....                                     | 15        |
| 3.2 Analisis Kebutuhan.....                                   | 16        |
| 3.3 Pengumpulan Data.....                                     | 16        |
| 3.4 Perancangan Sistem.....                                   | 17        |
| 3.5 Implementasi Sistem.....                                  | 17        |
| 3.6 Pengujian Sistem .....                                    | 17        |
| 3.7 Penarikan Kesimpulan.....                                 | 17        |
| <b>BAB 4 PERANCANGAN.....</b>                                 | <b>18</b> |
| 4.1 Formulasi Permasalahan.....                               | 18        |
| 4.2 Perancangan Algoritme .....                               | 18        |
| 4.2.2 Proses Pembuatan Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan..... | 19        |
| 4.2.3 Proses Pelatihan.....                                   | 20        |
| 4.2.3.1 Proses Normalisasi Data.....                          | 22        |
| 4.2.3.2 Proses Feedforward .....                              | 22        |
| 4.2.3.3 Proses Backpropagation.....                           | 25        |
| 4.2.3.4 Proses Weight Updating .....                          | 26        |
| 4.2.4 Proses Penentuan Durasi Nyala Lampu Lalu Lintas .....   | 27        |
| 4.2.5 Proses Denormalisasi Data.....                          | 29        |
| 4.3 Perancangan Pengujian .....                               | 29        |
| 4.3.1 Pengujian Fungsi Aktivasi .....                         | 30        |
| 4.3.2 Pengujian Jumlah Iterasi .....                          | 30        |
| 4.3.3 Pengujian Jumlah <i>Node Hidden Layer</i> .....         | 31        |
| 4.3.4 Pengujian Nilai <i>Learning Rate</i> .....              | 32        |
| 4.4 Perhitungan Manual .....                                  | 32        |
| 4.5 Pengambilan Keputusan .....                               | 41        |
| <b>BAB 5 IMPLEMENTASI .....</b>                               | <b>42</b> |
| 5.1 Spesifikasi Sistem.....                                   | 42        |
| 5.1.1 Spesifikasi Perangkat Keras.....                        | 42        |

|  |    |
|--|----|
| 5.1.2 Spesifikasi Perangkat Lunak .....  | 42 |
| 5.2 Batasan Implementasi .....   | 42 |
| 5.3 Implementasi Algoritme .....   | 43 |
| 5.3.1 Implementasi Pelatihan .....   | 43 |
| 5.3.2 Implementasi Normalisasi Data .....  | 45 |
| 5.3.3 Implementasi <i>Feedforward</i> .....                                      | 45 |
| 5.3.4 Implementasi <i>Backpropagation</i> .....                                  | 47 |
| 5.3.5 Implementasi <i>Weight Updating</i> .....                                  | 48 |
| 5.3.6 Implementasi Penentuan Durasi Nyala Lampu.....                             | 49 |
| 5.3.7 Implementasi Denormalisasi Data .....                                      | 51 |
| BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS.....  | 52 |
| 6.1 Pengujian Fungsi Aktivasi.....   | 52 |
| 6.1.1 Pengujian Konstanta $\alpha$ .....   | 53 |
| 6.2 Pengujian Jumlah Iterasi .....   | 55 |
| 6.3 Pengujian Jumlah Node Pada <i>Hidden Layer</i> .....                         | 56 |
| 6.4 Pengujian Nilai Learning Rate .....  | 58 |
| BAB 7 PENUTUP .....  | 60 |
| 7.1 Kesimpulan.....  | 60 |
| 7.2 Saran .....  | 60 |
| DAFTAR PUSTAKA.....  | 61 |
| LAMPIRAN A HASIL PENENTUAN DURASI NYALA LAMPU DI KEEMPAT RUAS PERSIMPANGAN ..... | 63 |
| LAMPIRAN B SURAT PERMOHONAN VALIDASI DATA.....                                   | 65 |
| LAMPIRAN C DATA LATIH DAN DATA UJI .....   | 66 |

## **DAFTAR TABEL**

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1 Kajian Pustaka .....                                 | 4  |
| Tabel 4.1 Perancangan Pengujian Fungsi Aktivasi .....          | 30 |
| Tabel 4.2 Perancangan Pengujian Jumlah Iterasi.....            | 31 |
| Tabel 4.3 Perancangan Pengujian Jumlah Node Hidden Layer.....  | 31 |
| Tabel 4.4 Perancangan Pengujian Nilai Learning Rate.....       | 32 |
| Tabel 4.5 Data Sebelum Normalisasi .....                       | 33 |
| Tabel 4.6 Data Setelah Normalisasi .....                       | 34 |
| Tabel 4.7 Bobot Awal Diberi Nilai Acak.....                    | 35 |
| Tabel 4.8 Bobot Hasil Proses Weight Updating Pertama.....      | 39 |
| Tabel 6.1 Pengujian Fungsi Aktivasi .....                      | 52 |
| Tabel 6.2 Pengujian Konstanta a.....                           | 54 |
| Tabel 6.3 Pengujian Jumlah Iterasi .....                       | 55 |
| Tabel 6.4 Pengujian Jumlah Node Pada <i>Hidden Layer</i> ..... | 57 |
| Tabel 6.5 Pengujian Nilai <i>Learning Rate</i> .....           | 58 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1 Lampu Lalu Lintas.....  | 7  |
| Gambar 2.2 Gambaran Umum Jaringan Syaraf Tiruan .....                        | 8  |
| Gambar 2.3 Jaringan Syaraf Tiruan .....                                      | 8  |
| Gambar 2.4 Arsitektur Backpropagation .....                                  | 11 |
| Gambar 2.5 Grafik Fungsi <i>Binary Step</i> .....                            | 11 |
| Gambar 2.6 Grafik Fungsi <i>Linear</i> .....                                 | 12 |
| Gambar 2.7 Grafik Fungsi <i>Sigmoid</i> .....                                | 12 |
| Gambar 2.8 Grafik Fungsi <i>Tanh</i> .....                                   | 13 |
| Gambar 2.9 Grafik Fungsi <i>ReLU</i> .....                                   | 14 |
| Gambar 2.10 Grafik Fungsi <i>Leaky ReLU</i> .....                            | 14 |
| Gambar 3.1 Metodologi Penelitian.....  | 15 |
| Gambar 4.1 Diagram Alir Program.....   | 19 |
| Gambar 4.2 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan .....                           | 20 |
| Gambar 4.3 Diagram Alir Proses Pelatihan .....                               | 21 |
| Gambar 4.4 Diagram Alir Proses Normalisasi .....                             | 22 |
| Gambar 4.5 Diagram Alir Proses <i>Feedforward</i> .....                      | 23 |
| Gambar 4.6 Diagram Alir Proses Perhitungan Nilai <i>Y</i> .....              | 24 |
| Gambar 4.7 Diagram Alir Proses <i>Backpropagation</i> .....                  | 26 |
| Gambar 4.8 Diagram Alir Proses <i>Weight Updating</i> .....                  | 27 |
| Gambar 4.9 Diagram Alir Proses Penentuan Durasi Nyala Lampu Lalu Lintas .... | 28 |
| Gambar 4.10 Diagram Alir Proses Denormalisasi Data.....                      | 29 |
| Gambar 6.1 Grafik Pengujian Fungsi Aktivasi .....                            | 53 |
| Gambar 6.2 Hasil Pengujian Konstanta <i>a</i> .....                          | 54 |
| Gambar 6.3 Grafik Pengujian Jumlah Iterasi.....                              | 56 |
| Gambar 6.4 Grafik Pengujian Jumlah Node pada <i>Hidden Layer</i> .....       | 57 |
| Gambar 6.5 Grafik Pengujian Nilai <i>Learning Rate</i> .....                 | 59 |

## **DAFTAR KODE PROGRAM**

|  |    |
|--|----|
| Kode Program 5.1 Proses Pelatihan .....                    | 44 |
| Kode Program 5.2 Proses Normalisasi Data.....              | 45 |
| Kode Program 5.3 Proses <i>Feedforward</i> .....           | 46 |
| Kode Program 5.4 Proses <i>Backpropagation</i> .....       | 48 |
| Kode Program 5.5 Proses <i>Weight Updating</i> .....       | 49 |
| Kode Program 5.6 Proses Penentuan Durasi Nyala Lampu ..... | 50 |
| Kode Program 5.7 Proses Denormalisasi Data.....            | 51 |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

|   |    |
|---|----|
| LAMPIRAN A HASIL PENENTUAN DURASI NYALA LAMPU DI KEEMPAT RUAS PERSIMPANGAN..... | 63 |
| LAMPIRAN B SURAT PERMOHONAN VALIDASI DATA.....                                  | 65 |
| LAMPIRAN C DATA LATIH DAN DATA UJI.....   | 66 |