|  |
| --- |
| **Kelas C** |

**LAPORAN PRAKTIKUM**

**Analisis Runtun Waktu**

**Modul 8: *Extreme Learning Machine***



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nama Praktikan** | **Nomor Mahasiswa** | **Tanggal Kumpul** | **Tanda Tangan**  **Praktikan** | |
| Dian Widya Lestari | 19611129 |  |  | |
|  |  |  |  |  |
| **Nama Penilai** | **Tanggal Koreksi** | **Nilai** | **Tanda tangan** | |
| **Asisten** | **Dosen** |
| Duhania Oktasya Mahara  Puspita Putri Nabilah |  |  |  |  |
| Mujiati Dwi Kartikasari, M.Sc |  |  |  |  |

**JURUSAN STATISTIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**YOGYAKARTA**

**2021**

Daftar Isi

Halaman sampul i

Daftar Isi ii

Daftar Tabel iii

Daftar Gambar iii

1 Pendahuluan 1

1.1 *Extreme Learning Machine* 1

1.1.1 Struktur Extreme Learning Machine (ELM) 1

1.2 Normalisasi Data 2

1.3 Proses *Training* 2

1.4 Proses Testing 3

2 Deskripsi Kerja 4

2.1 Studi Kasus 4

2.2 Langkah Kerja 4

3 Pembahasan 10

3.1 *Extreme Learning Machine* 10

*3.2* Analisis *Extreme Learning Machine* 12

3.2.1 Model Pertama Hidden Layer 1 12

3.2.2 Model Kedua Hidden Layer 3 13

3.2.3 Model Ketiga Hidden Layer 4 13

3.2.4 Model Kedua Hidden Layer 5 13

3.2.5 Model Ketiga Hidden Layer 6 13

3.2.6 Model Keempat Hidden Layer 7 13

3.2.7 Model Kelima Hidden Layer 8 13

3.2.8 Model Keenam Hidden Layer 9 13

4 Penutup 14

4.1 Kesimpulan 14

5 Daftar Pustaka 15

Daftar Tabel

**Tabel 2.1.** Contoh judul tabel. 3

Daftar Gambar

**Gambar 2.1.** Contoh judul gambar. 3

**Gambar 3.1.** Contoh judul gambar. 4

# Pendahuluan

## *Extreme Learning Machine*

*Extreme Learning Machine* (ELM) merupakan jenis jaringan syaraf tiruan dengan satu *hidden layer* (lapisan tersembunyi) yang disebut dengan *single hidden layer feedforward neural network (SLNs).* Metode ini memiliki kecepatan pembelajaran yang lebih cepat dibandingkan metode jaringan syaraf tiruan konvensional seperti *backpropagation*. Metode ELM dibuat untuk mengatasi kelemahan dari jaringan syaraf tiruan *(feedforward)* terutama dalam hal *learning speed.* Berikut adalah gambaran arsitektur jaringan syaraf tiruan *Extreme Learning Machine.*

### Struktur Extreme Learning Machine (ELM)

Diagram

Description automatically generated

Jaringan *feedforward* menggunakan parameter-parameter yang ditentukan secara manual seperti *input weight* dan bias. *Input weight* dan bias ini dibangkitkan secara acak dalam satu rentang tertentu, maka dari itu praktikan dalam hasil analisis akan mendapatkan hasil analisis yang berbeda setiap praktikan running sintaks dengan bantuan *R Studio*. Dengan nilai yang diacak tersebut dapat menghindari hasil prediksi yang tidak stabil.

Keterangan:

y = Nilai *output layer*

β = *Output weight*

X = *Input data* yang digunakan

W = Bobot *input*

n = Jumlah *input neuron*

## Normalisasi Data

Normalisasi data adalah metode *preprocessing* yang bertujuan untuk standarisasi seluruh data yang digunakan agar berada pada jarak tertentu. Salah satu metode yang dipakai yaitu dengan menggunakan metode *Min-Max Normalization*. Metode tersebut adalah metode normalisasi dengan melakukan transformasi linear terhadap data asli sehingga dihasilkan keseimbangan nilai perbandingan antar data saat sebelum dan sesudah proses.

Keterangan:

= Nilai normalisasi

= Nilai data aktual atau observasi

= Nilai minimum pada data aktual

= Nilai maksimum pada data aktual

= Nilai minimum baru

= Nilai maksimum baru

## Proses *Training*

Proses training harus dilalui sebelum melakukan proses prediksi. Tujuannya adalah untuk mendapatkan nilai output weight. Langkah-langkah proses training yaitu:

1. Langkah pertama adalah menginialisasi *weight* dan bias. Nilai ini diinsialisasi secara acak.
2. Tiap unit masukan menerima sinyal dan meneruskan sinyal tersebut ke semua unit pada *hidden layer*.

## Proses Testing

Pada proses ini bertujuan untuk mengevaluasi metode ELM dari hasil proses *training* sebelumnya.

# Deskripsi Kerja

## Studi Kasus

1. Gunakan data penumpang kereta api di Indonesia.
2. Lakukan analisis ELM dengan ketentuan berikut:
3. Pembagian *training* dan *testing* adalah 80%:20%.
4. Uji jumlah *neuron* pada *hidden layer* dengan menggunakan *neuron* 2-10.
5. Lanjutkan analisis ELM dengan jumlah *neuron* yang memberikan *error* terkecil dari kriteria b.

## Langkah Kerja

1. Pertama, praktikan lakukan *import data* ke dalam *R* dengan sintaks read.csv sebagai berikut.

Graphical user interface, text

Description automatically generated

1. Kemudian menentukan jumlah *data training* dan *test* dengan perbandingan rasio sebesar 80%:20%.

A picture containing calendar

Description automatically generated

1. Selanjutnya praktikan membuat model dengan hidden layer 2-10. Model pertama dengan hidden layer sebesar 2.

Text

Description automatically generated

1. Kemudian membuat model yang kedua dengan *hidden layer* sebesar 3 *neuron*.

Text

Description automatically generated

1. Berikutnya model ke tiga dengan *hidden layer* dengan banyak *neuron* 4.

Text

Description automatically generated

1. Lalu dibentuk model keempat dengan banyaknya *neuron* 5.

Text

Description automatically generated

1. Selanjutnya model ELM dibentuk dengan jumlah neuron 6.

Text

Description automatically generated

1. Selanjutnya membuat model keenam *hidden layer* dengan jumlah *neuron* sebanyak 7.

Text

Description automatically generated

1. Dibentuk model selanjutnya model ketujuh dengan hidden layer sebesar 8.

Text

Description automatically generated

1. Berikutnya dibentuk model kedelapan dengan *hidden layer* jumlah *neuron* 9.

Text

Description automatically generated

1. Dan bentuk model terakhir dengan *hidden layer* sebesar 10 *neuron* sebagai berikut.

Text

Description automatically generated

1. Terakhir menentukan nilai *error* dari pengukuran kesalahan dari model yang dibuat.
2. Setelah membuat model dengan *hidden layer* yang telah ditentukan, praktikan buat plot data aktual, *fitted value*, dan prediksi.

# Pembahasan

## *Extreme Learning Machine*

Sebelumnya praktikan telah memaparkan langkah kerja dalam analisis ELM. Pada bagian ini akan dijelaskan secara rinci mengenai pengerjaan studi kasus. Pertama, praktika memasukkan data KA ke dalam R. Data tersebut merupakan data time series dimana waktu yang diambil berurut mulai dari 2006-2015, berikut datanya.

**Table

Description automatically generated**

**Gambar 3.1**

Berdasarkan **Gambar 3.1** data Kereta Api memiliki tiga variabel yaitu tahun, bulan, dan total (penumpang), dengan banyaknya data sebesar 120. Dikarenakan data sudah terurut dari waktu terlama hingga terbaru, praktikan tidak perlu melakukan proses pengurutan data.

Selanjutnya praktikan melakukan proses tahapan pertama analisis dengan data KA yang masih berbentuk dataframe, disini praktikan ubah data KA ke bentuk *data time series*. Menggunakan perintah dalam R yaitu ts () untuk mengubah data menjadi objek *time series*. Data *time series* KA disimpan dalam objek ka.ts berikut datanya.

**Text, table

Description automatically generated**

**Gambar 3.2**

Pada sintaks data *time series* terdapat atribut start = c (2006,1) menandakan bahwa data KA dimulai dari tahun 2006 bulan Januari (1). Kemudian atribut freq = 12 menunjukan bahwa periode yang digunakan adalan bulanan (12). Setelah data diubah menjadi bentuk data runtun waktu maka dapat dilihat pola data sebagai berikut.

**Chart, line chart, histogram

Description automatically generated**

**Gambar 3.3**

Berdasarkan hasil grafik di atas **Gambar 3.3** data KA tidak memiliki pola seasonal atau musiman. Setelah itu dilakukan analisis *extreme learning machine* (ELM).

## Analisis *Extreme Learning Machine*

### Model Pertama Hidden Layer 1

Selanjutnya pada tahap ini data akan dibagi menjadi dua kelompok yaitu *data* *training* dan *data testing*. Data tersebut akan dibagi dengan komposisi rasio sebesar 80% untuk *data training* dan sisanya 20% sebagai *data testing*. Pada **Gambar 2.2** praktikan lakukan perhitungan dalam objek n dengan fungsi round. Fungsi round berguna untuk membulatkan nilai dalam argumen pertamanya ke jumlah tempat desimal yang ditentukan dimana *default* 0. Didapatkan nilai n sebesar 96 data, artinya data *training* yang digunakan sebanyak 96 data dan sisanya dipakai untuk *data testing*. Pada objek *train* data diambil mulai dari Januari 2016 sampai *(end)* bulan Desember 2013. Lalu objek *test* dimulai dari sisanya maka bulan Januari 2014.

Fungsi dari *training* adalah bagian proses pengenalan pola-pola yang telah dinormalisasikan agar sistem dapat menentukan *weight* atau bobot yang memetakan antara *input* dan target *output* yang diinginkan. Studi kasus diatas diperintahkan bahwa jumlah *neuron* sebesar 2 sampai 10 *neurons*. *Running* sintaks pada **Gambar 2.3** lalu didapatkan hasil berikut ini.

**Diagram

Description automatically generated**

**Gambar 3.4**

Selanjutnya untuk mendapatkan pengukuran kesalahan *error* pada data testting model pertama digunakan sintaks model1$MSE, rmse\_1 = sqrt(model1$MSE), dan mape\_1 = mean(abs(error\_1)/test)\*100, didapatkan hasil berturut-turut sebagai berikut 1384160, 1176.503, dan 99.99448. Dengan *fitted value* dan hasil *forecasting* pada model 1 untuk 24 periode kedepan, sebagai berikut

**Table

Description automatically generated with medium confidence**

**Gambar 3.5**

### Model Kedua Hidden Layer 3

Berikutnya dibentuk model kedua dengan *hidden layer* 3 *neurons*. Pada model ini praktikan dapat *input* sintaks **Gambar 2.4** dan didapatkan hasil sebagai berikut.

**Chart, diagram

Description automatically generated**

**Gambar 3.6**

Diperoleh bahwa dengan *inputs* sebesar 12 didapatkan *hidden layers* sebanyak 3 *neurons* dan *outputnya* satu. Terdapat  berpengaruh terhadap nilai Y ditunjukkan pada garis tegas. Selanjutnya diperoleh nilai *fitted value* dan peramalan dari pembentukan model ke dua.

**Text

Description automatically generated with medium confidence**

**Gambar 3.7**

Selanjutnya praktikan mengukur kesalahan pada *data testing* model ke dua dengan *input* sintaks **Gambar 2.5** diperoleh hasil berikut ini.

**Text

Description automatically generated**

**Gambar 3.8**

Didapatkan nilai pengukuran kesalahan model untuk *data testing*. Berikutnya dibentuk model ketiga dengan jumlah *neuron* yang telah ditentukan 4 pada *hidden layer.*

### Model Ketiga Hidden Layer 4

Kemudian model ketiga dengan *hidden layer* sebanyak 4 *neurons*. Praktikan telah mengetahui untuk sintaks dalam pembentukan model ELM ini pada **Gambar 2.6** berikut hasilnya.

**Diagram, schematic

Description automatically generated**

**Gambar 3.9**

Berdasarkan **Gambar 3.9** bahwa terdapat 2 *beta* yang berpengaruh terhadap Y. setelah mengetahui bahwa terdapat variabel *beta* pada hasil grafil ELM, selanjutnya praktikan melakukan pengukuran kesalahan pada model ketiga pada sintaks model3$MSE, rmse\_3 = sqrt(model3$MSE), dan mape\_3 = mean(abs(error\_3)/test)\*100, berikut hasilnya.

**Graphical user interface, text, application

Description automatically generated**

**Gambar 3.10**

Selanjutnya dilakukan peramalan dengan 24 periode kedepan dan tentukan *fitted value* dan peramalan 24 periode kedepan.

**Text

Description automatically generated**

**Gambar 3.11**

Pada hasil **Gambar 3.11** prediksi tahun 2014 diperoleh nilai penumpang KA pada bulan Januari sampai desember mengalami kenaikan secara signifikan dengan jumlah penumpang KA pada akhir tahun 2014 sebesar 22495.12, selain itu pada tahun berikutnya 2015 pada bulan Januari sampai Desember juga mengalami kenaikan jumlah penumpang dengan awal tahun sebesar 22584.96 dan diakhir tahun 2015 sebanyak 23573.24 penumpang KA.

### Model Keempat Hidden Layer 5

Selanjutnya model selanjutnya dengan *hidden layer* 5 *neurons*. Sama dengan pembuatan model sebelumnya praktikan *input* sintaks pada **Gambar 2.6** berikut ini hasil pembentukan model ELM.

**Diagram

Description automatically generated**

**Gambar 3.12**

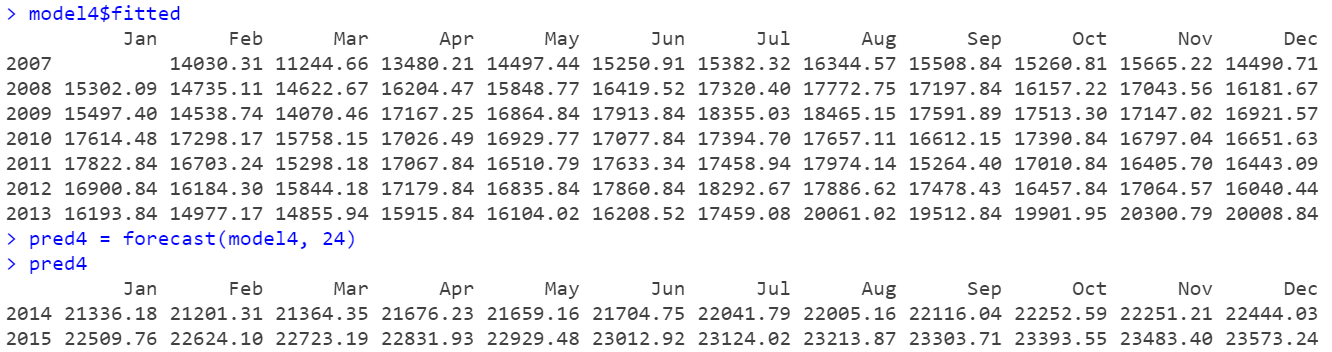
Dari hasil **Gambar 3.12** diketahui plot atau grafik model keempat terdapat 1 beta dimana terdapat 1 beta yang memiliki pengaruh terhadap Y. Selanjutnya untuk mengetahui kesalahan peramalan pada model keempat digunakan sintaks model4$MSE, rmse\_4 = sqrt(model4$MSE), dan mape\_4 = mean(abs(error\_4)/test)\*100, maka diperoleh sebagai berikut.

**Text

Description automatically generated**

**Gambar 3.13**

Setelah didapatkan nilai *error* pada *data testing*. Selanjutnya untuk melihat *fitted value* dan peramalan dengan model keempat didapatkan hasil sebagai berikut.

****

**Gambar 3.14**

Didapatkan hasil peramalan dan *fitted value* pada **Gambar 3.14** diketahui hasil peramalan untuk 24 periode kedepan atau selama dua tahun kedepan. Tahun 2014 diketahui nilai peramalan mengalami fluktasi dari bulan Januari sampai bulan Desember. Kemudian tahun selanjutnya mengalami peningkatan fluktasi dari awal tahun sampai Desember 2015.

### Model Kelima Hidden Layer 6

Lalu pada

### Model Keenam Hidden Layer 7

### Model Ketujuh Hidden Layer 8

### Model Kedelapan Hidden Layer 9

### Model Kesembilan Hidden Layer 10

## Evaluasi Kinerja Model

# Penutup

## Kesimpulan

Tuliskan isi subbab di sini. Semua isi dibuat rata kiri kanan, 1.5 spasi, dengan huruf Times New Roman, ukuran 12 poin. Penyeragaman ini diperlukan untuk memudahkan proses pra-roduksi buku.

# Daftar Pustaka

Johnson, R. A., & Bhattacharyya, G. K. (2010). *Statistics Principles & Methods.* USA: John Wiley & Sons.

Li, X. (2013). Comparison and Analysis between Holt Exponential Smoothing and Brown Exponential Smoothing Used for Freight Turnover Forecast. *Third International Conference on Intelligent System Design and Engineering Applications* (pp. 453-456). IEEE.

Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2011). *Probability & Statistics for Engineers & Scientists 9th Ed.* USA: Pearson.