



## **SKRIPSI**

# **PREDIKSI PERFORMA SUMUR MINYAK MENGUNAKAN ALGORITMA LONG SHORT- TERM MEMORY (LSTM) (STUDI KASUS : PT ELNUSA TBK)**

**RENDI CAHYA SAPUTRA**  
NPM 20081010246

**DOSEN PEMBIMBING**  
Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.  
Agung Mustika Rizki, S.Kom, M.Kom.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
SURABAYA  
2024**



**SKRIPSI**

**PREDIKSI PERFORMA SUMUR MINYAK  
MENGUNAKAN ALGORITMA LONG SHORT-  
TERM MEMORY (LSTM) (STUDI KASUS : PT  
ELNUSA TBK)**

**RENDI CAHYA SAPUTRA**  
NPM 20081010094

**DOSEN PEMBIMBING**

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.  
Agung Mustika Rizki, S.Kom, M.Kom.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
SURABAYA  
2024**


## LEMBAR PENGESAHAN

### PREDIKSI PERFORMA SUMUR MINYAK MENGGUNAKAN ALGORITMA LONG SHORT-TERM MEMORY (LSTM) (STUDI KASUS : PT ELNUSA TBK)

Oleh :  
RENDI CAHYA SAPUTRA  
NPM. 20081010246

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada tanggal 6 Desember 2024

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.  
NIP. 19820211 2021212 005



(Pembimbing I)

Agung Mustika Rizki, S.Kom, M.Kom.  
NIP. 19930725 2022031 008



(Pembimbing II)

Eka Prakarsa Mandvartna, ST, M.Kom.  
NIP. 19880525 2018031 001



(Ketua Penguji)

Fawwaz Ali Akbar, S.Kom, M.Kom.  
NIP. 19920317 2018031 002



(Anggota Penguji)

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Ilmu Komputer



Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT.  
NIP. 19681126 199403 2 001

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PREDIKSI PERFORMA SUMUR MINYAK MENGGUNAKAN  
ALGORITMA LONG SHORT-TERM MEMORY (LSTM)  
(STUDI KASUS : PT ELNUSA TBK)**

**Oleh :**

**RENDI CAHYA SAPUTRA**

**NPM. 20081010246**



**Menyetujui**

**Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.**  
**NIP. 19820211 2021212 005**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : RENDI CAHYA SAPUTRA  
Program Studi : Informatika  
Dosen Pembimbing : 1. Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom  
2. Agung Mustika Rizki, S.Kom, M.Kom

dengan ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan disertasi dengan judul:

### **PREDIKSI PERFORMA SUMUR MINYAK MENGGUNAKAN ALGORITMA LONG SHORT-TERM MEMORY (LSTM) (STUDI KASUS : PT ELNUSA TBK)**

adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.



Surabaya, 6 Desember 2024  
Yang Membuat Pernyataan,



**RENDI CAHYA SAPUTRA**  
NPM. 20081010246

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Rendi Cahya Saputra / 20081010246  
Judul Skripsi : Prediksi Performa Sumur Minyak Menggunakan  
Algoritma Long Short-Term Memory (LSTM)  
(Studi Kasus : PT Elnusa Tbk)  
Dosen Pembimbing : 1. Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom  
2. Agung Mustika Rizki, S.Kom., M.Kom

*Well testing* adalah proses yang penting dalam industri perminyakan hal ini karena *well testing* berfungsi untuk memprediksi produksi minyak dan gas, yang memungkinkan perusahaan membuat keputusan strategis mengenai optimasi produksi dan alokasi sumber daya. Metode konvensional untuk *well testing* membutuhkan waktu dan biaya yang besar. LSTM, jenis *Recurrent Neural Network* (RNN) dengan penambahan *memory cell* agar dapat menyimpan informasi jangka panjang, diharapkan dapat mengatasi kelemahan ini. penelitian ini menggunakan data time series, yang digunakan untuk mempelajari pola produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model LSTM dengan skenario terbaik pada choke 38 didapatkan pada pembagian data 90%, *hidden size* 150 dan 250, dengan nilai MSE 0.001 dan nilai RMSE 0.044, untuk choke 40 didapatkan pada pembagian data 90%, *hidden size* 150, dengan nilai MSE 0.006 dan nilai RMSE 0.078, dan untuk choke 42 didapatkan pada pembagian data 90%, *hidden size* 150, dengan nilai MSE 0.007 dan nilai RMSE 0.086, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa hasil produksi menggunakan choke 42 menunjukkan performa terbaik dibandingkan dengan kedua choke lainnya. Penelitian ini menunjukkan bahwa LSTM adalah metode yang efektif untuk prediksi *well testing* dan dapat menjadi alternatif bagi perusahaan minyak dalam mengoptimalkan produksi dan pengambilan keputusan dalam melakukan produksi sumur.

**Kata kunci** : Prediksi, *Time Series*, LSTM, Perminyakan

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## ABSTRACT

Nama Mahasiswa / NPM : Rendi Cahya Saputra / 20081010246  
Judul Skripsi : Oil Well Performance Prediction Using Long Short-Term Memory (LSTM) Algorithm (Case Study : PT Elnusa Tbk)  
Dosen Pembimbing : 1. Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom  
2. Agung Mustika Rizki, S.Kom., M.Kom

Well testing is an important process in the petroleum industry because well testing serves to predict oil and gas production, which allows companies to make strategic decisions regarding production optimization and resource allocation. Conventional methods for well testing are time-consuming and costly. LSTM, a type of Recurrent Neural Network (RNN) with the addition of memory cells in order to store long-term information, is expected to overcome this weakness. This research uses time series data, which is used to study production patterns. The results showed that the LSTM model with the best scenario at choke 38 was obtained at 90% data split, hidden size 150 and 250, with MSE value 0.001 and RMSE value 0.044, for choke 40 was obtained at 90% data split, hidden size 150, with MSE value 0.006 and RMSE value 0.078, and for choke 42 obtained at 90% data split, hidden size 150, with MSE value 0.007 and RMSE value 0.086, the results also show that the production results using choke 42 show the best performance compared to the other two chokes. This research shows that LSTM is an effective method for predicting well testing and can be an alternative for oil companies in optimizing production and making decisions on well production.

**Keywords** : Prediction, *Time Series*, LSTM, Petroleum

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul **“Prediksi Performa Sumur Minyak Menggunakan Algoritma Long Short-Term Memory (LSTM) (Studi Kasus : PT Elnusa Tbk)”** dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing utama dan Agung Mustuka Rizki, S.Kom., M.Kom., yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, nasihat dan motivasi kepada penulis. Dan penulis juga banyak menerima bantuan dari berbagai pihak, baik itu berupa moril, spiritual maupun materi. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, hidayah, serta karunia-Nya sehingga penelitian dan laporan skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Orang tua dan kedua adik penulis, serta seluruh keluarga penulis yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan selama proses penulisan skripsi ini.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Sosial Dan Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran “ Jawa Timur.
5. Bapak Fawwaz Ali Akbar, S.Kom., M.Kom, selaku dosen wali yang sering kali nasihat dan saran kepada penulis selama masa perkuliahan.
6. Seluruh Dosen Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama perkuliahan.
7. Bapak Rendra Andwi Saputra selaku Supervisor PT. Elnusa Tbk.

8. Teman-teman yang selalu memberikan arahan, bimbingan serta dukungan pada proses penelitian dan penulisan skripsi.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat kekurangan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya, dengan segala keterbatasan yang penulis miliki semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, 6 Desember 2024

Penulis

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL SKRIPSI .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN .....	v
SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS .....	vii
ABSTRAK.....	ix
KATA PENGANTAR .....	xiii
DAFTAR ISI .....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR GAMBAR.....	xx
<b>BAB I    PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
<b>BAB II    TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Penelitian Sebelumnya .....	7
2.2 Perminyakan .....	8
2.3 Forecasting .....	9
2.4 Time Series .....	10
2.5 Machine Learning.....	10
2.6 Neural Network .....	11
2.6.1 <i>Input Layer</i> .....	11
2.6.2 <i>Hidden Layer</i> .....	12



2.6.3 <i>Output Layer</i> .....	12
2.6.4 <i>Deep Learning</i> .....	13
2.7 <i>Reccurent Neural Network</i> .....	14
2.8 <i>Long-Short Term Memory</i> .....	16
2.8.1 <i>Forget Gate</i> .....	17
2.8.2 <i>Input Gate</i> .....	17
2.8.3 <i>Cell State</i> .....	18
2.8.4 <i>Output Gate</i> .....	19
2.9 <i>Normalisasi Data</i> .....	19
2.9.1 <i>Min-Max Normalization</i> .....	20
2.10 <i>Mean Square Error</i> .....	20
2.11 <i>Root Mean Square Error</i> .....	21
<b>BAB III METODOLOGI</b> .....	<b>23</b>
3.1 <i>Alur Penelitian</i> .....	23
3.2 <i>Pre-processing Data</i> .....	27
3.2.1 <i>Ekstrasi Fitur</i> .....	28
3.2.2 <i>Normalisasi Data</i> .....	28
3.2.3 <i>Split Data</i> .....	28
3.3 <i>Pemodelan LSTM</i> .....	29
3.4 <i>Pengujian</i> .....	33
3.4.1 <i>Pembagian Dataset</i> .....	34
3.4.2 <i>Melakukan Prediksi</i> .....	34
3.4.3 <i>Denormalisasi Data</i> .....	34
3.4.4 <i>Menampilkan Ploting</i> .....	34
3.5 <i>Skenario Penelitian</i> .....	35

3.6 Evaluasi Hasil Prediksi.....	37
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>39</b>
4.1 Hasil.....	39
4.1.1 <i>Pre-processing Data</i> .....	39
4.1.2 Hasil Pelatihan Data .....	49
4.1.3 Hasil Evaluasi Data .....	58
4.1.4 Hasil Keakuratan Prediksi .....	178
4.1.5 Hasil Perbandingan Learning Rate .....	182
4.2 Pembahasan .....	183
4.2.1 Pembahasan Hasil Pre-processing.....	183
4.2.2 Pembahasan Pelatihan Data.....	184
4.2.3 Pembahasan Hasil Evaluasi Data .....	184
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>187</b>
5.1 Kesimpulan.....	187
5.2 Saran.....	187
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>189</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>191</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Hasil Ekstraksi Fitur.....	28
Tabel 3. 2 Skenario Penelitian.....	36
Tabel 4. 1 Pembagian Dataset Berdasarkan Choke.....	40
Tabel 4. 2 Parameter LSTM.....	50
Tabel 4. 3 Hasil Pelatihan Choke 38.....	54
Tabel 4. 4 Hasil Pelatihan Choke 40.....	55
Tabel 4. 5 Hasil Pelatihan Choke 42.....	56
Tabel 4. 6 Skenario Evaluasi Hasil Prediksi Choke 38.....	178
Tabel 4. 7 Skenario Evaluasi Hasil Prediksi Choke 40.....	179
Tabel 4. 8 Skenario Evaluasi Hasil Prediksi Choke 42.....	181
Tabel 4. 9 Evaluasi Perbandingan Learning Rate.....	182
Tabel 4. 10 Evaluasi Rata-rata Split Data.....	184
Tabel 4. 11 Evaluasi Rata-rata Hidden Size.....	184

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Architecture Neural Network</i> .....	11
Gambar 2. 2 <i>Deep Learning architecture</i> .....	14
Gambar 2. 3 <i>Reccurent Neural Network Architecture</i> .....	15
Gambar 2. 4 Long-Short Term Memory Architecture.....	17
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	23
Gambar 3. 2 Sampel Dataset.....	24
Gambar 3. 3 Flowmeter.....	26
Gambar 3. 4 Choke Manifold.....	27
Gambar 3. 5 Diagram Alur LSTM.....	29
Gambar 3. 6 Plot Hasil Prediksi.....	35
Gambar 4. 1 Dataset Penelitian.....	40
Gambar 4. 2 Data Choke 38.....	41
Gambar 4. 3 Data Choke 40.....	42
Gambar 4. 4 Data Choke 42.....	42
Gambar 4. 5 Normalisasi Data Choke 38.....	43
Gambar 4. 6 Normalisasi Data Choke 40.....	44
Gambar 4. 7 Normalisasi Data Choke 42.....	44
Gambar 4. 8 Hasil Transformasi Data Choke 38.....	46
Gambar 4. 9 Hasil Transformasi Data Choke 40.....	46
Gambar 4. 10 Hasil Transformasi Data Choke 42.....	47
Gambar 4. 11 Split Data 90%.....	48
Gambar 4. 12 Split Data 80%.....	49
Gambar 4. 13 Split Data 70%.....	49
Gambar 4. 14 Plot Loss Choke 38, Train 70%, HS 50.....	58
Gambar 4. 15 Plot Loss Choke 40, Train 70%, HS 50.....	58
Gambar 4. 16 Plot Loss Choke 42, Train 70%, HS 50.....	59
Gambar 4. 17 Hasil Prediksi Choke 38, Train 70%, HS 50.....	59
Gambar 4. 18 Hasil Prediksi Choke 40, Train 70%, HS 50.....	60
Gambar 4. 19 Hasil Prediksi Choke 42, Train 70%, HS 50.....	61

Gambar 4. 20 Perbandingan Total, Data Train 70%, HS 50 .....	62
Gambar 4. 21 Perbandingan Rata-rata, Data Train 70%, HS 50.....	62
Gambar 4. 22 Plot Loss Choke 38, Train 70%, HS 100 .....	63
Gambar 4. 23 Plot Loss Choke 40, Train 70%, HS 100 .....	63
Gambar 4. 24 Plot Loss Choke 42, Train 70%, HS 100 .....	64
Gambar 4. 25 Hasil Prediksi Choke 38, Train 70%, HS 100.....	64
Gambar 4. 26 Hasil Prediksi Choke 40, Train 70%, HS 100.....	65
Gambar 4. 27 Hasil Prediksi Choke 42, Train 70%, HS 100.....	66
Gambar 4. 28 Perbandingan Total, Data Train 70%, HS 100 .....	67
Gambar 4. 29 Perbandingan Rata-rata, Data Train 70%, HS 100.....	67
Gambar 4. 30 Plot Loss Choke 38, Train 70%, HS 150 .....	68
Gambar 4. 31 Plot Loss Choke 40, Train 70%, HS 150 .....	68
Gambar 4. 32 Plot Loss Choke 42, Train 70%, HS 150 .....	69
Gambar 4. 33 Hasil Prediksi Choke 38, Train 70%, HS 150.....	69
Gambar 4. 34 Hasil Prediksi Choke 40, Train 70%, HS 150.....	70
Gambar 4. 35 Hasil Prediksi Choke 42, Train 70%, HS 150.....	71
Gambar 4. 36 Perbandingan Total, Data Train 70%, HS 150 .....	72
Gambar 4. 37 Perbandingan Rata-rata, Data Train 70%, HS 150.....	72
Gambar 4. 38 Plot Loss Choke 38, Train 70%, HS 200 .....	73
Gambar 4. 39 Plot Loss Choke 40, Train 70%, HS 200 .....	73
Gambar 4. 40 Plot Loss Choke 42, Train 70%, HS 200 .....	74
Gambar 4. 41 Hasil Prediksi Choke 38, Train 70%, HS 200.....	74
Gambar 4. 42 Hasil Prediksi Choke 40, Train 70%, HS 200.....	75
Gambar 4. 43 Hasil Prediksi Choke 40, Train 70%, HS 200.....	76
Gambar 4. 44 Perbandingan Total, Data Train 70%, HS 200 .....	77
Gambar 4. 45 Perbandingan Rata-rata, Data Train 70%, HS 200.....	77
Gambar 4. 46 Plot Loss Choke 38, Train 70%, HS 250 .....	78
Gambar 4. 47 Plot Loss Choke 40, Train 70%, HS 250 .....	78
Gambar 4. 48 Plot Loss Choke 42, Train 70%, HS 250 .....	79
Gambar 4. 49 Hasil Prediksi Choke 38, Train 70%, HS 250.....	79
Gambar 4. 50 Hasil Prediksi Choke 40, Train 70%, HS 250.....	80

Gambar 4. 51 Hasil Prediksi Choke 42, Train 70%, HS 250 .....	81
Gambar 4. 52 Perbandingan Total, Data Train 70%, HS 250.....	82
Gambar 4. 53 Perbandingan Rata-rata, Data Train 70%, HS 250 .....	82
Gambar 4. 54 Plot Loss Choke 38, Train 70%, HS 300.....	83
Gambar 4. 55 Plot Loss Choke 40, Train 70%, HS 300.....	83
Gambar 4. 56 Plot Loss Choke 42, Train 70%, HS 300.....	84
Gambar 4. 57 Hasil Prediksi Choke 38, Train 70%, HS 300 .....	84
Gambar 4. 58 Hasil Prediksi Choke 40, Train 70%, HS 300 .....	85
Gambar 4. 59 Hasil Prediksi Choke 42, Train 70%, HS 300 .....	86
Gambar 4. 60 Perbandingan Total, Data Train 70%, HS 300.....	87
Gambar 4. 61 Perbandingan Rata-rata, Data Train 70%, HS 300 .....	87
Gambar 4. 62 Plot Loss Choke 38, Train 70%, HS 350.....	88
Gambar 4. 63 Plot Loss Choke 40, Train 70%, HS 350.....	88
Gambar 4. 64 Plot Loss Choke 42, Train 70%, HS 350.....	89
Gambar 4. 65 Hasil Prediksi Choke 38, Train 70%, HS 350 .....	89
Gambar 4. 66 Hasil Prediksi Choke 40, Train 70%, HS 350 .....	90
Gambar 4. 67 Hasil Prediksi Choke 42, Train 70%, HS 350 .....	91
Gambar 4. 68 Perbandingan Total, Data Train 70%, HS 350.....	92
Gambar 4. 69 Perbandingan Rata-rata, Data Train 70%, HS 350 .....	92
Gambar 4. 70 Plot Loss Choke 38, Train 70%, HS 400.....	93
Gambar 4. 71 Plot Loss Choke 40, Train 70%, HS 400.....	93
Gambar 4. 72 Plot Loss Choke 42, Train 70%, HS 400.....	94
Gambar 4. 73 Hasil Prediksi Choke 38, Train 70%, HS 400 .....	94
Gambar 4. 74 Hasil Prediksi Choke 40, Train 70%, HS 400 .....	95
Gambar 4. 75 Hasil Prediksi Choke 42, Train 70%, HS 400 .....	96
Gambar 4. 76 Perbandingan Total, Data Train 70%, HS 400.....	97
Gambar 4. 77 Perbandingan Rata-rata, Data Train 70%, HS 400 .....	97
Gambar 4. 78 Plot Loss Choke 38, Train 80%, HS 50.....	98
Gambar 4. 79 Plot Loss Choke 40, Train 80%, HS 50.....	98
Gambar 4. 80 Plot Loss Choke 42, Train 80%, HS 50.....	99
Gambar 4. 81 Hasil Prediksi Choke 38, Train 80%, HS 50 .....	99

Gambar 4. 82 Hasil Prediksi Choke 40, Train 80%, HS 50 .....	100
Gambar 4. 83 Hasil Prediksi Choke 42, Train 80%, HS 50 .....	101
Gambar 4. 84 Perbandingan Total, Data Train 80%, HS 50 .....	102
Gambar 4. 85 Perbandingan Rata-rata, Data Train 80%, HS 50.....	102
Gambar 4. 86 Plot Loss Choke 38, Train 80%, HS 100 .....	103
Gambar 4. 87 Plot Loss Choke 40, Train 80%, HS 100 .....	103
Gambar 4. 88 Plot Loss Choke 42, Train 80%, HS 100 .....	104
Gambar 4. 89 Hasil Prediksi Choke 38, Train 80%, HS 100 .....	104
Gambar 4. 90 Hasil Prediksi Choke 40, Train 80%, HS 100 .....	105
Gambar 4. 91 Hasil Prediksi Choke 42, Train 80%, HS 100 .....	106
Gambar 4. 92 Perbandingan Total, Data Train 80%, HS 100 .....	107
Gambar 4. 93 Perbandingan Rata-rata, Data Train 80%, HS 100.....	107
Gambar 4. 94 Plot Loss Choke 38, Train 80%, HS 150 .....	108
Gambar 4. 95 Plot Loss Choke 40, Train 80%, HS 150 .....	108
Gambar 4. 96 Plot Loss Choke 42, Train 80%, HS 150 .....	109
Gambar 4. 97 Hasil Prediksi Choke 38, Train 80%, HS 150 .....	109
Gambar 4. 98 Hasil Prediksi Choke 40, Train 80%, HS 150 .....	110
Gambar 4. 99 Hasil Prediksi Choke 42, Train 80%, HS 150 .....	111
Gambar 4. 100 Perbandingan Total, Data Train 80%, HS 150 .....	112
Gambar 4. 101 Perbandingan Rata-rata, Data Train 80%, HS 150.....	112
Gambar 4. 102 Plot Loss Choke 38, Train 80%, HS 200 .....	113
Gambar 4. 103 Plot Loss Choke 40, Train 80%, HS 200 .....	113
Gambar 4. 104 Plot Loss Choke 42, Train 80%, HS 200 .....	114
Gambar 4. 105 Hasil Prediksi Choke 38, Train 80%, HS 200 .....	114
Gambar 4. 106 Hasil Prediksi Choke 40, Train 80%, HS 200 .....	115
Gambar 4. 107 Hasil Prediksi Choke 42, Train 80%, HS 200 .....	116
Gambar 4. 108 Perbandingan Total, Data Train 80%, HS 200 .....	117
Gambar 4. 109 Perbandingan Rata-rata, Data Train 80%, HS 200.....	117
Gambar 4. 110 Plot Loss Choke 38, Train 80%, HS 250.....	118
Gambar 4. 111 Plot Loss Choke 40, Train 80%, HS 250.....	118
Gambar 4. 112 Plot Loss Choke 42, Train 80%, HS 250.....	119

Gambar 4. 113 Hasil Prediksi Choke 38, Train 80%, HS 250.....	119
Gambar 4. 114 Hasil Prediksi Choke 40, Train 80%, HS 250.....	120
Gambar 4. 115 Hasil Prediksi Choke 42, Train 80%, HS 250.....	121
Gambar 4. 116 Perbandingan Total, Data Train 80%, HS 250.....	122
Gambar 4. 117 Perbandingan Rata-rata, Data Train 80%, HS 250 .....	122
Gambar 4. 118 Plot Loss Choke 38, Train 80%, HS 300 .....	123
Gambar 4. 119 Plot Loss Choke 40, Train 80%, HS 300 .....	123
Gambar 4. 120 Plot Loss Choke 42, Train 80%, HS 300.....	124
Gambar 4. 121 Hasil Prediksi Choke 38, Train 80%, HS 300 .....	124
Gambar 4. 122 Hasil Prediksi Choke 40, Train 80%, HS 300 .....	125
Gambar 4. 123 Hasil Prediksi Choke 42, Train 80%, HS 300 .....	126
Gambar 4. 124 Perbandingan Total, Data Train 80%, HS 300.....	127
Gambar 4. 125 Perbandingan Rata-rata, Data Train 80%, HS 300 .....	127
Gambar 4. 126 Plot Loss Choke 38, Train 80%, HS 350.....	128
Gambar 4. 127 Plot Loss Choke 40, Train 80%, HS 350.....	128
Gambar 4. 128 Plot Loss Choke 42, Train 80%, HS 350.....	129
Gambar 4. 129 Hasil Prediksi Choke 38, Train 80%, HS 350 .....	129
Gambar 4. 130 Hasil Prediksi Choke 40, Train 80%, HS 350 .....	130
Gambar 4. 131 Hasil Prediksi Choke 42, Train 80%, HS 350 .....	131
Gambar 4. 132 Perbandingan Total, Data Train 80%, HS 350.....	132
Gambar 4. 133 Perbandingan Rata-rata, Data Train 80%, HS 350 .....	132
Gambar 4. 134 Plot Loss Choke 38, Train 80%, HS 400.....	133
Gambar 4. 135 Plot Loss Choke 40, Train 80%, HS 400.....	133
Gambar 4. 136 Plot Loss 42, Train 80%, HS 400 .....	134
Gambar 4. 137 Hasil Prediksi Choke 38, Train 80%, HS 400 .....	134
Gambar 4. 138 Hasil Prediksi Choke 40, Train 80%, HS 400 .....	135
Gambar 4. 139 Hasil Prediksi Choke 42, Train 80%, HS 400 .....	136
Gambar 4. 140 Perbandingan Total, Train 80%, HS 400 .....	137
Gambar 4. 141 Perbandingan Rata-rata, Train 80%, HS 400.....	137
Gambar 4. 142 Plot Loss Choke 38, Train 90%, HS 50.....	138
Gambar 4. 143 Plot Loss Choke 40, Train 90%, HS 50.....	138



Gambar 4. 144 Plot Loss Choke 42, Train 90%, HS 50 .....	139
Gambar 4. 145 Hasil Prediksi Choke 38, Train 90%, HS 50 .....	139
Gambar 4. 146 Hasil Prediksi Choke 40, Train 90%, HS 50 .....	140
Gambar 4. 147 Hasil Prediksi Choke 42, Train 90%, HS 50 .....	141
Gambar 4. 148 Perbandingan Total, Train 90%, HS 50 .....	142
Gambar 4. 149 Perbandingan Rata-rata, Train 90%, HS 50 .....	142
Gambar 4. 150 Plot Loss Choke 38, Train 90%, HS 100 .....	143
Gambar 4. 151 Plot Loss Choke 40, Train 90%, HS 100 .....	143
Gambar 4. 152 Plot Loss Choke 42, Train 90%, HS 100 .....	144
Gambar 4. 153 Hasil Prediksi Choke 38, Train 90%, HS 100 .....	144
Gambar 4. 154 Hasil Prediksi Choke 40, Train 90%, HS 100 .....	145
Gambar 4. 155 Hasil Prediksi Choke 42, Train 90%, HS 100 .....	146
Gambar 4. 156 Perbandingan Total, Train 90%, HS 100 .....	147
Gambar 4. 157 Perbandingan Rata-rata, Train 90%, HS 100 .....	147
Gambar 4. 158 Plot Loss Choke 38, Train 90%, HS 150 .....	148
Gambar 4. 159 Plot Loss Choke 40, Train 90%, HS 150 .....	148
Gambar 4. 160 Plot Loss Choke 42, Train 90%, HS 150 .....	149
Gambar 4. 161 Hasil Prediksi Choke 38, Train 90%, HS 150 .....	149
Gambar 4. 162 Hasil Prediksi Choke 40, Train 90%, HS 150 .....	150
Gambar 4. 163 Hasil Prediksi Choke 42, Train 90%, HS 150 .....	151
Gambar 4. 164 Perbandingan Total, Train 90%, HS 150 .....	152
Gambar 4. 165 Perbandingan Rata-rata, Train 90%, HS 150 .....	152
Gambar 4. 166 Plot Loss Choke 38, Train 90%, HS 200 .....	153
Gambar 4. 167 Plot Loss Choke 40, Train 90%, HS 200 .....	153
Gambar 4. 168 Plot Loss Choke 42, Train 90%, HS 200 .....	154
Gambar 4. 169 Hasil Prediksi Choke 38, Train 90%, HS 200 .....	154
Gambar 4. 170 Hasil Prediksi Choke 40, Train 90%, HS 200 .....	155
Gambar 4. 171 Hasil Prediksi Choke 42, Train 90%, HS 200 .....	156
Gambar 4. 172 Perbandingan Total, Train 90%, HS 200 .....	157
Gambar 4. 173 Perbandingan Rata-rata, Train 90%, HS 200 .....	157
Gambar 4. 174 Plot Loss Choke 38, Train 90%, HS 250 .....	158

Gambar 4. 175 Plot Loss Choke 40, Train 90%, HS 250 .....	158
Gambar 4. 176 Plot Loss Choke 42, Train 90%, HS 250 .....	159
Gambar 4. 177 Hasil Prediksi Choke 38, Train 90%, HS 250 .....	159
Gambar 4. 178 Hasil Prediksi Choke 40, Train 90%, HS 250 .....	160
Gambar 4. 179 Hasil Prediksi Choke 42, Train 90%, HS 250 .....	161
Gambar 4. 180 Perbandingan Total, Train 90%, HS 250 .....	162
Gambar 4. 181 Perbandingan Rata-rata, Train 90%, HS 250.....	162
Gambar 4. 182 Plot Loss Choke 38, Train 90%, HS 300 .....	163
Gambar 4. 183 Plot Loss Choke 40, Train 90%, HS 300 .....	163
Gambar 4. 184 Plot Loss Choke 42, Train 90%, HS 300 .....	164
Gambar 4. 185 Hasil Prediksi Choke 38, Train 90%, HS 300 .....	164
Gambar 4. 186 Hasil Prediksi Choke 40, Train 90%, HS 300 .....	165
Gambar 4. 187 Hasil Prediksi Choke 42, Train 90%, HS 300 .....	166
Gambar 4. 188 Perbandingan Total, Train 90%, HS 300 .....	167
Gambar 4. 189 Perbandingan Rata-rata, Train 90%, HS 300.....	167
Gambar 4. 190 Plot Loss Choke 38, Train 90%, HS 350 .....	168
Gambar 4. 191 Plot Loss Choke 40, Train 90%, HS 350 .....	168
Gambar 4. 192 Plot Loss Choke 42, Train 90%, HS 350 .....	169
Gambar 4. 193 Hasil Prediksi Choke 38, Train 90%, HS 350 .....	169
Gambar 4. 194 Hasil Prediksi Choke 40, Train 90%, HS 350 .....	170
Gambar 4. 195 Hasil Prediksi Choke 42, Train 90%, HS 350 .....	171
Gambar 4. 196 Perbandingan Total, Train 90%, HS 350 .....	172
Gambar 4. 197 Perbandingan Rata-rata, Train 90%, HS 350.....	172
Gambar 4. 198 Plot Loss Choke 38, Train 90%, HS 400 .....	173
Gambar 4. 199 Plot Loss Choke 40, Train 90%, HS 400 .....	173
Gambar 4. 200 Plot Loss Choke 42, Train 90%, HS 400 .....	174
Gambar 4. 201 Hasil Prediksi Choke 38, Train 90%, HS 400 .....	174
Gambar 4. 202 Hasil Prediksi Choke 40, Train 90%, HS 400 .....	175
Gambar 4. 203 Hasil Prediksi Choke 42, Train 90%, HS 400 .....	176
Gambar 4. 204 Perbandingan Total, Train 90%, HS 400 .....	177
Gambar 4. 205 Perbandingan Rata-rata, Train 90%, HS 400.....	177

Gambar 4. 206 Perbandingan Prediksi Antar Choke ..... 178

