

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b>	<b>v</b>
<b>PRAKATA</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMBANG</b>	<b>xiv</b>
<b>INTISARI</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xvi</b>
<b>I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.3. Tinjauan Pustaka	4
1.4. Metodologi Penelitian	5
1.5. Sistematika Penulisan	6
<b>II DASAR TEORI</b>	<b>8</b>
2.1. Probabilitas	8
2.2. Variabel Acak	9
2.2.1. Variabel Acak Diskrit	10
2.2.2. Variabel Acak Kontinu	11
2.3. Harga Harapan	12
2.4. Distribusi Normal	12
2.4.1. Distribusi Normal Standar	13
2.4.2. Nilai Harapan dan Varians pada Distribusi Normal	14
2.4.3. Sifat-Sifat Distribusi Normal	14
2.5. Model Survival Aktuaria	15
2.5.1. Peluang Hidup	16
2.5.2. Percepatan Kematian	17
2.6. Tabel Mortalita	18
2.6.1. Tingkat Kematian Pusat	22

2.7.	Teori Matriks . . . . .	22
2.7.1.	Definisi Matriks . . . . .	22
2.7.2.	Transpos Matriks . . . . .	23
2.7.3.	Matriks Identitas . . . . .	24
2.7.4.	Determinan Matriks . . . . .	24
2.7.5.	Rank Matriks . . . . .	25
2.7.6.	Nilai Eigen dan Vektor Eigen . . . . .	26
2.8.	Metode <i>Singular Value Decomposition</i> . . . . .	26
2.8.1.	Definisi Nilai Singular . . . . .	26
2.8.2.	Dekomposisi Nilai Singular . . . . .	26
2.8.3.	Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) . . . . .	33
2.8.4.	Uji Diagnostik Model ARIMA . . . . .	36
2.8.5.	Model Lee-Carter . . . . .	37
2.9.	<i>Machine Learning</i> . . . . .	43
2.10.	<i>Deep Learning</i> . . . . .	44
2.10.1.	<i>Artificial Neural Network (ANN)</i> . . . . .	44
2.10.2.	<i>Recurrent Neural Network (RNN)</i> . . . . .	46
2.11.	Evaluasi Model: Ukuran <i>Error</i> . . . . .	48
2.12.	Uji Teräsvirta . . . . .	48
<b>III PERAMALAN TINGKAT MORTALITAS INDONESIA MENGGUNAKAN MODEL LEE-CARTER DENGAN LONG-SHORT TERM MEMORY (LSTM)</b> . . . . .		<b>50</b>
3.1.	<i>Long Short-Term Memory (LSTM)</i> . . . . .	50
3.2.	<i>Hyperparameter</i> dan Pra-pemrosesan . . . . .	54
3.3.	<i>Hybrid Lee-Carter Model</i> dengan ARIMA dan LSTM . . . . .	58
<b>IV ANALISIS TINGKAT MORTALITAS INDONESIA</b> . . . . .		<b>59</b>
4.1.	Data . . . . .	59
4.1.1.	Struktur Data . . . . .	60
4.2.	Lee-Carter . . . . .	62
4.3.	Peramalan Model ARIMA . . . . .	71
4.3.1.	Identifikasi Model . . . . .	72
4.3.2.	Model Dugaan ARIMA . . . . .	76
4.3.3.	Uji Asumsi Residual Model ARIMA . . . . .	80
4.3.4.	Pemilihan Model ARIMA Terbaik . . . . .	82
4.3.5.	Hasil Peramalan $\hat{k}_t^2$ Tahun 2010-2023 . . . . .	82
4.4.	Pengujian Nonlinieritas dengan Uji Teräsvirta . . . . .	88

4.5. LSTM . . . . .	89
4.5.1. Pemilihan <i>Hyperparameter Deep Learning</i> . . . . .	89
4.5.2. Penentuan Model Terbaik Untuk Setiap Indeks Mortalitas $k_t$ Laki-laki dan Perempuan . . . . .	90
4.6. Model Hybrid Lee-Carter dan LSTM . . . . .	91
4.6.1. Hasil Estimasi Parameter $\hat{k}_t^{(4)}$ LSTM . . . . .	92
4.6.2. Hasil Peramalan $m_{x,t}$ . . . . .	94
4.6.3. Evaluasi dengan Nilai Error . . . . .	97
4.7. Perbandingan Performa Hybrid-LSTM dan ARIMA . . . . .	99
<b>V Kesimpulan . . . . .</b>	<b>101</b>
5.1. Kesimpulan . . . . .	101
5.2. Saran . . . . .	102
<b>DAFTAR PUSTAKA . . . . .</b>	<b>104</b>
<b>A Data Penelitian . . . . .</b>	<b>107</b>
<b>B Sintaks R Studio . . . . .</b>	<b>108</b>