

**IMPLEMENTASI DAN EVALUASI MODEL CAE-
LSTM DENGAN *ATTENTION MECHANISM* UNTUK
PREDIKSI HARGA INSTRUMEN KEUANGAN
BERBASIS DATA HISTORIS**

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER (S1)
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
SINGARAJA**

2026



UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
• Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
• Cetak dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.



UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"

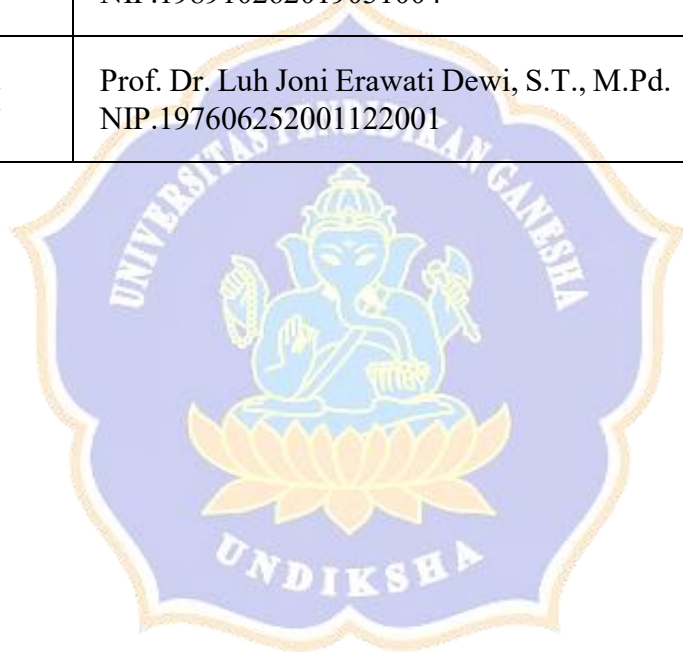
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetak dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

SKRIPSI

DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI TUGAS DAN MEMENUHI SYARAT-SYARAT UNTUK MENCAPAI GELAR SARJANA KOMPUTER

Menyetujui

Pembimbing I	I Nyoman Saputra Wahyu Wijaya, S.Kom., M.Cs. NIP.198910262019031004
Pembimbing II	Prof. Dr. Luh Joni Erawati Dewi, S.T., M.Pd. NIP.197606252001122001



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetak dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

Skripsi oleh Valensia Natalia ini
telah dipertahankan di depan dewan penguji
Pada tanggal 29 Juli 2026

Dewan Penguji

Ketua	Dr. Ni Ketut Kertiasih, S.Si., M.Pd. NIP.197011181997032001
Anggota	Dr. Putu Hendra Suputra, S.Kom., M.Cs. NIP.198212222006041001
Anggota	I Nyoman Saputra Wahyu Wijaya, S.Kom., M.Cs. NIP.198910262019031004
Anggota	Prof. Dr. Luh Joni Erawati Dewi, S.T., M.Pd. NIP.197606252001122001



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

Diterima oleh Panitia Ujian Fakultas Teknik dan Kejuruan
Universitas Pendidikan Ganesha
guna memenuhi syarat-syarat untuk mencapai gelar Sarjana Komputer

Menyetujui

Ketua Ujian	Ir. Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D. NIP.198211112008121001
Sekretaris Ujian	I Nyoman Saputra Wahyu Wijaya, S.Kom., M.Cs. NIP.198910262019031004

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan



Prof. Dr. Kadek Rihendra Dantes, S.T., M.T.

NIP.197912012006041001



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakn dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis yang berjudul “Implementasi dan Evaluasi Model CAE-LSTM dengan Attention Mechanism untuk Prediksi Harga Instrumen Keuangan Berbasis Data Historis” beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan dan pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya saya ini atau ada klaim terhadap keaslian karya saya ini.

Singaraja, 22 Juli 2026

Yang membuat pernyataan



Valensia Natalia

NIM 2215101082

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya, skripsi yang berjudul **“Implementasi dan Evaluasi Model CAE-LSTM dengan Attention Mechanism untuk Prediksi Harga Instrumen Keuangan Berbasis Data Historis”** dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Teknik dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Ganesha.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan, serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. I Wayan Lasmawan, M.Pd., selaku Rektor Universitas Pendidikan Ganesha.
2. Prof. Dr. Ir. Kadek Rihendra Dantes, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan Universitas Pendidikan Ganesha.
3. I Nyoman Saputra Wahyu Wijaya, S.Kom., M.Cs., selaku Koordinator Program Studi Ilmu Komputer sekaligus Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan selama penyusunan skripsi.
4. Ni Putu Novita Puspa Dewi, S.Kom., M.Cs., yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan pada tahap awal penyusunan skripsi.
5. Prof. Dr. Luh Joni Erawati Dewi, S.T., M.Pd., selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan motivasi kepada penulis.
6. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Ilmu Komputer yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama masa perkuliahan.
7. Kakak Penulis, Yessy Natalia, yang telah memberikan dukungan moral maupun finansial sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan dan penyusunan skripsi ini.
8. Ibu penulis yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dan dukungan kepada penulis.

9. Teman-teman serta semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan karya ini di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Singaraja, 22 Juli 2026



Penulis

Valensia Natalia



DAFTAR ISI

	HALAMAN
PERNYATAAN.....	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Pembatasan Masalah	5
1.4 Rumusan Masalah	6
1.5 Tujuan Penelitian.....	7
1.6 Manfaat Hasil Penelitian.....	7
1.6.1 Manfaat Teoritis	7
1.6.2 Manfaat Praktis	8
 BAB II KAJIAN TEORI.....	 9
2.1 Kajian Hasil Penelitian Yang Relevan.....	9
2.2 Data Deret Waktu (<i>Time Series</i>)	12
2.3 Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG)	13
2.4 Nilai Tukar (<i>Exchange Rate</i>)	13
2.5 Harga Emas	13
2.6 <i>Deep Learning</i>	14
2.7 <i>Convolutional Autoencoder</i> (CAE)	14
2.8 <i>Long Short-Term Memory</i> (LSTM)	15
2.9 <i>Attention Mechanism</i>	15

2.10 Bahdanau-style (<i>Additive</i>) Attention	16
2.11 <i>Interquartile Range</i> (IQR)	16
2.12 <i>MinMax Scaler</i>	17
2.13 <i>Mean Absolute Error</i> (MAE)	17
2.14 <i>Root Mean Squared Error</i> (RMSE).....	18
2.15 <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE)	19
2.16 <i>Directional Accuracy</i> (DA)	20
 BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.2 Rancangan Penelitian	21
3.3 Metode Pengumpulan Data	22
3.4 Tahapan Penelitian.....	22
3.4.1 <i>Preprocessing Data</i>	23
3.4.2 Pemodelan.....	43
3.4.3 Pelatihan Model	45
3.4.4 Evaluasi Model	48
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Hasil Penelitian.....	50
4.1.1 Hasil <i>Data Cleaning</i>	50
4.1.2 Hasil Deteksi dan Penanganan Anomali	51
4.1.3 Hasil Normalisasi Data	57
4.1.4 Hasil Analisis Korelasi Fitur.....	62
4.1.5 Hasil Pembentukan Data <i>Time Series (Windowing)</i>	65
4.1.6 Hasil Transformasi CAE.....	69
4.1.7 Hasil Pelatihan Model.....	72
4.1.8 Hasil Prediksi Model	84
4.1.9 Hasil Evaluasi Model.....	102
4.1.10 Implementasi <i>Forecasting</i> pada Data Masa Depan	105
4.2 Analisis Komprehensif Perbandingan Model	111
 BAB V PENUTUP.....	114

5.1 Simpulan.....	114
5.2 Saran.....	115
DAFTAR PUSTAKA.....	117
LAMPIRAN.....	121
RIWAYAT HIDUP	127



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian	23
Gambar 3. 2 Grafik Harga IHSG 2015-2025	28
Gambar 3. 3 Grafik Harga Emas 2015-2025	30
Gambar 3. 4 Grafik Nilai Tukar USD/IDR 2015-2025.....	32
Gambar 3. 5 Boxplot Harga Penutupan IHSG, USD/IDR, dan Emas	34
Gambar 3. 6 Hubungan Variabel Bebas dan Variabel Terikat pada Analisis Korelasi Pearson	37
Gambar 3. 7 Arsitektur CAE-LSTM-Attention Mechanism (Bahdanau)	44
Gambar 4. 1 Visualisasi Anomali pada Harga IHSG	52
Gambar 4. 2 Visualisasi Anomali pada Harga Emas.....	54
Gambar 4. 3 Visualisasi Anomali pada Nilai Tukar USD/IDR.....	56
Gambar 4. 4 Uji Korelasi Variabel IHSG.....	62
Gambar 4. 5 Uji Korelasi Variabel Nilai Tukar USD/IDR.....	63
Gambar 4. 6 Uji Korelasi Variabel Harga Emas	64
Gambar 4. 7 Output CAE untuk Dataset IHSG	70
Gambar 4. 8 Output CAE untuk Dataset Emas.....	71
Gambar 4. 9 Output CAE untuk Dataset Nilai Tukar	71
Gambar 4. 10 CAE IHSG Training Loss	72
Gambar 4. 11 CAE Emas Training Loss	73
Gambar 4. 12 CAE Nilai Tukar Training Loss	74
Gambar 4. 13 Nilai Loss CAE-LSTM-Attention IHSG.....	75
Gambar 4. 14 Nilai Loss LSTM-Attention IHSG.....	76
Gambar 4. 15 Nilai Loss LSTM IHSG	77
Gambar 4. 16 Nilai Loss CAE-LSTM-Attention Emas	78
Gambar 4. 17 Nilai Loss LSTM-Attention Emas	79
Gambar 4. 18 Nilai Loss LSTM Emas.....	80
Gambar 4. 19 Nilai Loss CAE-LSTM-Attention Nilai Tukar USD/IDR	81
Gambar 4. 20 Nilai Loss LSTM-Attention Nilai Tukar USD/IDR.....	82
Gambar 4. 21 Nilai Loss LSTM Nilai Tukar USD/IDR	83

Gambar 4. 22 Perbandingan Harga Prediksi dan Aktual IHSG (CAE-LSTM-Attention)	85
Gambar 4. 23 Perbandingan Harga Prediksi dan Aktual IHSG (LSTM-Attention)	87
Gambar 4. 24 Perbandingan Harga Prediksi dan Aktual IHSG (LSTM)	89
Gambar 4. 25 Perbandingan Harga Prediksi dan Aktual Emas (CAE-LSTM-Attention)	91
Gambar 4. 26 Perbandingan Harga Prediksi dan Aktual Emas (LSTM-Attention)	93
Gambar 4. 27 Perbandingan Harga Prediksi dan Aktual Emas (LSTM)	95
Gambar 4. 28 Perbandingan Harga Prediksi dan Aktual Nilai Tukar (CAE-LSTM-Attention)	97
Gambar 4. 29 Perbandingan Harga Prediksi dan Aktual Nilai Tukar (LSTM-Attention)	99
Gambar 4. 30 Perbandingan Harga Prediksi dan Aktual Nilai Tukar (LSTM) ..	101
Gambar 4. 31 Prediksi Rekursif IHSG 14 Agustus 2026	108
Gambar 4. 32 Prediksi Rekursif Emas 14 Agustus 2026	109
Gambar 4. 33 Prediksi Rekursif Nilai Tukar 14 Agustus 2026	110
Gambar 4. 34 Heatmap Perbandingan IHSG	111
Gambar 4. 35 Heatmap Perbandingan Emas	112
Gambar 4. 36 Heatmap Perbandingan Nilai Tukar USD/IDR	113

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Struktur Dataset Awal.....	22
Tabel 3. 2 Sampel Dataset IHSG.....	23
Tabel 3. 3 Sampel Dataset Nilai Tukar USD/IDR.....	24
Tabel 3. 4 Sampel Dataset Harga Emas	25
Tabel 3. 5 Fitur dan <i>Output</i> yang Digunakan.....	38
Tabel 3. 6. <i>Input</i> Lama IHSG (30x4 Fitur) Mulai 25 Juni 2015	41
Tabel 3. 7 <i>Input</i> Baru IHSG Mulai 25 Juni 2015	42
Tabel 3. 8 <i>Hyperparameter</i> yang Digunakan pada CAE	46
Tabel 3. 9 <i>Hyperparameter</i> yang Digunakan pada LSTM + Attention.....	47
Tabel 4. 1 Perbandingan Data Harga IHSG Sebelum dan Sesudah Normalisasi .	59
Tabel 4. 2 Perbandingan Data Harga Emas Sebelum dan Sesudah Normalisasi .	60
Tabel 4. 3 Perbandingan Data Nilai Tukar USD/IDR Sebelum dan Sesudah Normalisasi	61
Tabel 4. 4 Visualisasi <i>Windowing</i> untuk Dataset IHSG	65
Tabel 4. 5 Visualisasi <i>Windowing</i> untuk Dataset Harga Emas	67
Tabel 4. 6 Visualisasi <i>Windowing</i> untuk Dataset Nilai Tukar USD/IDR	68
Tabel 4. 7 Metrik Evaluasi IHSG.....	102
Tabel 4. 8 Metrik Evaluasi Emas	103
Tabel 4. 9 Metrik Evaluasi Nilai Tukar USD/IDR.....	104
Tabel 4. 10 Hasil <i>One-Step Forecasting</i> 14 Agustus 2026	106

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode Uji Korelasi.....	122
Lampiran 2. Kode Normalisasi	122
Lampiran 3. Kode Deteksi dan Penanganan Anomali	122
Lampiran 4. Kode <i>Windowing</i>	122
Lampiran 5. Kode Mekanisme <i>Attention</i>	123
Lampiran 6. Kode CAE Conv1D.....	123
Lampiran 7. Kode CAE-LSTM- <i>Attention</i>	123
Lampiran 8. Kode LSTM- <i>Attention</i>	123
Lampiran 9. Kode LSTM.....	124
Lampiran 10. Kode <i>Training</i> CAE.....	124
Lampiran 11. Kode <i>Training</i> dan Evaluasi	124
Lampiran 12. Kode <i>Training Optimizer</i> dan Model.....	125

