



PERBANDINGAN PERFORMA *SLIDING WINDOW* DAN *EXPANDING WINDOW* PADA *LONG SHORT-TERM MEMORY (LSTM)* DALAM PERAMALAN TINGGI MUKA AIR BENDUNGAN KATULAMPA

MUHAMMAD LUTHFI ALGIFARI



**PROGRAM STUDI STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Perbandingan Performa *Sliding Window* dan *Expanding Window* pada *Long Short-Term Memory* (LSTM) dalam Peramalan Tinggi Muka Air Bendungan Katulampa” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2025

Muhammad Luthfi Algifari
G1401211031

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

MUHAMMAD LUTHFI ALGIFARI. Perbandingan Performa *Sliding Window* dan *Expanding Window* pada *Long Short-Term Memory* (LSTM) dalam Peramalan Tinggi Muka Air Bendungan Katulampa. Dibimbing oleh AKBAR RIZKI dan LA ODE ABDUL RAHMAN.

Tren saat ini menunjukkan bahwa semakin banyak data deret waktu bervolatilitas tinggi, sehingga memerlukan metode peramalan yang adaptif. Salah satu metode analisis yang unggul dalam menangani pola kompleks, nonlinier, dan ketergantungan jangka panjang adalah *Long Short-Term Memory* (LSTM). Proses validasi silang pada data deret waktu berperan penting dalam mengukur performa model. Metode *walk forward validation* umum digunakan karena mampu memberikan performa yang baik. Data Tinggi Muka Air Bendungan Katulampa (TMA-Katulampa) termasuk jenis data dengan volatilitas tinggi. Hasil peramalan ini berperan penting dalam mendukung sistem peringatan dini potensi banjir di wilayah hilir seperti Jakarta. Penelitian ini bertujuan meramalkan TMA-Katulampa menggunakan metode LSTM serta membandingkan performa *sliding window* dan *expanding window* pada *walk forward validation*. Penelitian ini menggunakan data harian TMA-Katulampa periode Januari 2022 hingga April 2025. Hasil kombinasi *hyperparameter* terbaik *learning rate*, *batch size*, dan *kernel initializer* dengan *sliding window* yaitu 0,005, 1, dan *glorot uniform*, sementara *expanding window* yaitu 0,005, 16, dan *he uniform*. Akurasi nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada *sliding window* dan *expanding window* secara berturut-turut terhadap data latih 20,47% dan 18,97%, serta data uji 21,85% dan 24,88%. Hasil peramalan 60 hari ke depan model LSTM dengan *expanding window* menunjukkan pola TMA-Katulampa yang lebih fluktuatif dan realistis.

Kata kunci: *expanding window*, LSTM, peramalan, *sliding window*, tinggi muka air.

ABSTRACT

MUHAMMAD LUTHFI ALGIFARI. Performance Comparison of Sliding Window and Expanding Window on Long Short-Term Memory (LSTM) in Forecasting Katulampa Dam Water Level. Supervised by AKBAR RIZKI dan LA ODE ABDUL RAHMAN.

Current trends indicate that there is an increasing amount of highly volatile time series data, which requires adaptive forecasting methods. One of the most effective methods for handling complex, nonlinear patterns and long-term dependencies is Long Short-Term Memory (LSTM). Cross-validation of time series data plays an important role in measuring model performance. The walk-forward validation method is commonly used because it provides good performance. The Katulampa Dam Water Level Data (TMA-Katulampa) is a type of data with high volatility. The results of this forecasting play an important role in supporting early warning systems for potential floods in downstream areas such as Jakarta. This study aims to forecast TMA-Katulampa using the LSTM method and compare the performance of sliding window and expanding window in walk forward validation. This study uses daily TMA-Katulampa data from January 2022 to April 2025. The best combination of hyperparameters for learning rate, batch size, and kernel initializer with the sliding window is 0.005, 1, and glorot uniform, while for the expanding window it is 0.005, 16, and he uniform. The accuracy of the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) for the sliding window and expanding window respectively on the training data was 20.47% and 18.97%, and on the test data was 21.85% and 24.88%. The 60 day forecast results of the LSTM model with an expanding window show a more fluctuating and realistic TMA-Katulampa pattern.

Keywords: expanding window, forecasting, LSTM, sliding window, water level.



@Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PERBANDINGAN PERFORMA *SLIDING WINDOW* DAN *EXPANDING WINDOW* PADA *LONG SHORT-TERM MEMORY (LSTM)* DALAM PERAMALAN TINGGI MUKA AIR BENDUNGAN KATULAMPA

MUHAMMAD LUTHFI ALGIFARI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Statistika dan Sains Data

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Skripsi : Perbandingan Performa *Sliding Window* dan *Expanding Window* pada *Long Short-Term Memory* (LSTM) dalam Peramalan Tinggi Muka Air Bendungan Katulampa

Nama : Muhammad Luthfi Algifari
NIM : G1401211031

Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Akbar Rizki, S.Stat., M.Si.



Pembimbing 2:
La Ode Abdul Rahman, S.Si., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Bagus Sartono, S.Si., M.Si.
NIP 197804112005011002





- 

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Desember 2024 sampai bulan Juni 2025 ini ialah peramalan data deret waktu, dengan judul “Perbandingan Performa *Sliding Window* dan *Expanding Window* pada *Long Short-Term Memory* (LSTM) dalam Peramalan Tinggi Muka Air Bendungan Katulampa”.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya karya ilmiah ini tidak terlepas dari adanya dukungan, bimbingan, dan nasehat dari berbagai pihak. Melalui prakata ini, penulis hendak menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada:

1. Bapak Dadang Juarna, Ibu N. Ida Widayati, dan Muhammad Rizqi Widiarna selaku orang tua dan kakak yang tidak henti memberikan doa, dukungan, dan motivasi;
2. Ibu Akbar Rizki, S.Stat., M.Si. dan Bapak La Ode Abdul Rahman, S.Si., M.Si. selaku komisi pembimbing atas bimbingan dan arahan yang diberikan selama proses penyusunan karya ilmiah;
3. Bapak Gerry Alfa Dito, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji luar, Ibu Sachnaz Desta Oktarina, S.Stat., M.Agr., Ph.D. selaku dosen moderator seminar hasil, dan Bapak Prof. Dr. Ir. I Made Sumertajaya, M.Si. selaku dosen moderator kolokium atas saran dan masukan yang diberikan dalam rangka perbaikan penulisan karya ilmiah;
4. Seluruh dosen dan tenaga pendidik Program Studi Statistika dan Sains Data yang telah memberikan ilmu bermanfaat dan menunjang segala kebutuhan penulis selama perkuliahan dan penyusunan karya ilmiah;
5. Raziqizzan, Yogi, Adeva, Pratama, Reynd, Akmal dan seluruh teman-teman Statistika IPB angkatan 58 yang telah berjuang bersama dan saling menguatkan selama berlangsungnya kehidupan perkuliahan penulis;
6. Bang Nurhambali, Bang Akmal, Bang Alwi, Nafiz, Farhan, serta seluruh rekan satu komisi pembimbing yang telah bersedia memberikan motivasi, saran dan masukan, serta ilmu selama penyusunan karya ilmiah;
7. Seluruh rekan pengurus Himpunan Mahasiswa Profesi Gamma Sigma Beta Statistika IPB Kabinet Alpha dan Kabinet Inference yang telah memberikan banyak warna dan cerita bagi kehidupan organisasi penulis;
8. Serta seluruh rekan dan pihak lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu karena telah mendukung penyusunan karya ilmiah ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini masih jauh dari kata sempurna. Meskipun demikian, penulis berharap karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2025

Muhammad Luthfi Algifari



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Tinggi Muka Air	3
2.2 <i>Long Short-Term Memory</i>	3
2.3 <i>Walk Forward Validation</i>	8
2.4 Ukuran Akurasi Pemodelan LSTM	10
III METODE	12
3.1 Data	12
3.2 Prosedur Analisis Data	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Eksplorasi Data	17
4.2 Pemodelan LSTM Menggunakan <i>Sliding Window</i>	18
4.3 Pemodelan LSTM Menggunakan <i>Expanding Window</i>	20
4.4 Perbandingan Hasil Validasi Model LSTM Terbaik	21
4.5 Peramalan Menggunakan Model LSTM Terbaik	23
V SIMPULAN	26
5.1 Simpulan	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	30
RIWAYAT HIDUP	43



DAFTAR TABEL

1	Klasifikasi nilai MAPE (Lewis 1982)	11
2	Pembentukan sampel <i>sliding window</i> pada data pelatihan	12
3	Pembentukan sampel <i>expanding window</i> pada data pelatihan	13
4	Skema inisialisasi <i>hyperparameter</i> LSTM pada data pelatihan	15
5	Statistik deskriptif data TMA-Katulampa harian periode Januari 2022 hingga April 2025	17
6	Evaluasi <i>hyperparameter</i> model terbaik LSTM dengan <i>sliding window</i> pada data pelatihan	19
7	Evaluasi <i>hyperparameter</i> model terbaik LSTM dengan <i>expanding window</i> pada data pelatihan	20
8	Perbandingan hasil validasi model LSTM terbaik dengan <i>sliding window</i> dan <i>expanding window</i> pada data pengujian	22

DAFTAR GAMBAR

1	Ilustrasi arsitektur LSTM (Olah 2015)	4
2	Tahapan pertama LSTM (Olah 2015)	5
3	Tahapan kedua LSTM (Olah 2015)	5
4	Tahapan ketiga LSTM (Olah 2015)	6
5	Tahapan terakhir LSTM (Olah 2015)	6
6	Ilustrasi <i>sliding window</i> pada data pelatihan	9
7	Ilustrasi <i>expanding window</i> pada data pelatihan	10
8	Ilustrasi pembagian sampel <i>sliding window</i> pada data pelatihan	13
9	Ilustrasi pembagian sampel <i>expanding window</i> pada data pelatihan	14
10	Grafik TMA-Katulampa harian Januari 2022 hingga April 2025	18
11	Sampel model LSTM terbaik dengan <i>sliding window</i> pada data pelatihan; <i>window</i> 1(a) <i>window</i> 2(b) <i>window</i> 3(c) <i>window</i> 4(d) <i>window</i> 5(e)	18
12	Sampel model LSTM terbaik dengan <i>expanding window</i> pada data pelatihan; <i>window</i> 1(a) <i>window</i> 2(b) <i>window</i> 3(c) <i>window</i> 4(d) <i>window</i> 5(e)	20
13	Validasi model LSTM terbaik dengan <i>sliding window</i> (a) dan <i>expanding window</i> (b) pada data pengujian	23
14	Hasil peramalan model LSTM terbaik dengan <i>sliding window</i> (a) dan <i>expanding window</i> (b) menggunakan keseluruhan data	24

DAFTAR LAMPIRAN

1	Skema pergeseran jendela <i>sliding window</i> pada data pelatihan	31
2	Skema pergeseran jendela <i>expanding window</i> pada data pelatihan	32
3	Evaluasi <i>hyperparameter</i> model LSTM dengan <i>sliding window</i> pada data pelatihan	33
4	Evaluasi <i>hyperparameter</i> model LSTM dengan <i>expanding window</i> pada data pelatihan	36

5	Hasil peramalan model LSTM terbaik dengan <i>sliding window</i> selama 60 hari ke depan	39
6	Hasil peramalan model LSTM terbaik dengan <i>expanding window</i> selama 60 hari ke depan	40

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.