# TUGAS AKHIR

# PERBANDINGAN GENERALISASI *TRAIN-TEST SPLIT* DAN TSCV PADA LSTM UNTUK PREDIKSI HARGA *BITCOIN*


Oleh:

**Aditiya Pandu Pranata**

**2110651035**


**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**

**2026**

# HALAMAN JUDUL

# PERBANDINGAN GENERALISASI *TRAIN-TEST SPLIT* DAN TSCV PADA LSTM UNTUK PREDIKSI HARGA *BITCOIN*

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk kelulusan
Strata Satu (S-1) Prodi Teknik Informatika Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Jember

Oleh:
Aditiya Pandu Pranata
2110651035

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA**
**FAKULTAS TEKNIK**
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**
**2026**

# LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG AKHIR

## LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG AKHIR

**PERBANDINGAN GENERALISASI *TRAIN-TEST SPLIT* DAN TSCV PADA LSTM UNTUK PREDIKSI HARGA *BITCOIN***

**Aditiya Pandu Pranata**

**2110651035**

Telah disetujui bahwa Laporan Tugas Akhir ini untuk diajukan pada sidang Tugas Akhir sebagai salah satu syarat kelulusan dan mendapat gelar Sarjana Komputer (S.Kom.)

di

Universitas Muhammadiyah Jember

Disetujui Oleh:

| Pembimbing 1, | Pembimbing 2, |
|---|---|
| **Hardian Oktavianto S.Si., M.Kom** | **Ginanjar Abdurahman, S.Si., M.Pd.** |
| **NIDN. 0722108105** | **NIDN. 0714078704** |

# LEMBAR PENGESAHAN

## LEMBAR PENGESAHAN

**PERBANDINGAN GENERALISASI *TRAIN-TEST SPLIT* DAN TSCV PADA LSTM UNTUK PREDIKSI HARGA *BITCOIN***

**Aditiya Pandu Pranata**

**2110651035**

Telah mempertanggungjawabkan Laporan Tugas Akhirnya pada sidang Tugas Akhir tanggal 22 Oktober 2026 sebagai salah satu syarat kelulusan dan mendapat gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

di

**Universitas Muhammadiyah Jember**

**Disetujui Oleh:**

| | |
|---|---|
| **Penguji 1,** | **Pembimbing 1,** |
| **Darvanto, S.Kom., M.Kom** | **Hardian Oktavianto S.Si., M.Kom** |
| **NIDN. 0707077203** | **NIDN. 0722108105** |
| **Penguji 2,** | **Pembimbing 2,** |
| **Miftahur Rahman, S.Kom., M. Kom** | **Ginanjar Abdurahman, S.Si., M.Pd.** |
| **NIDN. 0724039201** | **NIDN. 0714078704** |

**Mengesahkan,**
**Dekan Fakultas Teknik,**

**Prof. Dr. Ir. Muntar, ST., MT., IPM.**
**NIDN. 0010067301**

**Mengetahui,**
**Ketua Program Studi Teknik Informatika,**

**Rosita Yanuarti, S.Kom., M.Cs.**
**NIDN. 0629018601**

# PERNYATAAN ORISINALITAS

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aditiya Pandu Pranata
NIM : 2110651035
Program Studi : Teknik Informatika
Judul Tugas Akhir : Perbandingan Generalisasi *Train-Test Split* Dan TSCV Pada LSTM Untuk Prediksi Harga *Bitcoin*.

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah yang saya susun adalah murni hasil pemikiran, penelitian, dan penyusunan saya sendiri. Segala sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya orang lain, baik berupa publikasi, artikel, buku, maupun sumber lainnya, telah disebutkan dengan jelas di dalam daftar pustaka sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah.

Saya menyadari bahwa dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, saya memanfaatkan bantuan teknologi kecerdasan buatan (AI) seperti *ChatGPT/Grammarly/Alat AI lain* hanya sebatas untuk:

1. Membantu dalam penyusunan tata bahasa, parafrasa, atau perbaikan redaksi;
2. Memberikan inspirasi ide awal atau kerangka berpikir, yang selanjutnya saya kembangkan secara mandiri;
3. Membantu dalam pengecekan konsistensi format, ejaan, dan tata tulis.

Saya menegaskan bahwa tidak ada bagian dari karya ilmiah ini yang seluruhnya dibuat oleh AI tanpa keterlibatan pemikiran kritis saya sendiri. Tanggung jawab penuh atas isi, keaslian, dan kebenaran karya ilmiah ini ada pada diri saya.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia menerima segala konsekuensi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Jember.

Jember, 10 September 2026
Yang membuat pernyataan,




Aditiya Pandu Pranata
(NIM. 2110651035)

# KATA PENGANTAR

Atas izin dan pertolongan Allah SWT, seluruh rangkaian penyusunan skripsi ini akhirnya dapat diselesaikan oleh penulis. Skripsi dengan judul "Perbandingan Generalisasi *Train-Test Split* Dan TSCV Pada LSTM Untuk Prediksi Harga Bitcoin" dengan baik. Penyusunan skripsi ini merupakan bagian dari pemenuhan ketentuan akademik dalam menyelesaikan studi pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember. Penelitian ini berfokus pada penggunaan metode *Train-Test Split* dan *Time Series Cross Validation* (TSCV) untuk membandingkan proses generalisasi model *Long Short-Term Memory* (LSTM) dalam memprediksi pergerakan harga Bitcoin.

Selama proses penelitian hingga skripsi ini selesai, penulis menerima banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Karena itu, penulis menyampaikan terima kasih yang tulus kepada kedua orang tua dan seluruh keluarga atas doa, motivasi, perhatian, serta dukungan yang tak pernah putus selama penulis menempuh bangku kuliah. Ucapan terima kasih juga penulis tujukan kepada dosen pembimbing dan dosen penguji yang telah menyediakan waktu, memberikan masukan, evaluasi, serta saran-saran membangun sepanjang penyusunan skripsi ini. Penulis juga berterima kasih kepada segenap dosen dan sivitas akademika Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember atas ilmu, pengalaman, dan bantuan yang penulis peroleh selama menempuh pendidikan.

Apresiasi penulis sampaikan pula kepada rekan-rekan dan semua pihak yang telah menemani lewat bantuan, dukungan, dan semangat hingga penelitian ini dapat tuntas. Segala bentuk bantuan, semangat, kebersamaan, dan dukungan tersebut menjadi bagian dari perjalanan yang mengantarkan penulis sampai di titik ini. Pada akhirnya, penulis meyakini bahwa setiap proses punya jalannya sendiri, dan setiap pertemuan maupun peristiwa hadir dengan alasannya. Seperti makna kata "maktub", apa pun yang telah digariskan akan menemukan jalannya masing-masing, termasuk seluruh proses, kesulitan, dan pelajaran yang penulis lalui selama menyusun skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Masukan dan saran yang konstruktif sangat diharapkan untuk perbaikan penelitian selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi bagi penelitian terkait LSTM, TSCV, serta prediksi harga aset kripto.

# LEMBAR PERSEMBAHAN

Atas rahmat dan karunia Allah SWT penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu tahapan dalam menyelesaikan pendidikan yang ditempuh, skripsi berjudul "Perbandingan Generalisasi *Train-Test Split* dan TSCV pada LSTM untuk Prediksi Harga *Bitcoin*" ini dapat terselesaikan. Karya ini penulis persembahkan sebagai bentuk penghargaan dan terima kasih kepada setiap pihak yang telah memberikan doa, dukungan, perhatian, dan semangat selama proses penyelesaian skripsi.

1. Bapak Wagiyanto dan Ibu Sri Utami, rumah dari segala sumber kekuatan dan semangat bagi penulis. Doa, kasih sayang, serta dukungan yang diberikan menjadi dorongan bagi penulis untuk tetap melanjutkan proses ini sampai selesai;
2. Nenek Bariyem, yang selalu memberikan doa, kasih sayang, perhatian, dan dukungan kepada penulis. Terima kasih atas segala ketulusan dan semangat yang telah menyertai penulis selama menjalani pendidikan hingga skripsi ini dapat diselesaikan;
3. Bapak Hardian Oktavianto S.Si., M.Kom selaku dosen pembimbing I, dan Bapak Ginanjar Abdurahman, S.Si., M.Pd. selaku pembimbing II, atas waktu, arahan, bimbingan, serta motivasi yang diberikan kepada penulis selama proses penyusunan dan penyelesaian skripsi ini;
4. Bapak Daryanto, S.Kom.,M.Kom. dan Bapak Miftahur Rahman, S.Kom., M. Kom selaku dosen penguji, atas waktu, perhatian, serta berbagai masukan dan evaluasi yang diberikan sebagai bahan perbaikan dalam penyelesaian skripsi ini;
5. Ibu Rosita Yanuarti, S.Kom., M.Cs. Ketua Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember, atas dukungan dan fasilitas yang telah disediakan;
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhtar, S.T., M.T., IPM, Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember, atas arahan, perhatian, dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis selama menjalani masa pendidikan;

7. Seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Informatika, atas ilmu, pengalaman, serta bantuan yang telah diberikan selama penulis menempuh pendidikan;
8. Teman-teman seperjuangan dari "Orang-orang Senang" yang selalu hadir dengan semangat, tawa, dan kebersamaan yang menguatkan sepanjang perjalanan studi ini;
9. Julian Adi Wijaya dan Muhammad Bahehaqi Yusuf, teman seperjuangan yang telah menemani, memotifasi, dan menguatakan perjalanan penulis selama masa Sekolah Menengah Kejuruan sampai hari ini;
10. Seluruh teman nongkrong yang telah memberikan canda, tawa, dan kebersamaan di tengah suntuk dan hiruk-pikuk selama proses penyusunan tugas akhir ini;
11. Aditiya Pandu Pranata, Terima kasih telah tetap melangkah meskipun dalam perjalanan ini tidak semuanya berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Terima kasih telah melewati rasa lelah, jenuh, ragu, dan berbagai tantangan dalam proses penyusunan tugas akhir ini. Pada akhirnya, setiap langkah kecil yang dilakukan dengan penuh ketekunan telah membawa penulis sampai pada titik ini. sebagai bentuk apresiasi atas setiap usaha, proses, dan ketekunan yang telah dilalui. Semoga pencapaian ini menjadi pengingat bahwa setiap kesulitan dapat dihadapi dengan keberanian, kesabaran, dan keyakinan untuk terus melangkah;
12. Almamater tercinta, Universitas Muhammadiyah Jember, yang telah menjadi tempat penulis menuntut ilmu, memperoleh pengalaman, serta mengembangkan diri selama menempuh pendidikan hingga berhasil menyelesaikan skripsi ini.

# MOTTO

"Dan selama (suara) itu masih ada, mungkin semesta belum meminta kita untuk berhenti, hanya meminta kita mengumpulkan keberanian untuk melangkah lagi."

- R.E Prasetyo

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

# DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... ii
LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG AKHIR ..... iii
LEMBAR PENGESAHAN ..... iv
PERNYATAAN ORISINALITAS ..... v
KATA PENGANTAR ..... vi
LEMBAR PERSEMBAHAN ..... vii
MOTTO ..... ix
ABSTRAK ..... x
ABSTRACT ..... xi
DAFTAR ISI ..... xiv
DAFTAR TABEL ..... xv
DAFTAR GAMBAR ..... xvi
BAB I PENDAHULUAN ..... 1
1.1 Latar Belakang ..... 1
1.2 Rumusan Masalah ..... 4
1.3 Tujuan ..... 4
1.4 Batasan ..... 4
1.5 Manfaat ..... 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA ..... 6
2.1 *Blockchain* ..... 6
2.2 *Bitcoin* (BTC) ..... 6
2.3 Pembagian Data ..... 7
2.4 Normalisasi Data ..... 7
2.5 Transformasi *Time Series* (*Sliding Window*) ..... 8
2.6 Pemodelan Data Waktu ..... 10
2.6.1 *Recurrent Neural Network* (RNN) ..... 10
2.6.2 *Long Short-Term Memory* (LSTM) ..... 10
2.7 *Train-Test Split* ..... 14
2.8 *Time Series Cross Validation* (TSCV) ..... 15
2.9 Evaluasi Kinerja Model ..... 17
2.9.1 *Root Mean Square Error* (RMSE) ..... 18

2.9.2 *Mean Absolute Error* (MAE) ..... 18
2.9.3 *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) ..... 19
2.10 *Epoch* ..... 20
2.11 Analisis *Best Model* ..... 21
2.12 Analisis Generalisasi ..... 21
2.13 Penelitian Terdahulu ..... 21
2.14 Keterbaruan Penelitian ..... 26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN ..... 28
3.1 Alur Penelitian ..... 28
3.2 Teknik Pengumpulan Data ..... 29
3.1.2 *Preprocessing* Data ..... 30
3.3 Pembagian Dataset ..... 32
3.4 *Data Normalization* ..... 32
3.5 Transformasi *Time Series* (*Sliding Window*) ..... 33
3.6 *Train-Test Split* ..... 34
3.7 *Time Series Cross Validation* (TSCV) ..... 34
3.8 Arsitektur *Long Short-Term Memory* (LSTM) ..... 35
*3.8.1 Forget Gate* ..... 36
*3.8.2 Input gate* ..... 37
*3.8.3 Candidate Cell State* ..... 37
3.8.4 Pembaruan *Cell State* ..... 37
*3.8.5 Output Gate* ..... 38
*3.8.6 Hidden State* ..... 38
3.8.7 Proses berulang pada setiap *TimeStep* ..... 38
3.9 Evaluasi Model ..... 39
3.9.1 Evaluasi Model *Train-Test Split* ..... 39
3.9.2 Evaluasi Model TSCV ..... 41
3.10 Analisis *Best Model* ..... 41
3.10.1 *Best Model Train-Test Split* ..... 42
3.10.2 *Best Model* TSCV ..... 43
3.11 Analisis Generalisasi *Unseen Data* ..... 45
3.11.1 Generalisasi *Train-Test Split* ..... 46
3.11.2 Generalisasi TSCV ..... 47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ..... 48

4.1 Pengolahan dan Penyajian Hasil Penelitian ..... 48
4.2 Dataset Penelitian dan *Preprocessing* ..... 49
4.2.1 Dataset Penelitian ..... 49
4.2.2 Hasil *Preprocessing* ..... 50
4.3 Pembagian Dataset ..... 51
4.4 Hasil Pemodelan *Train-Test Split* ..... 52
4.4.1 Pembagian Data *Train-Test Split* ..... 52
4.4.2 Arsitektur Model LSTM ..... 52
4.4.3 Proses Pelatihan Model ..... 53
4.4.4 Hasil Evaluasi *Train-Test Split* ..... 54
4.4.5 *Best Model Train-Test Split* ..... 55
4.5 Hasil Pemodelan TSCV ..... 56
4.5.1 Pembagian *Fold* ..... 56
4.5.2 Proses Pelatihan Setiap *Fold* ..... 57
4.5.3 Analisis Hasil Evaluasi Setiap *Fold* ..... 57
4.5.4 *Best Model* TSCV ..... 58
4.6 Perbandingan Kedua *Best Model* ..... 59
4.7 Pengujian Menggunakan *Unseen Data* ..... 60
4.8 Analisis Generalisasi ..... 61
BAB V KESIMPULAN ..... 62
5.1 Kesimpulan ..... 62
5.2 Saran ..... 64
DAFTAR PUSTAKA ..... 65
LAMPIRAN ..... 68

# DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hasil Pembagian *Train-Test Split* ..... 15
Tabel 2. 2 Ilustrasi Pembagian *Fold* TSCV ..... 17
Tabel 2. 3 Klasifikasi evaluasi tingkat akurasi model Lewis (1982) ..... 20
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu ..... 22
Tabel 3. 1 *Data normalization* ..... 33
Tabel 3. 2 Pembagian Data untuk *Sliding window* ..... 33
Tabel 3. 5 Pembagian Data untuk *Train-Test Split* ..... 34
Tabel 3. 6 Penentuan bobot (w) dan bias (b) ..... 36
Tabel 3. 7 Ilustrasi Pembaruan *cell State* dan *hidden state* ..... 38
Tabel 3. 8 MAE Data prediksi *Train-Test* ..... 39
Tabel 3. 9 MAPE data prediksi *Train-Test* ..... 40
Tabel 3. 10 Evaluasi TSCV ..... 41
Tabel 3. 11 *Best Model* pada *Output Train-Test Split* ..... 43
Tabel 3. 12 *Best Model* pada *Output* TSCV ..... 45
Tabel 3. 13 Generalisasi *Unseen Data Train-Test Split* ..... 46
Tabel 3. 14 Generalisasi *Unseen Data* TSCV ..... 47
Tabel 4. 1 Pembagian Dataset ..... 51
Tabel 4. 2 Pembagian Data *Train Test-Split* ..... 52
Tabel 4. 3 Arsitektur Model LSTM ..... 52
Tabel 4. 4 Hasil Pelatihan Model ..... 53
Tabel 4. 5 Hasil prediksi *Train test-Split* ..... 54
Tabel 4. 6 Metrik evaluasi *Train test-split* ..... 54
Tabel 4. 7 Konfigurasi *Best Model Train-Test Split* ..... 55
Tabel 4. 8 Pembagian Data Setiap *Fold* ..... 56
Tabel 4. 9 Hasil Pelatihan Setiap *Fold* ..... 57
Tabel 4. 10 Hasil Evaluasi Setiap *Fold* ..... 57
Tabel 4. 11 *Best Model* TSCV ..... 58
Tabel 4. 12 Perbandignan Kedua *Best Model* ..... 59
Tabel 4. 13 hasil prediksi kedua model ..... 60
Tabel 4. 14 Kemampuan Generalisasi Kedua Model ..... 61

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peringkat Pengadopsi Kripto Global 2024-2025 ..... 1
Gambar 2. 1 Mekanisme LSTM .....11
Gambar 2. 2 *Forget Gate* .....11
Gambar 2. 3 *Input Gate*..... 12
Gambar 2. 4 Pembaruan *Cell State* ..... 12
Gambar 2. 5 *Output Gate* ..... 13
Gambar 2. 6 *Hidden State* ..... 13
Gambar 3. 1 Alur penelitian ..... 28
Gambar 3. 2 Pembagian data untuk TSCV ..... 35
Gambar 4. 1 Dataset yang diperoleh ..... 49
Gambar 4. 2 Rangkuman dataset yang diperoleh..... 50
Gambar 4. 3 Dataset setelah preprocessing..... 50
Gambar 4. 4 kurva training loss dan validation loss ..... 53
Gambar 4. 5 visualisasi dataset close actual dan prediction ..... 54
Gambar 4. 7 Perbandigan Harga Aktual dan Hasil Prediksi Unseen Data..... 60