

**PREDIKSI HARGA *BITCOIN* BERDASARKAN DATA
HISTORIS MENGGUNAKAN MODEL *HYBRID TEMPORAL
CONVOLUTIONAL NETWORK, BIDIRECTIONAL LONG
SHORT - TERM MEMORY*, DAN *GATED RECURRENT UNIT***

SKRIPSI

Verdi Eza Irawan

20210040106



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK KOMPUTER DAN DESAIN
SUKABUMI
AGUSTUS 2025**

**PREDIKSI HARGA *BITCOIN* BERDASARKAN DATA
HISTORIS MENGGUNAKAN MODEL *HYBRID TEMPORAL
CONVOLUTIONAL NETWORK, BIDIRECTIONAL LONG
SHORT - TERM MEMORY, DAN GATED RECURRENT UNIT***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Dalam Menempuh Seminar Skripsi

Di Program Studi Teknik Informatika



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK KOMPUTER DAN DESAIN
SUKABUMI
AGUSTUS 2025**

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : Prediksi Harga *Bitcoin* Berdasarkan Data Historis Menggunakan Model *Hybrid Temporal Convolutional Network, Bidirectional Long Short - Term Memory*, dan *Gated Recurrent Unit*

NAMA : Verdi Eza Irawan

NIM : 20210040106

“Saya menyatakan dan bertanggung jawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing – masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti – bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Komputer saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”

Sukabumi, 13 Agustus 2025

Verdi Eza Irawan

Penulis

PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : Prediksi Harga *Bitcoin* Berdasarkan Data Historis Menggunakan Model *Hybrid Temporal Convolutional Network, Bidirectional Long Short - Term Memory, dan Gated Recurrent Unit*

NAMA : Verdi Eza Irawan

NIM : 20210040106

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Sidang Skripsi pada tanggal 13 Agustus 2025. Menurut pandangan kami, Skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Komputer (S.Kom).

Sukabumi, 13 Agustus 2025

Pembimbing I



Alun Sujjada, S.Kom., M.T
NIDN. 0718108001

Ketua Penguji

Pembimbing II



Zaenal Alamsyah, M.Kom
NIDN.0409069602

Ketua Program Studi Teknik Informatika

Gina Purnama Insany, S.Si.T., M.Kom
NIDN.0417077908

Ir. Somantri, S.T., M.Kom
NIDN. 0419128801

Plh. Dekan Fakultas Teknik Komputer dan Desain

Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM., Asean Eng.
NIDN.0402037401

ABSTRACT

Bitcoin has become a digital asset with extremely high price volatility, making it an attractive object for both investment and research. This phenomenon drives the need for predictive models capable of capturing the temporal complexity and non-linearity of the crypto market data. This research aims to develop and test the performance of a hybrid model that combines a Temporal Convolutional Network (TCN), Bidirectional Long Short-Term Memory (BiLSTM), and Gated Recurrent Unit (GRU) to predict the closing price of Bitcoin. This model is designed to leverage the advantages of each architecture, where TCN functions as a temporal feature extractor, BiLSTM processes data from two directions to capture long-term dependencies, and GRU filters relevant information for the final prediction. This study uses a quantitative method with historical daily data of Bitcoin's closing prices from January 1, 2018, to March 31, 2025, obtained from the investing.com website. The data was divided into 80% training data and 20% testing data. The evaluation results on the test data show that the TCN-BiLSTM-GRU hybrid model performs exceptionally well, achieving a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 5.96% and a Root Mean Squared Error (RMSE) of 7,757.55. The low MAPE value demonstrates the model's ability to follow market trends and volatility with good accuracy. The developed model was then implemented into an interactive web application using Streamlit, which is capable of presenting Bitcoin price predictions in real-time.

Keywords: *Price Prediction, Bitcoin, Hybrid, Temporal Convolutional Network (TCN), Bidirectional Long Short-Term Memory (BiLSTM), Gated Recurrent Unit (GRU), Historical Data.*

ABSTRAK

Bitcoin telah menjadi aset digital dengan volatilitas harga yang sangat tinggi, menjadikannya objek yang menarik untuk investasi dan penelitian. Fenomena ini mendorong perlunya model prediksi yang mampu menangkap kompleksitas temporal dan non-linearitas data pasar kripto. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji performa model *hybrid* yang menggabungkan *Temporal Convolutional Network* (TCN), *Bidirectional Long Short-Term Memory* (BiLSTM), dan *Gated Recurrent Unit* (GRU) untuk memprediksi harga penutupan Bitcoin. Model ini dirancang untuk memanfaatkan keunggulan masing-masing arsitektur, di mana TCN berfungsi sebagai pengekstraksi fitur temporal, BiLSTM memproses data dari dua arah untuk menangkap dependensi jangka panjang, dan GRU menyaring informasi relevan untuk prediksi akhir. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan data historis harian harga penutupan Bitcoin dari 1 Januari 2018 hingga 31 Maret 2025 yang diperoleh dari situs investing.com. Data dibagi menjadi 80% data latih dan 20% data uji. Hasil evaluasi pada data uji menunjukkan bahwa model *hybrid* TCN-BiLSTM-GRU memiliki performa yang sangat tinggi, dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 5.96% dan *Root Mean Squared Error* (RMSE) sebesar 7,757.55. Nilai MAPE yang rendah membuktikan kemampuan model dalam mengikuti tren dan volatilitas pasar dengan akurasi yang baik. Model yang telah dikembangkan kemudian diimplementasikan ke dalam sebuah aplikasi web interaktif menggunakan Streamlit yang mampu menyajikan hasil prediksi harga Bitcoin secara *real-time*.

Kata Kunci: Prediksi Harga, Bitcoin, Hibrida, *Temporal Convolutional Network* , *Bidirectional Long Short-Term Memory*, *Gated Recurrent Unit*, Data Historis.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat Rahmat dan karunia-Nya akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Prediksi Harga *Bitcoin* Berdasarkan Data Historis Menggunakan Model *Hybrid Temporal Convolutional Network, Bidirectional Long Short - Term Memory*, dan *Gated Recurrent Unit*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di Program Studi Teknik Informatika, Universitas Nusa Putra. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model *hybrid* TCN, BILSTM, dan GRU untuk memprediksi harga *Bitcoin* berdasarkan data historis, dengan harapan dapat memberikan akurasi yang lebih baik dibandingkan model Tunggal atau model *hybrid* lainnya. Penulis tentunya tidak akan lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan moril maupun materil dari berbagai pihak.

Sehubungan dengan itu penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Ucapan terima kasih dan rasa bangga yang tak terhingga penulis sampaikan kepada kedua orang tua tercinta, Mamah Veronica Mairulina dan Ayah (Alm) Dedi Mulyadi, yang berpulang ke Rahmatullah di tengah perjuangan penulis menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas segala doa yang tiada henti, dukungan moril dan materil, serta kasih sayang tak terbatas yang menjadi sumber kekuatan terbesar. Semoga almarhum diberikan tempat terbaik di sisi Allah SWT. Skripsi ini penulis persembahkan untuk Mamah dan Ayahku tersayang.
2. Bapak Dr. Kurniawan S.T., M.Si., M.M, sebagai Rektor Universitas Nusa Putra Sukabumi.
3. Wakil Rektor I Bidang Akademik Universitas Nusa Putra Sukabumi, Bapak Samsuk Pahmi, S.Pd., Mpd.
4. Kepala Program Studi Teknik Informatika Universitas Nusa Putra Sukabumi Bapak Ir. Somantri, S.T., M.Kom.

5. Dosen Pembimbing I Universitas Nusa Putra Sukabumi Bapak Alun Sujjada, S.Kom., M. T. yang telah memberikan dukungan, motivasi, arahan, serta bimbingan yang sangat berharga bagi penulis.
6. Dosen Pembimbing II Universitas Nusa Putra Sukabumi Bapak Zaenal Alamsyah, M.Kom, yang telah memberikan dukungan, motivasi, arahan, serta bimbingan yang sangat berharga bagi penulis.
7. Para Dosen Program Studi Teknik Informatika Universitas Nusa Putra Sukabumi.
8. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Rayhanna Adisthi Putri Syarifudin atas segala bentuk dukungan, pengertian, dan semangat yang telah diberikan. Terima kasih telah menjadi pengingat untuk tidak pernah menyerah dan selalu memberikan energi positif hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
9. Rekan-rekan mahasiswa seperjuangan sejak mahasiswa baru hingga menjadi mahasiswa akhir, teman-teman kelas TI21E, dan semua pihak yang telah banyak membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Terima kasih atas segala dukungan dan kebersamaannya.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Namun, besar harapan penulis agar penelitian ini dapat bermanfaat, Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk pengembangan penelitian selanjutnya. Terima kasih.

Sukabumi, 13 Agustus 2025

Verdi Eza Irawan

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Verdi Eza Irawan
NIM : 20210040106
Program Studi : Teknik Informatika
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**PREDIKSI HARGA *BITCOIN* BERDASARKAN DATA HISTORIS
MENGUNAKAN MODEL *HYBRID TEMPORAL CONVOLUTIONAL
NETWORK, BIDIRECTIONAL LONG SHORT - TERM MEMORY, DAN
GATED RECURRENT UNIT***

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-ekklusif ini. Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencatumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Sukabumi
Pada tanggal : 13 Agustus 2025

Yang menyatakan,

Verdi Eza Irawan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN PENULIS	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Penelitian Terkait.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Landasan Teori	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Bitcoin.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Deep Learning	Error! Bookmark not defined.
2.2.3 Model Temporal convolutional network.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.4 Model Bidirectional Long Short Term Memory.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.5 Model Gated Recurrent Unit.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.6 Python	Error! Bookmark not defined.
2.2.7 Google Colaboratory	Error! Bookmark not defined.
2.2.8 Streamlit	Error! Bookmark not defined.
2.3 Kerangka Pemikiran.....	Error! Bookmark not defined.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
3.1 Tahapan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2 Metode Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.3 Identifikasi Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
3.4 Studi Pustaka dan Literatur	Error! Bookmark not defined.
3.5 Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	Error! Bookmark not defined.
3.5.1 Pengumpulan data	Error! Bookmark not defined.
3.5.2 Preprocessing Data.....	Error! Bookmark not defined.
3.5.3 Pembagian Data	Error! Bookmark not defined.
3.6 Pemodelan.....	Error! Bookmark not defined.
3.6.1 Evaluasi model.....	Error! Bookmark not defined.
3.6.2 Contoh Hasil Perhitungan	Error! Bookmark not defined.
3.7 Perancangan Sistem	Error! Bookmark not defined.
3.7.1 Metodologi Pengembangan Sistem.....	Error! Bookmark not defined.
3.7.2 Use Case Diagram.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	Error! Bookmark not defined.
4.1 Pengambilan Data	Error! Bookmark not defined.
4.2 Tahap Permodelan.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.1 Kebutuhan library.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.2 Import Dataset.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.3 Penyiapan Data.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.4 Pembagian Data	Error! Bookmark not defined.
4.2.5 Pemodelan menggunakan TCN, BILSTM, dan GRU.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.6 Visualisasi Pemodelan TCN, BILSTM, dan GRU.....	Error! Bookmark not defined.
4.3 Evaluasi Model.....	Error! Bookmark not defined.
4.4 Implementasi Sistem	Error! Bookmark not defined.
4.5 Pengujian Sistem.....	Error! Bookmark not defined.
4.5.1 Blackbox Testing.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V PENUTUP.....	6
5.1 Kesimpulan	6
5.2 Saran.....	7
DAFTAR PUSTAKA	8

LAMPIRAN**Error! Bookmark not defined.**



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alur Kerja Bitcoin	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 2 Arsitektur Deep Learning	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 3 Arsitektur Temporal convolutional network	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 4 Arsitektur Bidirectional Long Short Term Memory	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 5 Arsitektur Gated Recurrent Unit	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 6 Kerangka Pemikiran	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 2 Tahapan Pengolahan Data dan Pemodelan	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 3 Simulasi Data Harga Penutupan Bitcoin	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 4 Pembentukan Window	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 5 Konversi ke Array Numpy	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 6 Software Development Life Cycle (Waterfall)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 7 Use Case Diagram	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 1 Kode Import Dataset	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 2 Kode Normalisasi Data	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 3 Kode Pembagian Data Latih dan Data Uji	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 4 Diagram Arsitektur Model Hybrid TCN, BILSTM, dan GRU .	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 5 Grafik Training dan Validation Loss .	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 6 Grafik Prediksi dan Harga Aktual Bitcoin	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 7 Tabel Harga Bitcoin	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 8 Hasil Prediksi Bitcoin	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 1 Tabel Deskripsi Umum Dataset.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 2 Data Harga Bitcoin.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 3 Pembagian Data Latih dan Data Uji.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 4 Tabel Simulasi Data Harga	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 1 Arsitektur Model TCN, BILSTM, dan GRU.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 2 Tabel Hasil Pengujian Blackbox	Error! Bookmark not defined.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada beberapa tahun terakhir, *Bitcoin* telah menjadi salah satu aset digital yang paling banyak diperhatikan oleh masyarakat global. Hal tersebut terbukti dimana *Bitcoin* telah menempati posisi ke-6 pada urutan aset investasi berdasarkan kapitalisasi pasar dengan nilai sebesar 2.1 Triliun USD atau jika dikonversikan ke rupiah senilai 34.1 Kuadriliun Rupiah, nilai tersebut telah melebihi kapitalisasi pasar aset lain seperti Perak, Saham Saudi Aramco, Tesla hingga Meta Platforms. Pengguna dompet (*wallet*) *Bitcoin* di seluruh dunia telah meningkat dari sekitar 1,5 juta pada tahun 2013 menjadi 76,62 juta pada September 2021[1]. *Bitcoin* telah mengalami volatilitas harga yang sangat tinggi, menjadikannya objek yang menarik baik untuk investasi maupun penelitian akademik. Berdasarkan data yang dikemukakan oleh Statista, pada akhir 2021 harga *Bitcoin* mencapai puncaknya di atas \$68.000 sebelum mengalami penurunan drastis hingga menyentuh angka di bawah \$20.000 pada 2022. Memasuki tahun 2024, *Bitcoin* menunjukkan pemulihan yang kuat kapitalisasi pasar *Bitcoin* kembali menguat hingga lebih dari 1,3 triliun USD pada Maret 2024. Harga *Bitcoin* bahkan sempat mencapai titik tertinggi baru di atas \$73.000 pada awal Maret 2024.

Fenomena ini mengindikasikan perlunya model prediksi yang tidak hanya mempertimbangkan pola historis, tetapi juga mampu menangkap kompleksitas temporal dan non-linearitas data pasar kripto. Pendekatan *deep learning* telah menunjukkan potensi besar dalam prediksi deret waktu finansial. Salah satu algoritma yang banyak digunakan adalah *Long Short-Term Memory* (LSTM), yang merupakan pengembangan dari model *Recurrent Neural Network* (RNN), LSTM mampu mengatasi masalah ketergantungan jangka panjang yang tidak dapat ditangani oleh model RNN tradisional. Keunggulan utama LSTM terletak pada kemampuannya untuk mengatasi masalah ketergantungan jangka panjang yang tidak dapat ditangani oleh model RNN tradisional. Kemampuan LSTM untuk "mengingat" informasi dalam periode yang panjang memungkinkannya

mengenali pola dan tren kompleks dalam data historis[2]. Pengembangan lebih lanjut dari LSTM, yaitu *Bidirectional Long Short-Term Memory* (BILSTM), telah terbukti memberikan kinerja yang lebih unggul dalam berbagai studi terkini. BILSTM bekerja dengan memproses data dalam dua arah secara simultan maju dan mundur sehingga model dapat menangkap pola temporal dari masa lalu dan masa depan secara bersamaan[3]. Penelitian yang dilakukan oleh Nithyakani secara spesifik menerapkan model Bi-directional *Long Short-Term Memory* (BILSTM) untuk peramalan harga *Bitcoin*. Penelitian tersebut berhasil menunjukkan bahwa model BILSTM mampu melacak pergerakan harga dengan baik, dengan hasil evaluasi *Mean absolute percentage error* (MAPE) sebesar 13%[4]. Penggunaan model *Gated Recurrent Unit* (GRU) untuk prediksi harga *Bitcoin* menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan *Long Short-Term Memory* (LSTM) dalam beberapa skenario[5]. Penelitian tersebut menemukan bahwa model hibrida, khususnya kombinasi LSTM-GRU yang dioptimalkan dengan BO-GP, mampu menghasilkan nilai kesalahan prediksi (MAE, MSE, dan RMSE) yang paling rendah dibandingkan semua metode lain yang diuji dalam penelitian tersebut. Selain model RNN seperti LSTM dan GRU, salah satu pendekatan modern yang semakin populer adalah *Temporal convolutional network* (TCN). TCN merupakan model berbasis konvolusi yang didesain khusus untuk data sekuensial dengan keunggulan dalam menangkap informasi jangka panjang tanpa mengalami masalah *vanishing gradient*. Menurut Fan, *Temporal convolutional network* (TCN) hadir sebagai alternatif arsitektur yang lebih stabil, mendukung komputasi paralel, serta memiliki kemampuan memori yang lebih panjang tanpa mengalami degradasi performa yang signifikan[6].

Penelitian model *Hybrid* TCN, BILSTM, dan GRU untuk memprediksi harga *bitcoin* merupakan pendekatan yang perlu di eksplorasi. Oleh karena itu penulis mengangkat judul penelitian **“Prediksi Harga *Bitcoin* Berdasarkan Data Historis Menggunakan Model *Hybrid Temporal Convolutional Network, Bidirectional Long Short - Term Memory, dan Gated Recurrent Unit*”**, bertujuan untuk mengembangkan model *hybrid* TCN, BILSTM, dan GRU untuk memprediksi harga *Bitcoin* berdasarkan data historis, dengan

harapan dapat memberikan akurasi yang lebih baik dibandingkan model Tunggal atau model *hybrid* lainnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana melakukan prediksi harga *bitcoin* berdasarkan data historis menggunakan Model *hybrid* TCN, BILSTM, dan GRU sebagai panduan dalam mengambil keputusan investasi di pasar cryptocurrency?
2. Seberapa baik model *hybrid* TCN, BILSTM, dan GRU dalam memprediksi harga *bitcoin* berdasarkan data historis?
3. Bagaimana cara mengimplementasikan model *hybrid* TCN, BILSTM, dan GRU untuk memprediksi harga *bitcoin*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Penelitian ini hanya fokus pada prediksi harga *Bitcoin* (BTC) berdasarkan data historis dari tahun 01 Januari 2018 – 31 Maret 2025.
2. Data yang digunakan hanya data historis yang diambil dari situs informasi bidang finansial dan kripto yaitu investing.com.
3. Penelitian ini menggunakan pendekatan deret waktu univariat, di mana variabel yang digunakan sebagai *input* dan target *output* prediksi adalah harga penutupan (*Close*) Bitcoin.
4. Jumlah data yang digunakan untuk dalam melatih, tes, dan prediksi harga *bitcoin* sebanyak 2647 data.
5. Model yang digunakan adalah *Temporal convolutional network*, *Bidirectional Long Short Term Memory* dan *Gated Recurrent Unit*.
6. Rentang waktu prediksi harga *bitcoin* akan dibatasi pada periode yang telah ditentukan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Mengembangkan model TCN, BILSTM, dan GRU untuk memprediksi harga *bitcoin*.
2. Menguji performa Model *Hybrid* TCN, BILSTM, dan GRU dalam memprediksi harga *bitcoin*.
3. Mengimplementasikan model *hybrid* TCN, BILSTM, dan GRU untuk memprediksi harga *bitcoin*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi dua kelompok utama yaitu :

1. Bagi Peneliti :
 - a. Memberikan kontribusi dalam pengembangan model *deep learning hybrid* untuk analisis aset kripto.
 - b. Meambah wawasan dan pemahaman tentang penerapan model TCN, BILSTM, dan GRU dalam prediksi harga aset investasi.
 - c. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang ingin mengeksplorasi pendekatan serupa dalam analisis pasar keuangan.
2. Bagi Masyarakat:
 - a. Menyediakan alat prediksi yang dapat membantu investor dan pelaku pasar dalam mengambil keputusan berdasarkan analisis data historis *bitcoin*.
 - b. Menjadi referensi bagi pelaku pasar kripto dalam membuat keputusan investasi yang berbasis data.
 - c. Memberikan alternatif pendekatan berbasis kecerdasan buatan dalam analisis keuangan dan investasi di sektor kripto.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan Latar Belakang Penelitian, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Tahapan Penelitian, dan Sistematika Penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini mengulas teori-teori yang relevan dengan penelitian, termasuk penelitian terdahulu. Bagian-bagian yang ada pada bab tinjauan pustaka antara lain: Penelitian Terkait, Landasan Teori, Kerangka Pemikiran.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memuat beberapa hal, antara lain: Tahapan Penelitian dan Metode Pengumpulan Data, *Preprocessing* Data seperti pembersihan data, pembersihan outlier data, normalisasi data, pembagian data latih dan data uji, Pemodelan, Matrik Evaluasi Model, dan Contoh Perhitungan

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

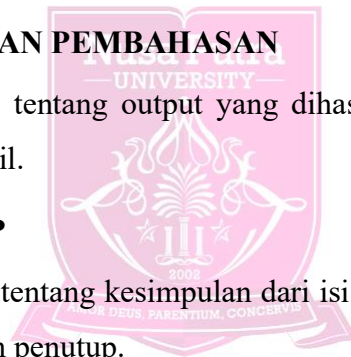
Bab ini membahas tentang output yang dihasilkan dalam penelitian dan dibahas secara detail.

BAB V PENUTUP

Bab ini membahas tentang kesimpulan dari isi semua penelitian skripsi ini dan diakhiri dengan penutup.

DAFTAR PUSTAKA

Bab ini merupakan penutup yang menyajikan semua referensi yang digunakan penelitian skripsi ini.



BAB V

PENUTUP

Bab ini menyajikan rangkuman dari keseluruhan hasil penelitian yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya. Bagian ini terbagi menjadi dua sub-bab utama, yaitu kesimpulan yang merangkum temuan-temuan penting dari penelitian, serta saran yang ditujukan untuk pengembangan penelitian di masa mendatang.

1.7 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan mengenai prediksi harga Bitcoin menggunakan model *hybrid* TCN, BILSTM, dan GRU, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Model *hybrid* yang menggabungkan arsitektur *Temporal Convolutional Network* (TCN), *Bidirectional Long Short-Term Memory* (BILSTM), dan *Gated Recurrent Unit* (GRU) telah berhasil dikembangkan dan diimplementasikan untuk melakukan prediksi harga penutupan Bitcoin berdasarkan data historis.
2. Performa model *hybrid* TCN, BILSTM, dan GRU menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi dalam memprediksi harga Bitcoin pada data uji. Hal ini dibuktikan dengan perolehan nilai metrik evaluasi yang baik seperti, *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 5.96% dan *Root Mean Squared Error* (RMSE) sebesar 7,757.55. Nilai MAPE yang rendah mengindikasikan bahwa rata-rata kesalahan prediksi model hanya sekitar 5.96% dari harga aktual, yang membuktikan kemampuan model dalam mengikuti tren dan volatilitas pasar
3. Implementasi model ke dalam aplikasi web interaktif menggunakan Streamlit telah berhasil dilakukan. Aplikasi ini mampu mengambil data secara realtime menggunakan API, serta menyajikan hasil prediksi bitcoin.
4. Berdasarkan visualisasi hasil prediksi, model *hybrid* TCN-BILSTM-GRU menunjukkan kemampuan untuk mengikuti arah tren pasar secara dinamis. Model berhasil memprediksi tren kenaikan dan penurunan

harga Bitcoin yang signifikan pada periode pengujian, meskipun juga mampu menangkap fluktuasi jangka pendek. Untuk hasil prediksi yang sudah disajikan pada streamlit model memprediksi tren penurunan untuk bitcoin ke harga 104,325.60 USD.

1.8 Saran

Meskipun penelitian ini telah berhasil mencapai tujuannya, terdapat beberapa aspek yang dapat dikembangkan lebih lanjut untuk penelitian di masa depan. Berikut adalah beberapa saran yang dapat menjadi pertimbangan:

1. Pengembangan Fitur (Feature Engineering): Penelitian ini hanya menggunakan satu variabel, yaitu harga penutupan (*Close*). Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menggunakan pendekatan multivariat dengan menyertakan fitur lain yang tersedia dalam dataset seperti harga pembukaan (*Open*), tertinggi (*High*), terendah (*Low*), dan volume perdagangan (*Volume*). Selain itu, penambahan data eksternal seperti analisis sentimen dari media sosial, berita pasar, atau indikator ekonomi makro dapat dieksplorasi untuk meningkatkan akurasi prediksi.
2. Perbandingan dengan Model Lain: Model *hybrid* TCN-BILSTM-GRU menunjukkan performa yang baik. Namun, untuk memvalidasi superioritasnya, penelitian selanjutnya dapat melakukan studi komparatif dengan membandingkan performa model ini dengan model tunggal (misalnya, LSTM, GRU, atau TCN saja) atau arsitektur *hybrid* lainnya yang telah ada dalam literatur, seperti CNN-BILSTM.
3. Penelitian ini menggunakan parameter yang ditentukan berdasarkan studi literatur dan eksperimen awal. Untuk mendapatkan performa yang lebih baik, disarankan untuk menerapkan teknik optimisasi *hyperparameter* seperti *Grid Search*, *Random Search*, atau *Bayesian Optimization*.
4. Pengujian pada Aset Kripto Lain: Model yang dikembangkan dalam penelitian ini difokuskan pada Bitcoin. Penelitian selanjutnya dapat menguji generalisasi dan robustitas model dengan menerapkannya pada aset kripto lain yang memiliki karakteristik volatilitas berbeda, atau bahkan pada instrumen keuangan lain seperti saham atau komoditas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Taskinsoy, "Bitcoin: A new digital gold standard in the 21st Century?," *SSN Electric Journal*, Oct. 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3941857>.
- [2] A. Sujjada and F. Sembiring, "Prediksi Harga Bitcoin Menggunakan Algoritma Long ShortTerm Memory," *JURNAL INOVTEK POLBENG - SERI INFORMATIKA*, vol. 9, no. 1, p. 2024, 2024.
- [3] R. U. Din, S. Ahmed, and S. Hussain Khan, "A Novel Decision Ensemble Framework: Customized Attention-BiLSTM and XGBoost for Speculative Stock Price Forecasting," *Swat*, Jan. 2024. doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2401.11621>.
- [4] Nithyakani, R. J. Tom, P. Gupta, A. Shanthini, V. M. John, and V. Sharma, "Prediction of Bitcoin Price Using Bi-LSTM Network," in *2021 International Conference on Computer Communication and Informatics, ICCCI 2021*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Jan. 2021. doi: 10.1109/ICCCI50826.2021.9402427.
- [5] I. S. Kervanci, M. F. Akay, and E. Özceylan, "BITCOIN PRICE PREDICTION USING LSTM, GRU AND HYBRID LSTM-GRU WITH BAYESIAN OPTIMIZATION, RANDOM SEARCH, AND GRID SEARCH FOR THE NEXT DAYS," *Journal of Industrial and Management Optimization*, vol. 20, no. 2, pp. 570–588, Feb. 2024, doi: 10.3934/jimo.2023091.
- [6] J. Fan, K. Zhang, Y. Huang, Y. Zhu, and B. Chen, "Parallel spatio-temporal attention-based TCN for multivariate time series prediction," Jun. 01, 2023, *Springer Science and Business Media Deutschland GmbH*. doi: 10.1007/s00521-021-05958-z.
- [7] P. Nusaiba Yulisa, M. Al Haris, and P. Rismawati Arum, "Peramalan Nilai Ekspor Migas di Indonesia dengan Model Long Short Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU)," 2023.
- [8] W. Lu, J. Li, J. Wang, and L. Qin, "A CNN-BiLSTM-AM method for stock price prediction," May 01, 2021, *Springer Science and Business Media Deutschland GmbH*. doi: 10.1007/s00521-020-05532-z.
- [9] C. Badertscher, U. Maurer, D. Tschudi, and V. Zikas, "Bitcoin as a Transaction Ledger: A Composable Treatment," *Journal of Cryptology*, vol. 37, no. 2, Apr. 2024, doi: 10.1007/s00145-024-09493-7.
- [10] P. H. Padhila, I. Cholissodin, and P. P. Adikara, "Prediksi Harga Bitcoin berdasarkan Data Historis Harian dan Google Trend Index menggunakan Algoritme Extreme Learning Machine," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 6, no. 7, pp. 3515–3524, Jul. 2022, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>

- [11] S. Wang, Y. Bai, T. Ji, K. Fu, L. Wang, and C.-T. Lu, "Stock Movement and Volatility Prediction from Tweets, Macroeconomic Factors and Historical Prices," Dec. 2023, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2312.03758>
- [12] I. D. Mienye and T. G. Swart, "A Comprehensive Review of Deep Learning: Architectures, Recent Advances, and Applications," *Information (Switzerland)*, vol. 15, no. 12, Dec. 2024, doi: 10.3390/info15120755.
- [13] M. Mushliha, "Implementasi CNN-BiLSTM untuk Prediksi Harga Saham Bank Syariah di Indonesia," *Jambura Journal of Mathematics*, vol. 6, no. 2, pp. 195–203, Aug. 2024, doi: 10.37905/jjom.v6i2.26509.
- [14] L. Alzubaidi *et al.*, "Review of deep learning: concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions," *J Big Data*, vol. 8, no. 1, Dec. 2021, doi: 10.1186/s40537-021-00444-8.
- [15] J. Nurhakiki *et al.*, "Studi Kepustakaan: Pengenalan 4 Algoritma Pada Pembelajaran Deep Learning Beserta Implikasinya," *Jurnal Pendidikan Berkarakter*, no. 1, pp. 270–281, 2024, doi: 10.51903/pendekar.v2i1.598.
- [16] M. Nurul Wathani, A. Bagja, M. Rodi, and Z. Amri, "GeoScienceEd 6(1) (2025) Penerapan Temporal Convolution Network (TCN) dalam Memprediksi Harga Saham PT Bank Central Asia Tbk Article Info," 2025, doi: 10.29303/geoscienceed.v6i1.542.
- [17] Z. Zheng, "A Review of Stock Price Prediction Based on LSTM and TCN Methods," *Advances in Economics, Management and Political Sciences*, vol. 46, no. 1, pp. 48–54, Dec. 2023, doi: 10.54254/2754-1169/46/20230316.
- [18] A. Mahmoud and A. Mohammed, "Leveraging Hybrid Deep Learning Models for Enhanced Multivariate Time Series Forecasting," *Neural Process Lett*, vol. 56, no. 5, Oct. 2024, doi: 10.1007/s11063-024-11656-3.
- [19] A. Muhammad Huda, G. F. Shidik, and V. Praskatama, "COMPARATIVE ANALYSIS OF LSTM, BILSTM, GRU, CNN, AND RNN FOR DEPRESSION DETECTION IN SOCIAL MEDIA," *Jurnal Teknik Informatika (Jutif)*, vol. 5, no. 6, pp. 1723–1735, Dec. 2024, doi: 10.52436/1.jutif.2024.5.6.4060.
- [20] S. M. Natzir and H. Jatiprasetya, "PREDIKSI HARGA CRYPTOCURRENCY XLM MENGGUNAKAN METODE DEEP LEARNING LSTM DAN GRU," *Jurnal HOAQ - Teknologi Informasi*, vol. 16, May 2025, doi: 10.52972/hoaq.vol16no1.
- [21] M. Riziq sirfatullah Alfarizi, M. Zidan Al-farish, M. Taufiqurrahman, G. Ardiansah, and M. Elgar, "PENGUNAAN PYTHON SEBAGAI BAHASA PEMROGRAMAN UNTUK MACHINE LEARNING DAN DEEP LEARNING," 2023.
- [22] M. L. Pratama and H. Utama, "PENDEKATAN DEEP LEARNING MENGGUNAKAN METODE LSTM UNTUK PREDIKSI HARGA BITCOIN,"

IJCSR: The Indonesian Journal of Computer Science Research, vol. 2, no. 2, 2023, doi: 10.37905.

- [23] D. M. Nugraha and D. Ariatmanto, “Meningkatkan Akurasi Prediksi Harga Bitcoin dengan Algoritma GRU-LSTM Hibrida,” vol. 11, no. 1, 2025, [Online]. Available: <https://journal.fkom.uniku.ac.id/index.php/buffer>
- [24] A. Tholib, N. K. Agusmawati, and F. Khoiriyah, “PREDIKSI HARGA EMAS MENGGUNAKAN METODE LSTM DAN GRU,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 11, no. 3, Aug. 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3.3250.
- [25] S. M. Raju and A. M. Tarif, “Real-Time Prediction of BITCOIN Price using Machine Learning Techniques and Public Sentiment Analysis,” Gombak, Jun. 2020. doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2006.14473>.

