

Studi Literatur: Prediksi Harga Bitcoin Menggunakan Algoritma Machine Learning dan Deep Learning

Gamar Ramadhani M¹, Rizky Parlika^{2*}

^{1,2} Informatika, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

122081010229@student.upnjatim.ac.id

*Corresponding author email: rizkyparlika.if@upnjatim.ac.id

Abstrak—Kepopuleran dari Bitcoin terus mengalami kenaikan dari tahun ke tahun. Bitcoin juga memiliki sifat fluktuatif yang sangat tinggi, dan dipengaruhi macam-macam faktor seperti kondisi data historis pasar, teknikal pasar, sentimen media sosial dan investor, dan data on-chain. Dalam studi literatur ini mempunyai sebuah tujuan guna menganalisis dan membandingkan kinerja dari beragam model algoritma Machine Learning dan Deep Learning dalam memprediksi pergerakan dari harga Bitcoin. Di studi literatur ini juga memakai pendekatan algoritma di antara lain; Long Short-Term Memory(LSTM), Recurrent Neural Network(RNN), Random Forest, Support Vector Machine (SVM), XGBoost, ARIMA, SARIMA, dan berbagai model hibrida dan ensemble seperti SVM-PSO dan ANN-XGBoost. Hasil dari penelitian banyak yang mengungkapkan bahwa model algoritma seperti RNN dan LSTM yang paling banyak digunakan dan menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi dengan mempunyai nilai RMSE terendah sebesar 730,42 dan akurasi R² hingga 97,45%. Penelitian lain juga mengatakan penggunaan data eksternal seperti Google Trend Index dan analisis sentimen dari media sosial juga mampu terbukti meningkatkan kemampuan model dalam meningkatkan tingkat akurasi prediksi secara signifikan. Kesimpulan dari studi literatur ini menyatakan bahwa pendekatan algoritma Deep Learning dan ensemble learning merupakan yang paling efektif dan konsisten hasilnya dalam menghadapi fluktuatif dan volatilitas harga Bitcoin.

Kata kunci: **Bitcoin, Machine Learning, Deep Learning, LSTM, Studi Literatur**

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan inovasi dari Blockchain dan mata uang kripto mengalami kemajuan yang sangat signifikan dari tahun ke tahun. Sehingga persepsi dari masyarakat bisa tergeser dalam cara mereka memandang sistem keuangan yang modern. Dan menghadirkan kesempatan para investor dalam melakukan investasi baru di tengah kompleksitas tantangan yang menyertainya. Bitcoin sebagai aset digital terdepan dan bisa melakukan transaksi dalam daring secara langsung antar individu tanpa harus melewati perantara lembaga atau instansi keuangan melalui pemanfaatan teknologi *peer-to-peer* yang digunakan dalam Blockchain[1]. Bitcoin memiliki sistem desentralisasi dan terlepas dari kendali dari instansi atau lembaga keuangan manapun. Banyak para investor yang menjadikan Bitcoin berkembang menjadi instrumen investasi dan semakin populer. Para investor memanfaatkan investasi Bitcoin sebagai instrumen untuk melindungi material dan aset mereka

dengan mempunyai harapan untuk memperoleh hasil yang signifikan dari apa yang mereka investasikan ke dalam instrumen Bitcoin[2].

Investasi di Bitcoin bisa memperoleh hasil yang tinggi, begitu juga resikonya dibandingkan dengan instrumen investasi lainnya seperti saham. Banyak artikel yang membahas dan membuktikan bahwa volatilitas Bitcoin jauh melampaui instrumen keuangan konvesional dengan memiliki korelasi yang cenderung sangat lemah atau bahkan negatif terhadap pergerakan saham maupun obligasi. Bitcoin memiliki pergerakan sendiri diiringi karakter yang teoritis dari Bitcoin yang membuatnya sangat rentan terhadap fluktuasi persepsi dan sentimen pasar. Nilai dari Bitcoin tidak hanya ditentukan oleh faktor fundamental dan teknikal melainkan ada keikutsertaan dari opini publik, pemberitaan media, dan perubahan sentimen publik yang bisa sangat mempengaruhi harga pergerakan Bitcoin[3]. Kejadian ini bisa menjelaskan sangkut paut bahwa psikologi pasar juga mempunyai peran main yang krusial dalam menentukan arah pergerakan dari harga Bitcoin. Secara nyata dan pengaruh figur publik terbukti mampu memberikan efek dalam menggerakkan pasar secara signifikan. Contohnya, pernyataan dari Elon Musk di *Twitter* pada Mei 2021 bisa memicu respon publik secara massal yang menyebabkan fluktuasi harga Bitcoin secara drastis dalam waktu singkat[4]. Peristiwa tersebut bisa mengungkapkan kerentanan dari pergerakan harga Bitcoin terhadap opini dan tindakan yang dilakukan baik individu maupun kelompok yang memiliki pengaruh besar di ruang publik terutama di politik dunia dan Bitcoin. Sehingga perubahan harga Bitcoin yang sangat bergantung dari perubahan sentimen pasar terutama ketika dipicu oleh sebuah pernyataan dari tokoh publik turut memperbesar ketidakpastian dari Bitcoin yang berimbang ketakutan para investor. Bitcoin menyimpan resiko besar khususnya bagi para investor yang belum sepenuhnya memahami fundamental dari Bitcoin. Sentimen pasar yang ikut andil tercermin dari pemberitaan media lalu dikemas menjadi opini di platform dari terutama *Twitter* hingga aktivitas di media sosial memiliki dampak signifikan terhadap Bitcoin[5]. Memutuskan ikut investasi di Bitcoin berdasarkan spekulasi atau tren semata, mengikuti opini publik figur di *Twitter* merupakan kesalahan dan berpotensi menimbulkan kerugian materi dan aset. Terlebih kondisi market Bitcoin yang sangat fluktuatif dan sangat sulit diprediksi[6].

Bitcoin didukung oleh mekanisme keamanan sistem yang tergolong tinggi di mana setiap transaksi akan tercatat secara transparansi dan diverifikasi oleh banyak *node* di dalam jaringan Blockchain[7]. Berkat mekanisme ini Bitcoin menjadi salah satu transaksi yang transparansi dan mencegah pihak luar untuk melakukan manipulasi data. Mengingat

setiap blok transaksi memrlukan validasi dari *node* sebelumnya lalu ditambahkan ke dalam rantai blok. Sifat Bitcoin yang terdesentralisasi sehingga menumbuhkan kepercayaan terhadap sistem jaringan Blockchain. Meski Bitcoin didukung oleh teknologi yang canggih dan transparan, perilaku dari investor dapat menciptakan guncangan harga Bitcoin akibat persepsi dan ekspektasi yang tidak rasional terhadap pergerakan harga. Euforia yang berlebih seringkali mendorong kenaikan dari harga Bitcoin menjadi tidak wajar lalu kemudian dalam waktu dekat bisa mengalami koreksi atau harga menjadi turun dengan tajam. Penelitian Braunesi dkk. Mengungkap bahwa peningkatan biaya transaksi dan volume transaksi *on-chain* memiliki korelasi positif dengan likuiditas pasar Bitcoin.[8]. Studi lain justru membuktikan bahwa tingginya dari perhatian para investor dapat berkaitan dengan peningkatan volatilitas dan likuiditas pasar. Dalam penelitian Smales juga membahas likuiditas dapat diukur menggunakan rasio tertentu guna menilai dari seberapa mudah asset tersebut dapat diperdagangkan[9]. Dari studi literatur lain memiliki temuan yang fokusnya bahwa perubahan harga pasar Bitcoin tidak hanya bisa ditentukan oleh keunggulan dari teknologi Blockchain, tetapi ada faktor lain yang ikut mempengaruhi yaitu perilaku dari investor dan intensitas perdagangan dapat ikut memperburuk volatilitas dan mempengaruhi stabilitas dari kondisi pasar Bitcoin.

Dalam sudut pandang yang lebih luas, bahwa analisis efisiensi dari pasar Bitcoin dapat mengalami perkembangan dengan mempertimbangkan faktor-faktor berdasarkan Blockchain seperti banyaknya jumlah dompet aktif, biaya transaksi, dan volume transaksi *on-chain* yang semua faktor tersebut memiliki peran masing-masing sama pentingnya dalam mempengaruhi stabilitas dan pergerakan Bitcoin. Untuk melakukan peningkatan akurasi dari prediksi harga Bitcoin yang sangat fluktuatif bisa menggunakan berbagai pendekatan Machine Learning dengan memanfaatkan sumber dataset teknikal maupun non-teknikal. Algoritma Machine Learning seperti *Support Vector Machine* (SVM), *Random Forest* (RF), XGBoost, *Recurrent Neural Network* (RNN), dan LSTM seringkali digunakan dalam memprediksi harga Bitcoin dengan menggunakan dataset *time series*. Jangkauan dari penelitian bisa diperluas dengan memasukkan faktor eksternal seperti sentimen media sosial, berita politik-ekonomi global, dan indikator *on-chain*. Algoritma *Deep Learning* seperti LSTM seperti LSTM dan *Gated Recurrent Unit* (GRU) terbukti unggul dibandingkan dengan metode tradisional lainnya dan berkat kemampuan dari LSTM dalam mengenali pola non-linear dan hubungan jangka panjang dalam data *time series*.[10]. Model lain yang memiliki dasar *ensemble* seperti *Random Forest* dan XGBoost efektif dalam menangkap interaksi yang kompleks antar variabel sehingga dapat mengurangi *overfitting*. Penggunaan algoritma ini mempunyai pendekatan yang multidimensi dalam memahami dan memprediksi perubahan dari sebuah harga Bitcoin yang dipengaruhi oleh faktor lain dari kombinasi pasar dan perilaku sosial.

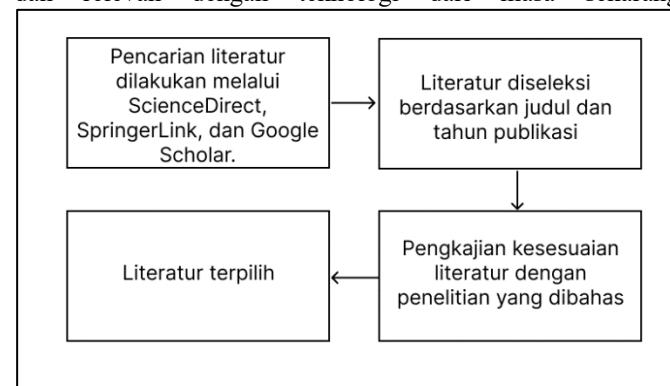
Pada penulisan artikel studi literatur ini memiliki tujuan guna mengkaji dan membandingkan hasil penelitian terdahulu

mengenai penerapan macam-macam pendekatan algoritma Machine Learning dalam memprediksi harga Bitcoin, yang memiliki fokus di keunggulan, keterbatasan, serta pengaruh faktor-faktor eksternal seperti data *on-chain* dan sentimen dari publik figure terhadap volatilitas pasar Bitcoin.

II. LITERATUR REVIEW

Pada bab ini memperlihatkan dari beberapa literatur yang merangkum berbagai penelitian relevan terkait prediksi harga Bitcoin menggunakan metode Machine Learning. Kajian ini dilakukan melalui proses identifikasi, seleksi, dan evaluasi kelayakan terhadap literatur yang berkaitan dengan topik penelitian ini. Memiliki proses metodologis sendiri dalam penyusunan tinjauan literatur ini bisa digambarkan pada gbr 1, yang menunjukkan tahapan dalam pengumpulan serta analisis sumber-sumber penelitian terdahulu.

Tahapan awal dalam penelitian ini dimulai dengan melakukan pencarian literatur pada beberapa situs seperti *ScienceDirect*, *SpringerLink*, dan *Google Scholar*. Melalui proses pencarian tersebut, diperoleh sebanyak 15 karya ilmiah atau literatur yang dianggap relevan dengan topik penelitian. Pemilihan artikel dilakukan berdasarkan kesesuaian judul dan fokus pembahasan, yaitu studi yang meneliti prediksi harga Bitcoin menggunakan metode Machine Learning. Selain itu, batasan waktu publikasi ditetapkan hanya pada sepuluh tahun terakhir agar sumber yang digunakan tetap mengikuti perkembangan dan relevan dengan teknologi dari masa sekarang



Gbr 1. Alur Seleksi Artikel [11]

A. Penerapan Model dari Machine Learning dan Deep Learning untuk Prediksi Harga Bitcoin

Penelitian prediksi harga Bitcoin telah banyak memanfaatkan berbagai pendekatan algoritma mulai dari metode klasik hingga model berbasis kecerdasan buatan. Algoritma Regresi Linear adalah metode tradisional dari banyaknya metode tradisional lainnya yang sering digunakan dalam analisis *time series* untuk mengidentifikasi hubungan linier antar variabel[12]. Sementara itu, algoritma *Random Foreset* dan *Support Vector Machine* (SVM) termasuk dalam kategori Machine Learning yang populer karena kemampuannya dalam menangani data kompleks serta memberikan hasil yang akurat pada berbagai tugas klasifikasi dan regresi. Di sisi lain, model berbasis LSTM yang merupakan pengembangan dari jaringan saraf tiruan (*neural network*) tipe RNN, dan adanya rancangan khusus untuk

memproses data *time series*. Kemampuannya dalam mengenali pola jangka panjang dan hubungan non-linear menjadikan LSTM salah satu model yang paling menjanjikan untuk memprediksi harga Bitcoin yang sangat fluktuatif[13].

B. Analisis Sentimen Media Sosial

Analisis sentimen merupakan salah satu cabang dari *text mining* yang berfokus pada penggalian opini, emosi, dan sudut pandang dari data berbasis teks untuk memahami sentimen publik terhadap suatu topik tertentu[14]. Melalui pendekatan ini, data teks yang diambil dari berbagai sumber seperti media sosial, forum daring, dan berita digital dapat diproses secara sistematis guna mengidentifikasi apakah isi teks tersebut bernada positif, negatif, atau netral. Dalam konteks media

sosial, analisis sentimen sangat berguna untuk menganalisis komentar atau unggahan di platform seperti *Twitter* yang kemudian dapat diterjemahkan menjadi informasi yang lebih bermakna dalam bentuk tren sentimen positif, negatif, maupun netral. Teknik ini banyak diterapkan dalam penelitian ekonomi digital dan pasar Bitcoin karena opini publik yang tersebar di media sosial sering kali memiliki korelasi kuat dengan perubahan harga aset Bitcoin[15].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

TABEL I
DAFTAR LITERATUR

Objek yang Diteliti	Metode yang Digunakan	Hasil Penelitian	Referensi
Hubungan antara transaksi Bitcoin, konsumsi energi, dan emisi karbon pada periode 1 Januari 2019 – 31 Mei 2022.	Model meta (Meta-Model) yang menggabungkan beberapa algoritma machine learning seperti <i>Random Foreset</i> (RF), <i>LightGBM</i> (LGB), dan <i>XGBoost</i> (XGB), dengan fungsi analitik SQL. Dataset mencakup 15 variabel fundamental termasuk harga Bitcoin, listrik, gas, minyak, inflasi UE, dan sertifikat emisi.	Hasil menunjukkan adanya hubungan kuat antara harga Bitcoin dan konsumsi energi serta emisi karbon. Model meta menghasilkan prediksi harga Bitcoin yang lebih akurat pada kondisi <i>bull</i> dan <i>bear market</i> . Studi menegaskan pentingnya mempertimbangkan faktor energi dan lingkungan dalam investasi Bitcoin.	[16]
Strategi investasi pada pasar pertukaran <i>cryptocurrency</i> Bitcoin menggunakan algoritma <i>machine learning</i> .	Menggunakan empat algoritma: <i>Logistic Regression</i> , <i>Random Forest</i> , <i>Support Vector Classifier</i> , dan <i>Gradient Tree Boosting</i> , kemudian digabungkan dalam model <i>ensemble</i> . Data di-resample berdasarkan ambang batas harga penutupan (<i>closing value threshold</i>) untuk mengurangi risiko dan meningkatkan imbal hasil.	Semua algoritma machine learning mengungguli strategi <i>Buy and Hold</i> . Metode <i>ensemble</i> tanpa bobot menghasilkan akurasi tertinggi (hingga 59,26%) dan memberikan hasil investasi lebih tinggi serta risiko lebih rendah. Metode <i>resampling</i> meningkatkan performa dibandingkan pengambilan sampel waktu konvensional.	[17]
Perbandingan pengaruh variabel makroekonomi (suku bunga, inflasi, volatilitas pasar) terhadap arah harga Bitcoin dan emas.	Algoritma <i>Random Foreset</i> dan model <i>bagging</i> dibandingkan dengan model logit tradisional untuk memprediksi arah harga dalam jangka 1–20 hari. Fitur mencakup indikator teknikal dan variabel makroekonomi (EPU, suku bunga, inflasi, volatilitas minyak).	<i>Random Foreset</i> memberikan akurasi prediksi 75–85%, lebih tinggi daripada model logit. Indikator teknikal menjadi variabel paling penting dalam memprediksi arah harga Bitcoin dan emas. Volatilitas minyak berpengaruh pada keduanya, menunjukkan bahwa Bitcoin dapat berperan sebagai alternatif diversifikasi terhadap risiko pasar seperti emas.	[18]
Prediksi pergerakan harga pasar Bitcoin dalam jangka waktu pendek (1 hingga 60 menit).	Enam model machine learning dibandingkan: <i>Logistic Regression</i> , <i>Random Foreset</i> , <i>Gradient Boosting Classifier</i> (GBC), <i>Feedforward Neural Network</i> (FNN), <i>Long Short-Term Memory</i> (LSTM), dan <i>Gated Recurrent Unit</i> (GRU). Dataset mencakup fitur teknikal, <i>blockchain-based</i> , <i>sentiment/interest-based</i> , dan <i>asset-based</i> (emas, indeks saham, volatilitas pasar),	Semua model memiliki akurasi di atas 50%. Model RNN (LSTM & GRU) serta <i>Gradient Boosting</i> menunjukkan performa terbaik untuk prediksi jangka pendek. Akurasi meningkat seiring dengan bertambahnya horizon waktu prediksi. Model LSTM mencapai akurasi tertinggi hingga 56% untuk horizon 60 menit. Namun, strategi	[19]

Objek yang Diteliti	Metode yang Digunakan	Hasil Penelitian	Referensi
Pengambilan keputusan perdagangan Bitcoin pada periode <i>halving</i> yang memiliki volatilitas tinggi.	serta sentimen <i>Twitter</i>).	perdagangan berbasis prediksi menghasilkan keuntungan negatif setelah memperhitungkan	[19]
Predksi waktu untuk konfirmasi transaksi dari Bitcoin guna meningkatkan efisiensi jaringan Blockchain sekaligus memaksimalkan biaya transaksi	Metode hibrida antara <i>Fuzzy Logic</i> dan <i>Bollinger Bands (BB)</i> , dengan tiga <i>Fuzzy Inference Systems (FIS)</i> dan total 48 aturan untuk menghasilkan sinyal beli, tahan, atau jual. Data historis harga Bitcoin diambil tiga bulan setelah peristiwa <i>halving</i> (11 Mei 2020). Performa dibandingkan dengan indikator <i>Moving Average Convergence Divergence (MACD)</i> dan <i>Bollinger Bands</i> konvensional.	Kombinasi <i>Fuzzy Logic</i> dan <i>Bollinger Bands</i> mencapai tingkat keberhasilan prediksi sebesar 92,47%, jauh lebih baik dibandingkan penggunaan <i>Bollinger Bands</i> atau <i>MACD</i> secara tunggal. Model ini terbukti efektif dalam menghadapi fluktuasi ekstrem selama periode <i>halving</i> , serta memberikan sinyal perdagangan yang lebih adaptif terhadap volatilitas pasar	[20]
Predksi harga Bitcoin menggunakan data historis dan memiliki karakteristik pasar selama 5 tahun (2014–2019).	Menggunakan model gabungan dari ANN dengan <i>Extreme Gradient Boosting (XGBoost)</i> . Memiliki fitur utama antara lain; <i>transaction size, fee rate, dan mempool status</i> . Data tersebut diambil dari jaringan Bitcoin dengan rentang tahun 2020-2022 lalu diolah menggunakan <i>feature selection</i> berdasarkan korelasi antar fitur.	Hasil dari menggunakan model gabungan ANN dan XGBoost bisa menyentuh akurasi prediksi sebesar 97,45% lebih tinggi dari menggunakan satu model. Model gabungan ini bisa memperbaiki generalisasi dari satu model dan mengurangi <i>false confirmation rate</i>	[21]
Predksi dari fluktuasi harga Bitcoin menggunakan tipe data harga historis untuk menentukan arah pergerakan harga (naik atau turun).	Melakukan kombinasi LSTM dan <i>Logistic Regression</i> dengan menggunakan proses normalisasi data. Datasetnya meliputi variabel volume, <i>open_price, close_price</i> , dan kapitalisasi pasar. Dan melakukan analisis menggunakan <i>framework Tensorflow, Keras, Pandas, NumPy, dan Scikit-learn</i> .	Menggunakan model gabungan algoritma LSTM dan <i>Logistic Regression</i> bisa menghasilkan prediksi harga Bitcoin dengan akurasi tinggi dan memiliki MSE rendah. Penelitian di artikel ini menunjukkan model LSTM sangat efektif menangan tipe data <i>time series</i> . Sehingga model ini mampu memprediksi harga Bitcoin lebih stabil.	[22]
Memprediksi harga serta performa kinerja pada Bitcoin menggunakan data dari harga historis dari <i>CoinMarketCap</i> .	Menggunakan algoritma <i>Random Forest Classifier</i> yang menerapkan dataset historis harga Bitcoin dari <i>platform Yahoo Finance</i> . Tahapan ini mencakup <i>data preprocessing, feature selection, model training, dan evaluation</i> .	Hasil dari algoritma <i>Random Forest</i> menunjukkan performa akurasi tinggi dalam klasifikasi arah dari fluktasi harga Bitcoin. Dari penelitian ini membuktikan bahwa <i>ensemble learning</i> lebih konsisten dibandingkan metode tunggal dan mampu menangani data volatitas tinggi.	[23]
Memprediksi harga dari Bitcoin berdasarkan <i>time series</i> dengan jangka harian dengan pengujian parameter	Model yang digunakan LSTM digunakan untuk memahami pola dari data <i>time series</i> . Tahapan penelitian ini mencakup <i>data normalization, model training, validation, dan testing</i> .	Model LSTM menunjukkan hasil dan memiliki kemampuan sangat baik dalam memprediksi Harga Bitcoin. Dan dari model ini memiliki nilai loss menurun secara signifikan selama pelatihan dan mampu mengikuti pola tren harga dengan tingkat kesalahan rendah.	[24]
	Model algoritma RNN dengan tiga konfigurasi arsitektur <i>layer Dense</i> : (32,16,1), (64,32,1), dan (128,64,1). Parameter ini diuji berdasarkan periode	Hasil terbaik dari model RNN diperoleh dengan konfigurasi <i>layer Dense</i> (128,64,1) dengan <i>optimizer Adam</i> dan rasio train/test 90/10,	[25]

Objek yang Diteliti	Metode yang Digunakan	Hasil Penelitian	Referensi
dan arsitektur RNN.	data (1,-5 tahun), rasio <i>train/test</i> (60/40, 70/30, 80/20, 90/10), dan menggunakan optimizer (Adam dan SGD).	sehingga menghasilkan nilai RMSE = 1621,95 (<i>training</i>) dan RMSE = 730,42 (<i>testing</i>).	[25]
Melakukan prediksi harga Bitcoin dengan sekaligus data historis harian dan tren dari pencarian <i>Google Trend Index</i> sebagai parameter dari sentimen publik	Algoritma Machine Learning ELM dengan memiliki fungsi aktivasi <i>Sigmoid</i> , 5 fitur input, dan 20 neuron di <i>hidden layer</i> . Dilakukannya evaluasi dengan menggunakan metrik <i>Mean Absoulte Percentage Error</i> (MAPE).	Memiliki hasil nilai MAPE sebesar 3,089%, dan menunjukkan tingkat akurasi tinggi. Penambahan dari <i>Google Trend Index</i> juga meningkatkan performa model dalam menangkap sifat Bitcoin.	[26]
Prediksi Harga Bitcoin dengan menggunakan data harian rentang 10 Okt 2021 – 10 Okt 2023 dengan tipe data <i>time series</i>	Penelitian ini menggunakan metode Regresi Linear untuk melakukan prediksi harga Bitcoin. Dengan proses mencakup <i>data preprocessing</i> , seleksi fitur dengan <i>mutual information</i> , pelatihan model, dan evaluasi model dilakukan menggunakan metrik <i>R-squared</i> .	Hasil terbaik dari model ini memiliki nilai R^2 sebesar 0.994 masuk kategori tinggi dan mampu memahami hubungan kuat antar variabel input dan harga aktual dari Bitcoin.	[27]
Harga Bitcoin dengan dataset harian dari 1 Januari 2021 – 31 Desember 2024 yang didapatkan dari <i>CoinMarketCap</i>	Dilakukannya pembagian dataset secara menyeluruh ke dalam fase <i>training</i> , <i>validation</i> , dan <i>testing</i> untuk memastikan bahwa model sudah digeneralisasi	Model ini menunjukkan loss menurun secara signifikan di fase <i>training</i> , dan modelnya juga mampu memahami pola tren harga aktual dari Bitcoin dengan tingkat kesalahan rendah	[28]
Menggunakan dataset harga Bitcoin dari Indodax dengan melakukan pendekatan dari berbagai algoritma <i>deep learning</i> .	Menggunakan 4 algoritma sekaligus membandingkan dari tiap algoritma antara lain; ARIMA, SARIMA, LSTM, dan XGBoost.	Dari keempat model, model SARIMA yang menunjukkan hasil terbaik dengan nilai RMSE terendah 13.692 daripada 3 model lainnya yang RMSE-nya lebih tinggi	[29]
Menggunakan 5 koin <i>cryptocurrency</i> sebagai prediksi terdiri dari Bitcoin, Litecoin, Namecoin, Ethereum, dan XRP. Dengan tipe data <i>time series</i>	Menggunakan algoritma gabungan SVM dan PSO untuk memaksimalkan parameter dalam memprediksi.	Algoritma SVM-PSO yang telah dilakukan langkah optimasi bisa melakukan secara efektif dalam memprediksi harga masa depan Bitcoin dengan akurasi mencapai 95%, mengungguli algoritma SVM tunggal.	[30]

A. Variabel

Sebelum menjalankan algoritma Machine Learning harus memasukkan variabel sebagai *input* dan *output* agar bisa memahami isi dari datasetnya. Di algoritma prediksi harga Bitcoin menggunakan variabel yang umumnya terdiri dari data historis pasar, indikator teknikal, dan data eksternal seperti sentimen publik. Variabel yang sering digunakan ialah variabel historis meliputi *open_price*, *close_price*, *high_price*, *low_price* dan volume transaksi harian, yang menjadi dasar kebanyakan penelitian yang fokusnya memprediksi harga Bitcoin. [25]. Di beberapa penelitian lain untuk memperkuat model dalam memprediksi harga Bitcoin menambahkan data eksternal dan sentimen publik seperti *Google Trend Index* dan sentimen dari *Twitter*[26]. Sehingga dari sentimen publik ini bisa mencerminkan tingkat perhatian dan spekluasi dari masyarakat yang berdampak pada volatilitas Bitcoin. Kombinasi dari kategori variabel ini yaitu harga historis pasar, indikator teknikal, dan sentimen publik. Mampu menghasilkan model Machine Learning seperti LSTM, RNN, Random Forest, XGBoost, ELM, dan Fuzzy Logic yang memiliki kemampuan

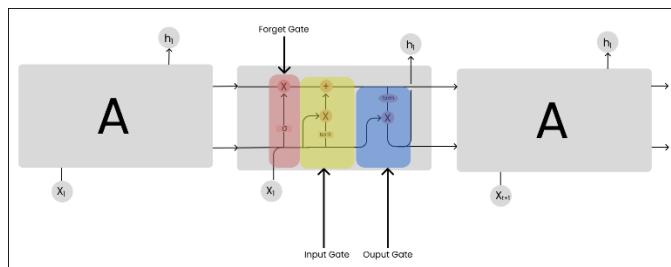
dalam memprediksi harga Bitcoin dengan akurasi yang tinggi[30].

Tabel II
DAFTAR METODE

No	Metode yang Digunakan	Jumlah	Referensi
1	<i>Random Foreset</i>	3	[16][18][23]
2	Long-Short Term Memory	4	[13], [19], [22], [29]
3	Recurrent Neural Network	2	[25], [27]
4	Gradient Boosting / XGBoost / LightGBM	3	[16], [19], [21]
5	Logistic Regression	2	[17], [22]
6	Support Vector Machine	2	[17], [30]
7	Fuzzy Logic	1	[20]
8	Extreme Learning Machine	1	[26]
9	Artificial Neural Network	1	[21]
10	Ensemble Model	2	[16], [17]
11	ARIMA / SARIMA	1	[29]
12	SVM-PSO	1	[30]

Metode yang paling populer pada studi literatur ini adalah *Long*

Short-Term Memory, yaitu salah satu varian dari *Recurrent Neural Network* yang termasuk dalam kategori *supervised learning*. LSTM dirancang untuk mengolah time series dengan kemampuan mengingat pola jangka panjang melalui mekanisme input gate, forget gate, dan output gate, sehingga mampu mengatasi masalah vanishing gradient yang sering terjadi pada RNN. Dalam konteks prediksi harga Bitcoin, metode ini banyak digunakan karena harga Bitcoin sendiri memiliki sifat fluktuatif atau volatilitasnya sangat tinggi



Gbr 2. Arsitektur dari model Algoritma Machine Learning LSTM[31]

Pada tabel II metode atau algoritma lain yang banyak digunakan dalam studi literatur ini yaitu Random Forest dan XGBoost. Kedua model tersebut masuk dalam kategori *ensemble learning* atau model gabungan yang menggabungkan beberapa *decision trees* guna meningkatkan akurasi prediksi dan mengurangi resiko terkena *overfitting*. Random Forest menggunakan pendekatan *bagging*, dimana setiap pohonnya dilatih dengan subset acak dari dataset guna menghasilkan prediksi yang lebih konsisten dan tahan terhadap data *outlier*. Sedangkan XGBoost, merupakan algoritma dari metode *boosting* dimana modelnya melakukan pelatihan terhadap pohon secara bertahap dengan memberikan bobot lebih besar pada data yang sebelumnya sudah diprediksi salah. Dari cara kerja metode tersebut metode ini bisa mengoptimalkan performanya secara iteratif. Dalam konteks prediksi harga Bitcoin kedua metode ini bisa digunakan dan mampu untuk menangani hubungan non-linear antara berbagai variabel seperti harga, volume, dan volatilitas pasar.

Tabel III
Tabel Komparasi

No	Metode yang Digunakan	Nilai Performa(RMSE/MAPE/Akurasi)
1	Meta-Model(<i>RF</i> , <i>LGB</i> , <i>XGBoost</i> , <i>SQL</i>)	85%
2	Ensemble Model	59%
3	<i>Random Forest</i>	80%
4	LSTM dan GRU	56%
5	<i>Fuzzy Logic</i>	92.47%
6	ANN dan <i>XGBoost</i>	97.45%
7	<i>Random Forest Classifier</i>	72.22%
8	LSTM dan <i>Logistic Regression</i>	97.2%
9	LSTM	98%

No	Metode yang Digunakan	Nilai Performa(RMSE/MAPE/Akurasi)
10	RNN	730.42(RMSE)
	ELM(<i>Extreme Learning Machine</i>)	3,089% (MAPE)
12	<i>Linear Regression</i>	96.45%
13	LSTM dan GRU	97.3%
14	SARIMA	13.69(RMSE)
15	SVM-PSO	95%

Berdasarkan hasil tabel tabel III terhadap 15 penelitian yang telah dilakukan yang fokusnya untuk memprediksi harga Bitcoin menggunakan algoritma dari Machine Learning dan Deep Learning. Hasil yang paling efektif dan akurat diperoleh model *hybrid* dan *Ensemble Learning* yang memiliki hasil terbaik. Kombinasi dari ANN dan *XGBoost* menunjukkan akurasi tertinggi dengan nilai 97.45%, diikuti dengan model SVM-PSO 95%, dan *Fuzzy Logic* 92.47%. Model-model di atas memiliki keunggulan yang sama dalam menghadapi volatilitas Bitcoin yang tinggi.

IV. KESIMPULAN

Prediksi Bitcoin didominasi dengan menggunakan variabel dasa historis pasar seperti *open_price*, *close_price*, *low_price*, *high_price*, dan volume perdagangan. Di penelitian lain juga menggabungkan variabel eksternal dalam modelnya seperti data *on-chain* (banyaknya jumlah dompet yang aktif, biaya transaksi, dll), sentimen dari media sosial, dan *Google Trend Index* untuk meningkatkan tingkat keakuratan prediksi model.

Metode atau algoritma yang populer dan efektif dalam memprediksi harga Bitcoin ialah *Deep Learning* khususnya LSTM dan RNN. Karena memiliki kemampuan dalam menangkap pola *temporary* dan ketergantungan jangka panjang dalam tipe data *time series*. Model hibrida dan ensemble seperti Random Forest, XGBoost, dan SVM-PSO juga menunjukkan hasil yang signifikan sehingga terbukti unggul dalam menangani volatilitas tinggi dari Bitcoin dan mengurangi *overfitting*. Hasil dari evaluasi model LSTM dan RNN menunjukkan bahwa kedua model tersebut konsisten dalam menghasilkan nilai RMSE, MAE, dan MAPE yang rendah dengan pencapaian terbaik seperti RMSE = 730,42 dan MAPE = 3,089%. Penelitian ini bisa sebagai landasan pengembangan kedepannya dengan menggunakan model hibrida yang menggabungkan data multimodal serta optimasi *hyperparameter* untuk lebih meminimalkan nilai error dan meningkatkan tingkat akurasi prediksi harga Bitcoin.

REFERENSI

- [1] S. Nakamoto, "Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system," Available at SSRN 3440802, 2008.
- [2] D. E. Shafira, O. Ferli, E. Haryanti, and E. Wijaya, "Analisis Korelasi dan Pergerakan bersama Saham, Emas dan Bitcoin Studi Kasus Pasar Indonesia," *Journal of Management and Business Review*, vol. 20, no. 3, pp. 207–220, 2023.
- [3] M. IRFAN, "Analisis Data pada Transaksi Bitcoin untuk Prediksi Harga

- Menggunakan Algoritma Random Foreset”.
- [4] L. Ante, “How Elon Musk’s Twitter activity moves *cryptocurrency markets*,” *Technol Forecast Soc Change*, vol. 186, p. 122112, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122112>.
 - [5] R. Azhar, A. Surahman, and C. Juliane, “Analisis Sentimen Terhadap *Cryptocurrency* Berbasis Python TextBlob Menggunakan Algoritma Naïve Bayes,” *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, vol. 6, no. 1, pp. 267–281, 2022.
 - [6] J. E. Savero, V. H. Pranatawijaya, and E. Christian, “Analisis Sentimen Pengguna Media Sosial X terhadap Perubahan Harga Bitcoin: Pendekatan Machine Learning,” *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 4, no. 1, pp. 196–208, 2024.
 - [7] S. M. Raju and A. M. Tarif, “Real-time prediction of BITCOIN price using machine learning techniques and public sentiment analysis,” *arXiv preprint arXiv:2006.14473*, 2020.
 - [8] A. Brauneis, R. Mestel, R. Riordan, and E. Theissen, “Bitcoin unchained: Determinants of *cryptocurrency exchange liquidity*,” *J Empir Finance*, vol. 69, pp. 106–122, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2022.08.004>.
 - [9] L. A. Smales, “Investor attention in *cryptocurrency markets*,” *International Review of Financial Analysis*, vol. 79, p. 101972, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2021.101972>.
 - [10] F. Febriansyah, A. Sujjada, and F. Sembiring, “Prediksi Harga Bitcoin Menggunakan Algoritma Long Short Term Memory (LSTM),” *INOVTEK Polbeng-Seri Informatika*, vol. 9, no. 1, 2024.
 - [11] K. M. Hindrayani, I. G. S. M. Diyasa, P. A. Riyantoko, and T. M. Fahrudin, “Studi Literatur Mengenai Prediksi Harga Saham Menggunakan Machine Learning,” in *Prosiding Seminar Nasional Informatika Bela Negara (SANTIKA)*, 2020, pp. 71–75.
 - [12] Y. A. Ramadhan, A. Faqih, and G. Dwilestari, “Prediksi Penjualan Handphone di Toko X menggunakan Algoritma Regresi Linear,” *Jurnal Informatika Terpadu*, vol. 9, no. 1, pp. 40–44, 2023.
 - [13] S. A. Khoiri and A. Wahid, “Analisis Kinerja Algoritma Machine Learning dalam Prediksi Harga *Cryptocurrency*,” *JUSTINDO (Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi Indonesia)*, vol. 9, no. 2, pp. 133–141, 2024.
 - [14] A. N. Halim, R. Rudiman, and N. A. Verdikha, “Analisis Sentimen Opini Publik Terhadap Peristiwa Bitcoin Halving Pada Data Teks Twitter Menggunakan Metode Naïve Bayes Dan Pembobotan Fitur TF-IDF,” *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, vol. 4, no. 3, pp. 2823–2831, 2025.
 - [15] A. A. Corras, A. Syam, and V. Aris, “Analisis sentimen tren *cryptocurrency* menggunakan machine learning,” *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, vol. 3, no. 4, pp. 59–66, 2025.
 - [16] A. Bâra, S.-V. Oprea, and M. Panait, “Insights into Bitcoin and energy nexus. A Bitcoin price prediction in bull and bear markets using a complex meta model and SQL analytical functions,” *Applied Intelligence*, vol. 54, no. 8, pp. 5996–6024, 2024, doi: [10.1007/s10489-024-05474-2](https://doi.org/10.1007/s10489-024-05474-2).
 - [17] T. A. Borges and R. F. Neves, “Ensemble of machine learning algorithms for *cryptocurrency* investment with different data resampling methods,” *Appl Soft Comput*, vol. 90, p. 106187, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106187>.
 - [18] S. A. Basher and P. Sadorsky, “Forecasting Bitcoin price direction with *Random Foresets*: How important are interest rates, inflation, and market volatility?,” *Machine Learning with Applications*, vol. 9, p. 100355, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2022.100355>.
 - [19] P. Jaquart, D. Dann, and C. Weinhardt, “Short-term bitcoin market prediction via machine learning,” *The Journal of Finance and Data Science*, vol. 7, pp. 45–66, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfds.2021.03.001>.
 - [20] O. A. Darmawan, Y. Heryadi, Lukas, L. A. Wulandhari, and I. Sonata, “The Utilization of Fuzzy Logic and Bollinger Bands to Enhance Trading Decision-Making During the Bitcoin Halving Phase,” *Procedia Comput Sci*, vol. 245, pp. 272–281, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.10.252>.
 - [21] L. Zhang, R. Zhou, Q. Liu, J. Xu, C. Liu, and M. A. Babar, “Enhancing bitcoin transaction confirmation prediction: a hybrid model combining neural networks and *XGBoost*,” *World Wide Web*, vol. 26, no. 6, pp. 4173–4191, 2023, doi: [10.1007/s11280-023-01212-9](https://doi.org/10.1007/s11280-023-01212-9).
 - [22] H. K. Andi, “An accurate bitcoin price prediction using logistic regression with LSTM machine learning model,” *Journal of Soft Computing* *Paradigm*, vol. 3, no. 3, pp. 205–217, 2021.
 - [23] C. Hung, J. F. Wijaya, V. Victor, I. A. Pardosi, and F. M. Sinaga, “Prediksi Fluktuasi Harga Bitcoin Dengan Menggunakan *Random Foreset Classifier*,” *Jurnal SIFO Mikroskil*, vol. 24, no. 2, pp. 95–108, 2023.
 - [24] F. A. R. ALDI and N. D. Nathasia, “Prediksi Harga Dan Kinerja Aset Bitcoin Menggunakan Algoritma Long Short-Term Memory,” *JURNAL FASILKOM*, vol. 15, no. 1, pp. 68–76, 2025.
 - [25] L. M. R. Rere, “STUDI PREDIKSI HARGA BITCOIN MENGGUNAKAN RECURRENT NEURAL NETWORK,” in *Prosiding Seminar SeNTIK*, 2022, pp. 149–155.
 - [26] 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 Informatika dan Ilmu Komputer*, vol. 6, no. 7, pp. 3515–3524, 2022.
 - [27] A. L. Susanto, N. W. S. Saraswati, M. W. Adhiputra, and I. D. M. K. Mukti, “PREDIKSI HARGA BITCOIN MENGGUNAKAN METODE REGRESION LINEAR,” *KARMAPATI (Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika)*, vol. 13, no. 2, pp. 110–116, 2024.
 - [28] D. Malik, “Meningkatkan Akurasi Prediksi Harga Bitcoin dengan Algoritma GRU-LSTM Hibrida,” *Buffer Informatika*, vol. 11, no. 1, pp. 16–26, 2025.
 - [29] A. S. Riyad, I. P. Wardhani, and A. Perdana, “Aplikasi Perbandingan Prediksi Harga Bitcoin Menggunakan Deep Learning dengan metode ARIMA, SARIMA, LTSM dan Gradient Boosting Regressor,” in *Prosiding Seminar SENTIK*, 2023, pp. 199–206.
 - [30] H. br Lumbantobing and R. Rahmaddeni, “Prediksi Harga *Cryptocurrency* Menggunakan Algoritma Support Vector Machine,” *Innovative: Journal Of Social Science Research*, vol. 3, no. 2, pp. 7348–7355, 2023.
 - [31] R. Dubey and D. Enke, “Bitcoin price direction prediction using *on-chain* data and feature selection,” *Machine Learning with Applications*, vol. 20, p. 100674, 2025, doi: <https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2025.100674>.