

Studi Literatur : Prediksi Harga Saham Menggunakan Machine Learning dan Deep Learning Berbasis *Hybrid*

Eka Maurita¹, Rizky Parlika^{2*}, Budi Nugroho³

^{1,2,3} Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
122081010119@student.upnjatim.ac.id

²rizkyparlika.if@upnjatim.ac.id

³budinugroho.if@upnjatim.ac.id

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

Abstrak—Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan menganalisis berbagai macam metode dalam meramalkan harga saham dengan memanfaatkan teknik *Machine Learning*, *Deep Learning*, dan metode *hybrid*. Strategi yang digunakan adalah pendekatan kualitatif deskriptif dengan mengumpulkan serta menelaah berbagai sumber dari jurnal nasional maupun internasional. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa model *Deep Learning* seperti *GRU*, menunjukkan performa yang memuaskan dalam mengidentifikasi pola temporal pada data deret waktu, sementara metode *Machine Learning* seperti *XGBoost* lebih unggul dalam mendeteksi pola non-linear dan memberikan hasil yang konsisten. Meskipun demikian, penggunaan model Tunggal masih memiliki Batasan dalam menghadapi kompleksitas dan dinamika di pasar saham. Oleh karena itu, pendekatan *hybrid* yang memadukan kelebihan dari berbagai teknik terbukti dapat meningkatkan akurasi prediksi dan secara signifikan mengurangi kesalahan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa metode *hybrid* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan model Tunggal. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pendekatan kombinasi adalah Solusi yang efisien dalam memprediksi harga saham dan memiliki potensi besar untuk pengembangan lebih lanjut melalui integrasi yang lebih rumit serta optimalisasi model yang lebih efektif.

Kata Kunci— prediksi harga saham, *Machine Learning*, *Deep Learning*, Model *Hybrid*, *XGBoost*, *GRU*.

I. PENDAHULUAN

Prediksi harga saham merupakan salah satu topik yang banyak diteliti dalam bidang keuangan dan data sains karena memiliki karakteristik pasar yang terus berubah dan penuh dengan ketidakpastian. Harga saham biasanya menunjukkan fluktuasi yang tajam karena volatilitas pasar yang dipicu oleh beberapa hal, seperti situasi ekonomi, perubahan politik, serta peristiwa eksternal lainnya. Selain itu, kompleksitas pasar saham yang saling terhubung antara satu dengan yang lain menyebabkan pergerakan harga menjadi sulit untuk diprediksi dengan tepat [1]. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [2] yang menyatakan bahwa tingginya volatilitas pasar memerlukan sistem analisis berbasis data untuk mendukung sebuah keputusan investasi. Oleh karena itu, prediksi harga saham menjadi tantangan yang kompleks dan membutuhkan strategi yang tepat agar bisa mengurangi risiko dan memanfaatkan peluang investasi.

Salah satu pendekatan yang banyak digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut Adalah *Machine Learning* dan *Deep Learning*. Seiring dengan kemajuan teknologi, pendekatan berbasis *Machine Learning* dan *Deep Learning* telah banyak digunakan dalam memprediksi harga saham berbasis data historis. *Machine Learning* memberikan kemampuan bagi sistem untuk mengidentifikasi pola dari data dan membuat prediksi, sedangkan *Deep Learning* memanfaatkan jaringan saraf bertingkat untuk menggambarkan hubungan data yang lebih rumit [3]. Kedua pendekatan tersebut memberikan pilihan yang lebih fleksibel dibandingkan dengan cara tradisional untuk menghadapi kompleksitas pasar saham.

Meskipun demikian, penggunaan model *Machine Learning* dan *Deep Learning* secara tunggal masih memiliki keterbatasan dalam penerapannya. Berbagai model telah diterapkan untuk meningkatkan keakuratan prediksi, baik yang berasal dari *Machine Learning* maupun *Deep Learning*. Akan tetapi, sejumlah penelitian menyatakan bahwa penggunaan satu model tunggal sering kali tidak dapat memberikan kinerja yang terbaik akibat keterbatasan dalam menangkap semua karakteristik data yang kompleks dan tidak linier. Data deret waktu pada harga saham memiliki sifat yang berubah-ubah dan hubungan yang tidak linier, yang mengakibatkan kesulitan bagi model dalam menghasilkan prediksi yang konsisten dan tepat [4]. Oleh sebab itu, diperlukan strategi yang mampu mengintegrasikan keunggulan dari berbagai metode untuk mencapai hasil prediksi yang lebih akurat dan stabil.

Meskipun menunjukkan hasil yang menjanjikan, penelitian terkait metode *hybrid* masih memerlukan kajian yang lebih lanjut. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pendekatan kombinasi atau *hybrid* mampu memberikan peningkatan performa dibandingkan model tunggal. Model *hybrid* terbukti lebih unggul dibandingkan model tunggal karena mampu menyatukan kelebihan dari setiap metode, terutama dalam mengidentifikasi pola non-linear dan memahami hubungan temporal dalam data deret waktu [5]. Metode *hybrid* memberikan peluang untuk integrasi yang lebih menyeluruh terkait karakteristik data saham yang kompleks dan selalu berubah.

Selain itu, pengembangan metode *hybrid* semakin banyak diteliti dalam penelitian prediksi harga saham karena kemampuannya dalam menggabungkan berbagai Teknik

analisis guna meningkatkan kualitas model. Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada peningkatan ketepatan prediksi, tetapi juga dapat mengurangi kemungkinan *overfitting* serta menangani data yang kompleks dan tidak linier, sehingga lebih responsif terhadap perubahan dinamika pasar yang rumit [6]. Hal ini mengindikasikan bahwa pendekatan *hybrid* memiliki kemampuan yang sangat besar untuk terus ditingkatkan dalam bidang prediksi harga saham. Namun, meskipun telah banyak metode yang diusulkan, kajian literatur yang secara spesifik mengeksplorasi efektivitas metode *Machine Learning* dan *Deep Learning* berbasis *hybrid* dalam prediksi harga saham masih perlu dilakukan dengan cara yang lebih terstruktur. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi literatur mengenai pemanfaatan metode *hybrid* dalam prediksi harga saham, serta mengenali kelebihan dan potensi pengembangannya di masa yang akan datang.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif deskriptif, di mana peneliti melakukan analisis terhadap berbagai hasil riset yang telah diterbitkan. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diambil dari beragam sumber literatur ilmiah, antara lain jurnal nasional dan internasional, prosiding seminar, serta artikel ilmiah yang relevan. Pemilihan artikel dilakukan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi meliputi:

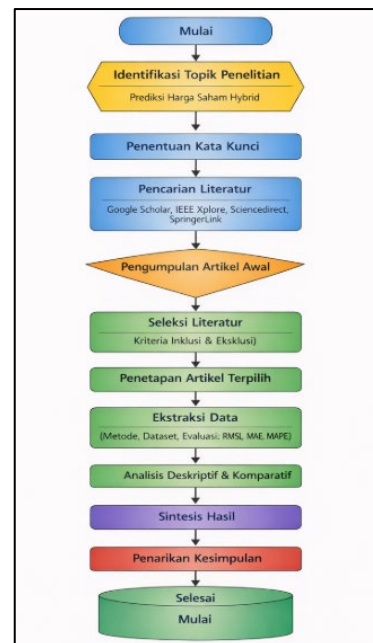
- (1) artikel membahas prediksi harga saham,
- (2) menggunakan metode Machine Learning, Deep Learning, atau hybrid,
- (3) dipublikasikan pada rentang tahun 2021–2026, dan
- (4) menyediakan hasil evaluasi model yang jelas.

Adapun kriteria eksklusi

- (1) meliputi artikel yang tidak berfokus pada prediksi harga saham
- (2) tidak menyajikan metode secara rinci
- (3) tidak menyediakan hasil evaluasi yang dapat dianalisis.

Pendekatan kualitatif deskriptif dipilih karena penelitian ini berfokus pada analisis, perbandingan, dan sintesis temuan dari berbagai penelitian terdahulu tanpa melakukan pengujian eksperimen secara langsung. Pendekatan ini memungkinkan peneliti memperoleh gambaran menyeluruh mengenai perkembangan metode prediksi harga saham serta mengidentifikasi kelebihan, kekurangan, dan potensi pengembangannya.

Literatur yang dianalisis dalam penelitian ini berjumlah 20 artikel ilmiah yang diperoleh dari berbagai database bereputasi, yaitu Google Scholar, IEEE Xplore, ScienceDirect, dan SpringerLink. Seluruh artikel dipilih melalui proses seleksi berdasarkan kesesuaian topik penelitian, relevansi terhadap tujuan penelitian, serta ketersediaan informasi yang mendukung analisis. Tahapan pengumpulan dan seleksi literatur dilakukan secara sistematis untuk memastikan bahwa artikel yang digunakan memiliki kualitas dan keterkaitan yang memadai dengan fokus penelitian. Berikut merupakan diagram alur penelitian yang menggambarkan proses pengumpulan, penyaringan, dan analisis literatur dalam penelitian ini.



Gbr 1 Tahapan Penelitian

Berdasarkan gambar 1 tahapan penelitian dimulai dengan proses identifikasi topik penelitian, yang dimulai dengan menentukan fokus penelitian pada prediksi harga saham menggunakan metode *hybrid*. Selanjutnya dilakukan penentuan kata kunci yang akan digunakan untuk pencarian literatur yang relevan dan berhubungan dengan prediksi harga saham maupun model yang digunakan. Pencarian data tersebut dilakukan pada halaman database akademik seperti *Google Scholar*, *IEEE Xplore*, *ScienceDirect* dan *SpringerLink*. Setelah itu melakukan pencarian literatur dan pengumpulan artikel awal yang sesuai dengan kata kunci yang telah ditentukan.

Artikel yang diperoleh kemudian melalui proses seleksi literatur berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi untuk memastikan relevansi dan kualitas sumber yang akan digunakan. Setelah itu dilakukan penetapan artikel terpilih yang akan dianalisis lebih lanjut. Pada tahap selanjutnya yaitu ekstraksi data, berupa informasi penting yang ada dari setiap artikel dikumpulkan, seperti metode apa saja yang digunakan, dataset diambil dari mana dan jumlahnya berapa, serta metrik evaluasi apa yang digunakan. Data-data tersebut kemudian dianalisis melalui analisis deskriptif dan komparatif untuk membandingkan performa berbagai metode. Hasil analisis selanjutnya disintesis guna memperoleh gambaran menyeluruh mengenai efektivitas metode *hybrid* dalam memprediksi harga saham. Tahap akhir penelitian adalah penarikan kesimpulan yang berisi rangkuman hasil analisis serta rekomendasi model terbaik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan metodologi dan hasil dari proses pencarian jurnal yang diperoleh dari sejumlah penelitian yang relevan dengan topik prediksi harga saham. Penelitian – penelitian tersebut kemudian dianalisis berdasarkan metode yang digunakan, objek penelitian, serta hasil yang diperoleh. Ringkasan dari penelitian yang telah dilakukan tersebut disajikan dalam bentuk tabel berikut ini:

TABEL I
HASIL KAJIAN LITERATUR

Aut hor	Objek Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
[7]	Prediksi Harga Saham Bank Central Asia (BBCA)	Menggunakan dua algoritma model <i>Deep Learning</i> yaitu <i>GRU</i> dan <i>LSTM</i> yang kemudian akan dihybrid dan dioptimalkan menggunakan algoritma genetika	Hasil penelitian menunjukkan bahwa model baseline menghasilkan RMSE sebesar 180.38 dan MAPE 1.61%, yang masih menunjukkan tingkat kesalahan cukup tinggi. Setelah dilakukan optimasi menggunakan Algoritma Genetika pada model <i>hybrid LSTM-GRU</i> , kinerja meningkat dengan RMSE menjadi 149.77 dan MAPE 1.29%. Hal ini menunjukkan bahwa optimasi mampu meningkatkan akurasi dan efektivitas model secara signifikan.
[8]	Prediksi Harga Saham Bank Rakyat Indonesia (BBRI)	Menggunakan dua model satu <i>Deep Learning</i> dan satu lagi <i>Machine Learning</i> yaitu, <i>LSTM</i> , dan <i>XGBoost</i> yang akan dilakukan <i>hybrid LSTM -XGBoost</i>	Hasil penelitian menunjukkan hasil <i>LSTM</i> dengan skor MAPE 200.64, MAE 164.92 dan R^2 0,928. Sedangkan untuk <i>XGBoost</i> memiliki hasil skor RMSE 586.18, MAE 395.99, dan R^2 0.365. Adapun pada model <i>hybrid LSTM-XGBoost</i> diperoleh hasil yang lebih baik dengan nilai RMSE 193.98, MAE 159.56 dan R^2 0.93. hasil ini menunjukkan bahwa penggabungan kedua model tersebut mampu meningkatkan akurasi prediksi, Dimana <i>LSTM</i> berperan sebagai penangkap pola temporal data dan <i>XGBoost</i> memperbaiki kesalahan prediksi.
[9]	Prediksi Harga Saham Bank Rakyat Indonesia (BBRI)	Menggunakan perbandingan dua model <i>Deep Learning</i> yaitu <i>LSTM</i> dan <i>GRU</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa model <i>GRU</i> memiliki performa yang lebih baik dibandingkan dengan <i>LSTM</i> . Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa model <i>LSTM</i> menghasilkan RMSE 99.474, MAE 76.224, dan MAPE 1,6886%. Sedangkan <i>GRU</i> menghasilkan RMSE sebesar 80.731, MAE

			62.662, dan MAPE 1.3764%, serta peningkatan nilai R^2 dari 0.7615 menjadi 0.8429.
[10]	Indeks saham Hang Seng	Metode yang digunakan Adalah model <i>Hybrid CNN-GRU-XGBoost</i> yang dioptimalkan menggunakan Bayesian Optimization padabagian CNN-GRU dan random search pada <i>XGBoost</i> .	Hasil penelitian menunjukkan bahwa model <i>Hybrid CNN-Gru-XGBoost</i> memberikan performa terbaik dibandingkan model lain seperti <i>XGBoost</i> , <i>LSTM</i> , <i>CNN-LSTM</i> , <i>CNN-GRU</i> , dan <i>CNN-LSTM-XGBoost</i> , dengan nilai MAE sebesar 0.0040, RMSE sebesar 0.0053, dan R^2 sebesar 0.9964, serta akurasi mencapai
[11]	Prediksi nilai kelompok saham pada empat sektor utama di Bursa Efek Taheran, yaitu <i>diversified financials</i> , <i>petroleum</i> , <i>non-metallic minerals</i> , dan <i>basic metals</i> .	Metode yang digunakan yaitu beberapa algoritma <i>machine learning</i> dan <i>deep learning</i> yaitu <i>Decision Tree</i> , <i>Bagging</i> , <i>Random Forest</i> , <i>AdaBoost</i> , <i>Gradient Boosting</i> , <i>XGBoost</i> , <i>ANN</i> , <i>RNN</i> , dan <i>LSTM</i>	Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode <i>LSTM</i> merupakan model terbaik dengan tingkat akurasi tertinggi dan error terendah, namun demikian <i>XGBoost</i> merupakan metode berbasis ensemble yang paling unggul dengan hasil prediksi 1 hari kedepan, <i>XGBoost</i> mampu mencapai MAPE 0.88%, MAE 14.86, dan R^2 0.9994, yang menunjukkan akurasi tinggi dengan Tingkat kesalahan yang rendah
[12]	Prediksi pergerakan pasar saham dengan menggunakan data indeks Nifty 50	Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu <i>3D-CNN</i> dan <i>GRU</i> yang akan dihybrid	Hasil penelitian menunjukkan bahwa model <i>hybrid 3D-CNN-GRU</i> mampu mencapai tingkat akurasi yang sangat tinggi, yaitu sebesar 99,14% sehingga mampu mengungguli metode konvensional maupun model <i>Deep Learning</i> Tunggal. Dengan demikian, model <i>hybrid</i> terbukti memiliki performa yang sangat baik.
[13]	Prediksi Harga saham sektor pertambangan di Indonesia	Metode yang digunakan yaitu tiga model <i>Deep Learning</i> antara lain <i>LSTM</i> , <i>GRU</i> , dan <i>BiGRU</i> .	Hasil penelitian menunjukkan bahwa performa model <i>GRU</i> yang paling adaptif dan efisien dengan hasil RMSE pada BRMS 11.87, dan AMMN 252,13. Sementara <i>LSTM</i> memiliki

Aut hor	Objek Penelitian	Metode	Hasil Penelitian	Aut hor	Objek Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
			performa terbaik pada dataset dengan historis yang lebih Panjang pada saham MDKA 85.56. di sisi lain, <i>BiGRU</i> unggul dalam menangani data yang lebih terbatas dengan pola tertentu seperti pada saham ARCI dengan nilai RMSE 7.66.				yang kompleks. <i>XGBoost</i> memiliki kemampuan prediksi yang lebih stabil dan mengikuti tren pergerakan harga dengan nilai RMSE 329.0475, MAE 248.1175, MAPE 2.61% dan R^2 0.8061.
[14]	Prediksi harga saham Tesla	Metode yang digunakan dalam penelitian tersebut Adalah <i>XGBoost</i> dan <i>LSTM</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>LSTM</i> memiliki performa yang lebih unggul daripada <i>XGBoost</i> , dengan nilai MAE 13.4788, RMSE 17.8713 dan R^2 0.9271. sedangkan <i>XGBoost</i> menghasilkan MAE 13.7196, RMSE 20.4188 dan R^2 0.9048. Dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa <i>LSTM</i> unggul dalam menangkap pola temporal sedangkan <i>XGBoost</i> unggul dalam memprediksi dan efisiensi waktu pelatihrean serta kemudahan interpretasi model.	[17]	Prediksi harga saham BCCA	Metode yang digunakan Adalah <i>XGBoost</i> dengan menggunakan indikator seperti <i>SMA</i> , <i>EMA</i> , <i>MACD</i> , dan <i>RSI</i> , serta optimasi menggunakan <i>Grid Search</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>XGBoost</i> mampu memberikan akurasi prediksi yang cukup baik dengan nilai MAPE 4,01%, Di mana indikator EMA menjadi fitur yang paling berpengaruh dalam proses prediksi. Indikator teknik dan optimasi <i>hyperparameter</i> terbukti meningkatkan performa model.
[15]	Prediksi harga saham yang terindeks LQ45 di Bursa Efek Indonesia	Metode yang digunakan Adalah <i>RNN</i> , <i>LSTM</i> dan <i>GRU</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa model <i>GRU</i> memiliki performa terbaik dibandingkan <i>RNN</i> dan <i>LSTM</i> , Di mana <i>GRU</i> memiliki tingkat akurasi 52% lebih baik dibandingkan <i>RNN</i> , dan 47,53% lebih baik dibandingkan dengan <i>LSTM</i> . <i>LSTM</i> berada diposisi ke dua dan <i>RNN</i> memiliki performa terendah.	[18]	Prediksi harga saham JAWA dan NICK	Metode yang digunakan Adalah <i>XGBoost</i> yang dioptimasi dengan <i>APSO</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa model <i>XGBoost-APSO</i> memberikan performa terbaik dan stabil dibandingkan dengan <i>XGBoost</i> standar dengan nilai MAPE pada saham JAWA 5,20% dan NICK 4.50%.
[16]	Prediksi harga penutupan saham BCCA	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah <i>AdaBoost</i> , <i>XGBoost</i> dan <i>CatBoost</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>AdaBoost</i> memiliki nilai error yang lebih rendah dan waktu komputasi yang lebih cepat, akan tetapi <i>XGBoost</i> juga menunjukkan performa yang kompetitif dan unggul dalam menangkap pola non-	[19]	Prediksi harga saham sektor industri di China	Metode yang digunakan Adalah <i>GRU</i> yang ditingkatkan dengan rekonstruksi dataset melalui <i>auxiliary module</i> .	Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>improved GRU</i> lebih unggul dibandingkan <i>GRU</i> standar dengan kemampuan yang lebih baik dalam menangkap pola <i>time-series</i> , mengurangi <i>overfitting</i> serta menghasilkan nilai error yang lebih rendah.
				[20]	Prediksi harga saham TSLA, AAPL, NVDA	Metode yang digunakan yaitu <i>XGBoost</i> , <i>Random Forest</i> , <i>SVR</i> , dan <i>MLP</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>XGBoost</i> menjadi model terbaik dengan Tingkat error terendah dengan nilai MAPE <5%. <i>XGBoost</i> mampu menangkap pola non-linear lebih efektif, meskipun membutuhkan waktu yang sedikit lama dibandingkan model lain.

Aut hor	Objek Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
[21]	Prediksi data harga saham harian secara umum tanpa menyebutkan emiten tertentu	Metode yang digunakan Adalah <i>XGBoost</i> yang dioptimasi dengan <i>Grid SearchCV</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa model <i>XGBoost</i> mampu menghasilkan prediksi dengan akurasi yang tinggi dan mampu menangkap pola fluktuasi <i>time series</i> secara efektif, terutama dalam mengikuti tren naik dan turun harga saham. Dengan hasil Mean Squared Error 0.191
[22]	Prediksi harga saham LQ45 BMRi	Metode yang digunakan yaitu <i>Neural Network</i> dan <i>Regresi Linier</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>Neural Network</i> memberikan performa terbaik dengan nilai RMSE 0.034 dibandingkan dengan <i>Regresi Linier</i> yang menghasilkan RMSE 0.052.
[23]	Prediksi harga saham KEJU	Metode yang digunakan Adalah <i>Linear Regression</i> , <i>LSTM</i> , dan <i>GRU</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>GRU</i> merupakan model terbaik dengan nilai error yang paling rendah dengan RMSE 0.034, MSE 0.001 dan MAE 0.024, dibandingkan <i>LSTM</i> yang memiliki nilai RMSE 0.048 dan <i>Linear Regression</i> dengan nilai RMSE 4.621.
[24]	Prediksi harga saham syariah yang tergabung dalam JII	Metode yang digunakan dalam penelitian ini Adalah <i>GARCH</i> , <i>LSTM</i> dan <i>hybrid</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa model hybrid lebih baik dengan nilai RMSE 6.85 dan MAPE 1.10% jauh lebih rendah daripada <i>GARCH</i> dengan RMSE 41.45 dan MAPE 6.79% sedangkan <i>LSTM</i> dengan nilai RMSE 39.81 dan MAPE 6.67%
[25]	Prediksi harga penutupan BBRI	Metode yang digunakan yaitu <i>hybrid LSTM-XGBoost</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>hybrid</i> memberikan performa terbaik dibandingkan model Tunggal, dengan nilai RMSE 117.89, MAE 92.45, dan MAPE 2.21% yang menunjukkan Tingkat kesalahan prediksi rendah dan akurasi yang tinggi.
[26]	Prediksi	Metode yang	Hasil penelitian

Aut hor	Objek Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
	harga saham Batubara PTBA	digunakan yaitu <i>RNN</i>	menunjukkan bahwa model <i>RNN</i> mampu memprediksi dengan baik, hasil MAE 38.3277, MSE 2979.9059, RMSE 54.5885, dan MAPE 1.8168% yang menunjukkan Tingkat kesalahan yang relative rendah.

A. Analisis Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil kajian literatur dari berbagai penelitian yang telah disajikan pada tabel I, dapat dilihat bahwa metode yang dipakai untuk meramalkan harga saham sangat bervariasi, mencakup beberapa model *Machine Learning*, *Deep Learning* hingga metode *Hybrid* (gabungan). Secara umum, temuan penelitian menunjukkan bahwa model *hybrid* cenderung bekerja lebih baik dibandingkan dengan model Tunggal.

TABEL II

PERBANDINGAN KINERJA MODEL PREDIKSI HARGA SAHAM BBRI

Aut	Metode	RMSE	MAE	MAPE (%)	R ²
[8]	LSTM	-	164.92	200.64	0.92
[8]	XGBoost	566.1	392.9	-	0.36
[8]	Hybrid LSTM-XGBoost	193.9	159.5	-	0.93
[9]	GRU	99.47	76.22	1.688	0.76
[9]	LSTM	80.73	62.66	1.376	0.84
[25]	Hybrid LSTM-XGBoost	117.8	92.4	2.21	-

Model *Deep Learning* seperti *LSTM* dan *GRU* terbukti sangat efektif dalam mengidentifikasi pola waktu dalam data deret waktu. Hal ini dapat dilihat dari beberapa studi yang menunjukkan bahwa *GRU* sering kali menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan *LSTM*, khususnya dalam hal efisiensi dan tingkat akurasi. Misalnya pada penelitian yang dilakukan oleh [9] dan [15], model *GRU* mampu menghasilkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan model *LSTM* dilihat dari berbagai metrik evaluasi. Pada penelitian yang dilakukan oleh [9] model *LSTM* menghasilkan nilai RMSE sebesar 99.474, MAE sebesar 76.224 dan MAPE sebesar 1.6886%, sedangkan model *GRU* mampu menurunkan nilai error dengan RMSE sebesar 80.731, MAE sebesar 62.662, dan MAPE sebesar 1.3764%. Selain itu nilai R² juga mengalami peningkatan dari 0.7615 pada *LSTM* menjadi 0.8429 pada *GRU*, hal tersebut menunjukkan bahwa *GRU* lebih mampu menjelaskan variasi data harga saham.

Di sisi lain, metode *machine learning* seperti *XGBoost* memperlihatkan keunggulan dalam hal mengenali pola *non-linear* serta memiliki konsistensi performa yang baik. Hal tersebut dapat dilihat pada penelitian yang dilakukan oleh [20], di mana *XGBoost* menjadi model paling unggul dibandingkan dengan *Random Forest*, *SVR*, dan *MLP* dengan nilai MAPE

TABEL III
KELEBIHAN DAN KEKURANGAN METODE

No	Metode	Kelebihan	Kekurangan
1	LSTM	Mampu menvarangkan pola jangka Panjang dan hubungan temporal pada data time series serta memiliki akurasi yang tinggi	Membutuhkan data besar, waktu pelatihan yang lama dan komputasi tinggi.
2	GRU	Lebih sederhana dan efisien dibandingkan dengan LSTM, serta memiliki performa yang kompetitif.	Kurang optimal dalam menangkap dependensi jangka Panjang yang kompleks
3	XGBoost	Mampu menangkap pola non-linear dengan baik, stabil dan interpretatif.	Tidak dirancang khusus untuk daya sekuensial/time series
4	Random Forest / Ensemble ML	Robust terhadap noise dan tidak mudah mengalami overfitting	Kurang efektif dalam menangkap pola temporal
5	Varian Deep Learning lain (BiGRU, CNN)	Mampu menangkap pola kompleks dan kombinasi spasial-temporal	Arsitektur kompleks dan membutuhkan komputasi yang tinggi
6	Model Hybrid (LSTM-XGBoost, CNN - GRU - LSTM)	Menggabungkan keunggulan beberapa metode, serta memiliki akurasi lebih tinggi dan stabil.	Implementasi kompleks dan membutuhkan tuning yang lebih sulit.

Kurang dari 5%, hal ini menunjukkan kesalahan prediksi yang minim. Selain itu, dalam penelitian yang dilakukan oleh [21], XGBoost mampu memberikan prediksi yang tepat dengan kemampuannya dalam mengikuti tren pergerakan harga saham dengan efektif dengan nilai MSE =0.191 meskipun tidak secara langsung menangani ketergantungan temporal. Dalam penelitian yang dilakukan oleh [16] XGBoost menunjukkan kinerja yang baik dengan nilai RMSE 329.0475, MAE 248.1175, MAPE 2.61% dan R^2 0.8061, yang menunjukkan bahwa model ini cukup stabil dalam menangani perubahan harga saham. Bahkan dalam penelitian yang dilakukan oleh [11] XGBoost mampu mencapai hasil yang sangat memuaskan dengan nilai MAPE 0.88%, MAPE 14.86 dan R^2 0.9994 untuk prediksi jangka pendek, yang menunjukkan tingkat akurasi yang luar biasa baik.

Namun, model Tunggal memiliki keterbatasan dalam mengatasi kerumitan data pasar saham yang dinamis, *non-linear*, serta memiliki pola waktu yang berubah-ubah. Model *Deep Learning* seperti *LSTM* dan *GRU* memang unggul dalam mendeteksi ketergantungan waktu, tetapi terkadang kurang efisien saat harus memodelkan hubungan non-linear yang rumit. Di sisi lain, model *Machine Learning* seperti *XGBoost* dapat mengenali pola *non-linear* dengan baik, namun tidak dirancang khusus untuk memproses data dalam urutan. Maka dari itu, pendekatan *hybrid* muncul sebagai solusi efektif dengan menggabungkan kelebihan dari masing-masing metode. Penelitian yang dilakukan oleh [8] model *hybrid LSTM-XGBoost* menunjukkan performa yang jauh lebih baik dibandingkan dengan model tunggal, dengan nilai RMSE 193.98, MAE 159.56 dan R^2 0.93, yang lebih unggul daripada *XGBoost* tunggal serta *LSTM* tunggal. Dalam penelitian yang dilakukan oleh [10] model *CNN-GRU-XGBoost* menghasilkan kinerja yang sangat baik dengan MAE 0.0040, RMSE 0.0053 dan R^2 0.9964.

Berdasarkan temuan tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa pendekatan *hybrid* dapat mengatasi keterbatasan model tunggal dengan memadukan kemampuan *Deep Learning* dalam mengenali pola temporal dan kemampuan *Machine Learning* dalam memodelkan hubungan *non-linear*. Dengan demikian, tren penelitian saham ini menunjukkan bahwa kombinasi antara *Deep Learning* dan *Machine Learning* dalam bentuk *Hybrid* adalah pendekatan yang paling efektif dan berpotensi tinggi untuk meningkatkan akurasi serta stabilitas dalam memprediksi harga saham.

B. Kelebihan dan Kekurangan Metode

Setelah dilakukan analisis terhadap hasil penelitian terdahulu, dapat diketahui bahwa setiap metode memiliki karakteristik performa yang berbeda dalam kemampuannya untuk memprediksi harga saham. Metode tidak hanya dinilai berdasarkan hasil nilai error yang dihasilkan, tetapi juga berdasarkan keunggulan dan keterbatasannya dalam menghadapi data pasar saham yang bersifat dinamis, volatile, dan non-linear. Selain itu, aspek kompleksitas model, kebutuhan data, serta kemampuan metode dalam menangkap pola perubahan harga juga menjadi pertimbangan penting dalam proses evaluasi dan pemilihan metode yang paling sesuai dengan karakteristik data penelitian. Oleh karena itu, berikut merupakan kelebihan dan kekurangan metode yang akan disajikan dalam Tabel III.

Berdasarkan tabel II metode berbasis *Deep Learning* seperti *LSTM* dan *GRU* menunjukkan performa yang kuat dalam memprediksi harga saham karena kemampuannya dalam mengolah data time series serta menangkap pola perubahan harga yang kompleks. Di sisi lain, metode *Machine Learning* seperti *XGBoost* tetap relevan karena mampu menangkap pola *non-linear* dan memberikan hasil yang stabil.

Namun, penelitian juga menunjukkan bahwa pendekatan *hybrid* memiliki performa paling unggul karena mampu menggabungkan kelebihan dari masing-masing metode yang digunakan. Model *hybrid* terbukti mampu meningkatkan akurasi prediksi serta mengurangi nilai *error* secara signifikan. Dengan demikian pemilihan metode harus disesuaikan dengan karakteristik data saham, tujuan analisis, dan ketersediaan sumber daya komputasi.

C. Potensi Penelitian Kedepan

Meskipun metode *Machine Learning* dan *Deep Learning* telah menunjukkan hasil yang baik dalam meramalkan harga saham, masih ada beberapa tantangan yang harus diperhatikan. Data terkait saham memiliki sifat yang dapat berubah-ubah dan dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal seperti situasi ekonomi global, kebijakan pemerintah, suasana pasar, serta peristiwa geopolitik. Hal ini mengakibatkan pola harga saham

sering kali berubah secara tidak teratur dan menjadikannya sulit untuk diprediksi secara konsisten.

Lebih lanjut, banyak penelitian tetap berfokus pada data historis harga saham, sedangkan variabel eksternal belum sepenuhnya dimanfaatkan dengan optimal. Sementara itu, penggabungan variabel-variabel ini berpotensi meningkatkan kemampuan model dalam memahami situasi pasar lebih komprehensif. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya harus diarahkan pada pengembangan *feature engineering* yang lebih rumit dengan mengintegrasikan data dari berbagai sumber.

Inovasi juga dapat dicapai melalui optimasi model, terutama dalam pemilihan *hyperparameter* guna meningkatkan efektivitas prediksi. Teknik optimasi seperti *Grid Search*, *Bayesian Optimization*, dan pendekatan metaheuristik seperti *Particle Swarm Optimization (PSO)* serta Algoritma Genetika dapat diterapkan untuk menemukan parameter yang paling baik. Di samping itu, strategi model *hybrid* tetap menjadi area penelitian yang sangat menjanjikan. Penggabungan metode statistik, *Machine Learning*, dan *Deep Learning* seperti *ARIMA-LSTM*, *LSTM-XGBoost*, atau *CNN-GRU-XGBoost* dapat menghasilkan model yang lebih fleksibel, akurat, dan handal dalam menghadapi kompleksitas data saham.

Dengan berbagai inovasi tersebut, riset di masa mendatang diharapkan mampu menciptakan sistem prediksi harga saham yang lebih tepat, stabil, dan mampu mendukung pengambilan keputusan investasi dengan lebih efektif.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari mengkaji beberapa literatur, dapat diambil kesimpulan bahwa perkembangan metode dalam prediksi harga saham telah menunjukkan kemajuan yang nyata, terutama dengan pemanfaatan teknik *Machine Learning*, *Deep Learning*, dan metode *Hybrid*. Model-model *Deep Learning* seperti *GRU* terbukti efektif dalam mendeteksi pola waktu dalam data deret waktu, sementara teknik *Machine Learning* seperti *XGBoost* memiliki keunggulan dalam mengidentifikasi pola *non-linier* serta menghasilkan prediksi yang lebih konsisten. Namun, penerapan model Tunggal masih menghadapi tantangan dalam mengelola kompleksitas data saham yang selalu berubah dan penuh dengan ketidakpastian. Dengan demikian, metode *hybrid* muncul sebagai alternatif yang lebih ampuh karena mampu menyatukan kelebihan dari berbagai teknik tersebut. Berbagai penelitian mengindikasikan bahwa model *hybrid* dapat meningkatkan akurasi prediksi serta secara signifikan mengurangi nilai kesalahan jika dibandingkan dengan model Tunggal. Sebagai hasilnya, pendekatan *hybrid* memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan lebih lanjut, terutama dengan menggabungkan variabel eksternal dan melakukan optimasi model untuk menciptakan sistem prediksi harga saham yang lebih akurat, stabil, dan responsif terhadap perubahan yang terjadi di pasar.

REFERENSI

- [1] M. Hisam, "Menavigasi Volatilitas Pasar: Wawasan Tentang Instrumen Keuangan Dan Strategi Investasi," Vol. 02, 2024.
- [2] R. Parlita, R. Hermawan, R. Ardika, A. N. Cahyo, W. Azmi, And M. Munir, "Implementasi Teknologi Data Mining Dan Notifikasi Bot Untuk Mendukung Keputusan Trading Cryptocurrency," Vol. 15, 2025.
- [3] A. Karim, B. Bangun, S. Prayetno, And M. Afrendi, "Optimasi Prediksi Harga Sawit Menggunakan Teknik Stacking Algoritma Machine Learning Dan Deep Learning Dengan Smote," Vol. 7, No. 1, 2025.
- [4] M. K. Najib And S. Nurdianti, "Pemodelan Deret Waktu Menggunakan Non-Linear Autoregressive Neural Network: Studi Kasus Prediksi Harga Saham Mandiri," *Jambura J. Math.*, Vol. 7, No. 2, Pp. 213–220, Aug. 2025, Doi: 10.37905/Jjom.V7i2.33397.
- [5] A. Kurniawan And H. Suriadi, "Prediksi Arah Harga Cryptocurrency Menggunakan Hybrid Lstm Encoder Dan Xgboost Head: Implementasi Dan Evaluasi Pada 10 Aset Digital Utama," Vol. 1, No. 2, 2025.
- [6] A. Rasyid, A. B. Muharam, And A. Solichin, "Prediksi Harga Saham Syariah Indonesia Berdasarkan Analisis Fundamental, Teknikal Dan Bandarmology Menggunakan Metode Random Forest," *Jipi J. Ilm. Penelit. Dan Pembelajaran Inform.*, Vol. 10, No. 2, Pp. 1663–1677, May 2025, Doi: 10.29100/Jipi.V10i2.7855.
- [7] M. Lumangkun, M. Swari, And A. Sihananto, "Peningkatan Akurasi Prediksi Saham Bbca Menggunakan Arsitektur Hybrid Lstm-Gru Berbasis Optimasi Algoritma Genetika," *Pros. Semin. Nas. Penelit. Dan Pengabd. Kpd. Masy.*
- [8] A. F. Aprilia, W. S. J. Saputra, And A. F. Adziima, "Analisis Perbandingan Kinerja Model Lstm, Xgboost, Dan Hybrid Lstm-Xgboost Untuk Prediksi Harga Saham," Vol. 3, No. 1, 2026.
- [9] Y. Perdana, N. R. Hanum, A. Rabiula, And Y. Anzari, "Analisis Perbandingan Model Gru Dan Lstm Untuk Prediksi Harga Saham Bank Rakyat Indonesia," 2025.
- [10] "Cnn-Gru-Xgboost Stock Price Prediction Model Under Hyperparameter-Based Optimisation," *Financ. Eng. Risk Manag.*, Vol. 7, No. 5, 2024, Doi: 10.23977/Ferm.2024.070519.
- [11] M. Nabipour, P. Nayyeri, H. Jabani, And A. Mosavi, "Deep Learning For Stock Market Prediction".
- [12] B. N. Jagadeesh *Et Al.*, "Enhanced Stock Market Forecasting Using Dandelion Optimization-Driven 3d-Cnn-Gru Classification," *Sci. Rep.*, Vol. 14, No. 1, P. 20908, Sep. 2024, Doi: 10.1038/S41598-024-71873-7.
- [13] M. R. Ananda And J. Sutopo, "Komparasi Model Deep Learning Dalam Prediksi Harga Saham Pada Sektor Pertambangan Indonesia," Vol. 7, No. 4, 2025.
- [14] A. Faqih And T. Sugihartono, "Perbandingan Algoritma Xgboost Dan Lstm Dalam Prediksi Harga Saham Tesla Menggunakan Data Tahun 2025," *J. Pendidik. Dan Teknol. Indones.*, Vol. 5, No. 6, Pp. 1563–1573, Jun. 2025, Doi: 10.52436/1.Jpti.836.
- [15] A. Nilsen, "Perbandingan Model Rnn, Model Lstm, Dan Model Gru Dalam Memprediksi Harga Saham-Saham Lq45," *J. Stat. Dan Apl.*, Vol. 6, No. 1, Pp. 137–147, Jun. 2022, Doi: 10.21009/Jsa.06113.
- [16] J. W. Limtara, W. Alfando, R. Cangniago, And A. J. Thomas, "Perbandingan Prediksi Harga Closing Saham Bca Menggunakan Adaboost, Xgboost, Catboost".
- [17] B. Jange, "Prediksi Harga Saham Bank Bca Menggunakan Xgboost," *Arbitr. J. Econ. Account.*, Vol. 3, No. 2, Pp. 231–237, Nov. 2022, Doi: 10.47065/Arbitrase.V3i2.495.
- [18] A. M. Safira And K. M. Hindrayani, "Prediksi Harga Saham Di Indonesia Dengan Extreme Gradient Boosting Yang Dioptimalkan Oleh Adaptive Particle Swarm Optimization," Vol. 9, No. 1, 2026.
- [19] C. Chen, L. Xue, And W. Xing, "Research On Improved Gru-Based Stock Price Prediction Method," *Appl. Sci.*, Vol. 13, No. 15, P. 8813, Jul. 2023, Doi: 10.3390/App13158813.
- [20] A. Wong *Et Al.*, "Short-Term Stock Price Forecasting Using Exogenous Variables And Machine Learning Algorithms," May 17, 2023, *Arxiv*: Arxiv:2309.00618. Doi: 10.48550/Arxiv.2309.00618.
- [21] Y. Zhang, "Stock Price Prediction Method Based On Xgboost Algorithm," In *Proceedings Of The 2022 International Conference On Bigdata Blockchain And Economy Management (Icbbem 2022)*, Vol. 5, D. Qiu, Y.

- Jiao, And W. Yeoh, Eds., In Atlantis Highlights In Intelligent Systems, Vol. 5. , Dordrecht: Atlantis Press International Bv, 2023, Pp. 595–603. Doi: 10.2991/978-94-6463-030-5_60.
- [22] V. P. Ramadhan And F. Y. Pamuji, “Analisis Perbandingan Algoritma Forecasting Dalam Prediksi Harga Saham Lq45 Pt Bank Mandiri Sekuritas (Bmri),” *J. Teknol. Dan Manaj. Inform.*, Vol. 8, No. 1, Pp. 39–45, Jul. 2022, Doi: 10.26905/Jtmi.V8i1.6092.
- [23] Khalis Sofi, Aswan Supriyadi Sunge, Sasmitoh Rahmad Riady, And Antika Zahrotul Kamalia, “Perbandingan Algoritma Linear Regression, Lstm, Dan Gru Dalam Memprediksi Harga Saham Dengan Model Time Series,” *Seminastika*, Vol. 3, No. 1, Pp. 39–46, Nov. 2021, Doi: 10.47002/Seminastika.V3i1.275.
- [24] S. L. Kinanti And I. Rozana, “Perbandingan Performa Model Garch, Lstm Dan Hybrid Untuk Prediksi Harga Saham Syariah Jii,” *Riggs J. Artif. Intell. Digit. Bus.*, Vol. 4, No. 3, Pp. 7404–7411, Oct. 2025, Doi: 10.31004/Riggs.V4i3.3109.
- [25] Nabilah Selayanti, Dwi Amalia Putri, Trimono Trimono, And Mohammad Idhom, “Prediksi Harga Penutupan Saham Bbri Dengan Model Hybrid Lstm-Xgboost,” *Inform. J. Tek. Inform. Dan Multimed.*, Vol. 5, No. 1, Pp. 52–64, May 2025, Doi: 10.51903/Informatika.V5i1.1011.
- [26] G. Ramadhani, U. Mahdiyah, And R. Wulanningrum, “Prediksi Harga Saham Batubara Menggunakan Recurrent Neural Network (Rnn),” 2025.