

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dunia investasi masa kini semakin mengandalkan analisis berbasis data dalam mengambil sebuah keputusan, hal ini sejalan dengan perkembangan teknologi yang kian pesat. Saham merupakan salah satu investasi yang sering dilirik oleh investor karena memiliki potensi keuntungan yang tinggi dan pembagian dividen pada perusahaan tertentu. Investor perlu paham bahwa terdapat istilah *“high risk, high return”* yang menggambarkan bahwa potensi keuntungan yang tinggi umumnya sebanding dengan tingkat risiko yang tinggi (Paningrum, 2022).

Pasar saham di Indonesia terdapat beberapa sektor, salah satunya adalah sektor Infrastruktur. Sektor ini menjadi tulang punggung aktivitas ekonomi karena berisi perusahaan yang menjadi penyedia layanan publik dan jaringan di Indonesia (Pangesti, 2025). Salah satu perusahaannya adalah PT Barito Renewables Energy Tbk (BREN). Perusahaan ini merupakan anak usaha dari PT Barito Pacific Tbk (BRPT) yang merupakan perusahaan dari sektor Barang Baku. BREN menjadi ujung tombak Grup Barito Pacific, sehingga diharapkan mampu mendorong pengembangan energi terbarukan di Indonesia.

Jenis energi terbarukan yang utama dari BREN adalah energi panas bumi yang digunakan untuk pembangkitan listrik atau sering disebut Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) (Barito Renewables, 2025a). Direktur Utama BREN, Hendra Soetjipto, menegaskan bahwa sejak 2023 perusahaan ini sedang memperluas portofolio energi terbarukan dengan mulai masuk ke Pembangkit

Listrik Tenaga Bayu (PLTB) melalui akuisisi aset dan tidak hanya berfokus pada PLTP. Fakta ini merupakan dedikasi mereka dalam membantu transisi energi bersih di Indonesia. Hal ini sejalan dengan tren global menuju transisi energi bersih dan upaya pengurangan emisi karbon, seperti di Indonesia yang memiliki target *Net Zero Emission* pada tahun 2060 (Investing.com, 2024).

Usaha untuk mencapai target ini dibutuhkan investasi yang besar yaitu sekitar USD 246 miliar, sementara kesenjangan terjadi pada pendanaan tahunan yang hanya mencapai USD 7 miliar. *Just Energy Transition Partnership* (JETP) telah turut membantu dalam pendanaan secara intensif untuk membantu kesenjangan pendanaan tahunan tersebut, namun patut diperhatikan bahwa investasi pada energi terbarukan masih jauh dari cukup karena sebagian besar investasi swasta di Indonesia masih mengalir ke bahan bakar fosil, sehingga transisi energi terbarukan menjadi tantangan penting saat ini (Sidwinugraha *et al.*, 2024).

Perusahaan BREN memiliki kinerja yang sangat baik dalam keuangan dan operasional, tercermin dari *capacity factor* yang konsisten di atas 90 persen dan margin pada *Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization* (EBITDA) mencapai 84 persen (Investing.com, 2024). Total aset pada tahun 2024 mengalami pertumbuhan sebesar 8 persen dari akhir tahun 2023 dan EBITDA meningkat hingga 86,3 persen dengan rasio hutang bersih terhadap ekuitas membaik menjadi 2,21 kali. Hal ini memberikan ruang yang cukup bagi ekspansi perusahaan dan berpotensi meningkatkan pendapatan BREN di masa depan (Barito Renewables, 2025b). Fakta ini seharusnya dapat membuat investor lebih tertarik pada BREN daripada perusahaan energi terbarukan lainnya.

Peramalan harga saham merupakan tantangan utama bagi investor. Keterbatasan manusia dalam menganalisis *big data* serta perubahan pasar yang begitu cepat dapat menyebabkan hasil peramalan yang kurang akurat. Hal tersebut dapat dimudahkan dengan analisis metode statistik klasik ataupun metode yang kini sedang tren seperti *machine learning* dan *deep learning*. Setiap metode tersebut memiliki karakteristiknya masing-masing. Metode statistik klasik umumnya bergantung pada asumsi linearitas dan stasioneritas, sehingga menjadi kurang efektif untuk pola yang kompleks (Liu *et al.*, 2025). Metode *machine learning* dan *deep learning* tidak bergantung pada asumsi linearitas dan stasioneritas, tetapi bergantung pada kualitas dan representasi data (Schnaubelt, 2019).

Metode *machine learning* seringkali *underperform* jika dibandingkan metode statistik klasik berdasarkan hasil *The M4 Competition* yang melibatkan 100.000 dataset *time series* (Makridakis *et al.*, 2020). Penelitian Foroutan dan Lahmiri (2024) juga menyatakan bahwa metode *machine learning* seperti *Random Forest*, *LightGBM*, dan *SVR* kesulitan dalam menangkap dependensi jangka panjang dalam *time series*. Furizal *et al.* (2024) serta Luthfi dan Syah (2025) menyatakan bahwa analisis *time series* diperlukan pendekatan secara teknologi yang otomatis dan canggih, seperti penggunaan teknologi *deep learning* untuk meningkatkan akurasi peramalan harga saham dengan keunggulan dalam mengidentifikasi pola data yang kompleks dan bersifat nonlinier dari data historis keuangan.

Fakta ini diperkuat melalui penelitian oleh Paliari *et al.* (2021) yang dilakukan pada harga saham harian dari enam perusahaan Australia (AX1, K2F, KMD, OKJ, ORE, dan RHC) yang membentuk enam dataset berbeda pada periode 24 Januari 2014 hingga 24 Januari 2020. Hasil *evaluation metrics* menunjukkan bahwa empat

dataset pada metode *deep learning* lebih unggul daripada metode statistik klasik dan metode *machine learning*. Penelitian tersebut menggunakan metode *deep learning* yaitu *Long Short-Term Memory* (LSTM), kemudian untuk metode statistik klasik yaitu *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), sedangkan metode *machine learning* yaitu *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost). Berdasarkan penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa metode *deep learning* lebih unggul daripada metode statistik klasik dan *machine learning*.

Metode *deep learning* memiliki banyak pilihan, salah satunya adalah *Recurrent Neural Network* (RNN) yang seringkali arsitektur ini digunakan untuk menangani data berurutan atau *time series* seperti harga saham. Arsitektur yang berbasis *Recurrent Neural Network* (RNN) memiliki beberapa turunan atau varian arsitektur yaitu LSTM dan *Gated Recurrent Unit* (GRU). Ketiga arsitektur tersebut memiliki keunggulan tersendiri. RNN memiliki arsitektur sederhana dibandingkan dengan LSTM dan GRU. Arsitektur sederhana dengan satu *reccurrent layer* ini dapat memproses *input* secara berurutan, dengan *output* dari langkah sebelumnya digunakan kembali sebagai *input* pada langkah berikutnya, sehingga memungkinkan untuk menangkap ketergantungan temporal pada data yang bersifat *sequential*. Bengio *et al.* (1994) dan Pascanu *et al.* (2013) menyatakan bahwa RNN rentan mengalami masalah *vanishing and exploding gradient* sehingga sulit menangkap dependensi jangka panjang dan proses *training* menjadi tidak stabil.

Masalah *vanishing gradient* dapat diatasi dengan variasi arsitektur LSTM dan GRU. LSTM mengatasinya dengan sel memori dan *gate* (*input*, *output*, dan *forget*) dalam mengatur alur informasi yang lebih kompleks, sehingga lebih efektif dalam menangkap dependensi jangka panjang. GRU membantu dalam

menyederhanakan LSTM dengan menggabungkan *forget* dan *input gate* menjadi satu *update gate* serta menyatukan *cell state* dan *hidden state* menjadi lebih efisien. Kedua arsitektur tersebut dapat menyelesaikan permasalahan *vanishing gradient* (Waqas dan Humphries, 2024).

Permasalahan *exploding gradient* tidak dapat ditangani secara langsung oleh kedua arsitektur sebelumnya, karena arsitektur tersebut dirancang khusus untuk menangani permasalahan *vanishing gradient* saja. Pascanu *et al.* (2013), menemukan solusi untuk menyelesaikan permasalahan ini dengan *gradient norm clipping*, yaitu teknik yang membatasi nilai *norm* gradien dengan menetapkan batas tertentu. Perlakuan ini memberikan pembaruan pada bobot agar tetap dapat terkendali, sehingga mencegah lonjakan parameter secara ekstrem dengan penggunaan komputasi secara sederhana dan efisien.

Permasalahan yang terjadi pada RNN telah diatasi dengan variasi arsitektur dan *gradient norm clipping*, namun dalam keberlangsungannya perlu adanya penggunaan metode optimasi yang bertujuan untuk mempercepat proses konvergensi pada proses *training*. Penelitian ini menggunakan optimalisasi dengan metode optimasi Adam, karena metode ini sangat cocok untuk permasalahan data non-stasioner. Kombinasi Adam dan *gradient norm clipping* dapat memberikan keseimbangan antara kecepatan konvergensi dan stabilitas pelatihan karena berbasis *L2 norm* yang mengukur besar gradien berdasarkan panjang vektor gradien secara keseluruhan. Kombinasi Adamax dan *gradient norm clipping* yang memiliki kecepatan konvergensi lebih lambat karena berbasis *infinity norm* yang hanya mempertimbangkan nilai maksimum dari komponen gradien (Kingma dan Ba, 2015; Pascanu *et al.*, 2013).

Penelitian yang dilakukan oleh Yunita *et al.* (2025), mereka membandingkan sembilan arsitektur jaringan yang terdiri dari tiga model utama yaitu RNN, LSTM, dan GRU, serta enam model *hybrid* yaitu LSTM-GRU, LSTM-RNN, GRU-LSTM, RNN-LSTM, RNN-GRU, dan GRU-RNN. Penelitian tersebut dilakukan pada tiga dataset yaitu dataset *sunspot* yang tercatat sejak 1749 hingga 2018, dataset COVID-19 di Jakarta sejak 1 Maret 2020 hingga 2 Desember 2021, dan dataset oksigen dengan pencatatan secara harian. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan evaluasi dan perbandingan kinerja pada setiap arsitektur jaringan untuk peramalan *time series*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *hybrid* LSTM-GRU memiliki kinerja yang terbaik untuk peramalan *time series* pada ketiga dataset tersebut.

Hasil penelitian Yunita *et al.* (2025) menjadi dasar penulis memilih model *hybrid* LSTM-GRU untuk penelitian ini, sehingga diharapkan mampu meningkatkan kinerja dalam melakukan peramalan secara akurat dibandingkan model *baseline* dengan LSTM atau GRU. Penelitian Tarigan *et al.* (2024) menyatakan bahwa model *hybrid* LSTM-GRU memiliki dua tipe yaitu LSTM-GRU *Sequential* dan *Parallelized* LSTM-GRU, sehingga penelitian ini berfokus pada dua model utama yaitu LSTM dan GRU, serta satu model *hybrid* yaitu LSTM-GRU yang memiliki dua tipe yaitu LSTM-GRU *Sequential* dan *Parallelized* LSTM-GRU. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis perbandingan pada keempat arsitektur jaringan untuk meramalkan harga saham PT Barito Renewables Energy Tbk (BREN). Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai arsitektur jaringan yang paling optimal, sehingga temuan ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi investor maupun peneliti selanjutnya dalam mendukung analisis keputusan peramalan yang berbasis data.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini merumuskan permasalahan berdasarkan hasil identifikasi pada bagian latar belakang sebagai berikut.

1. Bagaimana hasil peramalan harga saham BREN menggunakan model LSTM?
2. Bagaimana hasil peramalan harga saham BREN menggunakan model GRU?
3. Bagaimana hasil peramalan harga saham BREN menggunakan model LSTM-GRU *Sequential*?
4. Bagaimana hasil peramalan harga saham BREN menggunakan model *Parallelized* LSTM-GRU?
5. Bagaimana hasil peramalan harga saham BREN pada periode mendatang menggunakan model terbaik?

1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi agar hasil yang diperoleh lebih spesifik dan terukur, sebagaimana dirumuskan pada batasan masalah sebagai berikut.

1. Data yang digunakan adalah data historis harga harian saham BREN pada periode setelah *Initial Public Offering* (IPO), yaitu sejak 10 Oktober 2023 hingga 10 Oktober 2025.
2. Arsitektur jaringan yang dibandingkan yaitu LSTM, GRU, LSTM-GRU *Sequential*, dan *Parallelized* LSTM-GRU.
3. Asumsi variabel input selama proses peramalan adalah tetap (*persistence assumption*), dengan nilai *open*, *high*, *low*, dan *volume* yang dianggap konstan mengikuti periode terakhir yang dimiliki dataset dan tidak berubah sepanjang

proses peramalan, sedangkan pada nilai *price* dilakukan *update* setiap proses peramalan berdasarkan hasil prediksi periode sebelumnya.

4. Penelitian ini tidak mempertimbangkan faktor eksternal seperti berita, sentimen pasar, atau kondisi makroekonomi yang dapat memengaruhi harga saham.
5. Hasil penelitian difokuskan pada pemilihan arsitektur jaringan dengan kinerja terbaik, bukan pada perancangan strategi investasi atau rekomendasi jual-beli saham.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini menetapkan tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun sebagai berikut.

1. Menganalisis kinerja model LSTM dalam meramalkan harga saham BREN.
2. Menganalisis kinerja model GRU dalam meramalkan harga saham BREN.
3. Menganalisis kinerja model LSTM-GRU *Sequential* dalam meramalkan harga saham BREN.
4. Menganalisis kinerja model *Parallelized* LSTM-GRU dalam meramalkan harga saham BREN.
5. Mengevaluasi hasil peramalan harga saham BREN dengan model terbaik.