

IMPLEMENTASI PREDIKSI HARGA SAHAM MENGGUNAKAN MODEL *GATED RECURRENT UNIT (GRU)* PADA PERUSAHAAN SEKTOR PROPERTI

Ananta Nely Mulyani¹, Ghufron²

Teknik Informatika, Universitas Islam Sultan Agung^{1,2}

email : anantanelywork@gmail.com¹, ghufron@unissula.ac.id²

Abstrak

Pasar saham dianggap memiliki peran penting yang cukup penting bagi perekonomian yang ada di sebuah negara akan tetapi berinvestasi di pasar saham memberikan resiko yang cukup tinggi karena fluktuasi harga saham yang susah untuk diprediksi. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi harga saham perusahaan dibidang properti yang memakai model *Gated Recurrent unit (GRU)* yang termasuk salah satu algoritma pengembangan RNN yang menjadi solusi dari keterbatasan RNN dalam menangkap pola ketergantungan temporal. Data historis saham akan diolah dan dinormalisasi yang kemudian akan dirubah menjadi data *time series* untuk menangkap polanya. Model GRU ini menggunakan rasio perbandingan 80:20 untuk data pelatihan dan data pengujian. Kinerja model yang telah dibuat akan diuji menggunakan metrik *Root Mean Square Error (RMSE)* dengan membandingkan jumlah *epoch* dan *batch size* nya. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa model GRU mampu untuk memprediksi harga saham sehingga memungkinkan para investor dalam mengambil keputusan berbasis data di pasar saham yang tidak terprediksi.

Kata Kunci : GRU, Prediksi saham, RMSE

A. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi yang terus berkembang memberikan dampak yang cukup banyak di beberapa sektor perekonomian, salah satunya adalah pasar saham. Pasar saham dianggap memiliki peran yang cukup penting bagi perekonomian di suatu negara yang dimana dapat menjadi cerminan kesehatan dan stabilitas dunia bisnis di negara tersebut. Di Indonesia sendiri terjadi peningkatan minat Masyarakat terhadap proses investasi di pasar saham. (Fauziah & Andri Ibrahim, 2022) Berinvestasi di pasar saham memang mendapatkan return yang tinggi akan tetapi memiliki resiko yang cukup besar karena fluktuasi harga saham yang tidak dapat diprediksi. Harga saham yang sulit ditebak pergerakan arah kelajuannya membuat para praktisi memiliki pandangan yang cukup beragam sehingga tidak jarang menyebabkan seorang investor ragu untuk melakukan transaksi dalam pasar saham. Prediksi harga saham biasanya didasarkan dengan pertimbangan di beberapa faktor seperti faktor teknikal, fundamental dan sentiment yang dimana faktor-faktor tersebut menjadi faktor utama dalam proses prediksi harga saham. (Julian & Pribadi, 2021)

Industri properti di Indonesia memiliki peran pertumbuhan ekonomi nasional. Perkembangannya yang pesat dapat mempengaruhi di berbagai sektor lainnya, seperti material bangunan, logistik, hingga sektor finansial melalui layanan KPR (Kredit Pemilikan Rumah) yang berkontribusi dalam terciptanya lapangan pekerjaan dan tentunya dapat mendorong pertumbuhan ekonomi di suatu negara. (Sumolang Jannet Rossemia dkk., 2021) Sektor properti memiliki peran yang cukup penting untuk mewujudkan sebuah investasi dari sektor industrial dan perumahan. (Janaina & Yudiantoro, 2022) Dilansir dari web fortune.id terdapat banyaknya perusahaan properti yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI). Beberapa perusahaan diantaranya yaitu PT Agung Podomoro Land Tbk (APLN), PT Pakuwon Jati Tbk (PWON), dan PT Ciputra Development Tbk (CTRA).

Dalam prediksi jual beli harga saham terdapat berbagai metode dan cara yang bisa digunakan. Salah satu pendekatan yang sering diterapkan adalah metode berbasis kecerdasan buatan. Khususnya *machine learning*. *Machine learning* sendiri merupakan cabang dari *artificial intelligence (AI)* yang dirancang untuk meningkatkan kemampuan atau performa sistem dalam mempelajari pola data, sehingga dapat membantu prediksi harga saham. (Julian & Pribadi, 2021) Satu diantara pendekatan yang digunakan adalah *Gated Recurrent Unit (GRU)* yang dimana metode tersebut adalah pengembangan dari arsitektur jaringan *Recurrent Neural Network (RNN)*. (Nusaiba Yulisa dkk., 2023)

Gated Recurrent Unit (GRU) merupakan salah satu evolusi metode yang sebelumnya sudah ada yaitu LSTM yang memiliki struktur sekuensial yang dirancang sebagai solusi untuk memberikan keseimbangan antara kinerja dengan kecepatan. Di dalam GRU terdapat dua komponen yang berfungsi sebagai pengatur informasi yang berupa *reset gate* dan *update gate* yang akan menentukan cara penggabungan informasi baru dengan informasi yang lama. Sebaliknya *update gate* merupakan *gate* yang akan digunakan untuk mengendalikan jumlah informasi yang disimpan. (Novela Waroi & Setyanto, t.t.) Untuk memperoleh metode yang tepat, dibutuhkan alat ukur yang dapat mendeteksi akurasi nilai prediksi. Oleh karena itu pada analisis ini menggunakan RMSE (*Root Mean Square Error*) yang secara umum digunakan untuk mengukur sejauh mana kesalahan suatu model dibandingkan dengan garis regresi linier. (Meri Aryati dkk., 2024)

Pada penelitian sebelumnya dengan melakukan prediksi harga emas di Indonesia memberikan bukti bahwa metode GRU mampu dan berhasil untuk memprediksi harga emas. Dalam penelitian ini menggunakan 70% dari total data, *time step* sebesar 20, *epoch* sebanyak 100 dan *batch size* sebanyak 16 memberikan hasil akhir skor MAE 300.17, R-Squared 0.97 dan nilai RMSE sebesar 17.33 di konfigurasi yang pertama. Dalam konfigurasi yang kedua

dengan menggunakan 80% dari total data, *time step* sebesar sebanyak 30, *epoch* 50 dan *batch size* 16 menghasilkan performa model yang lebih rendah dengan skor MAE 318.13, R-Squared 0.92 dan RMSE 17.84.(Meriani & Rahmatulloh, 2024)

Pada penelitian lain tentang penggunaan metode GRU ini untuk meramalkan harga saham Coca-Cola dengan data harga saham penutupan memberikan hasil yang cukup baik. Penelitian ini menggunakan *window-width* 3, jumlah neuron 64, *batch size* 32, dan *epoch* sebanyak 30 dengan penggunaan data 80:20 dimana rasio 80 digunakan untuk data pelatihan dan 20 digunakan untuk data uji. Penelitian ini menggunakan *optimizer* Adam, *loss function* *mean squared error* (MSE) dan evaluasi dengan menggunakan *mean absolute error* (MAE) yang memberikan hasil nilai MAE sebesar 0,42 dan MSE 0,40.(Silalahi & Muljono, 2024)

Pada penelitian ini akan menggunakan metode GRU untuk memprediksi harga saham di perusahaan sektor properti yang terdaftar di dalam BEI yang dilansir dari fortune.id yaitu perusahaan PT. Agung Podomoro Land Tbk (APLN) dengan parameter evaluasi melalui *Root Mean Square Error* (RMSE).

B. LANDASAN TEORI

1. Harga Saham dan Pergerakannya

Harga saham adalah nilai uang yang perlu dikeluarkan untuk memperoleh suatu saham. Saham sendiri adalah surat berharga yang menjadi bukti kepemilikan atas sebagian dari suatu perusahaan.(Kwanda dkk., 2024). Meskipun dalam pengertian umum harga saham memiliki banyak definisi salah satunya yaitu sertifikat yang memberikan bukti kepemilikan perusahaan.(Diana Nabella dkk., 2022) Harga saham yang dapat berubah secara cepat ini bisa terjadi karena permintaan dan penawaran yang dilakukan oleh pembeli dan penjual saham didalam proses transaksi. Faktor yang memengaruhi pergerakan harga saham dapat dibagi menjadi dua kategori. Pertama, faktor internal seperti pengumuman laporan keuangan, perubahan struktur organisasi, dan aksi korporasi. Kedua, faktor eksternal, meliputi kondisi makroekonomi suatu negara, gejolak politik, dan pengaruh psikologi pasar.(Dewi & Suwarno, 2022)

Aspek-aspek yang mempengaruhi naik turunnya harga saham di BEI yaitu:(Sari dkk., 2020)

a. Faktor internal

- 1) Laporan produksi dan laporan penjualan
- 2) Ekuitas dan hutang yang dimiliki oleh perusahaan
- 3) Perubahan dan pergantian struktural perusahaan
- 4) Laporan investasi perusahaan
- 5) Pengembangan penelitian dan penutupan usaha
- 6) Publikasi laporan keuangan

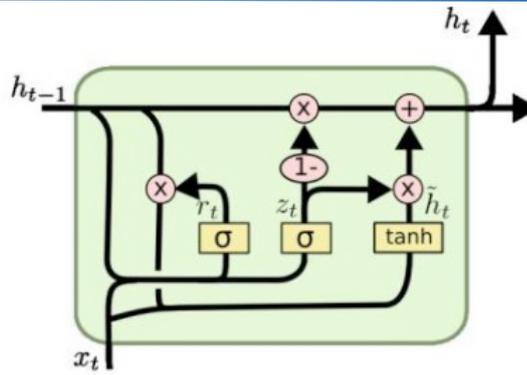
b. Faktor eksternal

- 1) Suku bunga tabungan
- 2) Inflasi dan regulasi ekonomi
- 3) Tuntutan sebuah perusahaan
- 4) Laporan harga saham perdagangan pembatasan.

2. Gated Recurrent Unit (GRU)

Gated Recurrent Unit (GRU) merupakan hasil perkembangan dari model RNN yang memiliki dua *gate* yang terdiri dari *update gate* dan *reset gate*.(Meri Aryati dkk., 2024) Selain memiliki 2 gate GRU juga memiliki 3 fungsi aktivasi. *Gate* dan fungsi yang sedikit ini memberikan dampak semakin cepatnya proses dalam pengolahan data yang besar sehingga GRU ini dibangun untuk menjadi lebih baik terutama dalam memproses data yang lebih sederhana.(Meriani & Rahmatulloh, 2024) GRU memfungsikan *gate*-nya ini memutuskan informasi yang dapat diteruskan menjadi *output*. Arsitektur ini dapat dilatih untuk menyimpan informasi terlebih dahulu tanpa perlu menghapus data yang tidak relevan dengan prediksi yang akan dihasilkan..(Novela Waroi & Setyanto, t.t.)

GRU yang memiliki parameter lebih sedikit daripada LSTM karena tidak memiliki *output gate* ini dianggap memiliki performa yang lebih unggul.(Sholeh, 2022) Kelebihan yang dimiliki oleh metode meskipun GRU merupakan proses pengolahan data yang lebih praktis dibandingkan dengan LSTM, GRU mempunyai keakuratan yang sebanding dalam mengatasi masalah gradien dengan cukup efektif. (Prayogi dkk., t.t.)



Gambar 1 Arsitektur GRU

Persamaan GRU :

$$r = \sigma(W_r \cdot X_t + U_r \cdot h(t-1) + b_r) \quad (1)$$

$$z = \sigma(W_z \cdot x_t + U_z \cdot h(t-1) + b_z) \quad (2)$$

$$\tilde{h} = \tanh(W_h \cdot X_t + r * U_h \cdot h(t-1) + b_h) \quad (3)$$

$$h = z * h(t-1) + (1 - z) * \tilde{h} \quad (4)$$

Reset gate (r) pada persamaan 7 menentukan seberapa banyak informasi dari status sebelumnya $h(t-1)$ yang akan dilupakan.

Penjelasan :

X_t : input pada waktu t .

$h(t-1)$: Hidden state dari yang sebelumnya.

W_r dan U_r : Matriks bobot untuk input dan hidden state.

b_r : Bias untuk reset gate.

σ : Fungsi aktivasi sigmoid, menghasilkan output antara 0 dan 1.

\tanh : Fungsi aktivasi tangens hiperbolik, menghasilkan nilai antara -1 dan 1.

$z * h(t-1)$: Bagian hidden state lama yang dipertahankan.

$(1 - z) * \tilde{h}$: Bagian *hidden state* baru yang digunakan.

Update gate (z) pada persamaan 2 digunakan untuk mengontrol seberapa banyak hidden state sebelumnya yang akan dipertahankan dan seberapa banyak hidden state baru yang akan digunakan .

Hidden state (\tilde{h}) pada persamaan 3 yang diperbarui dengan mempertimbangkan *reset gate*.

Pada persamaan ke 9 ini mengombinasikan *hidden state* sebelumnya dengan kandidat *hidden state* berdasarkan control dari *update gate*.

C. METODE PENELITIAN

Didalam metodologi penelitian ini akan menjelaskan tahap-tahap yang akan diambil dalam proses penelitian yang terdiri dari beberapa tahapan yaitu :

1. Pengumpulan data

Pada tahap pengumpulan data ini, peneliti akan menggunakan langkah ini untuk memperoleh data yang dibutuhkan dalam penelitian dengan menggunakan data sekunder dari dataset saham di perusahaan properti yang berasal dari Yahoo Finance dengan periode data menggunakan data historis dalam rentang 5 tahun dari tahun 2019 sampai tahun 2024.

2. Data Selection

Pada tahap ini dilakukan pemilihan data yang tepat dan berkualitas dari kumpulan data yang lebih besar untuk digunakan dalam pemodelan. Beberapa aspek yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan data adalah dari relevansi, kualitas data yang dimana data harus bersih, bebas dari duplikasi, atau nilai yang hilang.

3. Preprocessing Data

Tahapan ini adalah proses memproses data yang masih mentah menjadi data yang siap digunakan untuk pemodelan dengan tujuan untuk menghasilkan data yang lebih akurat. *Data preprocessing* memiliki beberapa tahapan yaitu :

a. Data Cleaning

Dalam tahapan ini yaitu melakukan proses untuk membersihkan data mentah yang memiliki tujuan untuk memastikan kualitas dari data yang akan digunakan. Dalam data *cleaning* ini bisa dilakukan untuk

menangani data yang hilang, menghapus data duplikat, mengatasi *outlier* serta menghilangkan data yang tidak relevan untuk digunakan.

b. Normalisasi Data

Proses normalisasi data ini digunakan untuk mengubah nilai dataset yang lebih seragam dengan rentang 0-1 dengan tujuan untuk meminimalkan eror yang akan terjadi. Proses penyesuaian data ini dengan menyesuaikan data yang actual menjadi nilai dengan rentang nilai [0,1]. Disini akan menggunakan pendekatan normalisasi berupa min-max scaling dengan persamaan sebagai berikut :

$$x' = \frac{(x - \min_x)}{(\max_x - \min_x)} \quad (5)$$

Dengan penjelasan :

- x : data yang dinormalisasi
- x' : data setelah normalisasi
- \min : nilai minimum semua data
- \max : nilai maksimum semua data

c. Pembagian data

Tahapan pembagian data ini digunakan untuk memisahkan data pelatihan dan data uji dengan rasio 80:20 dengan 80% digunakan untuk data pelatihan dan 20% digunakan untuk data uji. Pembagian data ini cukup penting untuk menghindari adanya *overfitting* dan memastikan model yang digunakan dapat generalisasi dengan baik pada data yang belum pernah dibuat sebelumnya. Pembuatan model

4. Pembuatan model

Tahapan ini adalah proses pengolahan data yang sudah menggunakan model LSTM dan GRU. LSTM dirancang untuk mengatasi masalah keterbatasan memori dalam RNN tradisional, yang kesulitan mengingat informasi jangka panjang dalam urutan data. Sedangkan GRU adalah varian dari LSTM yang lebih sederhana dan lebih cepat untuk dilatih, namun tetap efektif dalam menangani masalah jangka panjang.

5. Evaluasi model

Tahapan ini digunakan untuk mengevaluasi kinerja model setelah dilatih, untuk memastikan apakah kedua model tersebut memberikan hasil yang akurat dan efektif dalam memprediksi data. Indikator penelitian yang digunakan untuk mengukur performa model tersebut digunakan pada saat memprediksi yaitu dengan menggunakan RMSE.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini memprediksi tren harga saham menggunakan metode GRU. Data yang digunakan dalam proses penelitian merupakan data sekunder dari yahoo.finance yang diambil pada tanggal 25 Desember 2024. Dalam penelitian ini menggunakan dataset dari 1 perusahaan sektor property yaitu perusahaan PT. Agung Podomoro Land Tbk (APLN) dengan dataset berikut :

Tabel 1 Dataset yang Digunakan

Date	Open	High	Low	Close	Volume	Dividens	Stock splits
2018-01-01	210.0	210.0	210.0	210.0	0	0.0	0.0
2018-01-02	216.0	236.0	212.0	232.0	100038700	0.0	0.0
2018-01-02	234.0	234.0	224.0	230.0	18645000	0.0	0.0
2018-01-04	230.0	236.0	226.0	228.0	31000700	0.0	0.0
....
2024-11-25	106.0	107.0	102.0	104.0	21352000	0.0	0.0
2024-11-26	107.0	107.0	102.0	103.0	11380600	0.0	0.0
2024-11-28	103.0	104.0	102.0	102.0	3554500	0.0	0.0
2024-11-29	101.0	102.0	100.0	100.0	7385600	0.0	0.0

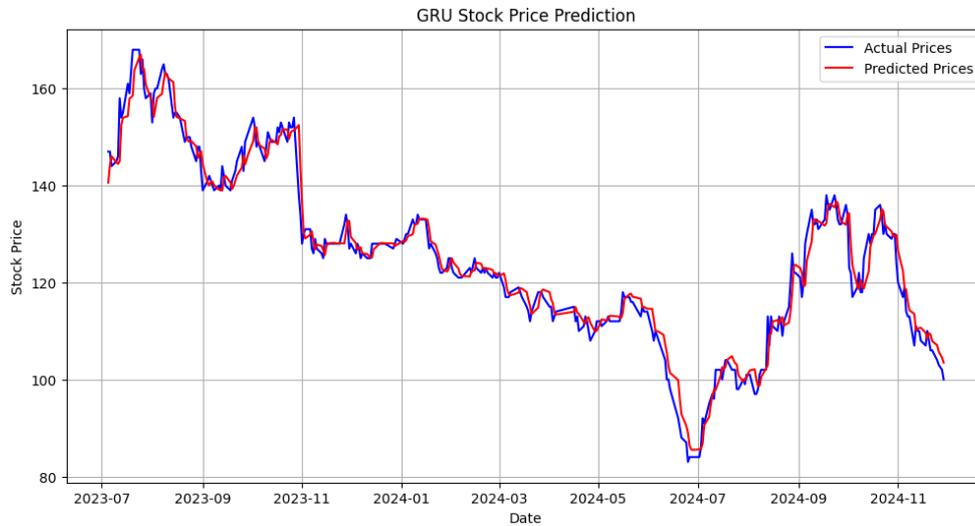
Dalam tabel 1 tersebut berisi dataset yang dimiliki oleh perusahaan PT. Agung Podomoro Land.Tbk yang berisi *date*, *open*, *high*, *low*, *close*, *volume*, *dividens* dan *stock splits*. Dari dataset yang berjumlah 1710 data dengan pembagian rasio 80:20 untuk data pelatihan dan data uji yang berarti data pelatihan sejumlah 1368 data dan data uji sejumlah 342.

Tabel 2 Parameter Pengujian

Optimizer	Epoch	Batch Size
Adam	20	16
Adam	50	16
Adam	100	16
Adam	20	32

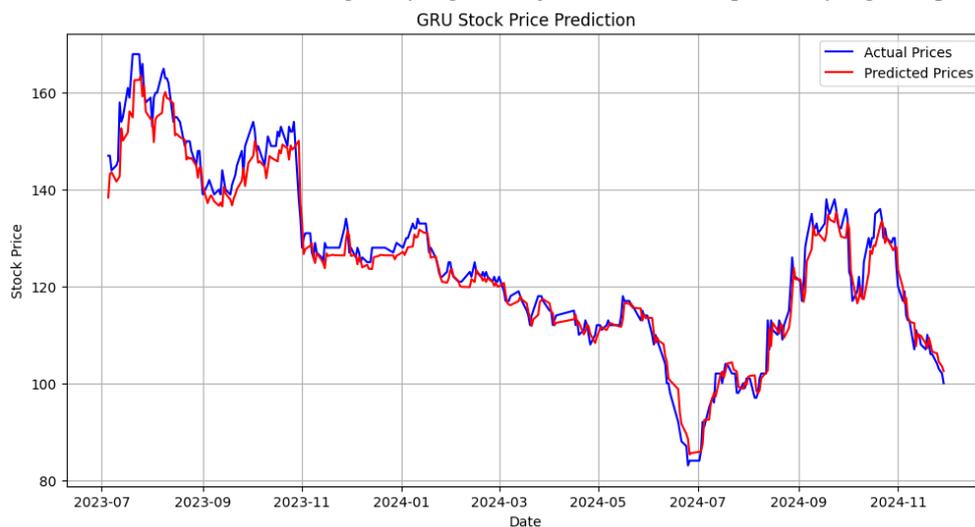
Adam	50	32
Adam	100	32

Dalam penelitian ini akan melakukan beberapa kali pengujian dengan jumlah *epoch* dan *batch size* yang berbeda-beda untuk di setiap pengujiaanya. Pada tabel 2 adalah parameter pengujian yang akan dilakukan didalam model GRU yang terdiri dari 6 kali percobaan dengan jumlah *epoch* dan *batch size* yang berbeda-beda untuk melihat hasil RMSE yang dihasilkan.



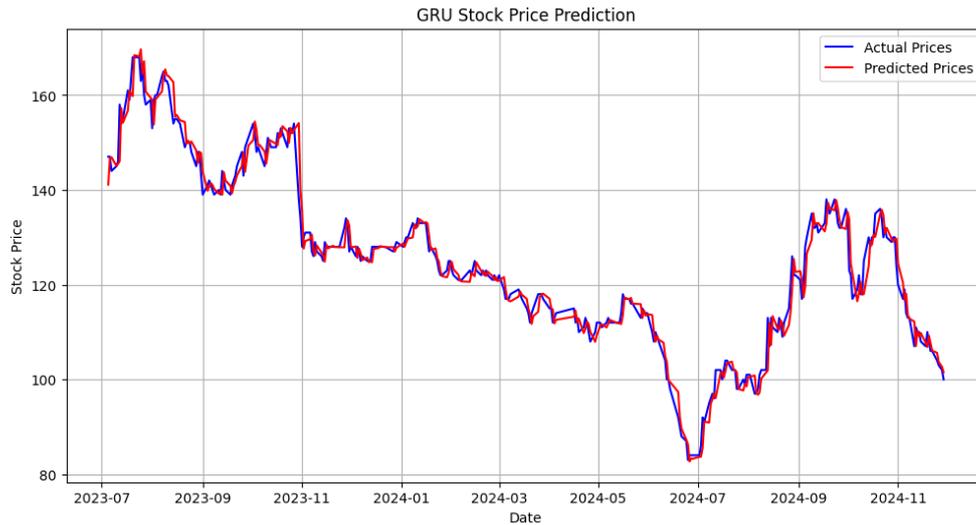
Gambar 2 Grafik Pengujian 1

Dalam pengujian yang pertama dengan jumlah *epoch* 20 dan *batch size* 16 menghasilkan bahwasanya metode GRU ini mampu untuk memprediksi pergerakan harga saham dengan tanda garis biru untuk *actual prices* dan garis merah untuk *predicted prices*. dalam penelitian yang pertama ini juga menghasilkan nilai RMSE sebanyak 3.129 yang dimana nilai ini adalah mendekati angka 0 yang menunjukkan kesalahan prediksi yang cukup kecil.



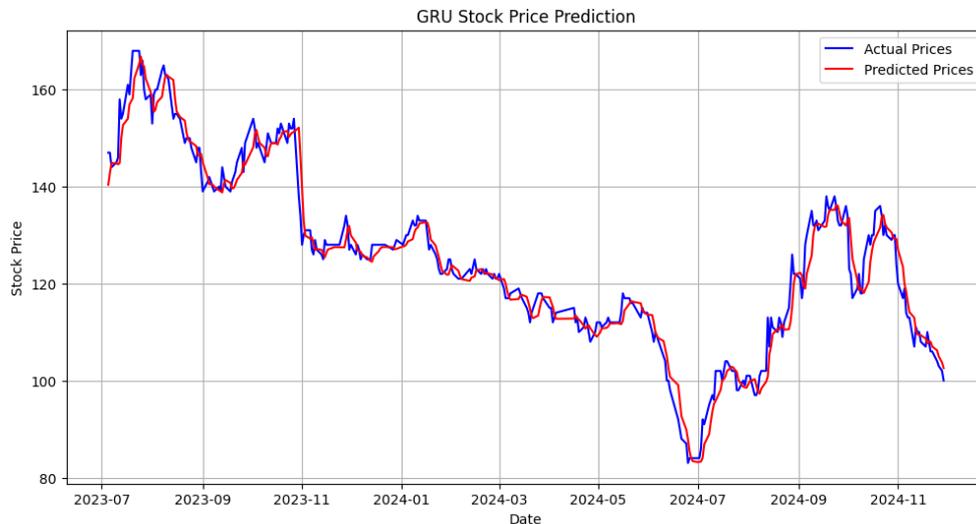
Gambar 3 Grafik Pengujian 2

Dilanjutkan dengan pengujian yang kedua yaitu dengan perbedaan jumlah *epoch* dan *batch size* yang dimana jumlah *epoch* nya menjadi 50 dan *batch size* nya tetap di angka 16 memberikan hasil yang masih cukup baik. Hal ini dapat dilihat dari garis *predicted prices* yang dapat mengikuti *actual prices* dari tren harga saham dan skor kesalahan prediksi dengan RMSE sebanyak 3.401.



Gambar 4 Grafik Pengujian 3

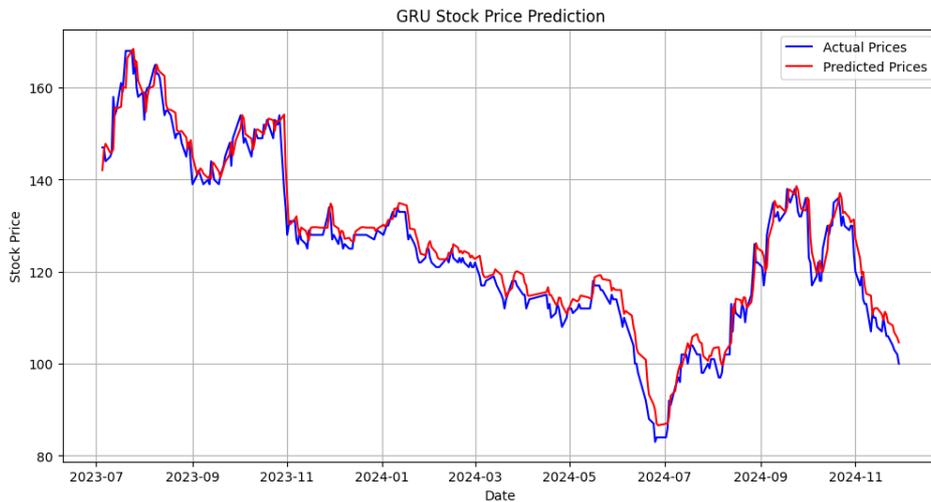
Pada pengujian selanjutnya yang menggunakan jumlah *epoch* 100 dan *batch size* 16 memberikan hasil yang paling baik dari hasil dua pengujian yang sebelumnya yang dimana garis biru dan garis merah hampir sama nilai pergerakannya. Disamping itu nilai RMSE yang dihasilkan sebanyak 2.915.



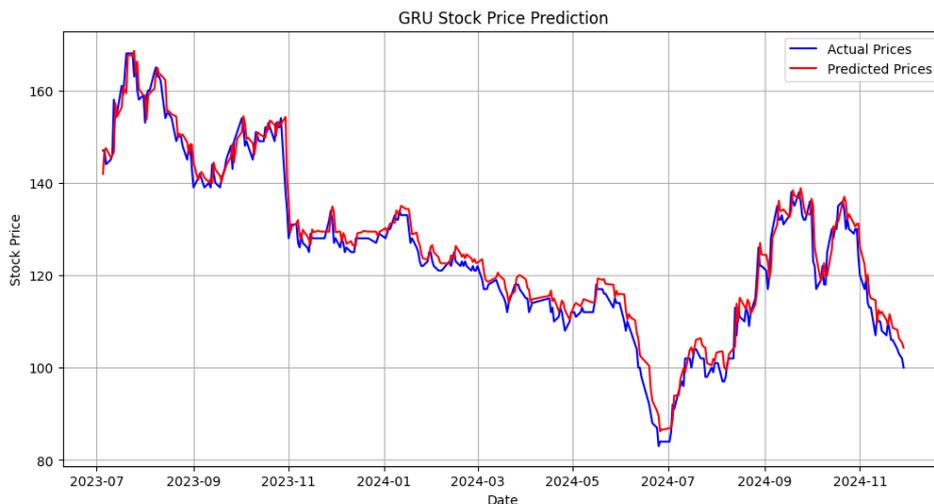
Gambar 5 Grafik Pengujian 4

Pengujian yang keempat dilakukan dengan memberikan nilai *epoch* dan *batch size* yang berbeda yaitu dengan nilai 20 dan 32 memberikan hasil prediksi yang cukup baik karena prediksi mendekati nilai aktual yang ada pada harga saham. Selain itu, nilai RMSE yang dihasilkan berada di angka 3.428.

Pada pengujian yang kelima ini menggunakan nilai *epoch* dan *batch size* sebanyak 50 dan 32 masih memberikan hasil prediksi yang cukup baik dan bisa mengikuti harga aktual dari harga saham APLN. Skor RMSE yang dihasilkanpun masih tergolong kecil yaitu sebanyak 3.460.



Gambar 6 Grafik Pengujian 5



Gambar 7 Grafik Pengujian 6

Pada pengujian yang paling akhir ini menggunakan jumlah *epoch* dan *batch size* sebanyak 100 dan 32 memberikan hasil skor RMSE sebanyak 3.342. Grafik yang dihasilkan dari pengujian ini juga membuktikan bahwasannya nilai prediksi dapat mengikuti harga aktual dari pergerakan saham APLN.

Tabel 3 Hasil Akhir Pengujian

Optimizer	Epoch	Batch Size	RMSE
Adam	20	16	3.129
Adam	50	16	3.401
Adam	100	16	2.915
Adam	20	32	3.428
Adam	50	32	3.460
Adam	100	32	3.342

Hasil pengujian yang sudah dilakukan selama enam kali menghasilkan nilai akhir RMSE yang paling kecil pada saat jumlah *epoch* dan *batch size* nya sebanyak 100 dan 16. Akan tetapi, dari keenam pengujian tersebut bisa memberikan hasil prediksi yang bisa mengikuti tren harga saham PT Podomoro Land Tbk secara aktual.

E. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis prediksi harga saham menggunakan model GRU (Gated Recurrent Unit) menunjukkan bahwa model ini mampu menangkap pola waktu pada data harga saham dengan cukup baik. Akurasi prediksi yang dihasilkan model GRU ditunjukkan oleh nilai *root mean squared error (RMSE)* yang relatif rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa GRU mampu memproses informasi historis yang relevan tanpa mengorbankan efisiensi komputasi. Kinerja GRU yang lebih sederhana dibandingkan LSTM, dengan struktur parameter yang lebih sedikit, menjadikannya lebih cepat untuk dilatih tanpa mengurangi akurasi secara signifikan. Faktor ini menunjukkan

bahwa GRU dapat menjadi alternatif yang efisien dalam memprediksi harga saham, terutama pada dataset dengan karakteristik temporal yang kompleks.

Untuk meningkatkan akurasi prediksi harga saham menggunakan metode GRU, disarankan untuk melakukan optimalisasi parameter model melalui *hyperparameter tuning* yang melibatkan pengaturan jumlah neuron, *learning rate*, dan *dropout rate*. Selain itu, pengayaan fitur data dengan memasukkan informasi eksternal, seperti indikator ekonomi makro, sentimen pasar, atau data berita, dapat membantu model memahami faktor-faktor yang memengaruhi harga saham secara lebih komprehensif. Selanjutnya, kombinasi GRU dengan metode lain, seperti *attention mechanism* atau algoritma optimasi, dapat dipertimbangkan untuk menangani volatilitas data yang lebih kompleks. Penelitian ini juga dapat diperluas dengan mengevaluasi performa model GRU pada sektor industri lain untuk menguji kemampuan generalisasi model dalam berbagai konteks pasar.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, N. S., & Suwarno, A. E. (2022). PENGARUH ROA, ROE, EPS DAN DER TERHADAP HARGA SAHAM PERUSAHAAN (Studi Empiris pada Perusahaan LQ45 yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Tahun 2016-2020). *Seminar Nasional Pariwisata dan Kewirausahaan (SNPK)*, 1.
- Diana Nabella, S., Munandar, A., Tanjung, R., Studi Manajemen, P., Ekonomi dan Bisnis, F., Ibnu Sina, U., Tinggi Ilmu Ekonomi Bima, S., & Ekonomi dan Bisnis Universitas Riau Kepulauan, F. (2022). LIKUIDITAS, SOLVABILITAS, AKTIVITAS DAN PROFITABILITAS TERHADAP HARGA SAHAM PADA PERUSAHAAN SEKTOR PERTAMBANGAN BATU BARA YANG TERDAFTAR DI BURSA EFEK INDONESIA PERIODE 2016-2018. *Measurement : Jurnal Akuntansi*, 16(1), 97–102. www.idx.co.id
- Fauziah, H. M., & Andri Ibrahim, M. (2022). Investasi Saham Syariah dalam Perspektif Fikih Muamalah. *Jurnal Riset Perbankan Syariah*, 113–118. <https://doi.org/10.29313/jrps.v1i2.1573>
- Janaina, N. N., & Yudiantoro, D. (2022). Pengaruh EPS, ROE Dan DER terhadap Harga Saham Properti dan Real Estate yang Terdaftar di JII70. *Al-Kharaj: Jurnal Ekonomi, Keuangan & Bisnis Syariah*, 5(2), 762–771. <https://doi.org/10.47467/alkharaj.v5i2.1314>
- Julian, R., & Pribadi, M. R. (2021). Peramalan Harga Saham Pertambangan Pada Bursa Efek Indonesia (BEI) Menggunakan Long Short Term Memory (LSTM). *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 8(3). <http://jurnal.mdp.ac.id>
- Kwanda, K., Herwindiati, D. E., Lauro, M. D., & Id, K. K. C. (2024). Perbandingan LSTM dan Bidirectional LSTM pada Sistem Prediksi Harga Saham Berbasis Website. *R2J*, 7(1). <https://doi.org/10.38035/r2j.v7i1>
- Meri Aryati, N. W., Wiguna, I. K. A. G., Putri, N. W. S., Widiartha, I. K. K., & Ginantra, N. L. W. S. R. (2024). Komparasi Metode LSTM dan GRU dalam Memprediksi Harga Saham. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 8(2), 1131. <https://doi.org/10.30865/mib.v8i2.7342>
- Meriani, A. P., & Rahmatulloh, A. (2024). PERBANDINGAN GATED RECURRENT UNIT (GRU) DAN ALGORITMA LONG SHORT TERM MEMORY (LSTM) LINEAR REFRESSION DALAM PREDIKSI HARGA EMAS MENGGUNAKAN MODEL TIME SERIES. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i1.3808>
- Novela Waroi, E., & Setyanto, A. (t.t.). *408 Elsina Novela Prediksi Harga Laptop Menggunakan Algoritma GRU dan BILSTM*.
- Nusaiba Yulisa, P., Al Haris, M., & Rismawati Arum, P. (2023). Peramalan Nilai Ekspor Migas di Indonesia dengan Model Long Short Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU). Dalam *J Statistika* (Vol. 16, Nomor 1).
- Prayogi, K., Gata, W., & Kussanti, D. P. (t.t.). *Prediksi Harga Saham Bank Central Asia Menggunakan Algoritma Deep Learning GRU*.
- Sari, L. K., Achsani, N. A., & Sartono, B. (2017). Pemodelan Volatilitas Return Saham: Studi Kasus Pasar Saham Asia. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, 18(1), 35–52. <https://doi.org/10.21002/jepi.2018.03>
- Sholeh, M. A. (2022). PERBANDINGAN MODEL LSTM DAN GRU UNTUK MEMPREDIKSI HARGA MINYAK GORENG DI INDONESIA. *EDUSAINTEK: Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi*, 9(3), 800–811. <https://doi.org/10.47668/edusaintek.v9i3.593>
- Silalahi, R. N., & Muljono, M. (2024). Perbandingan Kinerja Metode Linear Regression, LSTM dan GRU Untuk Prediksi Harga Penutupan Saham Coca-Cola. *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, 13(2), 201–211. <https://doi.org/10.34010/komputika.v13i2.12265>
- Sumolang Jannet Rossemia, V Joane, & Keles Dantje Keles. (2021). analisis Prediksi Kebangkrutan Perusahaan Properti Yang Terdaftar di BEI Dengan Model Altman Z-Score. *Rossemia Jannet Sumolang Joane V. Mangindaan Dantje Keles*, 1(productivity), 25–36.