

IMPLEMENTASI DEEP LEARNING DENGAN MENGGUNAKAN PEMODELAN GATED RECURRENT UNIT (GRU) UNTUK PREDIKSI HARGA SAHAM DI INDEKS SAHAM SYARIAH INDONESIA

Oleh: Arga Dwi Yulianto
Univeristas Muhammadiyah Semarang

Article history

Submission :
Revised :
Accepted :

Keyword:

Adaptive Moment Estimation, Gatet recurrent Unit, Investing, Mean Absolute Percentage Error

Abstract

Investment is a form of postponement of consumption in the present in order to obtain consumption in the future. One's goal is to invest to get benefits in the future. Shares are paper evidence to include capital ownership in a company. Investors to see how the prospect of investing in a company's stock in the future to reduce the risk for investors in investing. One of the tools needed to overcome this problem is prediction. In this study using stock price data in the daily Indonesian Islamic stock index starting from January 4, 2016 - March 19, 2021 with a total data of 1263. The price of Islamic shares is predicted using the Gated Recurrent Unit (GRU) modeling. This research uses Adaptive Moment Estimation (ADAM) optimization algorithm. The study was divided into training data by 80% and testing data by 20%. The results of this study indicate that the best prediction model uses a batch size modeling of 10 and an epoch of 250. The prediction results obtained are very good with a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value of 0.802%.

PENDAHULUAN

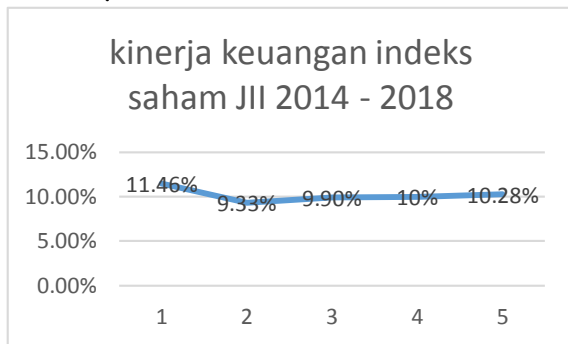
Investasi adalah bentuk penundaan konsumsi di masa sekarang untuk memperoleh konsumsi di masa yang akan datang, didalamnya terkandung resiko ketidakpastian sehingga dibutuhkan kompensasi atas penundaan tersebut. Tujuan seseorang investasi untuk mendapatkan keuntungan dimasa yang akan datang. Pasar modal, investor dapat memilih produk investasi yang sesuai untuk kebutuhan jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang, Produk investasi pasar modal yang utama terdiri atas saham, obligasi dan reksa dana.

Saham menurut Hermuningsih (2012) merupakan salah satu surat berharga yang diperdagangkan dipasar modal yang bersifat kepemilikan. Indonesia sebagai negara dengan jumlah penduduk muslim terbesar di dunia merupakan pasar yang sangat besar dan potensial untuk mengembangkan pasar modal

syariah, tak terkecuali saham syariah. Saham syariah merupakan saham yang tidak bertentangan dengan prinsip syariah seperti tidak mengandung unsur riba, judi dan ketidakpastian.

Kinerja saham syariah yang beredar dapat dilihat dari indeks saham syariah. Salah satu indeks saham syariah yang digunakan di Indonesia adalah Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI). Menurut Bursa Efek Indonesia (BEI (2018)) ISSI merupakan indeks saham yang mencerminkan keseluruhan saham syariah yang tercatat di BEI.

Salah satu pedoman bagi para investor yang ingin melakukan investasi di pasar modal, khususnya saham adalah indeks harga saham. Indeks harga saham merupakan indikator pergerakan harga saham Investasi syariah di pasar modal Indonesia identik dengan Jakarta Islamik Indek (JII).



Gambar 1. 1 Kinerja Keuangan Indeks Shama JII Tahun 2014-2018

Sumber: www.idx.co.id

Berdasarkan gambar 1.1 pada tahun 2014 dan 2015 mengalami penurunan dimulai dari 11,46% menjadi 9,33%. Sedangkan pada tahun kedua hingga tahun kelima yakni tahun 2015, 2016, 2017 dan 2018 secara perlahan mengalami kenaikan dimulai dari 9,33%; 9,90%; 10,00%, dan 10,28% dalam hal ini kinerja keuangan JII bisa dikatakan semakin bagus.

Data indeks tidak menutup kemungkinan terjadi fluktuasi kenaikan dan penurunan harga yang disebabkan karena adanya permintaan dan penawaran atas saham di pasar modal. Fluktuasi ini dapat menyulitkan para investor untuk melihat bagaimana prospek investasi saham sebuah perusahaan di masa yang akan datang sehingga mengurangi resiko bagi investor dalam berinvestasi. Salah satu alat yang diperlukan dalam mengatasi hal tersebut ialah teknik prediksi.

Terdapat banyak metode yang digunakan dalam prediksi salah satunya adalah GRU (*gated recurrent unit*). GRU diperkenalkan pada tahun 2014 oleh kyunghyun cho et al. GRU ini merupakan variasi dari metode *long short term memory*. Tujuan GRU untuk menyelesaikan masalah *vanishing gradient* yang datang dengan jaringan saraf rekuren standar. Kelebihan GRU adalah komputasi lebih sederhana dari *long short term memory* (LSTM), namun mempunyai akurasi yang setara dan masih cukup efektif.

Penelitian tentang peramalan GRU dengan judul peramalan menggunakan data penumpang PT.KAI rentang waktu setiap bulan dengan dengan jumlah penumpang pada bulan januari 2006 sampai januari 2020 (rafika puspa wardana 2020) menghasilkan MAPE sebesar 4,84% yang

menunjukkan bahwa kemampuan prediksi atau peramalan penumpang PT.KAI sudah baik. Peramalan indeks saham syariah Indonesia di terapkan di GRU karena dalam penelitian dahulu dalam memprediksikan diadipatkan mean *absolute precentage error* (MAPE) rendah.

Berdasarkan hal tersebut untuk mengurangi resiko investor maka peneliti akan melakukan penelitian dengan model prediksi untuk data indeks saham syariah Indonesia harian dengan menggunakan metode *Gated Recurren Unit*.

LANDASAN TEORI

Saham

Menurut Darmadji dan Fakhruddin (2012), tanda kepemilikan seseorang atau badan terhadap suatu perusahaan disebut saham (*stock*). Saham memiliki wujud berupa selembar kertas yang berisi informasi bahwa pemilik kertas tersebut merupakan pemilik perusahaan yang menerbitkannya. Menurut Fahmi (2012), saham merupakan instrument pasar modal yang memberikan tingkat keuntungan paling menarik sehingga banyak diminati investor.

Artificial Neural Network

Arsitektur jaringan NN merupakan susunan dari *neuran - neuran* dalam lapisan *input, hidden* dan *output* yang berhubungan dengan bobot, fungsi aktivasi dan fungsi pembelajaran. Arsitektur ini merupakan salah satu karakteristik yang sangat penting yang membedakan NN. Secara umum ada tiga lapis untuk menentukan NN.

1. Lapis Input

Unit dilapisan *input* disebut unit - unit *input*. Unit - unit *input* tersebut menerima pola inputan dari luar yang menggambarkan suatu masalah. Banyak *node* dalam lapisan input tergantung banyaknya input dalam model dan setiap input menentukan satu *neuron*.

2. Lapis Tersembunyi

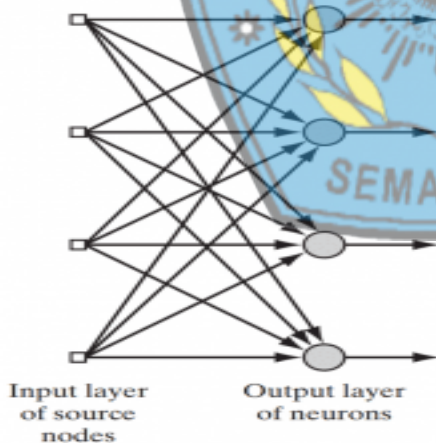
Unit-unit dalam lapisan tersembunyi disebut unit-unit tersembunyi, di mana *outputnya* tidak dapat diamati secara langsung. Lapis tersembunyi terletak di antara lapis *input* dan lapis *output*, yang dapat terdiri atas beberapa lapis tersembunyi.

3. Lapis Output
Unit-unit dalam lapisan *output* disebut unit-unit *output*. *Output* dari lapisan ini merupakan solusi *Neural Network* terhadap suatu permasalahan. Setelah melalui proses training, *network* merespon *input* baru untuk menghasilkan *output* yang merupakan hasil prediksi.

Pemodelan Artificial Neural Network (ANN) memiliki 3 macam diantaranya yaitu:

1. Single Layer

Pembentukan ANN yang paling sederhana yaitu *single layer*. Cara kerja dari *single layer*, *input layer* yang berasal dari sumber *node* di proyeksikan langsung ke *output layer* dari *neuron* (node komputasi), tetapi tidak berlaku sebaliknya. pada gambar 2.1. Pada gambar tersebut input dan output memiliki 4 *node*, namun yang dimaksud dengan *single layer* yaitu *output* dari jaringan, sedangkan inputnya tidak memiliki pengaruh karena pada saat melakukan *input* tidak terjadi proses komputasi.

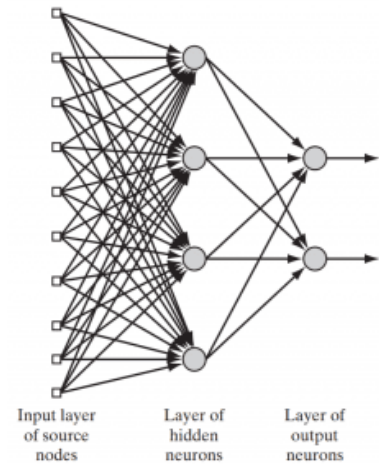


Gambar 2.1 Single Layer

2. Multi Layer

Pada *single layer* apabila terdapat tambahan satu atau dua *hidden layer* sehingga jaringan akan terganggu *input* dan *output* dari jaringan tidak melihat *hidden layer* yang di masukkan. Sehingga memerlukan jaringan yang bisa membantu menampungnya yaitu *multi layer*. Cara kerja dari *multi layer* *input layer* menyuplai *input*

vektor pada jaringan, selanjutnya *input* yang dimasukkan melakukan komputasi pada layer yang kedua, lalu *output* dari layer yang kedua digunakan sebagai *input* dari layer yang ketiga dan seterusnya. Ilustrasi jaringan *multi layer* dapat di lihat pada gambar 2.2.

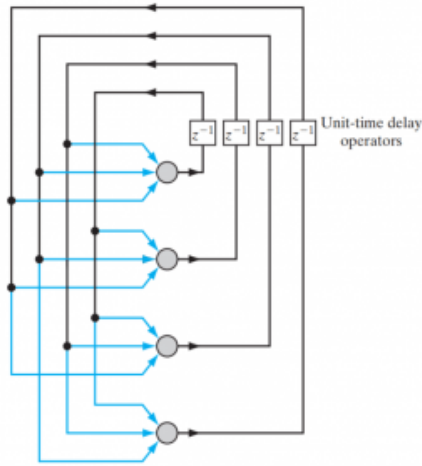


- 2.2 Multi Layer

3. Recurrent Network

Recurrent Neural Network merupakan jaringan saraf berulang. Dikatakan jaringan saraf berulang karena nilai *neuron* pada *hidden layer* sebelumnya akan digunakan kembali sebagai data input. *Recurrent neural network* adalah model pada *neural network* yang mengakomodasi output jaringan untuk menjadi input jaringan kembali bisa disebut jaringan umpan balik. *Algoritma* ini dikembangkan dari *feedforward neural network*. *Recurrent neural network* merupakan metode yang kompleks dan dinamis dikarenakan hasil yang dihasilkan tidak hanya terpengaruh oleh *input* saja, melainkan juga dari hasil *output* sebelumnya.

Recurrent network terbentuk karena pada jaringan *single layer* dan *multi layer* harus memiliki feedback untuk dirinya sendiri pada setiap loop jaringan nya, pada *reccurent network* jaringan tidak memerlukan *feedback* untuk dirinya sendiri, ilustrasi *recurrent network* dilihat pada gambar 2.3.

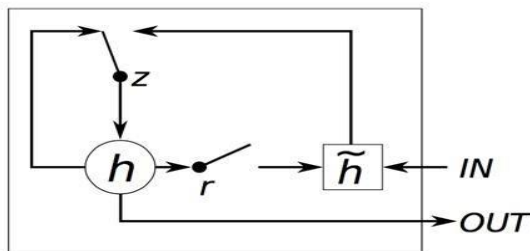


Gambar 2.3 Recurrent Network

Gated Recurrent Unit

GRU merupakan variasi dari LSTM yang lebih sederhana. Sementara GRU adalah struktur berulang yang dirancang dengan hati-hati yang membuat *trade-off* yang baik antara kinerja dan kecepatan. GRU pertama kali diperkenalkan oleh Chung et al pada tahun 2014. Tujuan utama dari pemuatan GRU adalah untuk membuat setiap *recurrent unit* untuk dapat menangkap *dependencies* dalam skala waktu yang berbeda-beda secara adaptif. Sebagai analogi, manusia tidak perlu menggunakan semua informasi pada masa lalu untuk dapat membuat keputusan sekarang.

GRU memiliki komponen pengatur alur informasi tersebut disebut sebagai *gate* dan GRU mempunyai 2 *gate*, yaitu *reset gate* dan *update gate*. Bila kita ingin membuat keputusan untuk makan seperti analogi diatas, *reset gate* pada GRU akan menentukan bagaimana untuk menggabungkan input baru dengan informasi masa lalu, dan *update gate*, akan menentukan berapa banyak informasi masa lalu yang harus tetap disimpan.



Gambar 2.4 Struktur GRU

Pada gambar diatas, *r* melambangkan *reset gates*, dan *z* melambangkan *update gates*. Sedangkan *h* dan *h-tilde* adalah *activation* dan

candidate activation. *Activation* dan *candidate activation* adalah fungsi aktivasi.

ditampilkan, tetapi menampilkan seluruh keadaan setiap waktu.

Aktivasi h_t^i pada GRU dengan waktu t adalah interpolasi linier antara aktivasi sebelumnya h_{t-1}^j . Maka aktivasi \tilde{h}_t^j adalah

$$h_t^i = (1 - z_t^j)h_{t-1}^j + z_t^j\tilde{h}_t^j$$

Dimana *update gate* z_t^j menentukan banyak unit baru sebagai aktivasi. Batas baru di berikan sebagai berikut:

$$z_t^j = \sigma(W_z x_t + U_z h_{t-1})^j$$

Kandidat aktivasi \tilde{h}_t^j di hitung seperti recurrent unit.

$$\tilde{h}_t^j = \tanh(W x_t + U(r_t \odot h_{t-1}))^j$$

Dimana r_t adalah *reset gate* dan \odot adalah elemen multiplikasi. Ketika berhenti (r_t^j mendekati 0), *reset gate* secara efektif membuat unit bertindak seperti sedang membaca simbol pertama dari urutan input. *Reset gate* r_t^j di hitung seperti *update gate*:

Mean Absolute Percentage Error

MAPE atau *Mean Absolute Percentage Error* adalah ukuran akurasi dari suatu prediksi atau suatu peramalan. untuk menghitung seberapa baik sistem dalam meramal inflasi maka diperlukan tahapan evaluasi. Berikut adalah rumus dari MAPE.

$$MAPE = \left(\frac{100\%}{n}\right) \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - f_t}{A_t} \right|$$

Dimana:

A_t : Jumlah pada periode ke- t ,

F_t : Hasil prediksi/peramalan pada periode ke- t ,

N : Jumlah observasi

METODE PENELITIAN

Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diambil dari web investing.com. Data tersebut mengenai data harian harga indeks saham syariah pada priode 04 januari 2016 - 19 maret 2021. Jumlah data penelitian sebesar 1263 data.

Variabel dan Struktur Data

Struktur data yang dikembangkan menurut analisis, dengan penelitian menggunakan analisis time series. Data time series merupakan data yang dikumpulkan dari observasi yang sama dengan kurun waktu yang berbeda.

Tabel 1. Struktur Data

Y	X ₁	X ₂	X ₃
Y ₁	X _{1.1}	X _{2.1}	X _{3.1}
Y ₂	X _{1.2}	X _{2.2}	X _{3.2}
⋮	⋮	⋮	⋮
Y ₁₂₆₃	X _{1.1263}	X _{2.1330}	X _{3.1263}

Tabel 2. Variabel data

No.	Variabel	Keterangan
1	Harga terakhir Saham Syariah Indonesia (Y)	Harga Saham Syariah yang Indonesia Rupiah (IDR)
2	Harga awal Saham Syariah Indonesia (X ₁)	Harga Saham Syariah yang Indonesia Rupiah (IDR)
3	Harga terendah Saham Syariah Indonesia (X ₂)	Harga Saham Syariah yang Indonesia Rupiah (IDR)
4	Harga tertinggi Saham Syariah Indonesia (X ₃)	Harga Saham Syariah yang Indonesia Rupiah (IDR)
5	Harga volume Saham Syariah Indonesia (X ₄)	Harga Saham Syariah yang Indonesia Rupiah (IDR)

Langkah Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian ini yaitu:

1. Statistic descriptive
2. *preprocessing* ini terdapat dua tahapan untuk data yaitu *splitting data*
3. Inisialisasi hyperparameter model GRU
Hyperparameters ini meliputi iterasi/*epoch* dan *batch size* dan algoritma optimasi.
 - a) Algoritma optimasi

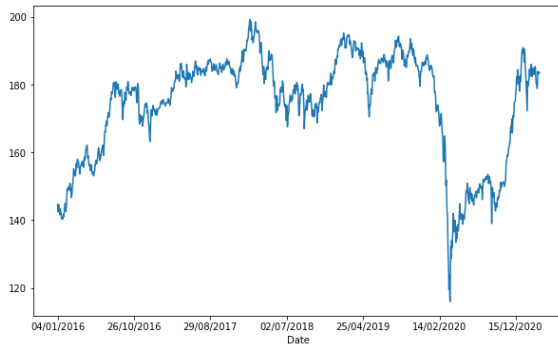
Algoritma yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Adeptive Moment Estimation* (Adam).

- b) Iterasi training data / Epoch
Epoch merupakan pendefinisian dari banyaknya jumlah iterasi yang digunakan. *Epoch* yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 100.
 - c) Batch size
Dalam penelitian ini, *batch size* yang digunakan sebanyak 250.
4. Fungsi Aktivasi
Pada penelitian ini terdapat tiga fungsi aktivasi, yaitu:
 - a) Sigmoid
Fungsi utama dari *sigmoid* adalah transformasikan range nilai input x menjadi antara 0 dan 1.
 - b) Tanh
Fungsi *tanh* memiliki distribusi yang sangat mirip dengan fungsi sigmoid namun dalam range antara -1 dan 1 dan distribusi yang lebih sempit.
 - c) Softmax
Softmax adalah output dengan rentang 0 dan 1 dan jumlah probabilitas akan sama dengan satu.
 5. Training Model
Proses training digunakan untuk memperoleh bobot (*weight*) yang nantinya akan dijadikan model pada proses *testing*.
 6. Menghitung nilai *Mean Absolute Percentage Error* MAPE

HASIL PENELITIAN dan PEMBAHASAN

Statistika Deskriptif

Sebelum menggunakan pemodelan *Gated Recurrent Unit* (GRU), peneliti akan melakukan analisis descriptive terlebih dahulu terhadap data indeks saham syariah Indonesia agar memperoleh informasi atau gambaran umum tentang harga indeks saham syariah Indonesia selama 5 tahun terakhir.



Gambar 1. Plot Indeks Harga Saham

Gambar 1 diatas menunjukkan plot indeks saham syariah, harga indeks syariah Indonesia di setiap harinya mengalami fluktuasi. Pada tahun 2016 – 2017 mengalami kenaikan fluktuatif dikarenakan pada tahun 2016 – 2017 terdapat 321 saham emiten dan perusahaan publik yang masuk daftar efek syariah dan juga sector industri dan sektor kimia juga masuk daftar saham syariah. Harga saham tertinggi terjadi pada tanggal 29-01-2018 sebesar 199.61 IDR kenaikan harga saham ini dipengaruhi oleh beberapa investor percaya bahwa untuk januari merupakan bulan terbaik untuk memulai sebuah investasi dan pada bulan januari terkenal dengan *January effect* merupakan sebuah fenomena dimana bursa saham cenderung menguat pada bulan januari, terendah terjadi pada 24-03-2020 sebesar 115.95 IDR. Pada tanggal 24-03-2020 rendah dikarenakan pada bulan maret 2020 terjadinya awal terjadinya wabah virus COVID-19 sehingga para investor tidak membeli saham syariah Indonesia.

Implementasi Preprocessing Data

Data indeks harga saham syariah Indonesia sebesar 1263 dibagi menjadi data training dan data testing. Data training sebesar 80% dan data testing sebesar 20%.

Tabel 3. Data Training dan Testing

Data	Persentase	Jumlah
Training	80%	1010
Testing	20%	253

Data training sebesar 1010 data dimulai tanggal 04 januari 2016 hingga 27 februari 2020 dan data testing sebesar 20% sebesar 253 data dimulai dari tanggal 28 februari 2020 hingga 19 maret 2021. Penggunaan data *training* sebagian besar dilakukan untuk pembelajaran mesin atau algoritma pembelajaran dilatih dengan lebih baik

melalui pola data dalam data *training*. Data *training* tersebut dilatih dengan menggunakan metode *Gated Recurrent Unit*. Melalui pelatihan ini akan dihasilkan model, dimana model tersebut akan diberikan kepada data testing yang akan diuji untuk kinerja terhadap data *testing*. Proses ini berlanjut hingga mendapatkan model dengan nilai akurasi terbaik. Kemudian setelah didapatkan model terbaik, selanjutnya model tersebut akan digunakan dalam proses prediksi.

Inisialisasi Hyperparameter GRU

Hyperparameter merupakan salah satu faktor yang berpengaruh untuk mendapat performa yang lebih tinggi saat melatih model *GRU*. Model dalam penelitian ini hyperparameter yang inisialisasi adalah *batch size* dan *epoch*.

Batch Size merupakan sampel dari dataset yang dimasukkan dalam iterasi *Batch size* yang besar memerlukan memori yang lebih besar dan waktu pelatihan menjadi lebih cepat, dalam penelitian ini, *batch size* yang digunakan sebanyak 10, 100 dan 1000.

Epoch merupakan banyaknya jumlah iterasi yang digunakan dalam penelitian. Satu *epoch* berarti sebuah algoritma dari data training secara keseluruhan. Seiring bertambahnya jumlah epoch, semakin banyak pula weight yang berubah dalam Neural Network. *Epoch* yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 50, 150, dan 250.

Proses Training Model GRU

Proses training GRU digunakan untuk memperoleh *weight* yang nantinya akan dijadikan model pada proses *testing* yang ada pada data *training* dan melakukan pada setiap akhir *epoch*. Proses *training* akan dihentikan ketika nilai *mean square error* memenuhi target atau iterasi maksimal yang telah ditetapkan proses training, *epoch* dan *batch size* harus didefinisikan. Semakin banyak epoch maka semakin lama juga waktu yang dibutuhkan untuk training model. Kombinasi *batch size* sebesar 10, 100 dan 1000 dan *epoch* sebesar 50, 150, 250 yang telah ditentukan peneliti. Hasil error yang diperoleh dari proses pengujian tersaji pada Tabel 4.

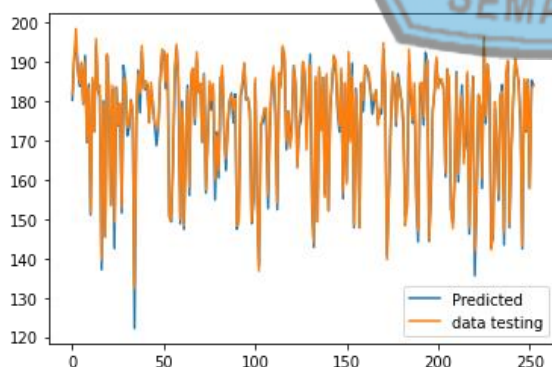
Tabel 4. Hasil Iterasi dan Loss

Batch size	epoch	loss terkecil
10	50	6.7972×10^{-4}
10	150	4.7598×10^{-4}
10	250	4.5966×10^{-4}
100	50	7.7742×10^{-4}
100	150	6.4160×10^{-4}
100	250	6.1705×10^{-4}
1000	50	0.0024
1000	150	8.2472×10^{-4}
1000	250	7.7982×10^{-4}

Berdasarkan hasil pengujian diatas dapat dilihat nilai *loss* terkecil sebesar 4.5966×10^{-4} terdapat di *batch size* 10 dan *epoch* 250. Maka penelitian ini menggunakan *batch size* 10 dan *epoch* 250 untuk proses prediksi harga saham syariah Indonesia.

Hasil Prediksi Data Testing

Setelah mendapatkan arsitektur terbaik untuk melakukan sebuah prediksi dengan menggunakan data *training* 80% dan data *testing* 20% dengan menggunakan *batch size* sebesar 10 dan *epoch* sebesar 250, maka didapatkan hasil perbandingan data test dari harga indeks saham syariah dengan data prediksi yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Plot Hasil Prediksi dan Data testing

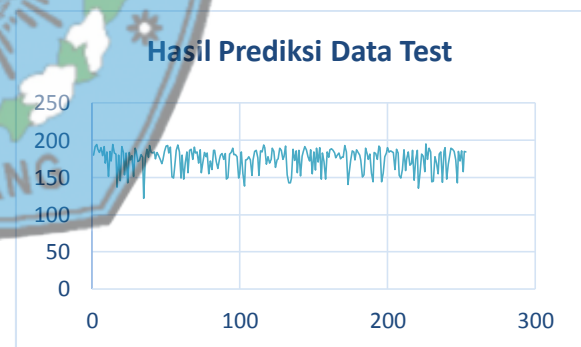
Berdasarkan gambar 2 diatas, ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan model yang terbentuk menghasilkan *output* yang sesuai, terlihat pada grafik dimana pola garis testing dengan pola garis hampir sama dan tidak

jauh berbeda. Selanjutnya menampilkan hasil prediksi dan data test.

Tabel 5. Nilai Dari Hasil Prediksi Data Test

No	prediksi	data test
1	180.2951	181.67
2	191.2425	191.08
3	194.6169	198.5
4	188.1477	188.3
5	183.7944	184.59
6	189.7102	189.93
7	179.2762	179.47
8	191.6472	190.05
9	169.483	170.17
10	184.3202	183.36
⋮	⋮	⋮
252	185.3004	183.23
253	184.2395	183.92

Namun untuk memastikan bahwa prediksi ini bagus atau tidak dapat dipastikan dengan melihat *Mean Absolute Presentage Error* (MAPE). MAPE yang kecil kurang dari 10% menandakan bahwa prediksi yang diperoleh sangat baik.



Gambar 3. Hasil Prediksi Data Test

Gambar 3 diatas menunjukkan hasil prediksi data test mengalami fluktuatif. Hasil prediksi tertinggi sebesar 195.325 IDR, prediksi terendah sebesar 122.1982 IDR dan rata – rata prediksi sebesar 174.402. Hasil nilai MAPE pada data sebenarnya dan hasil peramalan memperoleh hasil peramalan sangat baik. Hasil yang didapat setelah melaliukan MAPE sebesar $0.802 < 10\%$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kemampuan prediksi harga saham di indeks saham syariah Indonesia sangat baik

SIMPULAN dan SARAN

Simpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian Prediksi harga saham di indeks saham syariah Indonesia menggunakan Pemodelan *Gated Recurrent Unit* adalah sebagai berikut:

1. Harga saham di Indeks Saham Syariah Indonesia menggunakan metode *Gated Recurrent Unit* (GRU) *Neural Network* ini menggunakan data *training* 80% dan *testing* 20% *batch size* yang digunakan sebanyak 10,100 dan 100 *Epoch* yang digunakan sebanyak 50, 150, dan 250. Sebagai hasil, dengan model terbaik menggunakan dengan nilai *loss function* terkecil *batch size* 10 dan *epoch* 250
2. Keakuratan MAPE sebesar 0.802%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kemampuan prediksi harga saham di indeks saham syariah Indonesia sangat baik.

Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini, ada beberapa saran yang dapat dijadikan sebagai dasar pengembangan dalam penelitian menggunakan *gated recurrent unit* antara lain:

1. Penambahan jumlah data untuk menghasilkan pola jaringan syaraf tiruan yang dapat melakukan pembelajaran pengenalan yang lebih baik.
2. Melakukan perbandingan metode LSTM dengan GRU untuk melihat keakuratan hasil peramalan.
3. Menambahkan pengujian *hyperparameter* yang lainnya, seperti penentuan nilai *lag*, algoritma optimisasi (*optimizers*) yang digunakan dan lain-lain.
4. Menggunakan jumlah data yang lebih banyak, dikarenakan jumlah data berpengaruh dalam prediksi menggunakan metode GRU atau *Deep Learning*.

Daftar Pustaka

W.P. Rafika (2020). Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah "Penerapan Model *Gated Recurrent Unit* Untuk

Peramalan Jumlah Penumpang Kereta API DI

HASIBUAN, JANTISA KHOIRIAH, B2A218029 (2019) [Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Terbang Domestik Bandara Minangkabau Menggunakan Recurrent Neural Network Dengan Optimasi Levenberg Marquardt](#). Universitas Muhammadiyah Semarang

Desvina, A. P., & Sari, F. Y. (2020). Peramalan Nilai Indeks Harga Saham Syariah Menggunakan Metode Box-Jenkins. *Jurnal Sains Matematika Dan ...*, 6(1), 50–57. Retrieved from <http://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/JSMS/article/viewFile/9252/5433>

Dutta, A., Kumar, S., & Basu, M. (2019). A Gated Recurrent Unit Approach to Bitcoin Price Prediction. *ArXiv*, (Poyser 2017). <https://doi.org/10.3390/jrfm13020023>

Jadmiko, P. (2018a). *Peramalan Harga Saham pada Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) Menggunakan Fuzzy Time Series Markov Chain*. 4(2), 11–21. Retrieved from <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/7787>

Jadmiko, P. (2018b). *Peramalan Harga Saham pada Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) Menggunakan Fuzzy Time Series Markov Chain*. Retrieved from <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/7787>

Li, C., Xiao, F., & Fan, Y. (2019). An approach to state of charge estimation of lithium-ion batteries based on recurrent neural networks with gated recurrent unit. *Energies*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/en12091592>

Li, W., Wu, H., Zhu, N., Jiang, Y., Tan, J., & Guo, Y. (2021). Prediction of dissolved oxygen in a fishery pond based on gated recurrent unit (GRU). *Information Processing in Agriculture*, 8(1), 185–193. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2020.02.002>

- Ningsih, S. S. (2019). GENERALIZED SPACE-TIME AUTOREGRESSIVE (GS-TAR) (Studi Kasus Peramalan Harga Saham Syariah Empat Perusahaan di JII). *Factor M*, 2(1), 39–50. https://doi.org/10.30762/f_m.v2i1.1684
- Purwati, P., & Rizkiana, C. (2021). Penerapan Capital Asset Pricing Model Dalam Memprediksi Return Saham Syariah. *JEpa*, 6(1). Retrieved from <http://jurnal.pancabudi.ac.id/index.php/jepa/article/view/1126>
- Saputra, G. H., Wigena, A. H., & Sartono, B. (2019). Penggunaan Support Vector Regression Dalam Pemodelan Indeks Saham Syariah Indonesia Dengan Algoritme Grid Search. *Indonesian Journal of Statistics and Its Applications*, 3(2), 148–160. <https://doi.org/10.29244/ijsa.v3i2.172>
- Saputra, R. A. (2020). Prediksi Permintaan Kargo pada Cargo Service Center Tangerang City Menggunakan Metode Gated Recurrent Unit. *Jurnal Repositor*, 2(8), 1113–1122. <https://doi.org/10.22219/repositor.v2i8.972>
- Zaman, L., Sumpeno, S., & Hariadi, M. (2019). Analisis Kinerja LSTM dan GRU sebagai Model Generatif untuk Tari Remo. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, 8(2), 142. <https://doi.org/10.22146/jnteti.v8i2.503>
- Zulfikar, R., & Ade'Mayvita, P. (2018). Pengujian Metode Fuzzy Time Series Chen dan Hsu Untuk Meramalkan Nilai Indeks Bursa Saham Syariah Di Jakarta Islamic Index (JII). *Wiga : Jurnal Penelitian Ilmu Ekonomi*, 7(2), 108–124. <https://doi.org/10.30741/wiga.v7i2.340>
- Lestari, Wuryaningsih Dwi Lestari & Moh Dziqron. 2014. *Penerapan Du Pont System Untuk Mengukur Kinerja Perusahaan. (Studi Pada Perusahaan Semen Yang Terdaftar Di BEI Tahun 2007-2011)*. Seminar Nasional dan Call for Paper (Sancall 2014): Research Methode And Organizational Studies. ISBN : 978-602-70429-1-9. Hlm. 327-341. Universitas Muhammadiyah Surakarta
- BEI (2018). Indeks Saham Syariah. URL: www.idx.co.id/id-id/beranda/produkdanlayanan/pasarsyariah/indekssahamsyariah.aspx
- Darmadji, Tjiptono dan Fakhruddin. 2012. *Pasar Modal Indonesia Pendekatan Tanya Jawab*. Jakarta: Salemba Empat.
- Huda, Nurul dan Mustafa Edwin Nasution. 2008. *Investasi pada Pasar Modal Syariah*. Jakarta: Kencana.
- D. P. Kingma and J. L. Ba, “Adam: A method for stochastic optimization,” *3rd Int. Conf. Learn. Represent. ICLR 2015 - Conf. Track Proc.*, pp. 1–15, 2015.



