

Journal of Comprehensive Science
p-ISSN: 2962-4738 e-ISSN: 2962-4584
Vol. 3. No. 11 November 2024

Penerapan Model Indeks Tunggal dalam Menganalisis Portofolio Saham Optimal dan Peramalan Harga Saham Optimal Menggunakan *Long Short-Term Memory*

Kurnia Aeni¹, Embay Rohaeti², Maya Widyastiti³

Universitas Pakuan, Indonesia

Email: kurniaaeni27@gmail.com, maya.widyastiti@unpak.ac.id, embay.rohaeti@unpak.ac.id

Abstrak

Investor dalam memilih saham tidak hanya pada satu jenis saham, tetapi dapat diversifikasi. Pada penelitian ini digunakan saham Blue Chip yang dilakukan dengan dua tahapan. Tahapan pertama, Model Indeks Tunggal untuk diperoleh portofolio saham optimal. Tahapan kedua, hasil harga saham optimal dari Model Indeks Tunggal yaitu Bank Mandiri (Persero) Tbk (BMRI) dilanjutkan dengan proses peramalan menggunakan Long Short-Term Memory (LSTM). Tujuan dari penelitian ini, menerapkan Model Indeks Tunggal untuk menganalisis portofolio pada saham Blue Chip, meramalkan harga saham optimal terpilih pada satu hari kedepan, dan mengevaluasi hasil peramalan harga saham optimal terpilih. Pada tahapan pertama, Model Indeks Tunggal digunakan data periode 01 Februari 2021 sampai 01 Februari 2024. Tahapan kedua, peramalan dengan LSTM digunakan data periode 01 Februari 2021 sampai 29 Februari 2024. Hasil tahapan pertama, diperoleh saham optimal sebanyak 13 saham dari 41 saham Blue Chip. Saham yang paling optimal diperoleh saham BMRI. Tahapan kedua, digunakan saham BMRI dengan peramalan LSTM. Hasil tahapan kedua diperoleh peramalan kinerja harga saham dengan performa terbaik, sehingga menunjukkan kinerja harga saham pada 01 Maret 2024 diperoleh sebesar Rp 6894,574. Adapun akurasi peramalan kinerja harga saham dengan MAPE sebesar 4,23%. Hal ini dapat dikatakan peramalan kinerja harga saham memiliki akurasi sangat baik..

Kata Kunci: saham *blue chip*, kinerja harga saham, model indeks tunggal, harga saham optimal, *long short-term memory*

Abstract

Investors in choosing stocks are not only on one type of stock, but can diversify. In this study, Blue Chip stocks were used which was carried out in two stages. The first stage is the Single Index Model to obtain an optimal stock portfolio. The second stage, the optimal share price results from the Single Index Model, namely Bank Mandiri (Persero) Tbk (BMRI), is followed by a forecasting process using Long Short-Term Memory (LSTM). The purpose of this study is to apply the Single Index Model to analyze the portfolio on Blue Chip stocks, forecast the selected optimal stock price in the next day, and evaluate the results of the selected optimal stock price forecasting. In the first stage, the Single Index Model uses data for the period from February 1, 2021 to February 1, 2024. The second stage, forecasting with LSTM uses data for the period from February 1, 2021 to February 29, 2024. The results of the first stage were obtained with optimal shares of 13 shares out of 41 Blue Chip shares. The most optimal stock was obtained by BMRI shares. The second stage is the use of BMRI shares with LSTM forecasting. The results of the second stage were obtained by forecasting the stock price

performance with the best performance, so that it shows that the stock price performance on March 1, 2024 was obtained of IDR 6894,574. The accuracy of forecasting stock price performance with MAPE is 4.23%. It can be said that the forecast of stock price performance has very good accuracy.

Keyword: *responsibility, elderly, qur'an*

PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi memegang peranan penting dalam indikator keberhasilan suatu negara, salah satunya pasar modal sebagai tempat berinvestasi (Suherman & Firdaus, 2021). Menurut Thirida & Widayarsi (2023) berdasarkan data Kustodian Sentral Efek Indonesia (KSEI), ada sekitar 12,13 juta investor individual di pasar modal Indonesia per Desember 2023. Pada Tahun 2023 investor didominasi oleh generasi milenial berusia dibawah 30 tahun mencapai 57,04%. Rincian *persentase* investor berdasarkan kelompok umur, investor yang berusia 31 - 40 tahun berjumlah 23,27%, investor yang berusia 41 – 50 tahun berjumlah 11,36%, investor yang berusia 51 – 60 tahun berjumlah 5,44%, dan investor yang berusia 61 - 70 tahun berjumlah 2,88% (Hana dkk, 2024).

Menurut Silalahi dkk (2022) dalam berinvestasi nilai kapitalisasi pasar menjadi daya tarik bagi para investor. Nilai kapitalisasi pasar memiliki potensi pertumbuhan dalam setiap emiten. Saham-saham dengan kapitalisasi pasar tinggi (*market capitalization*) dianggap sebagai saham *Blue Chip*.

Perkembangan investasi khususnya saham semakin menjanjikan, namun pada pengambilan keputusan saham dalam portofolio investor diperlukan menganalisa literasi keuangan. Menurut hasil survei nasional literasi dan inklusi keuangan (SNLIK) yang dilakukan oleh Otoritas Jasa Keuangan (OJK) pada Tahun 2022 menyatakan bahwa tingkat literasi keuangan mencapai 49,68%, yang artinya masih kurangnya pemahaman terhadap memilih saham pada portofolio saham (Sawitri dkk, 2023).

Pada dasarnya dalam memilih saham tidak hanya pada satu jenis saham, tetapi dapat dilakukan diversifikasi. Diversifikasi dilakukan untuk meminimalkan risiko yang ditanggung investor dan memaksimalkan tingkat keuntungan tertentu (Huda dkk, 2022). Strategi yang digunakan dengan analisis portofolio saham optimal dengan Model Indeks Tunggal.

Analisis atas sekuritas dengan membandingkan *Excess Return to Beta* (ERB) dengan *cut-off point* (C^*). Saham yang memiliki ERB lebih besar dari C^* maka saham tersebut masuk kedalam kandidat portofolio saham optimal serta memiliki tingkat keuntungan yang optimal dengan risiko yang minimal, sedangkan sebaliknya yaitu jika C^* lebih besar dari ERB maka saham tidak dimasukkan dalam portofolio saham optimal (Mulyati & Murni, 2018).

Pergerakan harga saham optimal terpilih dapat diramalkan dengan menggunakan metode *Long Short-Term Memory* (LSTM). Metode LSTM salah satu pendekatan dengan *machine learning*. LSTM digunakan untuk mempertahankan dan mengingat informasi jangka panjang dan pendek, sehingga efektif dalam meramalkan kinerja harga saham.

Beberapa penelitian terdahulu yang mendasari penelitian mengenai Model Indeks Tunggal yaitu Abdullah dkk (2022) menunjukkan Model Indeks Tunggal untuk membentuk portofolio saham optimal pada masa *new normal* dengan hasil memberikan keuntungan bagi para investor. Wahyuningsih dkk (2021) menunjukkan portofolio saham optimal sebagai strategi meminimalisir risiko saham, dengan Model Indeks Tunggal dapat menjadi pertimbangan investor dalam pengambilan keputusan berinvestasi. Penelitian terdahulu yang mendasari mengenai *Long Short-Term Memory* (LSTM) yaitu Gumelar dkk (2022) menunjukkan peramalan kinerja harga saham yang menggunakan *Long Short-Term Memory* (LSTM).

Pada penelitian sebelumnya hanya berfokus penentuan portofolio saham optimal dengan Model Indeks Tunggal. Kinerja harga saham optimal terpilih belum dianalisis peramalannya

untuk satu hari kedepan. Penelitian dengan peramalan menggunakan *Long Short-Term Memory* (LSTM) untuk kasus harga saham optimal masih jarang dilakukan. Berdasarkan keterbatasan pada penelitian sebelumnya, penelitian ini menggunakan Model Indeks Tunggal untuk penentuan portofolio saham optimal. Selain itu, pada penelitian ini dilengkapi dengan peramalan untuk mengetahui kinerja saham optimal yang terpilih pada satu hari kedepan. Adapun penelitian yang dilakukan dengan judul “Penerapan Model Indeks Tunggal Dalam Menganalisis Portofolio Saham Optimal dan Peramalan Harga Saham Optimal Menggunakan *Long Short-Term Memory*”.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menerapkan Model Indeks Tunggal dalam menganalisis portofolio saham optimal pada saham Blue Chip, serta meramalkan harga saham optimal yang terpilih untuk satu hari ke depan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi hasil peramalan harga saham optimal yang telah dipilih, guna memastikan akurasi dan relevansi dari metode yang digunakan dalam pengambilan keputusan investasi.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang signifikan, antara lain sebagai referensi bagi pembaca mengenai portofolio saham yang optimal menggunakan Model Indeks Tunggal, serta meramalkan harga saham yang telah terpilih secara optimal melalui metode Long Short-Term Memory (LSTM). Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi yang berguna bagi para pelaku pasar modal atau investor dalam memilih saham untuk portofolio yang optimal, di mana hasil peramalan dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan harga saham. Terakhir, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi tambahan yang dapat dijadikan rujukan untuk penelitian selanjutnya, serta menyediakan data yang relevan untuk perencanaan eksplorasi yang sebanding.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang bertujuan untuk menganalisis dan meramalkan portofolio saham optimal pada saham Blue Chip menggunakan Model Indeks Tunggal dan metode Long Short-Term Memory (LSTM). Penelitian ini berfokus pada pengolahan data numerik untuk menghasilkan informasi yang dapat digunakan dalam pengambilan keputusan investasi.

Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah desain deskriptif dan eksperimental. Pada tahap pertama, Model Indeks Tunggal diterapkan untuk menganalisis portofolio saham optimal dengan menggunakan data harga saham bulanan dari 41 jenis saham Blue Chip dalam periode 01 Februari 2021 hingga 01 Februari 2024. Pada tahap kedua, peramalan harga saham optimal dilakukan menggunakan metode Long Short-Term Memory (LSTM) dengan data harga saham harian terpilih dalam periode 01 Februari 2021 hingga 29 Februari 2024. Penelitian ini juga mencakup analisis statistik untuk menghitung return, expected return, variance, covariance, alpha, beta, dan risiko portofolio.

Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari situs resmi Bursa Efek Indonesia, khususnya dari www.finance.yahoo.com. Data yang dikumpulkan meliputi data penutupan (close) harga saham bulanan untuk saham Blue Chip dan harga saham harian untuk peramalan. Pengumpulan data dilakukan dengan mengunduh data harga saham yang relevan untuk periode yang ditentukan, dan data tersebut kemudian diproses untuk analisis lebih lanjut sesuai dengan tahapan penelitian yang telah ditetapkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

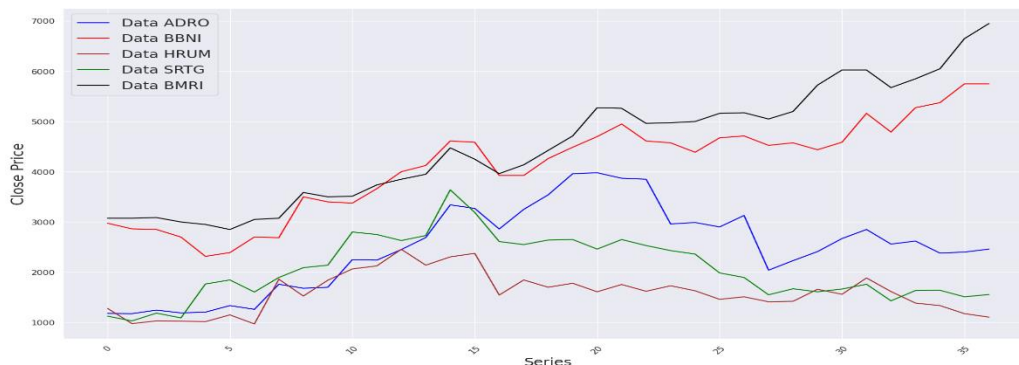
Pada penelitian ini dilakukan dua tahapan penelitian, yaitu tahapan penelitian saham optimal menggunakan Model Indeks Tunggal, serta kinerja harga saham optimal terpilih menggunakan peramalan *Long Short-Term Memory* (LSTM).

Tahapan Penelitian Model Indeks Tunggal

Tahapan penelitian pada penentuan portofolio saham optimal dengan menggunakan Model Indeks Tunggal. Pada tahapan ini dilakukan pembentukan portofolio saham yang optimal.

Deskripsi Data Model Indeks Tunggal

Data dalam penelitian ini berupa saham *Blue Chip*. Data historis yang digunakan untuk Model Indeks Tunggal berupa harga penutupan saham bulanan sebanyak 41 saham. Periode harga saham bulanan yang digunakan pada 01 Februari 2021 sampai dengan 01 Februari 2024. Data saham dan data harga saham *Blue Chip* dapat pada Lampiran 1 dan Lampiran 2. Harga pasar dan *return* aktiva bebas risiko (R_{br}) terdapat pada Lampiran 3. Adapun plot harga saham penutupan *Blue Chip* disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Harga Saham Penutupan *Blue Chip*

Berdasarkan Gambar 1. menunjukkan harga saham penutupan *Blue Chip* memiliki data yang berfluktuasi, sehingga mengalami kenaikan dan penurunan harga saham.

Perhitungan *Return* dan *Expected Return* Saham dan Pasar

Perhitungan *return* saham dan pasar terhadap tingkat kinerja saham ataupun pasar. Perhitungan selanjutnya *expected return* saham dan pasar dilakukan untuk sebagai tingkat keuntungan terhadap suatu masing-masing saham ataupun pasar. Pada perhitungan *return* dan *expected return* saham dan pasar sebagai berikut:

1. Perhitungan *return* saham (R_{it})

Pada perhitungan *return* saham dengan menggunakan 41 jenis saham yang sebanyak 37 data bulanan. Adapun diilustrasikan data harga saham dari Bank Mandiri (Persero) Tbk (BMRI) disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Data Harga Saham Bank Mandiri (Persero) Tbk

No	Tanggal	Data Saham BMRI
1	1 Februari 2021	3075
2	1 Maret 2021	3075
3	1 April 2021	3087,5
4	1 Mei 2021	3000
5	1 Juni 2021	2950
6	1 Juli 2021	2850
7	1 Agustus 2021	3050

8	1 September 2021	3075
9	1 Oktober 2021	3587,5
:	:	:
36	1 Januari 2021	6650
37	1 Februari 2021	6950

Dalam perhitungan *return* untuk Tabel 1. digunakan persamaan (1). Berdasarkan tabel ini ditentukan harga saham sekarang disimbolkan P_t dan harga saham dari periode sebelumnya disimbolkan P_{t-1} .

2. Perhitungan *expected return* saham $E(R_i)$

Tabel 2. Hasil Perhitungan *Return* Saham

No	Tanggal	$R_{BMRL\ t}$
1	1 Februari 2021	
2	1 Maret 2021	0
3	1 April 2021	0.004065
4	1 Mei 2021	-0.02834
5	1 Juni 2021	-0.01667
6	1 Juli 2021	-0.0339
7	1 Agustus 2021	0.070175
8	1 September 2021	0.008197
9	1 Oktober 2021	0.166667
:	:	:
36	1 Januari 2021	0.099174
37	1 Februari 2021	0.045113

Dalam hasil perhitungan *return* untuk Tabel 2 digunakan untuk tahapan selanjutnya dengan persamaan (2). Berdasarkan tabel ini ditentukan *return* saham yang disimbolkan R_{it} dan banyaknya data disimbolkan dengan n .

Tabel 3. *Return* dan *Expected Return* Saham

No	Kode Saham	R_i	$E(R_i)$	No	Kode Saham	R_i	$E(R_i)$
1	ACES	-0,4210	-0,0117	22	INDY	0,2290	0,0064
2	ADRO	1,0539	0,0293	23	INKP	-0,3284	-0,0091
3	AKRA	1,0289	0,0286	24	INTP	-0,2265	-0,0063
4	AMRT	1,1764	0,0327	25	ITMG	1,0714	0,0298
5	ANTM	-0,4965	-0,0138	26	KLBF	0,0645	0,0018
6	ARTO	-0,2291	-0,0064	27	MAPI	1,0961	0,0304
7	ASII	0,0681	0,0019	28	MDKA	0,1513	0,0042
8	BBCA	0,4049	0,0112	29	MEDC	0,9796	0,0272
9	BBNI	0,7771	0,0216	30	PGAS	-0,0730	-0,0020
10	BBRI	0,2777	0,0077	31	PTBA	0,1562	0,0043
11	BBTN	-0,3961	-0,0110	32	SCMA	-0,7416	-0,0206
12	BMRI	0,8757	0,0243	33	SIDO	-0,3443	-0,0096
13	BRIS	-0,0017	-0,00005	34	SMGR	-0,3606	-0,0100
14	BRPT	0,1978	0,0055	35	SRTG	0,7046	0,0196
15	CPIN	-0,1987	-0,0055	36	TBIG	-0,0184	-0,0005
16	EMTK	-1,0159	-0,0282	37	TLKM	0,1787	0,0050

17	EXCL	0,2041	0,0057	38	TOWR	-0,2690	-0,0075
18	GGRM	-0,4098	-0,0114	39	TPIA	1,1269	0,0313
19	HRUM	0,4371	0,0121	40	UNTR	0,2010	0,0056
20	ICBP	0,3606	0,0100	41	UNVR	-0,6612	-0,0184
21	INDF	0,0794	0,0022				

Berdasarkan Tabel 3, jumlah *return* dan *expected return* saham di atas yang memiliki *expected return* saham bernilai positif terdapat 24 saham. Saham dengan nilai *expected return* bernilai positif terdapat pada saham berikut, yakni ADRO, AKRA, AMRT, ASII, BBKA, BBNI, BBRI, BMRI, BRPT, EXCL, HRUM, IVBP, INDF, INDY, ITMG, KLBF, MAPI, MDKA, MEDC, PTBA, SRTG, TLKM, TPIA, dan UNTR. Hasil *expected return* 24 saham tertinggi berada pada saham sumber alfaria trijaya Tbk (AMRT) sebesar 0,0327 yang artinya kemungkinan untuk memberikan keuntungan tertinggi bagi para investor. Nilai *expected return* saham terendah berada pada saham Kalbe Farma Tbk (KLBF) sebesar 0,0018.

3. Perhitungan *return* pasar (R_{mt})

Tabel 4. Data Harga Pasar IHSG

No	Tanggal	$IHSG_t$
1	1 Februari 2021	6241,80
2	1 Maret 2021	5985,522
3	1 April 2021	5995,616
4	1 Mei 2021	5947,463
5	1 Juni 2021	5985,489
6	1 Juli 2021	6070,039
7	1 Agustus 2021	6150,299
8	1 September 2021	6286,943
9	1 Oktober 2021	6591,346
⋮	⋮	⋮
36	1 Januari 2021	7207,941
37	1 Februari 2021	7335,545

Pada data harga pasar IHSG Tabel 4. digunakan persamaan (3). Berdasarkan tabel ini ditentukan harga pasar sekarang disimbolkan $IHSG_t$ dan harga pasar dari periode sebelumnya disimbolkan $IHSG_{t-1}$.

4. Perhitungan *expected return* pasar $E(R_m)$

Tabel 5. *Return* Pasar

No	Tanggal	R_{mt}
1	1 Februari 2021	
2	1 Maret 2021	-0,04106
3	1 April 2021	0,001686
4	1 Mei 2021	-0,00803
5	1 Juni 2021	0,006394
6	1 Juli 2021	0,014126
7	1 Agustus 2021	0,013222
8	1 September 2021	0,022217
9	1 Oktober 2021	0,048418
⋮	⋮	⋮
36	1 Januari 2021	-0,00892

Berdasarkan hasil perhitungan *return* pasar pada Tabel 5, tahapan selanjutnya dapat digunakan persamaan (4). Berdasarkan tabel ini *return* pasar yang disimbolkan R_{mt} dan banyaknya data disimbolkan dengan n .

Perhitungan *Variance Saham, Variance Pasar dan Covariance*

Perhitungan *variance* saham dan *variance* pasar untuk tingkat risiko dari saham dan pasar dalam portofolio. Pada perhitungan *covariance* antar *return* saham dan *return* pasar sebagai kecenderungan saham dan pasar bergerak bersama. Perhitungan *variance* saham dan *variance* pasar serta *covariance* antar *return* saham dan *return* pasar sebagai berikut:

a. Perhitungan *variance* saham (σ_i^2)

Tabel 6. Hasil Perhitungan *Return* Saham BMRI

No	Tanggal	Kode Saham	R_{it}
1	1 Maret 2021		0
2	1 April 2021		0,004065
3	1 Mei 2021		-0,02834
4	1 Juni 2021		-0,01667
5	1 Juli 2021		-0,0339
6	1 Agustus 2021	BMRI	0,070175
7	1 September 2021		0,008197
8	1 Oktober 2021		0,166667
⋮	⋮		⋮
36	1 Januari 2021		0,099174
37	1 Februari 2021		0,045113

Berdasarkan hasil perhitungan *return* saham BMRI pada Tabel 7, serta hasil perhitungan *expected return* BMRI sebesar 0,0243. Adapun tahapan selanjutnya digunakan persamaan (5). Berdasarkan tabel ditentukan *variance* saham yang disimbolkan σ_i^2 dan banyaknya data disimbolkan dengan n .

Tabel 7. *Variance* Saham

No	Kode Saham	<i>Variance</i> Saham(σ_i^2)	No	Kode Saham	<i>Variance</i> Saham(σ_i^2)
1	ADRO	0,0173	13	INDF	0,0017
2	AKRA	0,0081	14	INDY	0,0195
3	AMRT	0,0134	15	ITMG	0,0154
4	ASII	0,0047	16	KLBF	0,0025
5	BBCA	0,0019	17	MAPI	0,0109
6	BBNI	0,0065	18	MDKA	0,0167
7	BBRI	0,0034	19	MEDC	0,0291
8	BMRI	0,0029	20	PTBA	0,0109
9	BRPT	0,0144	21	SRTG	0,0244
10	EMTK	0,0241	22	TLKM	0,0026
11	HRUM	0,0397	23	TPIA	0,0253
12	ICBP	0,0041	24	UNTR	0,0105

Berdasarkan Tabel 7. hasil *variance* saham tertinggi terdapat pada saham HRUM sebesar 0,0397 yang artinya saham HRUM memiliki risiko sebesar 3,97%. Nilai *variance* saham terendah terdapat pada saham INDF sebesar 0,0017 yang artinya saham INDF memiliki risiko sebesar 1,7%. Semakin besar *variance* saham menandakan semakin besar adanya penyimpangan antara *return* dan *expected return*, yang artinya semakin besar risiko dari saham tersebut. Investor dalam menanam modal disarankan memilih saham dengan *variance* saham terendah.

b. Perhitungan *variance* pasar (σ_m^2)

Tabel 8. Hasil Perhitungan *Return* Pasar

No	Tanggal	Kode Saham	R_{mt}
1	1 Maret 2021		-0,04106
2	1 April 2021		0,001686
3	1 Mei 2021		-0,00803
4	1 Juni 2021		0,006394
5	1 Juli 2021	BMRI	0,014126
6	1 Agustus 2021		0,013222
7	1 September 2021		0,022217
8	1 Oktober 2021		0,048418
⋮	⋮		⋮
36	1 Januari 2021		-0,00892
37	1 Februari 2021		0,017703

Berdasarkan hasil perhitungan *return* pasar pada Tabel 8, serta hasil perhitungan *expected return* pasar sebesar 0,0048. Adapun tahapan selanjutnya digunakan persamaan (6). Berdasarkan tabel diatas *variance* pasar yang disimbolkan σ_m^2 dan banyaknya data disimbolkan dengan n .

c. Perhitungan *Covariance* ($\sigma_{i,m}$)

Tabel 9. Hasil Perhitungan *Return* Saham dan *Return* Pasar

No	Tanggal	Kode Saham	R_{it}	R_{mt}
1	1 Maret 2021		0	-0,04106
2	1 April 2021		0,004065	0,001686
3	1 Mei 2021		-0,02834	-0,00803
4	1 Juni 2021		-0,01667	0,006394
5	1 Juli 2021		-0,0339	0,014126
6	1 Agustus 2021		0,070175	0,013222
7	1 September 2021	BMRI	0,008197	0,022217
8	1 Oktober 2021		0,166667	0,048418
⋮	⋮		⋮	⋮
36	1 Januari 2021		0,099174	-0,00892
37	1 Februari 2021		0,045113	0,017703

Berdasarkan hasil perhitungan *return* saham dan *return* pasar pada Tabel 9. Adapun tahapan selanjutnya digunakan persamaan (7). Adapun *covariance* dapat disimbolkan $\sigma_{i,m}$ dan banyaknya data disimbolkan dengan n .

Tabel 10. Hasil *Covariance* Antara *Return* Saham dan *Return* Pasar

TANGGAL	<i>Covariance</i>						
	MDKA	SRTG	ADRO	INDY	ITMG	...	INDF
03/01/2021	0,01120	0,00477	0,00154	0,00199	0,00427	...	0,00406
04/01/2021	0,00067	0,00040	0,00009	0,00003	0,00003	...	0,00004
05/01/2021	0,00034	0,00128	0,00094	0,00130	0,00075	...	0,00037
06/01/2021	0,00014	0,00098	0,00003	0,00001	0,00011	...	0,00005
07/01/2021	0,00002	0,00024	0,00074	0,00044	0,00154	...	0,00017
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
02/01/2024	0,00145	0,00013	0,00006	0,00065	0,00055	...	0,00008
Σ	0,06792	0,05045	0,04475	0,04031	0,03971	...	0,01466
$\sigma_{i,m}$	0,00189	0,00140	0,00124	0,00112	0,00110	...	0,00041

Pada Tabel 10 menunjukkan saham yang memiliki nilai *covariance* tertinggi berada pada saham merdeka copper gold Tbk (MDKA) sebesar 0,00189. Saham yang memiliki nilai *covariance* terendah berada pada saham indofood sukses makmur Tbk (INDF) sebesar 0,00041.

Perhitungan *Beta* dan *Alpha* Saham

Tabel 11. *Beta* dan *Alpha* Saham

No	Kode Saham	<i>Beta</i> (β_i)	<i>Alpha</i> (α_i)	No	Kode Saham	<i>Beta</i> (β_i)	<i>Alpha</i> (α_i)
1	ADRO	2,3830	0,0179	13	INDF	-0,7809	0,0059
2	AKRA	0,9546	0,0240	14	INDY	2,1466	-0,0038
3	AMRT	1,0402	0,0277	15	ITMG	2,1150	0,0197
4	ASII	1,7180	-0,0063	16	KLBF	0,0945	0,0013
5	BBCA	1,1544	0,0058	17	MAPI	0,5327	0,0279
6	BBNI	2,0198	0,0120	18	MDKA	3,6177	-0,0130
7	BBRI	1,2018	0,0020	19	MEDC	1,7681	0,0188
8	BMRI	1,3989	0,0177	20	PTBA	1,8438	-0,0044
9	BRPT	1,2434	-0,0004	21	SRTG	0,8756	-0,0142
10	EMTK	3,1327	-0,0431	22	TLKM	1,1518	-0,0005
11	HRUM	2,0875	0,0022	23	TPIA	0,9826	0,0266
12	ICBP	-0,6431	0,0131	24	UNTR	1,8236	-0,0031

Pada Tabel 11 menunjukkan nilai *beta* tertinggi berada pada saham merdeka copper gold Tbk (MDKA) sebesar 3.6177 dengan nilai *alpha* sebesar -0,0130. Nilai *beta* terendah pada

saham indofood sukses makmur Tbk (INDF) sebesar -0,7809 dengan nilai α sebesar 0,0059.

Perhitungan *Variance Error*

Tabel 12. *Variance Error* Dari Masing-Masing Saham

No	Kode Saham	<i>Variance Error</i>	No	Kode Saham	<i>Variance Error</i>
1	ADRO	0,0202	13	INDF	0,0021
2	AKRA	0,0086	14	INDY	0,0219
3	AMRT	0,0140	15	ITMG	0,0178
4	ASII	0,0062	16	KLBF	0,0025
5	BBCA	0,0026	17	MAPI	0,0110
6	BBNI	0,0087	18	MDKA	0,0235
7	BBRI	0,0041	19	MEDC	0,0308
8	BMRI	0,0040	20	PTBA	0,0126
9	BRPT	0,0152	21	SRTG	0,0282
10	EXCL	0,0091	22	TLKM	0,0033
11	HRUM	0,0419	23	TPIA	0,0258
12	ICBP	0,0043	24	UNTR	0,0122

Berdasarkan Tabel 12. saham dalam portofolio yang memiliki nilai *variance error* tertinggi diperoleh pada saham Bank Jago Tbk (ARTO) sebesar 0,0557 dan nilai *variance error* terendah diperoleh pada saham indofood sukses makmur Tbk (INDF) sebesar 0,0021.

Perhitungan *Excess Return to Beta (ERB)*

Tabel 13. Hasil Perhitungan *Excess Return To Beta (ERB)*

No	Kode	ERB	No	Kode	ERB
1	ADRO	0,0107	13	INDF	0,0021
2	AKRA	0,0259	14	INDY	0,0012
3	AMRT	0,0277	15	ITMG	0,0123
4	ASII	-0,0011	16	KLBF	-0,0214
5	BBCA	0,0064	17	MAPI	0,0500
6	BBNI	0,0088	18	MDKA	0,0001
7	BBRI	0,0032	19	MEDC	0,0132
8	BMRI	0,0147	20	PTBA	0,0003
9	BRPT	0,0014	21	SRTG	0,0059
10	EMTK	-0,0102	22	TLKM	0,0010
11	HRUM	0,0040	23	TPIA	0,0280
12	ICBP	-0,0096	24	UNTR	0,0010

Berdasarkan Tabel 13. menunjukkan nilai ERB yang tertinggi diperoleh pada saham mitra adiperkasa Tbk (MAPI) sebesar 0,0500, sedangkan untuk nilai ERB terendah pada saham kalbe farma Tbk (KLBF) sebesar -0.0214. Perhitungan di atas terdapat 20 saham yang bernilai ERB positif, serta 4 saham yang bernilai ERB negatif.

4.1.7 Perhitungan *Cut-Off Rate (C_i)* dan *Cut-Off Point (C*)*

Tabel 14. Hasil Perhitungan A_i , B_i , dan C_i

Kode Saham	A_i	B_i	C_i	Kode Saham	A_i	B_i	C_i
ADRO	2,9987	280,6584	0,0014	INDF	0,6101	296,0479	0,0003

AKRA	2,7579	106,3047	0,0014	INDY	0,2498	210,4514	0,0001
AMRT	2,1430	77,2298	0,0011	ITMG	3,0899	251,8530	0,0014
ASII	-	475,0750	-0,0002	KLBF	-	3,5787	-
	0,5312				0,0766		0,00004
BBCA	3,2644	506,8790	0,0013	MAPI	1,2853	25,7087	0,0007
BBNI	4,1386	470,3074	0,0017	MDKA	0,0601	556,7254	0,0000
BBRI	1,1374	350,4069	0,0005	MEDC	1,3454	101,6639	0,0007
BMRI	7,2292	493,0408	0,0030	PTBA	0,0766	268,7606	0,0000
BRPT	0,1375	101,7101	0,0001	SRTG	1,5020	256,0994	0,0007
EMTK	-	335,8656	-0,0015	TLKM	0,4032	403,2583	0,0002
	3,4345						
HRUM	0,4145	103,8951	0,0002	TPIA	1,0462	37,3932	0,0005
ICBP	-	96,2538	-0,0005	UNTR	0,2642	272,0418	0,0001
	0,9284						

Berdasarkan Tabel 14. nilai *cut-off rate* (C_i) tertinggi diperoleh pada saham Bank Mandiri (Persero) Tbk (BMRI) sebesar 0,0030. Nilai C_i tertinggi tersebut menjadi nilai *Cut-Off Point* (C^*). Nilai C^* digunakan sebagai penentuan saham yang menjadi kandidat ataupun bukan kandidat saham optimal.

Saham yang memiliki nilai *excess return to beta* (ERB) lebih besar sama dengan C^* menjadi kandidat saham optimal, sedangkan C^* lebih besar dari ERB bukan kandidat saham optimal. Hasil keputusan disajikan pada Tabel 16.

Tabel 15. Hasil Keputusan Saham Optimal

Kode Saham	ERB	C^*	Keputusan
ADRO	0,0107	0,0030	Kandidat Saham Optimal
AKRA	0,0259	0,0030	Kandidat Saham Optimal
AMRT	0,0277	0,0030	Kandidat Saham Optimal
ASII	-0,0011	0,0030	Bukan Kandidat Saham Optimal
BBCA	0,0064	0,0030	Kandidat Saham Optimal
BBNI	0,0088	0,0030	Kandidat Saham Optimal
BBRI	0,0032	0,0030	Kandidat Saham Optimal
BMRI	0,0147	0,0030	Kandidat Saham Optimal
BRPT	0,0014	0,0030	Bukan Kandidat Saham Optimal
EMTK	-0,0102	0,0030	Bukan Kandidat Saham Optimal
HRUM	0,0040	0,0030	Kandidat Saham Optimal
ICBP	-0,0096	0,0030	Bukan Kandidat Saham Optimal
INDF	0,0021	0,0030	Bukan Kandidat Saham Optimal
INDY	0,0012	0,0030	Bukan Kandidat Saham Optimal
ITMG	0,0123	0,0030	Kandidat Saham Optimal
KLBF	-0,0214	0,0030	Bukan Kandidat Saham Optimal
MAPI	0,0500	0,0030	Kandidat Saham Optimal
MDKA	0,0001	0,0030	Bukan Kandidat Saham Optimal

MEDC	0,0132	0,0030	Kandidat Saham Optimal
PTBA	0,0003	0,0030	Bukan Kandidat Saham Optimal
SRTG	0,0059	0,0030	Kandidat Saham Optimal
TLKM	0,0010	0,0030	Bukan Kandidat Saham Optimal
TPIA	0,0280	0,0030	Kandidat Saham Optimal
UNTR	0,0010	0,0030	Bukan Kandidat Saham Optimal

Berdasarkan Tabel 15. saham yang termasuk kandidat saham optimal terdapat 13 saham yaitu saham ADRO, AKRA, AMRT, BBKA, BBNI, BBRI, BMRI, HRUM, ITMG, MAPI, MEDC, SRTG, dan TPIA.

Perhitungan *Persentase Proporsi Saham Optimal Terpilih*

Perhitungan *persentase* proporsi saham optimal terpilih untuk menentukan besar proporsi dana yang dialokasikan saham optimal terpilih. Perhitungan *persentase* proporsi saham optimal sebagai berikut:

a. Perhitungan proporsi saham (Z_i)

Tabel 16. Perhitungan Proporsi Saham

Kode saham	β_i	σ_{ei}^2	ERB	C^*
ADRO	2,3830	0,0202	0,0107	0,0030
AKRA	0,9546	0,0086	0,0259	0,0030
AMRT	1,0402	0,0140	0,0277	0,0030
BBKA	1,1544	0,0026	0,0064	0,0030
BBNI	2,0198	0,0087	0,0088	0,0030
BBRI	1,2018	0,0041	0,0032	0,0030
BMRI	1,3989	0,0040	0,0147	0,0030
HRUM	2,0875	0,0419	0,0040	0,0030
ITMG	2,1150	0,0178	0,0123	0,0030
MAPI	0,0279	0,0110	0,0500	0,0030
MEDC	0,0188	0,0308	0,0132	0,0030
SRTG	0,8756	0,0282	0,0059	0,0030
TPIA	0,9826	0,0258	0,0280	0,0030

Dalam perhitungan untuk proporsi saham pada Tabel 16. digunakan persamaan (15). Berdasarkan tabel ini ditentukan proporsi saham yang disimbolkan Z_i .

b. Perhitungan *persentase* proporsi saham (W_i)

Tabel 17. Hasil Perhitungan Proporsi Saham

Kode Saham	Z_i
ADRO	0,9052
AKRA	2,5550
AMRT	1,8374
BBKA	1,5108
BBNI	1,3506
BBRI	0,0719
BMRI	4,1106
HRUM	0,0493
ITMG	1,1038

MAPI	2,2681
MEDC	0,5884
SRTG	0,2731
TPIA	0,9506

Berdasarkan perhitungan *persentase* proporsi saham dari hasil proporsi saham pada Tabel 17. Perhitungan *persentase* proporsi saham digunakan persamaan (16). Berdasarkan tabel ini ditentukan proporsi saham yang disimbolkan W_i .

Tabel 18. Proporsi Saham Optimal Terpilih

Kode Saham	Z_i	W_i	Proporsi (%)
ADRO	0,9052	0,0861	8,61
AKRA	2,5550	0,2431	24,31
AMRT	1,8374	0,1748	17,48
BBCA	1,5108	0,1438	14,38
BBNI	1,3506	0,1285	12,85
BBRI	0,0719	0,0068	0,68
BMRI	4,1106	0,3911	39,11
HRUM	0,0493	0,0047	0,47
ITMG	1,1038	0,1050	10,50
MAPI	2,2681	0,2158	21,58
MEDC	0,5884	0,0560	5,60
SRTG	0,2731	0,0260	2,60
TPIA	0,9506	0,0905	9,05

Berdasarkan Tabel 18 menunjukkan *persentase* proporsi saham optimal tertinggi berada pada saham BMRI sebesar 39,11%, sedangkan *persentase* proporsi dana saham terendah berada pada saham HRUM sebesar 0,47%. Saham dengan *persentase* proporsi saham yang tertinggi dapat menjadi saham yang dipilih investor.

Perhitungan *Expected Return* dan Nilai Risiko Portofolio

Tabel 19. Perhitungan untuk *Alpha* Portofolio

Kode Saham	W_i	α_i
ADRO	0,0861	0,0179
AKRA	0,2431	0,0240
AMRT	0,1748	0,0277
BBCA	0,1438	0,0058
BBNI	0,1285	0,0120
BBRI	0,0068	0,0020
BMRI	0,3911	0,0177
HRUM	0,0047	0,0022
ITMG	0,1050	0,0197
MAPI	0,2158	0,0197
MEDC	0,0560	0,0188
SRTG	0,0260	-0,0142
TPIA	0,0905	0,0266

Berdasarkan perhitungan untuk *alpha* portofolio pada Tabel 19. Perhitungan *alpha* portofolio digunakan persamaan (17). Berdasarkan tabel ini ditentukan *alpha* portofolio yang disimbolkan α_p .

- a. Perhitungan *beta* portofolio (β_p)

Tabel 20. Perhitungan untuk *Beta* Portofolio

Kode Saham	W_i	β_i
ADRO	0,0861	2,3830
AKRA	0,2431	0,9546
AMRT	0,1748	1,0402
BBCA	0,1438	1,1544
BBNI	0,1285	2,0198
BBRI	0,0068	1,2018
BMRI	0,3911	1,3989
HRUM	0,0047	2,0875
ITMG	0,1050	2,1150
MAPI	0,2158	0,5327
MEDC	0,0560	1,7681
SRTG	0,0260	0,8756
TPIA	0,0905	0,9826

Berdasarkan perhitungan untuk *beta* portofolio pada Tabel 20. Perhitungan *beta* portofolio digunakan persamaan (18). Berdasarkan tabel ini ditentukan *alpha* portofolio yang disimbolkan α_p .

- b. Perhitungan *expected return* portofolio ($E(R_p)$)

Tabel 21. Perhitungan untuk *Expected Return* Portofolio

Kode Saham	α_i	β_i
ADRO	0,0179	2,3830
AKRA	0,0240	0,9546
AMRT	0,0277	1,0402
BBCA	0,0058	1,1544
BBNI	0,0120	2,0198
BBRI	0,0020	1,2018
BMRI	0,0177	1,3989
HRUM	0,0022	2,0875
ITMG	0,0197	2,1150
MAPI	0,0197	0,5327
MEDC	0,0188	1,7681
SRTG	-0,0142	0,8756
TPIA	0,0266	0,9826

Berdasarkan *expected return* portofolio pada Tabel 21. Perhitungan *expected return* portofolio digunakan persamaan (19). Berdasarkan tabel ini ditentukan *expected return* portofolio yang disimbolkan $E(R_p)$.

Tabel 22. Hasil Perhitungan *Alpha* dan *Beta* Portofolio

Kode Saham	α_p	β_p
ADRO	0,00155	0,20524
AKRA	0,00584	0,23209
AMRT	0,00485	0,18187
BBCA	0,00083	0,16596
BBNI	0,00154	0,25958
BBRI	0,00001	0,00822
BMRI	0,00691	0,54717
HRUM	0,00001	0,00979
ITMG	0,00207	0,22213
MAPI	0,00602	0,11497
MEDC	0,00105	0,09900
SRTG	0,00018	0,06983
TPIA	0,00241	0,08887
Σ	0,0415	2,4765

Berdasarkan Tabel 22. hasil *expected return* portofolio optimal sebesar 0,0533. Hasil dari risiko portofolio optimal sebesar 0,0176. Nilai dari *expected return* portofolio lebih besar dari *expected return* pasar.

Pembentukan portofolio optimal menjadi salah satu cara diversifikasi bagi para investor untuk dapat mengurangi risiko investasi. Hasil dari saham optimal dengan menggunakan Model Indeks Tunggal diperoleh saham optimal. Saham yang dipilih berdasarkan *persentase* proporsi saham optimal tertinggi. *Persentase* proporsi saham optimal tertinggi berada pada saham Bank Mandiri (Persero) Tbk (BMRI).

Tahapan Penelitian *Long Short Term Memory* (LSTM)

1. Eksplorasi Data



Gambar 2. Harga Penutupan Saham BMRI

Berdasarkan Gambar 2. menunjukkan data harga penutupan saham BMRI berfluktuasi secara *trend*, sehingga mengalami kenaikan dan penurunan dalam kinerja harga saham tersebut. Adapun seperti pada Tahun 2021 terjadi penurunan harga saham BMRI, setelah itu kembali mengalami kenaikan.

Tabel 23. Deskripsi data harga saham harian BMRI

Deskripsi Data	Close
<i>count</i>	752
<i>mean</i>	4455,75
<i>std</i>	1115,35
<i>min</i>	2825
<i>max</i>	7250

Berdasarkan Tabel 23. menunjukkan data harga saham harian Bank Mandiri (Persero) Tbk (BMRI). Nilai minimum dalam data sebesar 2825 yang artinya data minimum yang dimiliki dalam data sebesar 2825. Pada data harga saham harian BMRI digunakan *training* digunakan 70% data dan data *testing* digunakan 30% data.

2. Normalisasi Data

Tabel 24. Data Saham Harian Penutupan BMRI

No	Tanggal	Close
1	1 Februari 2021	3350
2	2 Februari 2021	3237,5
3	3 Februari 2021	3250
⋮	⋮	⋮
752	29 Februari 2024	7000

Berdasarkan Tabel 24 menunjukkan data harga saham harian penutupan BMRI. Pada tabel ini ditentukan data aktual sekarang disimbolkan X_i , data aktual maksimal yang disimbolkan X_{max} , dan data aktual minimal disimbolkan X_{min} .

Tabel 25. Normalisasi Data Saham BMRI

No	Tanggal	Data Aktual	Normalisasi
1	01 Februari 2021	3350	0,11864
2	02 Februari 2021	3237,5	0,09322
3	03 Februari 2021	3250	0,09604
4	04 Februari 2021	3287,5	0,10452
⋮	⋮	⋮	⋮
752	29 Februari 2024	7000	0,94350

Berdasarkan Tabel 25 menunjukkan hasil dari normalisasi data harga penutupan saham BMRI digunakan *min-max scaler*. Hasil tersebut dapat digunakan untuk mempercepat proses membuat skala data dalam rentang nilai yang sama.

3. Pembagian Data



Gambar 3. Plot Pembagian Data *Training* Dan Data *Testing*

Berdasarkan Gambar 3. menunjukkan plot pembagian data antara data *training* dan data *testing*. Pada Gambar tersebut pada data *training* disajikan pada plot berwarna biru, sedangkan plot berwarna merah sebagai data *testing*. Plot tersebut pembagian data berdasarkan harga penutupan saham optimal.

4. Long Short-Term Memory (LSTM)

Proses *Long Short-Term Memory* (LSTM) diawali dengan menentukan parameter nilai *weight* pada setiap *gate* LSTM. Nilai *weight* tersebut dengan menggunakan banyaknya data yang digunakan dalam proses LSTM. Perhitungan *weight* dapat menggunakan persamaan (24) sebagai berikut.

$$W = \left(-\frac{1}{\sqrt{n}}, \frac{1}{\sqrt{n}}\right)$$

$$W = \left(-\frac{1}{\sqrt{752}}, \frac{1}{\sqrt{752}}\right) = (-0,03647 ; 0,03647)$$

Nilai *weight* diinisiasikan dengan jangkauan $(-0,03647 ; 0,03647)$. Nilai *weight* sebagai nilai yang akan digunakan dalam perhitungan *gates*. Perhitungan model LSTM berdasarkan struktur *gates* untuk mempertahankan dan memperbaharui keadaan *memory cell* sebagai berikut:

a. Perhitungan *forget gate* (f_t)

Perhitungan *forget gate* (f_t) untuk menentukan informasi yang harus dihapus dari *cell state*. *Forget gate* akan memproses dengan fungsi *sigmoid*. Perhitungan *forget gate* dapat menggunakan persamaan (23) sebagai berikut.

$$f_t = \sigma(W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f)$$

$$f_t = \sigma([0,03647 \times 0,11864 + 0,03647 \times 0,11864] + 1) = \sigma(1,00865)$$

$$f_t = 0,73276$$

Hasil perhitungan nilai dari *forget gate* diperoleh sebesar 0,73276. Tahapan selanjutnya dilakukan perhitungan *input gate*.

b. Perhitungan *input gate* (i_t)

Perhitungan *input gate* (i_t) dengan kata lain *hidden state* untuk memutuskan informasi baru yang akan disimpan di *cell state*. Pada perhitungan *input gate* menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid*. Perhitungan *input gate* dapat menggunakan persamaan (25) sebagai berikut.

$$i_t = \sigma(W_i \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_i)$$

$$i_t = \sigma([0,03647 \times 0,11864 + 0,03647 \times 0,11864] + 0,5) = \sigma(0,50865)$$

$$i_t = 0,62449$$

Hasil perhitungan nilai dari *input gate* diperoleh sebesar 0,62449. Pada *input gate* terdapat proses lanjutan untuk membentuk *cell state* baru. Adapun perhitungan *cell state* baru sebagai berikut:

1) Perhitungan *cell gate* (\bar{C}_t)

Perhitungan *cell gate* (\bar{C}_t) digunakan untuk membentuk kandidat nilai baru. *cell gate* menggunakan fungsi *tanh*. Perhitungan *cell gate* dapat menggunakan persamaan (26) sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\bar{C}_t &= \tanh(W_C \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_C) \\ \bar{C}_t &= \tanh([0,03647 \times 0,11864 + 0,03647 \times 0,11864] + 0) \\ \bar{C}_t &= \tanh(0,0086530) = 0,0086528\end{aligned}$$

Hasil perhitungan nilai dari *cell gate* atau diperoleh sebesar 0,0086528. Pada *cell gate* atau kandidat *cell state* baru dapat dilanjutkan untuk membentuk *cell state*.

2) Perhitungan *cell state* (C_t)

Perhitungan *cell state* (C_t) dengan menjumlahkan perkalian *forget gate* dan *cell state* sebelumnya, kemudian perkalian *input gate* dengan kandidat *cell state* baru. Perhitungan *cell state* dapat menggunakan persamaan (27) sebagai berikut.

$$\begin{aligned}C_t &= f_t \cdot C_{t-1} + i_t \cdot \bar{C}_t \\ C_t &= 0,73276 \times 0 + 0,62449 \times 0,0086528 = 0,00540\end{aligned}$$

Hasil perhitungan nilai dari *cell state* diperoleh sebesar 0,00540. *Cell state* menjadikan informasi lebih baik.

c. Perhitungan *output gate* (o_t)

Perhitungan *output gate* (o_t) untuk mengontrol banyaknya nilai yang berada di dalam *memory cell*. *Output gate* menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid*. Perhitungan *output gate* dapat menggunakan persamaan (28) sebagai berikut.

$$\begin{aligned}o_t &= \sigma(W_o \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_o) \\ o_t &= \sigma([0,03647 \times 0,11864 + 0,03647 \times 0,11864] + 0,1) \\ o_t &= \sigma(0,10865) = 0,52714\end{aligned}$$

Hasil perhitungan nilai dari *output gate* diperoleh sebesar 0,52714. Nilai *output gate* akan digunakan sebagai nilai akhir *output* dari dengan menggunakan fungsi *tanh* dari *cell state*. Perhitungan akhir dari *hidden state* dapat menggunakan persamaan (29) yang diformulasikan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}h_t &= o_t \cdot \tanh(C_t) \\ h_t &= 0,52714 \times \tanh(0,00540) = 0,00285\end{aligned}$$

Hasil perhitungan nilai dari akhir dari *output* diperoleh sebesar 0,00285. Nilai dari akhir dari *output* dapat digunakan untuk peramalan.

Model Long Short-Term Memory (LSTM)

Tabel 26. *Fitting Model Berdasarkan Data Training*

Data Training	Epochs	Timesteps	Batch Size	Nilai Loss
70%	100	60	32	0,0208
70%	100	60	64	0,0225
70%	100	60	128	0,0272

Berdasarkan Tabel 26. menunjukkan *batch size* 32 terkecil yang artinya parameter ini digunakan jumlah sampel dalam data *training*. Pada nilai *loss* yang dimiliki terkecil sebesar 0,0208 yang artinya kurang dari satu menunjukkan rata-rata kesalahan dalam peramalan relatif kecil.

Hasil Peramalan *Long Short-Term Memory* (LSTM)



Gambar 4. Plot Data Aktual Dengan Data Peramalan

Pada Gambar 4. menunjukkan model yang terbentuk menghasilkan *output* data aktual dengan data peramalan. Pada plot berwarna hijau menunjukkan hasil data *testing*. Hasil dari plot berwarna merah dan biru memiliki bentuk plot hampir sama dengan plot data *testing*, sehingga dapat memiliki akurasi yang baik.

Tabel 27. Hasil Peramalan Dari Data *Testing*

No	Nilai Aktual	Hasil Peramalan
0	5050	5058,43
1	5000	5047,07
2	5250	5029,73
3	5450	5015,22
4	5100	5014,57
⋮	⋮	⋮
224	7125	6662,95
225	7000	6641,06

Berdasarkan Tabel 27. menunjukkan hasil peramalan berdasarkan data *testing*. Adapun hasil data *testing* dijadikan sebagai peramalan untuk satu hari kedepan. Hasil peramalan menunjukkan cenderung lebih rendah daripada nilai aktual sehingga adanya *underestimation* dari hasil peramalan.

Denormalisasi Data

Tabel 28. Hasil Denormalisasi Data

Data ke-	Normalisasi	Denormalisasi
1 Februari 2021	0,118644	5943,687
2 Februari 2021	0,09322	5928,9043
3 Februari 2021	0,096045	5924,1113
4 Februari 2021	0,10452	5939,7554
5 Februari 2021	0,101695	5979,983
⋮	⋮	⋮
29 Februari 2024	0,94350	6303,906

Berdasarkan Tabel 28. menunjukkan hasil denormalisasi data. Hasil denormalisasi kembali menjadi bentuk data aktual hasil dari peramalan. Adapun hasil denormalisasi digunakan untuk perbandingan antara hasil peramalan kinerja harga saham BMRI dengan harga aktual dari saham BMRI.

Evaluasi Hasil Peramalan

Pada nilai *error* yang diperoleh dalam peramalan dapat menggunakan evaluasi peramalan. Evaluasi hasil peramalan digunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada saham BMRI diperoleh 4,23%. Hasil tersebut memiliki tingkat *error* kecil yang artinya memiliki peramalan menjadi sangat akurat. Hal ini dapat diperoleh peramalan kinerja harga saham dengan performa terbaik, sehingga diperoleh hasil peramalan peramalan pada tanggal 01 Maret 2024 menunjukkan kinerja harga saham Rp 6894,574.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa dari 41 saham Blue Chip yang dianalisis, terdapat 13 saham yang tergolong optimal, dengan saham yang paling optimal adalah Bank Mandiri (Persero) Tbk atau BMRI, yang ditunjukkan oleh persentase proporsi saham tertinggi sebesar 39,11%. Selanjutnya, hasil peramalan harga saham BMRI untuk satu hari ke depan, yaitu pada 01 Maret 2024, diprediksi sebesar Rp 6.893,574. Selain itu, akurasi peramalan menggunakan LSTM pada saham BMRI tergolong sangat baik, dengan hasil evaluasi peramalan berdasarkan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 4,23%.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S., Huda, M., Chasanah, S. I., Mursyidah, H., Ikhsan, F., Susilo, S., Firmansyah, A., Fauzi, R., Boy, K. D. V. 2022. Implementasi Model Indeks Tunggal Dalam Pembentukan Portofolio Optimal Pada Saham Syariah Mes Bumn 17 Periode New Normal. *Journal of Mathematics Education and Science*. **5(2)**: 157-163. <https://doi.org/10.32665/james.v5i2.563>
- Ardianto, T., Suhaedi, D., Sukarsih, I. 2019. Peramalan Jumlah Pasien Poli Umum di RSUD Pantura M.A. Sentot Menggunakan Metode Arima. Seminar Penelitian Sivitas Akademika Unisba (SPeSIA). Bandung, Indonesia, Februari.
- Budiman, J., Limgestu, R., Alvin., Nopry., Sugianto, I. T. 2023. Perilaku Keputusan Investasi Investor Pasar Saham Indonesia. *Jurnal Ilmiah Akuntansi Dan Keuangan*. **5(9)**: 3518-3526.
- Carnegie, M. D. A., Chairani, C. 2023. Perbandingan Long Short Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU) Untuk Memprediksi Curah Hujan. *Jurnal Media Informatika Budidarma*. **7(3)**: 1022-1032. <http://dx.doi.org/10.30865/mib.v7i3.6213>
- Dewi, D. 2019. Pengaruh Laba Bersih Terhadap Harga Saham Pt. Media Nusantara Citra Tbk. *Jurnal Penelitian Ekonomi Akuntansi (JENSI)*. **3(1)**: 74-85. <https://doi.org/10.33060/jensi.v3i1.1866>
- Gumelar, F., Adha, F. Z., Rafi, F. A., Pontoh, R. S. 2022. Peramalan Harga Saham Bank BUMN Indonesia Menggunakan Long Short-Term Memory (LSTM). *BIAStatistics Journal of Statistics Theory and Application*. <https://doi.org/10.1234/bias.v2022i1.152>
- Gunadi, N. L. D. S., Widyatama, J. 2021. Perhitungan Sebagai Seorang Investor Saham Atas Besaran Pajak Yang Harus Dibayarkan Kepada Negara. *Jurnal Locus Delicti*. **2(1)**: 13-23. <https://doi.org/10.23887/jld.v2i1.455>
- Hana, A., Ambardi., Novida, I. 2024. Analisis Pengaruh Sosial Media, Risk Perception dan Literasi Keuangan Terhadap Keputusan Investasi di Pasar Modal Pada Kalangan Milineal. *Jurnal Maneksi*. **13(1)**: 216-225. <https://doi.org/10.31959/jm.v13i1>

- Huda, M., Abdullah, S., Chasanah, I. U., Mursyidah, H., Ikhsan, F., Susilo, S., Sukandar, R. S. 2022. Analisis Pembentukan Portofolio Optimal Saham-Saham JII30 Dengan Model Indeks Tunggal Periode New-Normal. *Jurnal Derivat*. **9(1)**: 32-46. <http://dx.doi.org/10.31316/j.derivat.v9i1.2758>
- Juanda, B., Junaidi. 2021. *Ekonometrika Deret Waktu*. 1st edition. Bogor: IPB Press.
- Khumaidi, A., Nirmala, I. K. 2022. *Algoritma Long Short Term Memory Dengan Hyperparameter Tuning: Prediksi Penjualan Produk*. Deepublish. Sleman: Cv Budi Utama.
- Mingka, M. F., Lubis, R. S. 2023. Analisis Portofolio Saham Optimal Dengan Metode Markowitz Dan Model Indeks Tunggal Pada Saham Perbankan Bursa Efek Indonesia. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*. **4(2)**: 709-727. <http://dx.doi.org/10.46306/lb.v4i2.322>
- Mulyati, S., Murni, A. 2018. Analisis Investasi Dan Penentuan Portofolio Saham Optimal Dengan Metode Indeks Tunggal (Studi Empiris Pada Idx 30 Yang Terdaftar Di Di Bursa Efek Indonesia Periode Agustus 2017-Januari 2018). *Jurnal Akuntansi dan Keuangan*. **6(2)**: 129-138. <https://doi.org/10.29103/jak.v6i2.1831>
- Ningrum, A. A., Syarif, I., Gunawan, A. I., Satriyanto, E., Muchtar, R. 2021. Algoritma Deep Learning-Lstm Untuk Memprediksi Umur Transformator. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*. **8(3)**: 539-548. <http://dx.doi.org/10.25126/jtiik.201743299>
- Nur, I. M., Nugrahanto, R., Fauzi, F. 2023. Cryptocurrency Price Prediction: A Hybrid Long Short-Term Memory Model With Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity. *BAREKENG: Journal of Mathematics and Its Applications*. **17(3)**:1575-1584. <https://doi.org/10.30598/barekengvol17iss3pp1575-1584>
- Paningrum, D. 2022. *Buku Referensi Investasi Pasar Modal*. 1st edition. Kediri: Lembaga Chakra Brahmanda Lentera.
- Permata, N. 2023. What Is Time Series Data And How To Analyze It Effectively. <https://mostly.ai/blog/times-series> [diakses 03 Juli 2024]
- Pramesti, D. D., Novitasari, D. C. R., Setiawan, F., Khaulasari, H. 2022. Long Short Term Memory (Lstm) For Predicting Velocity and Direction Sea Surface Current On Bali Strait. *Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*. **16(2)**: 451-462. <https://doi.org/10.30598/barekengvol16iss2pp451-462>
- Pratiwi, R. A. I. 2023. Analisis Pembentukan Portofolio Optimal Menggunakan Model Indeks Tunggal pada Indeks ESG Quality 45 IDX KEHATI. *Jurnal Bahtera Inovasi*. **7(1)**: 83-94.
- Priyantono, V. R. A., Maruddani, D. A. I., Utami, I. T. 2023. Analisis Portofolio Optimal Menggunakan Model Indeks Tunggal Dan Pengukuran Value At Risk Dengan Simulasi Monte Carlo. *Jurnal Gaussian*. **12(2)**: 158-165. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.12.2.158-165>
- Sawitri, N. P. Y. R., Sudiyani, N. N., Putri, I. G. 2023. Peningkatan Keputusan Investasi Saham Melalui Pendapatan Dan Literasi Keuangan. *Jurnal Ekonomi*. **28(2)**: 216-233. <https://doi.org/10.24912/je.v28i2.1435>
- Setyawan, W. N. 2017. Metode Markowitz Untuk Menentukan Portofolio Optimal Pada Perusahaan Retail Di BEI. *Jurnal Ilmu dan Riset Manajemen*. **6(2)**: 1-22.
- Seventeen, W. L., Shinta, S. D. 2021. Pengaruh Economic Value Added dan return On Equity (ROE) Terhadap Harga Saham pada perusahaan Investasi yang Terdaftar Di BEI Tahun 2016-2019. *Jurnal Akuntansi Unihaz*. **4(1)**: 138-146.
- Silalahi, V. I., Nugraha., Sari, M., Fajar, N. H. 2022. Analisis Single Index Model dalam Membentuk Portofolio Optimal pada Saham Perusahaan Jakarta Islamic Index (JII)

- Periode 2016-2020. *Jurnal Manajemen dan Bisnis*. **14(2)**: 203-220. <http://dx.doi.org/10.35448/jmb.v14i2.13876>
- Suherman, G., Firdaus, M. I. 2021. Indikator Ekonomi Regional dan Perilaku Investor di Jawa Barat. *Jurnal Riset Ilmu Ekonomi*. **1(2)**: 63-70. <http://dx.doi.org/10.23969/jrie.v1i2.12>
- Sumarjaya, I. Wayan. 2016. Modul Analisis Deret Waktu (MA633530). Universitas Udayana, Bali.
- Thirda, Z., Widyasari, A. 2023. Masuki Usia 26 Tahun, KSEI Siap Implementasikan 3 Rencana Strategis. *Siaran Pers*, 27 Desember, p. 3.
- Wahyuningsih, V. I., Montolalu, C. E. J. C., Manurung, T. 2021. Model Indeks Tunggal dalam Pembentukan Portofolio Optimal Sebelum dan Saat Pandemi Covid-19 Terhadap Saham LQ-45. *Jurnal Matematika dan Aplikasi*. **10(1)**: 24-30.
- Wijayanti, L. N., Kartikasari, M. D. 2023. Application Of Singular Spectrum Analysis Methodin Forecasting Indonesia Composite Data. *BAREKENG: Journal of Mathematics and Its Applications*. **17(1)**: 513-526. <https://doi.org/10.30598/barekengvol17iss1pp0513-0526>
- Wulandari, T. 2021. Analisis Pengaruh Varian dan Tingkat Suku Bunga Terhadap Return Saham Studi pada perusahaan IDX30 BEI. *Journal Management*. **20(3)**: 235-247. <http://dx.doi.org/10.33557/mbia.v20i3.1512>
- Yoani, A., Sediono., Mardianto, M. F. F., Pusporani, E. 2023. Prediksi Jumlah Kejadian Banjir Bulanan di Indonesia Berdasarkan Analisis Long Short Term Memory. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*. **7(4)**: 1663-1672. <https://doi.org/10.33379/gtech.v7i4.3346>
- Yotenka, R., Huda, F. F. E. 2020. Implementasi Long Short-Term Memory Pada Harga Saham Perusahaan Perkebunan Di Indonesia. *Jurnal UJMC (Unisda Journal of Mathematics and Computer Science)*. **6(1)**: 9-18. <https://doi.org/https://doi.org/10.52166/ujmc.v6i01.1927>
- Yudhawan, D. H. 2020. Implementasi Support Vector Regression Untuk Peramalan Harga Saham Perusahaan Pertambangan Di Indonesia. Skripsi. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Zulfiani, R. 2018. Analisis Pembentukan Portofolio Optimal Dengan Menggunakan Model Indeks Tunggal Pada Investasi Saham. Skripsi. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Makassar.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.