

Deep Learning – Prediksi dan Resiko Investasi Enam Saham Bank di Indonesia

Nurdina Widanti¹, Tri Surawan^{2*}, Adhitho Satyo Bayangkari Karno³,
Aji Digdoyo², Nani Kurniawati², Rachmat Nursalam² dan Harini Agusta⁴

¹ Teknik Elektro, Universitas Jayabaya, Jakarta

² Teknik Mesin, Universitas Jayabaya, Jakarta

³ Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Gunadarma, Jakarta

⁴ Teknik Kimia, Universitas Jayabaya, Jakarta

*) Corresponding author: tri.surawan@gmail.com

Abstract

Stock prediction and risk level are important for investors, but this ability can only be done by experts and takes a long time. The rapid development of technology today demands that decisions be made quickly and precisely. Deep Learning (DL) is one of the Artificial Intelligence (AI) are solution for that problems. Analysis of risk and correlation between stocks by calculating daily returns using the moving average (MA) method. Dataset of 6 bank shares obtained from yahoo-finance, namely Bank Central Asia (BBCA), Bank Rakyat Indonesia (BBRI), Bank Mandiri (BMRI), Bank Nasional Indonesia (BBNI), Bank Rakyat Indonesia Syariah (BRIS), and Bank Tabungan Negara (BBTN). The volume of share sales increased significantly only in BBRI and BBNI shares, although 5 bank shares (except BRIS) experienced price increases. The highest correlation occurred between BBNI and BMRI shares with a value of 97%, 92% between BMRI and BBCA shares, and 91% between BBNI and BBCA. Analysis of risk and expected return shows that BRIS has the highest risk and expected return of 0.042245 and 0.002986, respectively. BBCA shares have the lowest risk and expected return at 0.015392 and 0.000695, respectively. The results show that future predictions have decreased, namely BBRI, BBNI, and BBTN, and rose for BBCA, BMRI, and BRIS stocks.

Abstrak

Prediksi saham dan tingkat resiko penting untuk investor, namun kemampuan ini hanya dapat dilakukan pakar dan memerlukan waktu lama. Pesatnya perkembangan teknologi saat ini, menuntut pengambilan keputusan dilakukan cepat dan tepat. Deep Learning (DL) adalah salah satu metode Artificial Intelligence (AI) merupakan solusi untuk permasalahan tersebut. Analisis resiko dan korelasi antar saham dengan menghitung return harian menggunakan metode moving average (MA). Dataset 6 saham bank yang diperoleh dari yahoo-finance yaitu Bank Central Asia (BBCA), Bank Rakyat Indonesia (BBRI), Bank Mandiri (BMRI), Bank Nasional Indonesia (BBNI), Bank Rakyat Indonesia Syariah (BRIS), Bank tabungan Negara (BBTN). Volume penjualan saham meningkat signifikan hanya terjadi di saham BBRI dan BBNI, walaupun 5 saham bank (kecuali BRIS) mengalami kenaikan harga. Korelasi terjadi antara saham BBNI dan BMRI tertinggi dengan nilai 97%, 92% antara saham BMRI dan BBCA, dan 91% antara BBNI dan BBCA. Analisa resiko dan expected return menunjukkan BRIS memiliki resiko dan expected return tertinggi masing-masing 0.042245 dan 0.002986. Saham BBCA memiliki resiko dan expected return terendah masing-masing 0.015392 dan 0.000695. Hasil menunjukkan prediksi masa depan mengalami penurunan, yaitu BBRI, BBNI, BBTN, dan naik untuk saham BBCA, BMRI, dan BRIS.

Keywords: Arus, Bubble Welding, Frekuensi, Thin welding, Ultrasonic

PENDAHULUAN

Saat ini investasi merupakan suatu keputusan terhadap sumber dana untuk tujuan perolehan keuntungan di masa depan [1]. Investasi sebagai komitmen menanamkan sejumlah dana selama periode tertentu [2]. Investasi merupakan aktivitas menunda konsumsi saat ini untuk dimanfaatkan dalam produksi yang efisien selama periode tertentu [3]. Jadi dapat dinyatakan investasi merupakan kegiatan untuk menempatkan sejumlah sumberdana selama periode tertentu agar memperoleh keuntungan di masa selanjutnya. Investasi saham termasuk dalam kategori investasi pada *financial asset* [4].

Banyak orang beranggapan bahwa bisnis investasi saham adalah cara mudah untuk membuat pemiliknya cepat memperoleh keuntungan besar dalam waktu periode tertentu. Bisnis investasi saham ini tidak hanya sekedar memperoleh keuntungan, beli ketika harga turun dan jual ketika harga naik. Risiko merupakan pengembalian (*return*) yang tidak sesuai dengan harapan investor. Harapan terhadap pengembalian merupakan kompensasi terhadap waktu berjalan dan risiko yang berhubungan dengan investasi tersebut [5] [6].

Untuk mencapai keberhasilan di bidang pasar keuangan sangat diperlukan kemampuan yang utuh untuk mengidentifikasi investasi saham tertentu. Kemampuan para investor sangat diperlukan untuk menganalisa, membaca grafik pola rakaman data di masa lalu, memprediksi *trend* harga saham di masa depan, menghitung resiko seminim mungkin dan memperkirakan pengembalian (*return*) semaksimal mungkin. Banyaknya *variable* yang mempengaruhi harga saham menjadikan suatu hal yang tidak mudah untuk memilih dan mengetahui saham yang masuk dalam kategori menguntungkan.

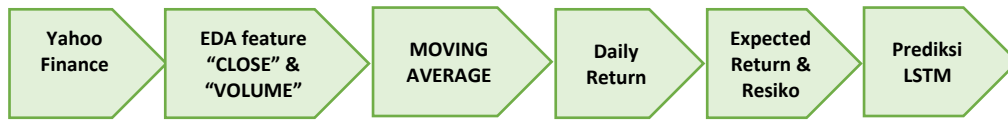
Dengan menggunakan rekaman data harga penjualan saham di masa lalu, penelitian ini menggunakan metode deep learning untuk menganalisa *trend* data di masa lalu, serta melihat korelasi antara suatu saham dengan saham lainnya. Melakukan pemetaan resiko dan pengembalian yang mungkin diperoleh diantara beberapa saham. Penelitian ini juga memprediksi naik turun harga saham di masa depan. Dengan semakin berkembangnya kemampuan computer dalam menyimpan data serta kecepatan proses yang semakin tinggi, menjadikan teknologi *neural network* semakin populer dalam menganalisa data jumlah besar (*big data*) dengan kecepatan sangat tinggi. Pemrograman untuk pengolahan data dalam penelitian ini dipilih menggunakan bahasa *python*, dikarenakan pemakaian software spreadsheet untuk pengolahan data tidak dapat dilakukan karena jumlah data yang sangat besar. Tersedianya banyak *library* (*numpy*, *pandas*, *matplotlib* dan lain-lain) dalam bahasa *python* memudahkan untuk menerapkan berbagai algoritma yang diperlukan dalam membuat model lapisan *neural network*.

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Terdapat beberapa tahap yang dilakukan dalam penelitian ini mulai dari proses pembacaan data langsung dari web yahoo finance menggunakan *library* web reader, kelebihanannya adalah tidak perlu menyimpan data yang umumnya besar agar menghemat storage di PC. Langkah kedua adalah melakukan proses EDA (*Ekplorasi Data Analysis*), untuk melihat dan memperbaiki jika terdapat data yang tidak mewakili informasi tentu akan dilakukan proses *cleansing*. Setelah data dalam keadaan bersih dan siap untuk dipergunakan, maka dilanjutkan perhitungan dengan metode *Moving Average* (MA) untuk menghitung *trend*

dan *return* berdasarkan rekaman data hirarki. Hasil dari perhitungan MA ini dapat dipergunakan untuk perhitungan di proses selanjutnya, yaitu analisa resiko dan *expected return*.



Gambar 1. Bagan alir tahapan penelitian

Proses perhitungan yang telah dilakukan lebih cenderung menganalisa dari data yang ada sebelumnya, untuk dapat memprediksi nilai harga saham di waktu selanjutnya (*future*) dipergunakan metode *deep learning* dengan membuat model jaringan *layer neural network* menggunakan sel LSTM.

Ekploratori Data Analisis (EDA)

Data saham diperoleh dengan cara mengunduh dari 6 nama saham ‘BBCA’, ‘BBRI’, ‘BMRI’, ‘BBNI’, ‘BRIS’, ‘BBTN’, dari *yahoo finance*. Data 2 tahun diunduh mulai tanggal 2020-08-03 sampai dengan 2022-08-31, tiap data saham sebanyak 505 baris data dengan 7 fitur (*‘Open’, ‘High’, ‘Low’, ‘Close’, ‘Adj.Close’, ‘Volume’, ‘Company_name’*)(gambar 1 dan 2).

BBCA								BBRI							
	Adj Close	Close	High	Low	Open	Volume	company_name		Adj Close	Close	High	Low	Open	Volume	company_name
Date								Date							
2020-08-03	5916.175293	6130.0	6235.0	5825.0	6220.0	137079000.0	BBCA	2020-08-03	2814.424316	2990.0	3180.0	2970.0	3170.0	339279900.0	BBRI
2020-08-04	5993.384766	6210.0	6220.0	6130.0	6155.0	79357000.0	BBCA	2020-08-04	2899.139404	3080.0	3080.0	3000.0	3000.0	156288000.0	BBRI
2020-08-05	5988.559082	6205.0	6220.0	6100.0	6200.0	49393000.0	BBCA	2020-08-05	2899.139404	3080.0	3110.0	3040.0	3100.0	161496000.0	BBRI
...
2022-08-29	8150.000000	8150.0	8150.0	7950.0	8000.0	57762100.0	BBCA	2022-08-29	4250.000000	4250.0	4270.0	4220.0	4250.0	88409800.0	BBRI
2022-08-30	8175.000000	8175.0	8275.0	8075.0	8100.0	124467000.0	BBCA	2022-08-30	4260.000000	4260.0	4300.0	4250.0	4250.0	157219500.0	BBRI
2022-08-31	8200.000000	8200.0	8225.0	8050.0	8075.0	137659900.0	BBCA	2022-08-31	4340.000000	4340.0	4350.0	4240.0	4250.0	191475700.0	BBRI

505 rows x 7 columns

BMRI							
	Adj Close	Close	High	Low	Open	Volume	company_name
Date							
2020-08-03	5076.478516	5500.0	5875.0	5450.0	5850.0	129860400.0	BMRI
2020-08-04	5145.703613	5575.0	5600.0	5450.0	5525.0	44586900.0	BMRI
2020-08-05	5261.077637	5700.0	5700.0	5450.0	5550.0	66922300.0	BMRI
...
2022-08-29	8550.000000	8550.0	8600.0	8350.0	8400.0	31341900.0	BMRI
2022-08-30	8650.000000	8650.0	8750.0	8575.0	8625.0	54824700.0	BMRI
2022-08-31	8850.000000	8850.0	8850.0	8450.0	8500.0	75815800.0	BMRI

505 rows x 7 columns

Gambar 2. Display hasil unduh data saham BBCA, BBRI, dan BMRI

BBNI							
	Adj Close	Close	High	Low	Open	Volume	company_name
Date							
2020-08-03	4326.326660	4440.0	4650.0	4300.0	4650.0	73249100.0	BBNI
2020-08-04	4443.254395	4560.0	4560.0	4450.0	4470.0	33204600.0	BBNI
2020-08-05	4511.461914	4630.0	4640.0	4510.0	4570.0	41149900.0	BBNI
...
2022-08-29	8200.000000	8200.0	8300.0	8125.0	8200.0	25260800.0	BBNI
2022-08-30	8425.000000	8425.0	8500.0	8225.0	8250.0	32093300.0	BBNI
2022-08-31	8525.000000	8525.0	8525.0	8300.0	8400.0	44111400.0	BBNI

505 rows × 7 columns

BRIS							
	Adj Close	Close	High	Low	Open	Volume	company_name
Date							
2020-08-03	508.507263	515.0	560.0	505.0	540.0	161959200.0	BRIS
2020-08-04	528.255127	535.0	555.0	515.0	515.0	168454600.0	BRIS
2020-08-05	543.065979	550.0	570.0	520.0	540.0	208206100.0	BRIS
...
2022-08-29	1535.000000	1535.0	1540.0	1460.0	1495.0	13910300.0	BRIS
2022-08-30	1520.000000	1520.0	1550.0	1520.0	1535.0	7927900.0	BRIS
2022-08-31	1520.000000	1520.0	1535.0	1515.0	1525.0	4412200.0	BRIS

505 rows × 7 columns

BBTN							
	Adj Close	Close	High	Low	Open	Volume	company_name
Date							
2020-08-03	1194.214844	1210.0	1280.0	1180.0	1275.0	88910400.0	BBTN
2020-08-04	1263.301758	1280.0	1285.0	1220.0	1225.0	68339800.0	BBTN
2020-08-05	1302.779907	1320.0	1330.0	1265.0	1290.0	132355300.0	BBTN
...
2022-08-29	1510.000000	1510.0	1530.0	1500.0	1520.0	8578900.0	BBTN
2022-08-30	1510.000000	1510.0	1525.0	1500.0	1510.0	17648500.0	BBTN
2022-08-31	1505.000000	1505.0	1525.0	1505.0	1505.0	18946200.0	BBTN

505 rows × 7 columns

Gambar 3. Display hasil unduh data saham BBNI, BRIS, dan BBTN

Dari *resume* statistik diperoleh data mean, min, max, std (*standar deviasi*), serta jumlah data tiap fitur (gambar 3). Dari *statistic* data dan info fitur (gambar 4) dapat diketahui jumlah seluruh data adalah sama yaitu 3030 baris yang terbagi menjadi 6 data saham masing-masing berisi 505 baris (gambar 4). Data terisi penuh tanpa data kosong (null), tipe data semua fitur adalah float64 kecuali fitur ‘*company_name*’ bertipe objek. Informasi data ini sangat diperlukan agar proses selanjutnya dapat berjalan dengan baik dan dengan hasil yang diinginkan. Data yang diperoleh sudah berisi informasi yang lengkap (tanpa data *null*), dan tipe data yang dipergunakan adalah seragam menggunakan 64 bit (bukan 32 bit), sehingga data tidak memerlukan proses *cleansing* yang rumit.

	Adj Close	Close	High	Low	Open	Volume	company_name
count	3030.000000	3030.000000	3030.000000	3030.000000	3030.000000	3.030000e+03	BBCA 505 BBNI 505 BBRI 505 BBTN 505 BMRI 505 BRIS 505
mean	4510.963467	4627.804029	4691.680865	4567.549906	4633.167665	7.911114e+07	
std	2330.083838	2380.675546	2401.453591	2355.250223	2380.554348	8.615286e+07	
min	508.507263	515.000000	555.000000	505.000000	515.000000	2.844800e+06	
25%	1856.298340	1880.000000	1930.000000	1851.250000	1890.000000	2.807970e+07	
50%	4570.000000	4710.000000	4765.000000	4650.000000	4720.000000	5.398050e+07	
75%	6428.329590	6625.000000	6720.000000	6566.250000	6650.000000	9.859212e+07	
max	9600.000000	9600.000000	9900.000000	9475.000000	9600.000000	9.469576e+08	

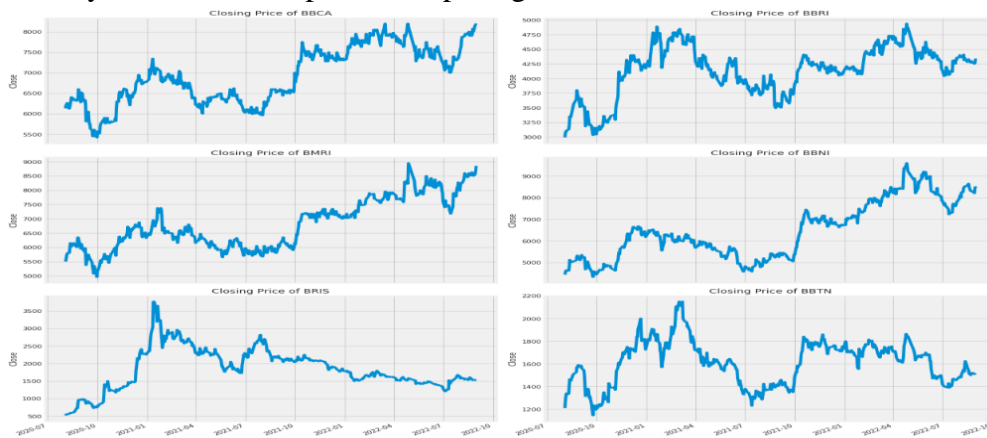
Gambar 4. Statistik keseluruhan data

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
DatetimeIndex: 3030 entries, 2020-08-03 to 2022-08-31
Data columns (total 7 columns):
#   Column          Non-Null Count  Dtype
---  ---
0   Adj Close       3030 non-null   float64
1   Close           3030 non-null   float64
2   High            3030 non-null   float64
3   Low             3030 non-null   float64
4   Open           3030 non-null   float64
5   Volume          3030 non-null   float64
6   company_name    3030 non-null   object
dtypes: float64(6), object(1)
memory usage: 189.4+ KB
```

Gambar 5. Informasi tiap fitur keseluruhan data

Pemilihan Fitur

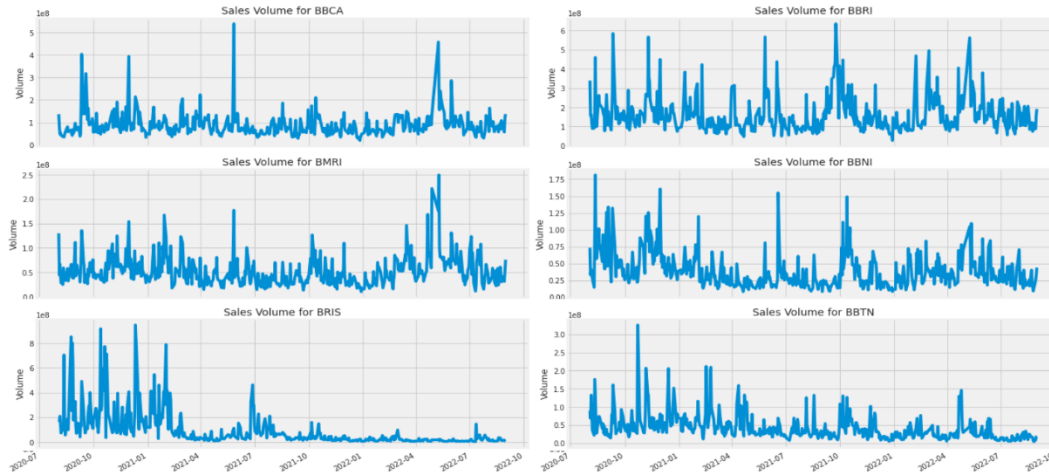
Terdapat 6 kolom (fitur) yaitu "Open", "High", "Low", "Close", "AdjClose", untuk melakukan prediksi umumnya dipilih fitur "Close", karena fitur ini menyatakan harga saham terakhir saat penutupan. Selanjutnya fitur "Close" dipergunakan untuk melakukan prediksi berdasarkan data historis nilai harga saham. Jejak historis dari data fitur "Close" yang telah diperoleh dari yahoo finance dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 6. Track histori fitur 'Close' tiap data saham

Awal bulan Oktober 2021, ke lima saham (kecuali BRIS) mengalami kenaikan yang sangat besar. Kemudian terjadi penurunan berfluktuasi hingga titik balik terendah di sekitar bulan Juli 2022 untuk kemudian naik kembali. Walaupun terjadi kenaikan pada kelima saham (kecuali BRIS), namun volume penjualan cukup tinggi di bulan Oktober 2021 hanya terjadi pada saham BBRI dan BBNI. Jejak volume penjualan ke enam saham dapat dilihat pada

gambar 6. Keterkaitan data histori harga saham dan volume penjualan memberikan wawasan informasi keadaan dan kondisi saham tersebut secara harian (daily).



Gambar 7. Track histori fitur ‘Volume’ penjualan tiap data saham

HASIL DAN PEMBAHASAN

Moving Average

Indicator yang umum dipergunakan investor dan trader untuk mengambil keputusan berdasarkan historis data harga saham di masa sebelumnya adalah *Moving Average* (MA). Nilai MA dipergunakan untuk mengetahui tren harga saham pada saat tertentu ditentukan berdasarkan nilai rerata dalam periode tertentu di waktu sebelumnya. Semakin panjang periode maka keterlambatan data (*lag*) akan semakin bertambah. Semakin kecil periode waktu maka semakin sensitive terhadap perubahan data saham jangka pendek. MA dengan periode pendek banyak dipergunakan untuk perdagangan jangka pendek, dan MA periode panjang dipergunakan oleh investor dan trader dalam mengambil keputusan (jual/beli) jangka panjang. Selain itu MA berguna menghilangkan efek fluktuasi acak yang sering mengecohkan dalam mengambil keputusan jangka pendek.

Rumusan untuk MA dengan periode waktu *m* dapat dibuat sebagai berikut:

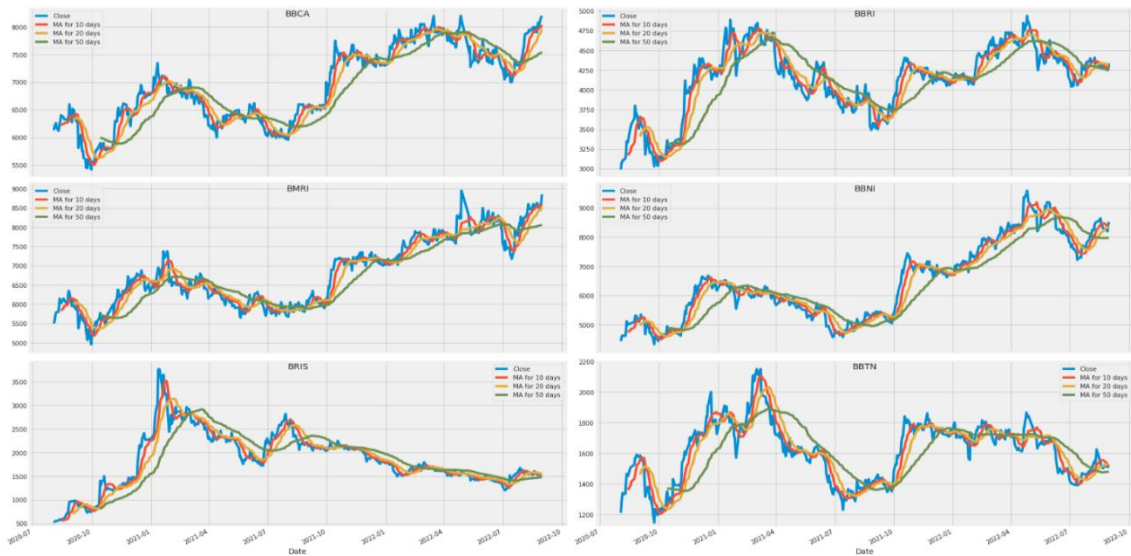
$$MA_m = \frac{C_{lag-1} + C_{lag-2} + \dots + C_{lag-(m-2)} + C_{lag-(m-1)} + C_{lag-m}}{m} \tag{1}$$

Keterangan:

- MA_m = *Moving Average* untuk periode *m*
- m* = periode waktu yang dipergunakan
- C_{lag-1} = Harga *Close* untuk 1 hari sebelumnya
- C_{lag-m} = Harga *Close* untuk *m* hari sebelumnya

Trend dilakukan dengan menghitung nilai MA untuk *trend* jangka pendek (10 dan 20 hari), dan jangka panjang (50 hari). Hasil program berbentuk grafik terlihat bahwa *trend* penurunan terjadi ketika *trend* jangka panjang (hijau) berada di atas *trend* jangka pendek

(merah dan kuning), dan *trend* kenaikan terjadi jika *trend* jangka panjang berada di bawah *trend* jangka pendek (gambar 8). Perubahan *trend* terjadi jika terdapat silang (cross) *trend* jangka panjang dan *trend* jangka pendek. Dari grafik *trend* MA secara umum terlihat silang pertama mulai Oktober 2020 dimana *trend* jangka panjang (hijau) dibawah *trend* jangka pendek (merah dan kuning) menunjukkan adanya *trend* kenaikan. Silang kedua pada bulan Maret 2021 terjadi perubahan *trend* dari naik menjadi turun. Silang ketiga pada antara bulan Juli-Oktober 2021 terjadi perubahan *trend* dari turun menjadi naik. Silang keempat terjadi sekitar bulan Agustus 2022 perubahan dari *trend* turun menjadi *trend* naik secara signifikan untuk saham BBKA dan BMRI.



Gambar 8. *Trend* MA periode 10, 20, dan 50 hari

Daily Return

Return merupakan pengembalian investasi yang diperoleh dari keuntungan jual dan beli saham (selisih harga beli). Investor memperoleh keuntungan (*capital gain*) jika persentase penjualan dan pembelian bernilai positif, dan memperoleh kerugian (*capital loss*) jika persentase penjualan dan pembelian bernilai negatif.

Rumusan untuk *return* harian dapat dibuat sebagai berikut:

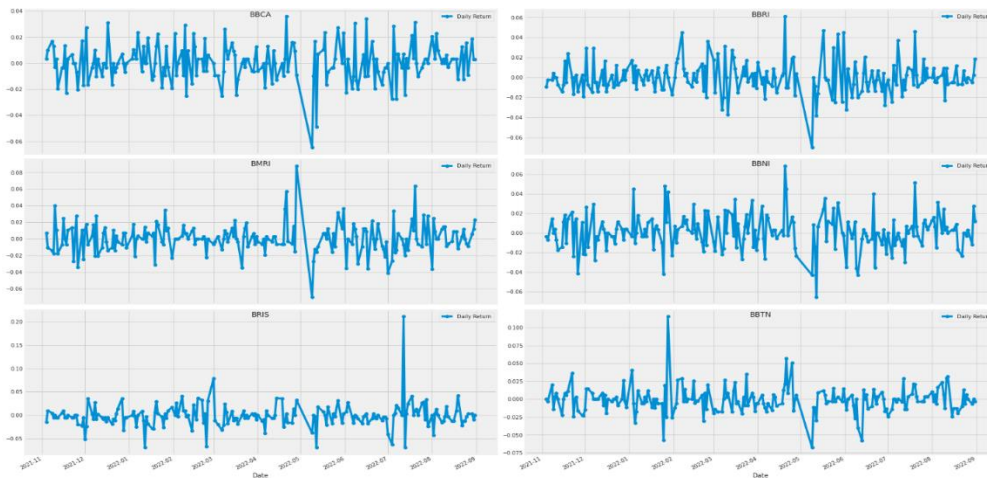
$$R_t = (C_t - C_{t-1}) / C_{t-1} \tag{2}$$

Keterangan:

- R_t = Nilai *Return* pada waktu t
- C_t = Harga *Close* penjualan di waktu t
- C_{t-1} = Harga *Close* pembelian sehari sebelum waktu t

Hasil pemrograman *return* harian menggunakan data dari enam saham ditampilkan dalam bentuk grafik *return* harian (gambar 9). Informasi yang diperoleh dari grafik *return* harian bahwa untuk 4 saham (BBKA, BMRI, BBRI, BBNI) adalah nilai *capital gain*

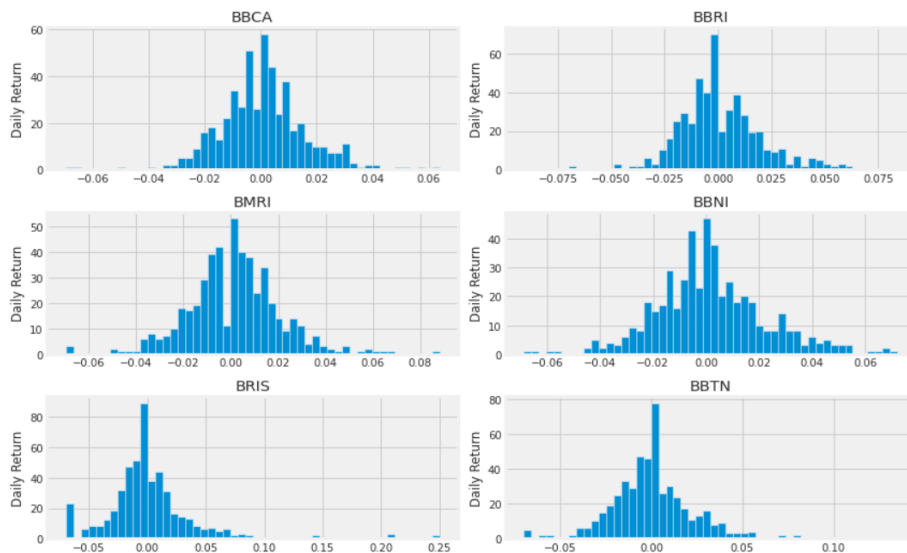
maksimum terjadi pada sekitar akhir bulan April 2022 dan *capital loss* minimum pada akhir Mei 2022. Dua saham memperoleh *capital gain* tertinggi yaitu BRIS pada pertengahan bulan Juli 2022 mencapai 0.25 dan BBTN pada akhir bulan Januari 2022 mencapai 0.15.



Gambar 9. Return harian

Untuk memperkirakan tingkat resiko secara *visual* dapat dilihat dari plot distribusi histogram *return* harian tiap saham (gambar 10). Daily *return* harian mencapai tertinggi pada saham BBRI dengan nilai i

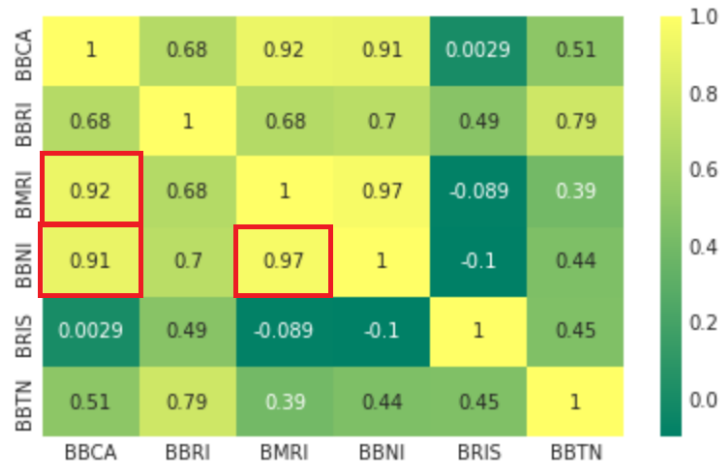
ndeks lebih dari 80, namun saham BBRI terlihat paling ramping dengan rentang sebaran distribusi yang sempit menunjukkan tingkat resiko yang paling tinggi dibandingkan dengan saham lainnya.



Gambar 10. Sebaran *return* harian

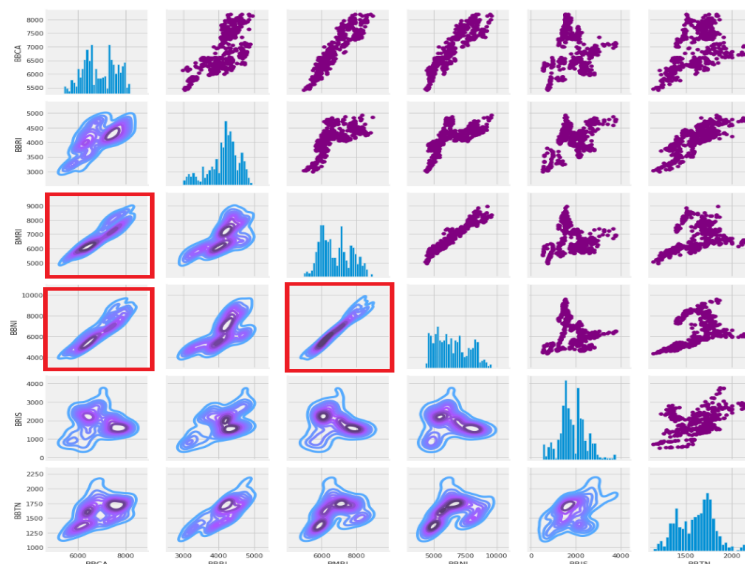
Korelasi Saham

Secara umum data akan lebih menarik dan mudah dipahami dalam bentuk visual dengan menggunakan perbedaan kelompok warna yang jelas. Penyajian korelasi antar 6 saham dinyatakan dalam bentuk visualisasi menggunakan *tool headmap*, suatu penyajian data dengan mengkombinasikan nilai-nilai dalam tingkatan warna (gambar 11). Korelasi antara saham BBNI dan BMRI menunjukkan kemiripan data tertinggi mencapai nilai 97%, kemudian 92% antara saham BMRI dan BBKA, dan 91% antara BBNI dan BBKA.



Gambar 11. Headmap korelasi 6 saham

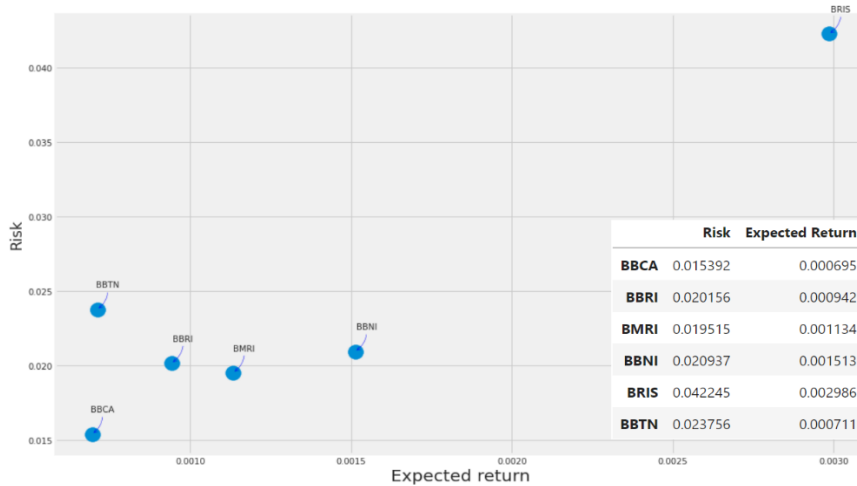
Korelasi dapat juga diperlihatkan dalam bentuk plotting visualisasi kontur dengan menggunakan *library* seaborn yang tersedia di *python*. Korelasi tinggi akan terlihat plotting kontur mendekati bentuk garis linear. Tingkat linearitas akan semakin tinggi jika sudut kemiringan gradient tren mendekati 45 derajat (gambar 12).



Gambar 12. Korelasi plotting, distribusi, counter untuk 6 saham

Resiko Investasi dan *Expected Return*

Expected return dan resiko terdapat hubungan yang kuat dala dunia bisnis, semakin tinggi *return* yang diperoleh secara ekonomi akan memiliki tingkat resiko semakin besar [6]. “Didalam pasar saham, para investor akan memilih saham dengan *return* tinggi dan resiko sekecil mungkin” [7]. “*Expected return* adalah salah satu factor para investor untuk mempertimbangkan berinvestasi dengan keberanian untuk mempertimbangkan resiko yang dihadapi” [8].



Gambar 13. Sebaran resiko dan *expected return* dari 6 saham.

Expexted return dihitung berdasarkan nilai rata-rata *return* harian dalam periode waktu tertentu, sedangkan resiko ditentukan dari nilai *standar deviasi return* harian dalam periode waktu tertentu. Dari program yang dibuat berdasarkan perhitungan tersebut, dihasilkan visualisasi sebaran yang memetakan kedua nilai tersebut dalam bentuk dua dimensi dari enam saham. Dari hasil visualisasi sebaran resiko dan *expected return* diperoleh informasi, bahwa BRIS adalah saham dengan nilai *expected return* tertinggi tapi juga tergolong saham paling beresiko tinggi dibandingkan 5 saham lainnya (gambar 13).

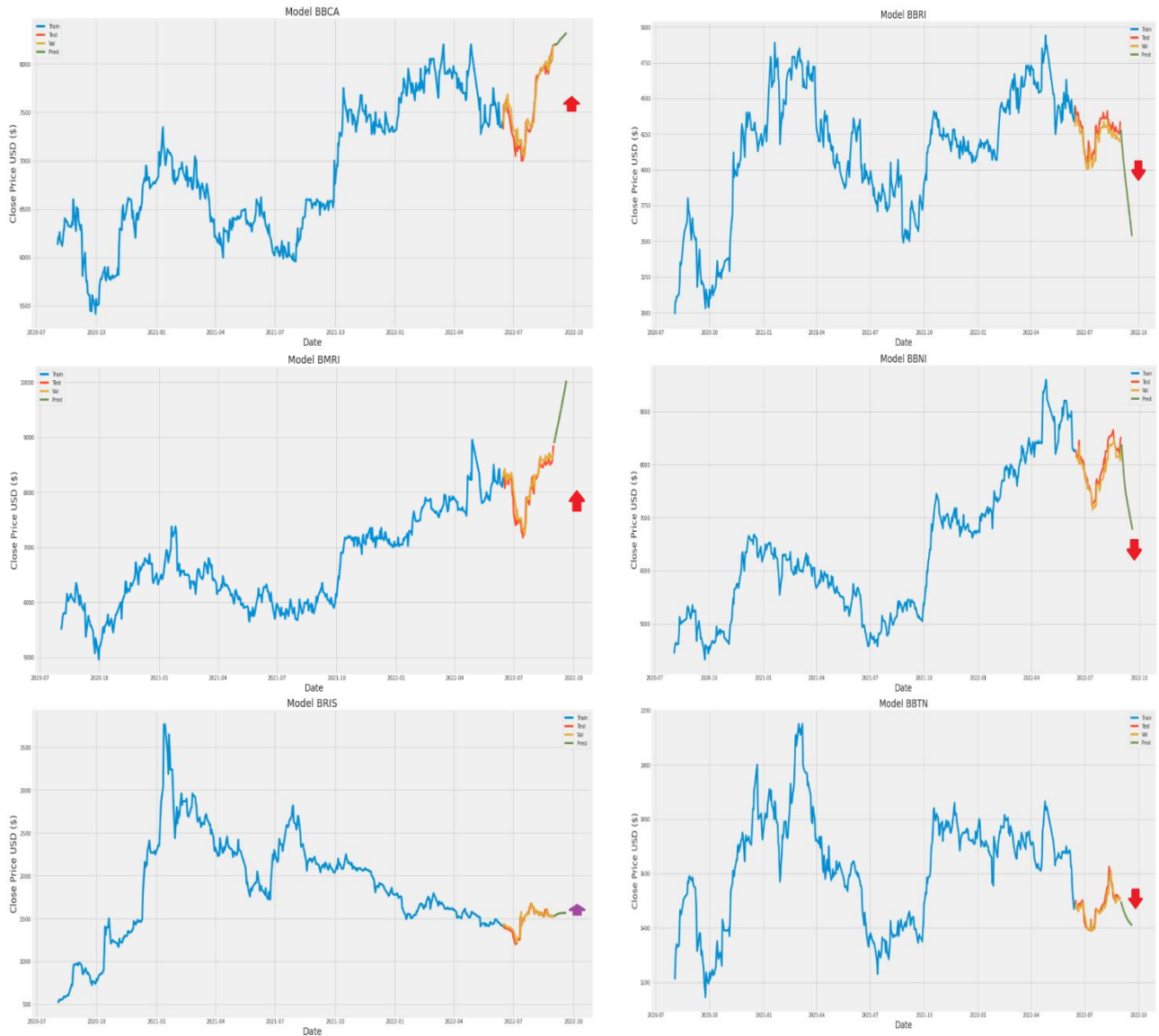
Prediksi LSTM (*Long Short Term Memory*)

Berawal dari *neural network* (NN) sederhana yang hanya mampu diterapkan untuk jenis *linier regressi* dan klasifikasi [9] . Kemudian berkembang menjadi *Recurrent Neural network* (RNN) dengan melibatkan input data dengan data sebelumnya. Penggandaan layer RNN yang terus bertambah banyak, menyebabkan timbulnya masalah gradient yang semakin hilang (*vanishing gradient*) sehingga RNN hanya mampu mengelola data dengan ketergantungan yang pendek [10]. Karena masalah yang ada di RNN tersebut, pengembangan sel dengan kumpulan gerbang (*gate*) kompleks, dikenal dengan nama LSTM (*Long Short Term Memory*) yang mampu mengolah data dengan ketergantungan panjang dengn data sebelumnya [11].

Kehadiran *library* di *python* (*numpy, scikit-learn, pandas, tensorflow dan keras*) menyederhanakan program untuk membuat desain model arsitektur *neural network* yang

komplek [11]. Arsitektur *neural network* dalam penelitian ini disusun menjadi 2 layer sel LSTM masing-masing dengan 128 dan 64 node, kemudian 2 layer *Dense* masing-masing 25 dan 1 node output. Menggunakan *optimizer* ‘RMSprop’ dan pengukuran loss menggunakan ‘*mean_squared_error*’ (MSE).

Data di *split* untuk proses *training* dan *testing* (kira-kira 20%), kemudian di fit ke model yang telah dibentuk sebelumnya. Hasil dari program untuk 6 saham terlihat dalam bentuk track grafik terhadap waktu (harian). Dari hasil grafik terlihat bahwa prediksi untuk waktu kedepan adalah turun untuk 3 saham, yaitu BBRI, BBNI, dan prediksi naik untuk saham BBCA, BMRI, dan BRIS (Gambar 14).



Gambar 14. Prediksi BBCA, BBRI, BMRI, BBNI, BRIS, BBTN

KESIMPULAN

Terjadi kenaikan harga dari 5 saham bank (kecuali BRIS) pada Oktober 2021, tapi volume penjualan meningkat signifikan hanya terjadi di 2 saham bank (BBRI, BBNI). Korelasi antara saham BBNI dan BMRI menunjukkan kemiripan data tertinggi dengan nilai 97%, 92% antara saham BMRI dan BBKA, dan 91% antara BBNI dan BBKA. Analisa resiko dan *expected return* menunjukkan BRIS memiliki resiko dan *expected return* tertinggi masing-masing 0.042245 dan 0.002986. Saham BBKA memiliki resiko dan *expected return* terendah masing-masing 0.015392 dan 0.000695. Grafik prediksi turun untuk 3 saham, yaitu BBRI, BBNI, BBTN, dan naik untuk saham BBKA, BMRI, dan BRIS

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Tandelilin, *Portofolio dan Investasi Teori dan Aplikasi*, Pertama. Kanisius Yogyakarta, 2010.
- [2] C. P. Jones, *Investment Analysis and Management*, 9th ed. Newyork: John Wiley and Sons, 2004.
- [3] H. Jogyanto, *Teori Portofolio dan Analisis Investasi*, Pertama. yogyakarta: Penerbit BPFE, 2013.
- [4] N. L. P. I. Ariasih and I. K. Mustanda, "Pembentukan Portofolio Optimal Menggunakan Model Indeks Tunggal pada Saham Indeks LQ-45," *E-Jurnal Akunt. Univ. Udayana*, pp. 1–30, 2018.
- [5] Lemiyana, "Analisis Model CAPM dan APT Dalam Memprediksi Tingkat Return Saham Syariah (Studi kasus Saham di Jakarta Islamic Index)," *I-Finance*, vol. 1, no. 1, pp. 1–20, 2015, [Online]. Available: <http://jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/I-Finance/article/view/304>
- [6] D. A. dan E. S. M. Adhitio Satyo Bayangkari Karno, Widi Hastomo, "Optimasi Portofolio Dan Prediksi Cryptocurrency Menggunakan Deep Learning Dalam Bahasa Python," *Pros. SeNTIK*, vol. 4, no. 1, pp. 193–202, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.jak-stik.ac.id/index.php/sentik/issue/view/56>
- [7] E. S. Robert Pius Pardede, "Analisis Portofolio Optimum Saham Ditinjau Dari Expected Return dan Risk Penalty Berdasarkan Model Markowitz Studi Kasus Pada Industri Telekomunikasi," *J. Ilm. Kesatuan*, vol. 9, no. 2, 2007.
- [8] A. Satyo, B. Karno, W. Hastomo, I. Sari, K. Wardhana, and D. Arif, "29 Jenis Penyakit Tanaman Menggunakan Deep Learning EfficientNetB3 Identifikasi," *Insearch Inf. Syst. Res. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 35–45, 2022.
- [9] S. Hochreiter and J. Schmidhuber, "Long Short-Term Memory," *Neural Comput.*, vol. 9, no. 8, pp. 1735–1780, 1997, doi: 10.1162/neco.1997.9.8.1735.
- [10] J. Brownlee, "How to Develop LSTM Models for Time Series Forecasting," 2020. <https://machinelearningmastery.com/how-to-develop-lstm-models-for-time-series-forecasting/> (accessed Sep. 09, 2022).
- [11] M. B. dan S. Romney, *Accounting Information System*, 9th ed. Pearson Education Limited, 2015.