

Pemanfaatan *Machine Learning* dalam Pergerakan Harga Saham

Mufidah Karimah¹⁾; Taswanda Taryo²⁾

¹ Program Pasca Sarjana Teknik Informatika Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspipetek No. 10, Serpong, Pamulang, Tangerang Selatan

E-mail: ^{a)}karimahmufidah@gmail.com

^{b)}kotantaryo@gmail.com

Abstract:

Investasi saham dianggap sangat menguntungkan dan juga memiliki risiko. Saham merupakan salah satu bagian dari pasar keuangan yang cukup populer. Saham juga dapat diartikan sebagai bukti penyertaan modal perseorangan atau suatu perusahaan. Saat melakukan investasi saham, investor dan pelaku bisnis membutuhkan informasi yang lengkap, relevan, akurat dan tepat waktu. Informasi yang ada dapat menunjang keputusan investor. Selain itu informasi dari kebijakan perusahaan maupun pemerintahan, berita dan pendapat investor tentang suatu saham dapat tersampaikan di media sosial. Karenanya sudah banyak penelitian yang menggunakan *machine learning* untuk memprediksi mobilitas harga saham. Saat ini *machine learning* dan *data mining* dapat digunakan untuk memprediksi pergerakan harga saham sehingga dapat meminimalisir risiko yang akan dialami oleh investor dalam berinvestasi. Dalam kajian ini juga dijelaskan beberapa hasil penelitian dengan metode dan algoritma yang berbeda, sehingga dapat diketahui bahwa pada setiap penelitian yang dikaji menunjukkan perkembangan terhadap prediksi pergerakan harga saham berdasarkan dengan algoritma yang digunakan.

Keywords: Investasi, saham, *machine learning*

INTRODUCTION

Dalam kemajuan teknologi saat ini, *artificial intelligence* (AI) merupakan salah satu kemajuan yang cukup signifikan dalam penggunaan sistem digital dan perubahan bisnis *modern*. Pada dasarnya, AI mengacu pada kemampuan komputer dalam mendapatkan dan menggunakan informasi tanpa campur tangan manusia. Investor berbondong-bondong untuk menjadi bagian dari perubahan yang akan terjadi. AI menarik investasi sebesar 24\$ miliar secara mendunia pada tahun 2018, meningkat dua belas kali lipat sejak tahun 2013. Beberapa negara pun menjadi yang paling depan dalam uji coba dan implementasi AI, seperti di Eropa, Jerman, Prancis dan Inggris. Dikarenakan persaingan dunia yang sangat intensif, Eropa mengusulkan dana anggaran yang besar untuk mendanai proyek yang merujuk pada teknologi AI antara tahun 2021 dan 2027 [1]. Hingga saat ini, teknologi AI mulai banyak digunakan di berbagai industri, seperti industri otomotif, industri elektronik rumah tangga, bidang keamanan, dan juga para pelaku bisnis di sektor keuangan.

Pelaku bisnis dalam sektor keuangan, seperti investor saham sering melakukan pemantauan terhadap harga suatu saham. Investasi saham dianggap sangat menguntungkan dan juga memiliki risiko yang sangat tinggi pula. Saham merupakan salah satu bagian dari pasar keuangan yang cukup populer. Saham juga dapat diartikan sebagai bukti penyertaan modal perseorangan atau suatu perusahaan.

Dua jenis investasi saham yang kerap dilaksanakan oleh investor adalah investasi jangka pendek dan investasi jangka panjang [2]. Investasi jangka pendek melibatkan transaksi jual-beli suatu saham dalam jangka waktu kurang dari satu tahun, sedangkan investasi jangka panjang berjalan dalam jangka waktu lebih dari satu tahun. Kedua jenis investasi ini memiliki persoalan yang sama, yaitu sulitnya memprediksi harga saham sebuah perusahaan.

Saat melakukan investasi saham, investor dan pelaku bisnis membutuhkan informasi yang lengkap, relevan, akurat dan tepat waktu. Informasi yang ada dapat menunjang keputusan investor. Perusahaan yang tercatat pada bursa saham harus memaparkan laporan keuangannya. Selain itu informasi dari kebijakan perusahaan maupun pemerintahan, berita dan pendapat investor tentang suatu saham dapat tersipikan di media sosial. Karenanya sudah banyak penelitian yang menggunakan *machine learning* untuk memprediksi mobilitas harga saham.

Berdasarkan penjabaran di atas, penulis tertarik untuk mengkaji dan menilai lebih lanjut mengenai pemanfaatan *machine learning* dalam pergerakan harga saham. Untuk mencapai hasil yang baik, penulis akan menggunakan beberapa jurnal sebagai bahan acuan dan studi literatur untuk menjadi dasar dari penulisan kajian ini. Hasil kajian ini dibuat dalam bentuk laporan dengan judul "Pemanfaatan *Machine Learning* dalam Pergerakan Harga Saham" dan ditujukan untuk kelengkapan tugas matakuliah *Artificial Intelligence*.

LITERATURE REVIEW/THEORY

Investasi menjurus kepada prospektif laba yang tinggi. Akan tetapi semua itu tidak luput dari risiko. Apapun jenis investasi yang diikuti selalu memiliki risiko, walaupun dengan tingkat yang berbeda. Kemungkinan saham yang diinvestasikan bisa menurun atau mungkin hilang seluruhnya, sehingga ketidak pastian untuk mendapatkan laba di waktu mendatang tetap mencerminkan adanya risiko. Keuntungan dalam investasi dipengaruhi banyak hal, seperti halnya pengetahuan tiap investor dalam melihat peluang dan dasar berinvestasi. Sebelum investor menentukan pilihan investasi, sebaiknya investor mencaritahu tujuan dari investasi tersebut sesuai dengan jangka waktu yang diinginkan.

Pada tahun 2008 terdapat penelitian yang membahas tentang risiko dari investasi dan apa-apa yang dapat mempengaruhi tingkat laba dari suatu saham. Dalam penelitian ini, dijelaskan bahwa risiko yang harus dihadapi investor dalam berinvestasi yaitu *unsystematic risk* atau dikenal dengan risiko spesifik (risiko perusahaan). Risiko ini berhubungan dengan perubahan pasar secara menyeluruh dan dapat dihilangkan dengan cara diversifikasi portofolio. Selain itu terdapat risiko *systematic risk* (beta) yakni risiko yang berhubungan dengan perubahan yang terjadi di pasar secara menyeluruh. Beta merupakan ukuran risiko sistematis yang tidak dapat dihilangkan hanya dengan diversifikasi dan juga beta dapat menunjukkan sensitifitas *return* sekuritas terhadap perubahan *return* pasar dimana semakin tinggi nilai beta dan *return pasar* maka semakin tinggi laba yang diisyaratkan oleh investor [3].

Metode penelitian yang digunakan adalah metodologi deskriptif komparatif yang terdiri dari riset statistika dan studi *comparative*. Variabel yang diteliti antara lain beta saham dan laba hasil saham. Terdapat tujuh tahapan analisis, yaitu: a) analisis korelasi, b) analisis regresi, c) *capital asset pricing model* (CAPM), d) garis pasar sekuritas atau *security market line*, e) *security market line* dan kovarians, f) market model, g) menghitung tingkat laba saham. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa beta saham memiliki pengaruh sebesar 87,9% terhadap tingkat laba saham dan sisanya 12,1% dipengaruhi oleh faktor lain. Faktor lain yang mempengaruhi tingkat pengembalian investasi saham diantaranya kebijakan deviden yang dianut perusahaan, pertumbuhan perusahaan dan faktor makro ekonomi [3].

Kualitas teknologi informasi dalam memobilisasi dan menyimpan berbagai jenis data dapat meningkatkan kemampuan untuk menganalisis, meringkas dan mengekstraksi kualitas dari data. Metodologi tradisional untuk menganalisis data dianggap tidak dapat menangani data dalam jumlah besar yang dikenal dengan *rich of data but poor of information* karena data yang ada tidak dapat digunakan. Teknologi untuk mengatasi data yang tidak dapat dianalisis dikenal dengan *data mining*. *Data mining* merupakan proses yang menggunakan teknik statistik, visualisasi, kecerdasan buatan, dan *machine learning* untuk mengekstraksi dan mengidentifikasi informasi yang bermanfaat dan pengetahuan yang terhubung dari berbagai

database. Terdapat beberapa teknik *data mining* yang dapat digunakan, antara lain: a) klasifikasi, b) regresi, c) aturan asosiasi, d) *clustering* [4].

Tahun 2009 dilakukan sebuah penelitian dengan menggunakan *data mining* dengan teknik aturan asosiasi. Aturan asosiasi berfungsi untuk menemukan asosiasi antar variabel, korelasi atau struktur diantara *item* dalam *database* transaksi, *database* relasional, maupun dalam penyimpanan lainnya. Algoritma yang pertama dan sering digunakan untuk menemukan aturan asosiasi adalah algoritma apriori. Tujuan dari algoritma apriori adalah untuk menemukan aturan yang memenuhi *support* minimal yang telah ditentukan sebelumnya dan juga memenuhi nilai *confidence* yang disyaratkan. Tugas dari algoritma apriori dibagi menjadi dua tahap, pertama untuk menemukan *itemset* dan kedua membentuk aturan dari *itemset* yang ditemukan. Dengan menggunakan algoritma apriori, pergerakan saham suatu perusahaan dapat diketahui pola tersembunyi sekalipun. Dari seluruh transaksi saham yang dijadikan *sample*, terdapat 20 transaksi yang sesuai. Artinya pola yang dihasilkan dapat memprediksi tingkat risiko dalam berinvestasi agar *return* yang didapat konstan. [4].

Teknik regresi dalam *data mining* juga dapat digunakan untuk memprediksi harga saham. *Support Vector Regression* (SVR) merupakan metode regresi dari SVM (*Support Vector Machine*) yang biasa digunakan untuk mengatasi *overfitting* dan memiliki performan yang baik untuk kasus regresi. Untuk mendapatkan performan yang baik juga dibutuhkan parameter dan penentuan fitur yang tepat.

Penelitian yang dilakukan pada tahun 2015, metode SVR digunakan untuk memprediksi harga saham yang didampingi dengan metode *firefly algorithm*. *Support Vector Regression* (SVR) digunakan untuk menemukan suatu fungsi $f(x)$ yang mempunyai deviasi paling besar dari nilai aktual y untuk semua data *training*. Jika nilai deviasi adalah nol maka didapatkan suatu regresi yang sempurna. *Firefly algorithm* atau algoritma kunang-kunang merupakan algoritma metaheuristik yang terinspirasi dari perilaku kunang-kunang dalam berkomunikasi. Algoritma ini biasa digunakan untuk kasus optimasi karena jauh lebih sederhana dari segi konsep maupun implementasi dan juga mampu menghasilkan solusi optimal yang baik dan benar [5].

Hasil penelitian tersebut mengungkapkan bahwa penggunaan metode *Firefly Algorithm* dan *Support Vector Regression* pada data saham menghasilkan prediksi dengan akurasi yang bagus dengan MAPE rata-rata kurang dari 5%. Banyaknya jumlah gen mempengaruhi performan *firefly algorithm* dalam mencapai solusi optimal. Semakin banyak jumlah gen, maka nilai error semakin besar dan nilai akurasi akan menurun [5].

Dalam penelitian selanjutnya yang dilakukan di tahun 2018 menjabarkan bahwa penggunaan metode *Support Vector Regression* (SVR) masih memiliki kelemahan pada kecepatan waktu. Alhasil pada tahun 2018 seorang peneliti melakukan penelitian yang sama terhadap pergerakan harga saham dengan metode yang berbeda, yaitu metode *Extreme Learning Machine* (ELM) yang merupakan salah satu algoritma jaringan saraf tiruan. ELM diimplementasikan pada data berbentuk *time-series*. Algoritma ELM melalui beberapa tahapan yaitu normalisasi, pelatihan, pengujian, denormalisasi dan evaluasi [2].

Algoritma *Extreme Learning Machine* (ELM) dipilih dalam penelitiannya dikarenakan memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan algoritma SVR, yaitu memiliki kecepatan waktu yang lebih cepat. Selain itu hasil yang diperoleh dengan algoritma ELM mengungguli SVR dengan nilai *error* pada tahap pengujian ELM sebesar 0.0011 lebih rendah dibanding SVR. Nilai MAPE yang dihasilkan oleh algoritma ELM pun lebih baik jika dibandingkan dengan algoritma lainnya [2].

Hasil dari penelitian pada saat itu adalah nilai MAPE yang dihasilkan sebesar 1,012% dengan menggunakan aktivasi sigmoid, jumlah neuron sebanyak empat buah, data yang digunakan adalah data satu tahun terakhir dan data uji yang digunakan adalah data satu bulan terakhir. Dalam penelitian itu dikatakan apabila jumlah neuron yang digunakan berjumlah kurang dari empat buah maka model yang dibuat kemungkinan akan mengalami *underfitting*,

dan apabila neuron yang digunakan lebih dari sepuluh buah maka akan ada kemungkinan model mengalami *overfitting* [2].

Dengan naik-turunnya pergerakan saham menimbulkan ketidakpastian dalam pasar modal. Sebab itu prediksi yang akurat mengenai pergerakan saham sangat dibutuhkan. Hal lain yang dapat digunakan untuk pendekatan dalam memprediksi harga saham adalah *machine learning* yang merupakan cabang dari *artificial intelligence*. *Recurrent Neural Network* (RNN) merupakan algoritma *machine learning* yang cocok untuk memprediksi data dalam bentuk *time series*. Salah satu cabang RNN yakni *Long Short Term Memory* (LSTM) yang dapat mengekstrak informasi dari data histori. *Long Short Term Memory* (LSTM) diajukan oleh Sepp Hochreiter dan Jurgen Schmidhuber dan didesain untuk menghindari masalah *Long Term Dependency* yang ada pada RNN [6].

Salah satu penelitian yang dilakukan pada tahun 2019, menggunakan algoritma *Long Short Term Memory* (LSTM) sebagai dasar untuk memprediksi saham secara syaria'ah. Penelitian bersifat eksperimen dengan mengubah parameter epoch. Dalam penelitian, data diperoleh secara *crawling* data dari yahoo terkait saham pada periode 4 Maret 2014 sampai dengan 2 Januari 2019. Setelah pengumpulan data, dilakukan pengecekan data yang hilang. Jika terdapat data hilang, maka data tersebut akan dihilangkan. Pembuatan model menggunakan algoritma LSTM dimana data yang dilatih berjumlah 90% dari keseluruhan data dengan fungsi *activation linear*, *batch size 1*, *loss function mean square error*, dimensi *input 1*, dan dimensi *output 50*. Parameter epoch yang dilakukan variasi 1, 10 dan 20 epoch. Hasil dari penelitian menunjukkan *trend* prediksi saham dengan 20 epoch lebih mendekati saham aktual dibandingkan jumlah epoch 1 dan 10 dengan MSE sebesar 0.00019 dan RMSE sebesar 0.014. Peningkatan epoch menyebabkan waktu dalam proses komputasi semakin meningkat [6].

METHODS/PROCESS

Berdasarkan penjelasan pada bagian *introduction*, makalah ini bertujuan untuk mengkaji dan menilai secara rinci mengenai pemanfaatan *machine learning* yang merupakan cabang dari *artificial intelligence* dalam pergerakan harga saham. Untuk mencapai tujuan tersebut penulis akan menggunakan jurnal sebagai sumber literatur dan dasar dalam memperoleh informasi yang akurat. Dalam hal ini, penulis melakukan kajian terhadap beberapa jurnal untuk memperoleh poin-poin yang berhubungan dengan pergerakan harga saham seperti faktor-faktor yang mempengaruhi hingga hal-hal yang dapat menjadi solusi untuk memprediksi pergerakan harga saham di setiap perusahaan. **Pertama**, penulis mencari informasi mengenai risiko yang ada pada investasi saham dan menemukan beberapa risiko yang ternyata harus diperhatikan apabila ingin melakukan investasi pada sebuah perusahaan. Risiko-risiko tersebut antara lain risiko perusahaan dan risiko beta. Diantara kedua risiko tersebut risiko beta lah yang tidak dapat dihilangkan karena ukuran risiko ini adalah hubungan antara tingkat keuntungan suatu saham dengan pasar [3,7]. Dikarenakan adanya risiko-risiko ini, penulis berpendapat akan ada solusi yang bisa meminimalisir risiko ini. **Kedua** penulis mencari informasi mengenai teknologi informasi yang mungkin bisa meminimalisir risiko dalam berinvestasi. Penulis telah menemukan beberapa jurnal yang meneliti tentang *data mining* dan *machine learning* dalam penanganan risiko berinvestasi.

Jurnal penelitian yang penulis jadikan sebagai dasar adalah jurnal nasional. Dalam jurnal nasional tersebut terdapat beberapa teknik dan algoritma *data mining* dan *machine learning* diantaranya ada yang melakukan penelitian dengan teknik aturan asosiasi, regresi kemudian ada pula yang melakukan penelitiannya dengan lebih dari satu algoritma demi mendapatkan hasil yang akurat. Algoritma yang digunakan antara lain algoritma apriori, *support vector regression*, *firefly algorithm*, *extreme learning machine*, dan *long short term memory* [2-6].

Penulis berharap dengan kajian terhadap beberapa jurnal dapat penulis menarik kesimpulan algoritma manakah yang paling meminimalisir risiko berinvestasi sehingga kedepannya tidak ada lagi yang mengalami kerugian dalam berinvestasi.

RESULT AND DISCUSSION

Setelah membaca dan melakukan pengkajian terhadap beberapa jurnal, penulis mendapatkan beberapa hasil yang akan dijabarkan pada poin ini. Sebelum penulis menjabarkan hasil yang didapat, berikut adalah tabel yang berisi singkatan yang mungkin nanti akan sering digunakan dalam penjelasan. Tabel ini dilengkapi dengan kepanjangan dari masing-masing singkatan. Tujuan dari tabel ini adalah untuk mempermudah pembaca dalam memahami beberapa istilah yang penulis gunakan dan juga untuk mempermudah penulis dalam menjabarkan hasil kajian makalah yang ditulis.

Table 1. Daftar Singkatan

No	Singkatan	Kepanjangan dari
1	CAPM	<i>Capital Asset Pricing Model</i>
2	SVR	<i>Support Vector Regression</i>
3	SVM	<i>Support Vector Machine</i>
4	FA	<i>Firefly Algorithm</i>
5	ELM	<i>Extreme Learning Machine</i>
6	RNN	<i>Recurrent Neural Network</i>
7	LSTM	<i>Long Short Term Memory</i>
8	MAPE	<i>Mean Absolute Percentage Error</i>
9	MSE	<i>Mean Square Error</i>
10	RMSE	<i>Root Mean Square Error</i>

Berdasarkan hasil penelitian tahun 2008 variabel penting yang untuk menghitung imbalan hasil saham secara manual agar mencapai nilai maksimal dengan risiko-risiko yang ada antara lain mencakup beta saham dengan indikator selisih harga saham dan selisih IHSG dan tingkat imbal hasil saham dengan indikator CAPM. Pendekatan CAPM merupakan tingkat hasil yang diharapkan kembali atas jumlah saham yang ditanamkan investor dengan menghitung tingkat bunga bebas risiko, tingkat pengembalian portofolio pasar dan koefisien beta perusahaan. Tingkat imbal hasil sekurang-kurangnya sama dengan tingkat suku bunga bebas risiko (R_f) ditambah premi risiko yang cocok untuk tingkat risiko sistematis yang diasosiasikan dengan sekuritas tertentu, dimana hasil perhitungan rata-rata tingkat suku bunga bebas risiko (R_f) mencapai 12% [3].

Nama Perusahaan	Standar	Mean	Koefisien Korelasi	Beta Saham
	Deviasi			
IHSG	0.0132			
INDF	0.2576	0.0151	0.0189	0.3685
HMSF)	0.0129	0.0004	-0.0443	-0.0431
GGRM	0.0182	-0.0004	-0.0045	-0.0061
UNVR	0.0189	0.002	0.0299	0.0427
GDYR	0.0208	-0.0006	-0.0567	-0.0892

Gambar 1. Contoh Hasil Pengolahan Data Beta Saham pada Jurnal Tahun 2008

Kode Emiten	R_m	R_f	Beta	$R_m - R_f$	R_e
INDF	29.394%	12.000%	0.368	17.394%	18.409%
HMSF	29.394%	12.000%	-0.043	17.394%	11.250%
GGRM	29.394%	12.000%	-0.006	17.394%	11.894%
UNVR	29.394%	12.000%	0.043	17.394%	12.743%
GDYR	29.394%	12.000%	-0.089	17.394%	10.449%

Gambar 2. Contoh Hasil Pengolahan Data Imbal Hasil pada Jurnal Tahun 2008

Di tahun 2009 pergerakan harga saham dihitung dan diuji dengan aturan asosiasi dimana algoritma yang digunakan adalah algoritma apriori. Berikut persamaan dari aturan asosiasi yang digunakan apabila aturan dimisalkan $R : X \Rightarrow Y$:

$$\text{Support}(X \Rightarrow Y) = \text{support}(\{X\} \cup \{Y\})$$

$$\text{Confidence}(X \Rightarrow Y) = \frac{\text{support}(\{X\} \cup \{Y\})}{\text{support}(\{X\})}$$

Sebuah aturan terdiri dari minimal dua bagian, yakni kondisi dan hasil dan disajikan dalam pernyataan “Jika **kondisi** maka **hasil**” atau “*if condition then result*”.

```

Ck: Candidate itemset of size k
Lk : frequent itemset of size k

L1 = {frequent items};
for (k = 1; Lk != ∅; k++)
do begin
    Ck+1 = candidates generated from Lk;
    for each transaction t in database do
        increment the count of all candidates in Ck+1 that are contained
        in t
    Lk+1 = candidates in Ck+1 with min_support
end
return ∪k Lk;

```

Gambar 3. Algoritma Apriori

Parameter yang digunakan dalam penelitiannya antara lain batas bawah *support* dengan nilai 0.2, batas atas *support* dengan nilai 1, *confidence* dengan nilai 0.7 dan terdapat 10 aturan di dalamnya. Dengan frekuensi *itemset* diatas, terbentuklah aturan asosiasi yang memenuhi nilai *confidence* minimal yakni 0.7 sebanyak 5 aturan asosiasi. Hasil dari aturan asosiasi dapat digunakan untuk beberapa hal sebagai berikut: a) menilai baik tidaknya saham pada periode tertentu baik dari sudut investor ataupun perusahaan, b) mempertimbangkan pembelian saham dengan tingkat risiko yang rendah tetapi memiliki *return* yang tinggi dan nilai peningkatan pada *abnormal return* bagi investor, c) memutuskan untuk tidak membeli saham apabila tingkat risiko tinggi namun *return* cenderung turun, d) meningkatkan volume penjualan saham pada periode tertentu bagi suatu perusahaan ketika harga permintaan lebih tinggi dari pada harga penawaran, e) mengobrol sahamnya jika volume penawaran suatu perusahaan lebih tinggi daripada volume permintaan dan biasanya harga penawaran lebih rendah daripada harga penawaran serta memiliki *return* yang cenderung turun [4].

No	Aturan	Conf
1	(SUBINDNAMA) farmasi, (NHARI) Selasa, (RETH) ~ (3) maka (BETAMENHST) - (3)	1
2	(SUBINDNAMA) farmasi, (NHARI) Selasa, (BETAMENHST) - (4) maka (RETH) ~ (3)	0,75
3	(SUBINDNAMA) farmasi, (NHARI) Selasa (4) maka (RETH) ~, (BETAMENHST) - (3)	0,75
4	(NHARI) Selasa, (RETH) ~, (BETAMENHST) - (4) maka (SUBINDNAMA) farmasi (3)	0,75

Gambar 4. Contoh Hasil Aturan Asosiasi pada Jurnal Tahun 2009

Penelitian yang menggunakan algoritma SVR dan FA dilakukan pada tahun 2015 menggunakan lima skenario untuk proses FA yang berkolerasi satu dengan proses SVR. Skenario FA yang digunakan antara lain: a) analisis parameter populasi, b) analisis parameter generasi, c) analisis paramter alpha, d) analisis parameter gamma, dan e) analisis pengaruh konstanta m. Dengan jumlah populasi sebanyak 20 perusahaan yang dijadikan *sample* terdapat 100 jumlah generasi dengan nilali alpha 0.1, nilai gamma 0.5 dan konstanta m 1. Kemudian nilai-nilai parameter tersebut diinputkan ke dalam FA dan mendapatkan paramter

SVR dengan nilai C sebesar 95.5116 dan epsilon 0.0168. Nilai konstanta alpha, gamma, dan konstanta m sangat menentukan pergerakan FA menuju hasil terbaik. Banyaknya jumlah gen juga mempengaruhi performansi FA. Jumlah gen berbanding lurus dengan nilai error dan nilai akurasi akan menurun [5].



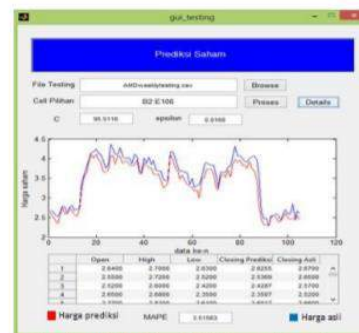
Gambar 4.2 Hasil prediksi dengan data saham IBM harian



Gambar 4.5 Hasil prediksi dengan data saham AMD harian



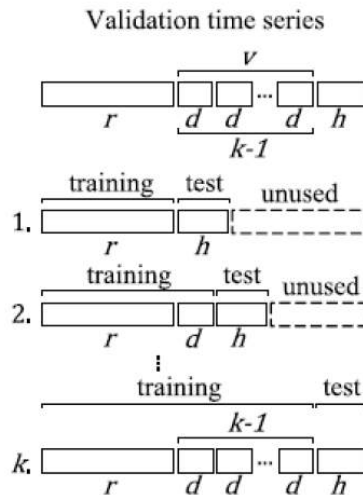
Gambar 4.3 Hasil prediksi dengan data saham IBM mingguan



Gambar 4.6 Hasil prediksi dengan data saham AMD mingguan

Gambar 5. Contoh Hasil Prediksi Saham Harian dan Mingguan dengan Algoritma SVR pada Jurnal Tahun2015

Algoritma ELM melalui beberapa tahapan yaitu normalisasi, pelatihan, pengujian, denormalisasi dan evaluasi. Normalisasi dikerjakan dengan persamaan: $Z = \frac{x_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$. Kemudian dilanjutkan dengan tahap pelatihan diantaranya: a) Membangkitkan nilai bobot input W dan bias, b) Menghitung matriks inialisasi dengan persamaan $H_{init} = (X * W^T) + b$, c) Mengaktifasi matriks inialisasi dengan persamaan $H = 1/(1 + \exp(-H_{init}))$, d) Menghitung matriks *moore-penrose generalized linverse* dengan persamaan $H^+ = (H^T * H)^{-1} * H^T$, e) Menghitung nilai β dengan persamaan $\beta = H^+ * Y$. Setelah itu tahap pengujian dengan persamaan sebagai berikut: $Y_{pred} = \beta * H$. Dilanjut dengan denormalisasi dan evaluasi. Persamaan yang digunakan untuk denormalisasi adalah: $D = (\max - \min) + \min$ dan persamaan yang digunakan untuk evaluasi adalah: $MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|Y - Y_{pred}|}{Y}$. Pengujian dan analisis dengan metode ELM pada tahun 2018 menggunakan empat tahap pengujian, diantaranya: a) pengujian fungsi aktivasi, b) pengujian kombinasi jumlah *neuron* dan variasi jumlah data, c) pengujian dengan data ujia yang sama pada setiap skenario, d) *cross validation* dan data *time series*.



Gambar 6. Cross validation pada data time-series

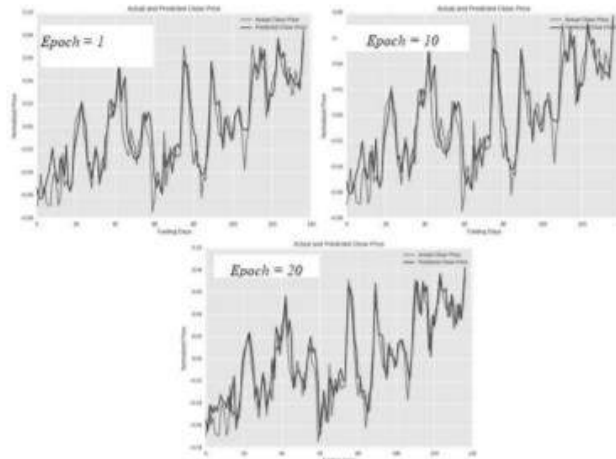
Pada pengujian fungsi aktivasi, pengujian yang digunakan adalah pengujian aktivasi sigmoid. Fungsi ini adalah yang terbaik untuk digunakan pada permasalahan regresi karena performa fungsi aktivasi sigmoid mengungguli performa aktivasi sin dan tan. Hasil rata-rata MAPE dari fungsi aktivasi sigmoid hanya memiliki selisih sebesar 0.036% dengan fungsi aktivasi sin dan 0.042 dengan fungsi aktivasi tan. Kemudian pada pengujian kombinasi jumlah neuron dan variasi jumlah data menghasilkan bahwa penggunaan neuron yang lebih sedikit atau lebih banyak tidak berarti akan menghasilkan performa yang lebih baik. Selanjutnya dilakukan pengujian dengan data uji yang sama pada setiap skenario untuk mengetahui data latih seperti apa yang menghasilkan rata-rata MAPE. Dari pengujian itu disimpulkan bahwa semakin sedikit data latih maka semakin kecil rata-rata MAPE yang diperoleh. Terakhir, *cross validation* yang digunakan untuk menilai performa model ELM yang sudah dibuat. Hasil yang dicapai dari *cross validation* adalah performa model ELM dalam satu tahun terakhir tidak menunjukkan adanya tanda-tanda *underfitting* maupun *overfitting*. Rata-rata nilai MAPE dari *cross validation* ini sebesar 1,128% [2].

<i>Fold train</i>	<i>Fold test</i>	Rata-rata MAPE
1	2	1,014%
1-2	3	1,174%
1-3	4	1,356%
1-4	5	1,556%
1-5	6	1,346%
1-6	7	1,348%
1-7	8	0,834%
1-8	9	0,586%
1-9	10	0,992%
1-10	11	1,096%
1-11	12	1,116%

Gambar 7. Contoh Hasil cross validation pada Jurnal Tahun 2018

Penelitian pergerakan harga saham dengan algoritma LSTM yang dilakukan pada tahun 2019 dapat menunjukkan apakah saham tersebut mengalami *trend* positif atau negatif. Dalam penelitiannya nilai epoch sangat mempengaruhi nilai MSE dan RMSE, semakin tinggi nilai epoch maka semakin rendah nilai MSE dan RMSE. Namun penurunan yang dialami nilai MSE dan RMSE tidak terlalu signifikan terhadap peningkatan jumlah epoch. Hasil penelitian pada jurnal ini berdasarkan studi kasus yang digunakan, model prediksi dengan algoritma LSTM untuk nilai epoch 20 lebih baik dibandingkan dengan nilai epoch 1 dan 10. Peningkatan epoch menyebabkan waktu dalam proses komputasi semakin meningkat [6].

Epoch	MSE	RMSE
1	0.0002437129742108897	0.0156113091767
10	0.00022143438878010187	0.0148806716508
20	0.00019014904582430214	0.0137894541525



Gambar 8. Contoh perbandingan Prediksi dan Aktual Saham pada Jurnal Tahun 2019

CONCLUSIONS

Berdasarkan hasil dari beberapa jurnal yang menjadi referensi bagi penulis yang kemudian jurnal tersebut dikaji secara menyeluruh, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Setiap jenis investasi memiliki risiko yang berbeda, seperti halnya saham yang diinvestasikan dapat menurun atau hilang seluruhnya.
2. Terdapat dua jenis risiko yang harus dihadapi investor dalam berinvestasi, yaitu *unsystematic risk* dimana risiko ini dapat dihilangkan dengan cara diversifikasi dan *systematic risk* dimana risiko ini tidak dapat dihilangkan hanya dengan cara diversifikasi.
3. *Machine Learning* dan *data mining* dapat digunakan untuk memprediksi pergerakan harga saham sehingga dapat meminimalisir risiko yang akan dialami oleh investor dalam berinvestasi.
4. Beberapa metode dan algoritma *machine learning* yang dapat digunakan antara lain algoritma *apriori*, *support vector regression*, *firefly algorithm*, *extreme learning machine*, *long short term memory*.
5. Pada setiap penelitian yang dikaji oleh penulis menunjukkan perkembangan terhadap hasil dengan berdasarkan dengan algoritma yang digunakan. Terbukti pada jurnal penelitian tahun 2018 yang dikaji oleh penulis, dimana penelitian yang dilakukan menggunakan algoritma *extreme learning machine* (ELM) dapat mengungguli algoritma *support vector regression* (SVR) dengan nilai *error* sebesar 0.0011 lebih rendah.
6. Pada jurnal terakhir yang dikaji oleh penulis (jurnal penelitian tahun 2019) menghasilkan bahwa dengan algoritma *long short term memory* (LSTM) dapat menunjukkan apakah suatu saham mengalami trend positif atau trend negatif.

AKNOWLEDGEMENT

Pada akhirnya penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Dr. TASWANDA TARYO M.Sc. selaku dosen matakuliah *Artificial Intelligence* yang telah membimbing serta memberikan arahan untuk penulis dalam pembuatan makalah kajian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada kedua orangtua penulis yang telah memberikan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan makalah kajian ini, dan juga penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman kelas 02MKMM001 yang juga telah menjadi teman diskusi bagi penulis. Tak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada para peneliti yang telah menjadi inspirasi sehingga karyanya penulis jadikan sebagai bahan studi literatur dan sumber acuan.

REFERENCE

- [1] O. Kaya, "Artificial Intelligence in Banking," *Deutsche Bank Research*, pp. 1-9, 2019.
- [2] M. I. Pratama, P. P. Adikara and S. Adinugroho, "Peramalan Harga Saham Menggunakan Metode Extreme Learning Machine (ELM) Studi Kasus Bank Mandiri," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. II, no. 11, pp. 5009-5014, 2018.
- [3] Y. Nurjanah and S. I. Rosita, "Pengaruh Pertumbuhan Premi Pasar Terhadap Tingkat Imbal Hasil Saham," *Jurnal Ilmiah Kesatuan*, vol. X, no. 2, pp. 81-86, 2008.
- [4] Azhari and Ansori, "Pendekatan Aturan Asosiasi untuk Menganalisis Pergerakan Saham," *Seminar Nasional Informatika 2009 (semnasIF 2009)*, pp. 183-189, 2009.
- [5] Alfredo, Jondri and R. Rismala, "Prediksi Harga Saham Menggunakan Support Vector Regression dan Firefly Algorithm," *e-Proceeding of Engineering*, vol. II, no. 2, pp. 6217-6231, 2015.
- [6] A. Fauzi, "Forecasting Saham Syariah dengan Menggunakan LSTM," *Jurnal Lembaga Keuangan dan Perbankan*, vol. IV, no. 1, pp. 65-69, 2019.
- [7] M. Artaya, I. B. A. Purbawangsa and L. G. S. Artini, "Pengaruh Faktor Ekonomi Makro, Risiko Investasi dan Kinerja Keuangan Terhadap Return Saham Perusahaan di Bursa Efek Indonesia (BEI)," *E-Jurnal Ekonomi dan Bisnis Universitas Udayana*, vol. III, no. 12, pp. 689-701, 2014.