

ALGORITMA LEARNING VECTOR QUANTIZATION DAN FUZZY K-NN UNTUK PREDIKSI SAHAM BERDASARKAN PESAING

¹Risma Rahmalia Fitriani, ²Ernastuti, ³Ericks Rachmat Swedia

¹Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma, ^{2,3}Fakultas Ilmu Komputer Universitas Gunadarma

Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424, Jawa Barat

¹risma@staff.gunadarma.ac.id, ²ernas@staff.gunadarma.ac.id, ³ericks_rs@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Prediksi saham adalah hal yang sangat berpengaruh bagi seorang investor. Investor akan mampu menemukan saham yang tepat dan waktu yang tepat untuk membeli atau menjual dengan melakukan prediksi saham. Prediksi yang akurat dapat membantu investor untuk mendapatkan keuntungan yang besar. Keuntungan yang besar sebanding dengan resiko besar yang terkait dengan hal tersebut dan ada kesempatan yang sama dalam kehilangan uang. Keuntungan yang besar serta resiko kehilangan yang besar, menyebabkan para investor dituntut untuk bisa melakukan berbagai analisa untuk mengukur nilai saham. Pada penelitian ini dilakukan prediksi fluktuasi harga saham berdasarkan fluktuasi harga saham perusahaan pesaing dengan menggunakan algoritma Learning Vector Quantization (LVQ) dan Fuzzy K-Nearest Neighbours. Data saham yang diprediksi adalah saham perusahaan Apple, berdasarkan fluktuasi harga saham perusahaan IBM, Cisco, Fujitsu, Hewlett-Package, dan Ericsson dengan waktu dari tanggal 4 Januari 2000 sampai dengan tanggal 31 Agustus 2015. Pengujian dilakukan dari tanggal 1 September sampai 30 September 2015. Data yang diperoleh dari situs resmi <http://finance.yahoo.com> yang memuat data harga saham dari waktu ke waktu. Hasil prediksi fluktuasi harga saham perusahaan Apple terhadap empat saham perusahaan pesaing lainnya memiliki persentase prediksi benar dengan nilai terendah yaitu 47.62% untuk algoritma Learning Vector Quantization (LVQ) dan nilai tertinggi yaitu 61.90% untuk algoritma Fuzzy KNN.

Kata Kunci: Fuzzy KNN, Learning Vector Quantization, prediksi saham

Abstract

Stock prediction is a very influential thing for an investor. Investors will be able to find the right stock and the right time to buy or sell by making stock predictions. Accurate predictions can help investors to get big profits. Big profits are comparable to the big risks and there is an equal opportunity to lose money. Large profits and a large risk of loss cause investors to be able to carry out various analyzes to measure the value of stock. In this study, predictions of stock price fluctuations based on fluctuations in stock prices of competing companies using Learning Vector Quantization (LVQ) and Fuzzy K-Nearest Neighbors algorithms. The predicted stock data is the Apple company's shares based on fluctuations in the stock prices of IBM, Cisco, Fujitsu, Hewlett-Package, and Ericsson with the time from January 4, 2000 to August 31, 2015. Tests are conducted from September 1 to September 30 2015. Data obtained from the official website <http://finance.yahoo.com> which contains stock price data from time to time. The prediction of Apple company stock price fluctuations against four other competing companies' stocks has the correct percentage prediction with the lowest value of 47.62% for the Learning Vector Quantization (LVQ) algorithm and the highest value of 61.90% for the Fuzzy KNN algorithm.

Keywords: Fuzzy KNN, Learning Vector Quantization, Stock Prediction

PENDAHULUAN

Investasi pada hakikatnya merupakan penempatan sejumlah dana pada saat ini dengan harapan untuk memperoleh keuntungan dimasa mendatang [1]. Salah satu alokasi dana oleh masyarakat adalah pembelian saham yang dijual di pasar modal. Saham adalah tanda bukti penyertaan kepemilikan modal atau dana pada suatu perusahaan. Saham juga dapat diartikan sebagai kertas yang tercantum dengan jelas nilai nominal, nama perusahaan dan diikuti dengan hak dan kewajiban yang dijelaskan kepada setiap pemegangnya [2]. Saham mengandung resiko. Fluktuasi harga saham dapat naik, tetap, bisa juga turun, dan bahkan bisa barang yang tidak ada harganya sama sekali apabila perusahaan emiten ternyata bangkrut.

Pasar saham telah membuat orang memperoleh keuntungan yang besar, namun ada resiko besar yang terkait dengan hal tersebut dan ada kesempatan yang sama dalam kehilangan uang. Akibatnya para investor dituntut untuk bisa melakukan berbagai analisa untuk mengukur nilai saham, salah satunya yaitu analisa teknikal. Hal ini merupakan salah satu masalah yang menantang untuk memprediksi tren pasar saham dengan tepat. Masalah ini telah menarik perhatian banyak peneliti dalam bidang matematika, teknik, dan keuangan. Data saham perusahaan menjadi lebih mudah tersedia untuk orang lain karena akses informasi yang lebih mudah di internet.

Analisis teknikal merupakan analisis pasar atau sekuritas yang memusatkan perhatian pada indeks harga, harga saham atau statistik pasar lainnya dalam menemukan pola yang mungkin dapat memprediksikan harga dari model gambaran yang dibuat [3]. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi suatu tren atau pola yang berulang dari pergerakan harga saham dan kemudian dieksploitasi untuk mendapatkan keuntungan. Para analis teknikal juga percaya bahwa proses perubahan harga saham yang disebabkan oleh adanya suatu informasi yang baru di pasar akan cenderung mengikuti suatu tren tertentu.

Penelitian untuk masalah prediksi saham telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu. Penelitian yang dilakukan oleh Ahmad menjelaskan algoritma *machine learning* dan *data mining* untuk prediksi saham [4]. Analisa prediksi saham menggunakan ANFIS telah dilakukan oleh Agrawal, Jindal, dan Pillai [5]. Penelitian yang dilakukan oleh Liu dan Ma menganalisa prediksi saham menggunakan BP-NN [6]. Alkhatib, Najadat, Hmeidi, dan Shatnawi membahas mengenai analisa prediksi saham perusahaan menggunakan algoritma KNN dan *non linier regression* [7].

Data sangat diperlukan untuk melakukan prediksi saham. Data saham yang diperlukan adalah data yang sesuai dengan metode yang digunakan. Data yang umumnya digunakan untuk implementasi penelitian diatas hanya menggunakan data saham perusahaan yang akan

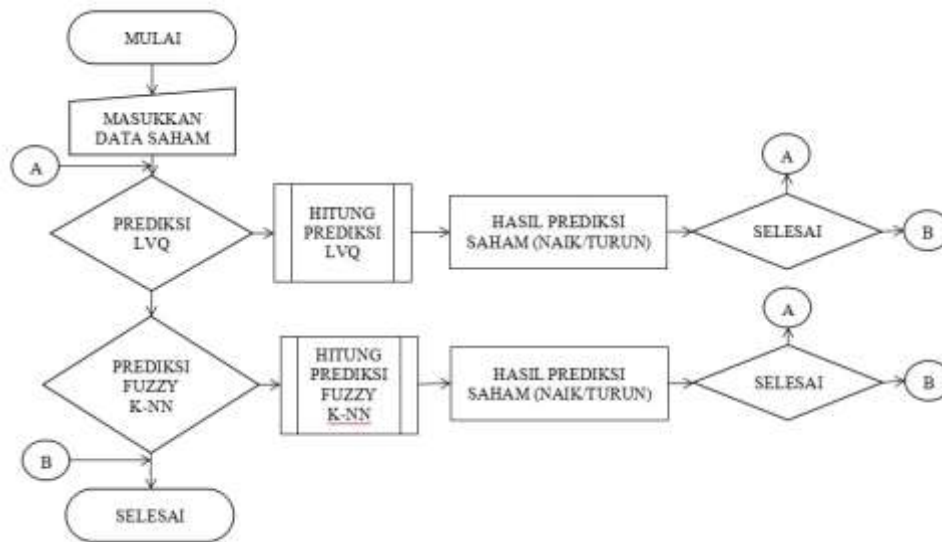
diuji. Penggunaan data saham pesaing sebagai acuan untuk prediksi saham perusahaan, untuk saat ini belum pernah dilakukan.

Penelitian ini akan mengimplementasikan algoritma *Learning Vector Quantization* (LVQ) dan *Fuzzy K-Nearest Neighbours* untuk memprediksi fluktuasi saham berdasarkan harga fluktuasi saham perusahaan pesaing. Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data saham 5 perusahaan dari 10 perusahaan perangkat keras dengan pendapatan terbesar sesuai dengan hasil survei Yahoo Finance, Canada. Perusahaan yang dijadikan sampel yaitu IBM, Apple, Cisco, Fujitsu, Hewlett-Package, dan Ericsson dengan periode 4 Januari 2000 sampai dengan 31 Agustus 2015. Data yang diperoleh dari situs

resmi <http://finance.yahoo.com> yang memuat data harga saham dari waktu ke waktu.

METODE PENELITIAN

Secara umum, penelitian ini terdiri dari 2 tahapan prediksi algoritma. Tahap pertama yaitu tahap prediksi saham menggunakan algoritma *Learning Vector Quantization*. Tahap kedua yaitu prediksi saham menggunakan algoritma *Fuzzy K-Nearest Neighbours*. Pada tahap terakhir ini perlu adanya bobot(K) yang dimasukkan untuk menentukan prediksi saham. Diagram alur pada Gambar 1 menjelaskan tentang alur kerja dari program yang dibuat untuk pengujian dari penelitian ini.



Gambar 1. Diagram Alur

Penelitian diawali dengan menginput data saham ke dalam program, kemudian program akan menampilkan data saham yang telah diklasifikasikan menjadi dua kelas yaitu naik

dan turun. Setelah itu *user* harus memasukkan K yang berfungsi untuk menentukan banyaknya tetangga terdekat yang digunakan dan memasukkan *price open* untuk masing-masing

perusahaan dan memasukkan waktu dari saham yang akan di prediksi. Kemudian *user* dapat memilih perusahaan mana yang akan diprediksi berdasarkan perusahaan lain. Di dalam program untuk memprediksi harga saham terdapat dua algoritma sebagai pembanding yaitu *Learning Vector Quantization* dan *Fuzzy KNN*. *User* dapat memilih kedua algoritma tersebut mana yang terlebih dahulu untuk diuji. Pada prediksi menggunakan algoritma *Fuzzy KNN*, program akan menghitung fungsi keanggotaan tiap kelas sehingga didapatkan hasil nilai untuk masing-masing kelas. Selanjutnya dari hasil nilai kelas tersebut, program akan memilih nilai kelas terbesar yang kemudian dijadikan sebagai hasil prediksi untuk algoritma *Fuzzy KNN*. Algoritma *Learning Vector Quantization* digunakan pada *supervised learning* untuk mengklasifikasikan vektor-vektor *input*. Kelas yang dihasilkan berdasarkan jarak vektor tersebut. Hasil prediksi yang ditampilkan dalam program dari kedua algoritma tersebut berupa fluktuasi saham yaitu naik atau turun. Kemudian jika *user* ingin kembali menguji prediksi saham perusahaan lain dengan data yang sama, maka *user* dapat memasukkan *K* dan *price open*.

Algoritma Fuzzy KNN dan Learning Vector Quantization

Prediksi saham pada penelitian ini menggunakan algoritma *Learning Vector Quantization* dan *Fuzzy K-Nearest Neighbors* (*Fuzzy KNN*). Langkah-langkah yang dilakukan

yaitu *input* data saham, nilai bobot pangkat (*m*), nilai *K*, dan *price open*. Setelah itu program akan menghitung dan mendapatkan hasil prediksi untuk kedua algoritma tersebut.

Proses memasukkan data pada penelitian ini adalah untuk memasukkan data *open price* untuk setiap perusahaan sesuai dengan waktu yang ditentukan dalam proses prediksi saham. Data yang dimasukkan berupa data angka. Pada aplikasi, setelah dimasukkan data harga, kemudian akan ditampilkan data fluktuasi saham berdasarkan *last price* dari masing-masing perusahaan. Kemudian data yang muncul akan diklasifikasikan dengan klasifikasi naik atau turun berdasarkan harga *open*. Jika data saham menyatakan harga *open* lebih besar dari harga *close*, maka data diklasifikasikan ke dalam kelas naik. Jika data saham menyatakan harga *open* lebih kecil dari harga *close*, maka data diklasifikasikan ke dalam kelas turun.

Pada penelitian ini terdapat pilihan untuk memasukkan perusahaan yang akan diprediksi berdasarkan harga saham perusahaan pesaing. Untuk kolom *K* (tetangga terdekat) dimasukkan untuk proses perhitungan prediksi saham menggunakan algoritma *Fuzzy K-Nearest Neighbours*. Selanjutnya program akan mengambil data saham sebuah perusahaan dari komputer.

Learning Vector Quantization

Learning Vector Quantization (LVQ) digunakan pada *supervised learning* untuk

mengklasifikasikan vektor-vektor *input*. Kelas yang dihasilkan berdasarkan jarak vektor tersebut. Jika ada dua vektor memiliki jarak yang cukup dekat atau mendekati sama maka kedua vektor tersebut dikelompokkan ke dalam kelas yang sama [8].

Algoritma *Learning Vector Quantization* sebagai berikut: Untuk setiap vektor *input* x masukan dilakukan tahap-tahap berikut: (1) Kompetisi. Nilai $D(w_j, x_n)$ dikalkulasi dari skor fungsi untuk setiap *node output* j . Sebagai contoh, untuk jarak Euclidean, $D(w_j, x_n) = \sqrt{\sum_i (w_{ij} - x_{ni})^2}$. Lalu menentukan *node* j yang meminimalkan $D(w_j, x_n)$ atas semua *node output*. (2) Kooperasi. Identifikasi semua *node output* j dalam lingkungan J didefinisikan oleh lingkungan dengan ukuran R . Untuk *node* ini dilakukan hal berikut untuk semua bidang *record input*: Adaptasi. Penyesuaian bobot dengan menggunakan Persamaan (1).

$$W_{ij,new} = W_{ij,current} + \eta(x_{ni} - W_{ij,current})$$

(1). (3) Tingkat pembelajaran dan ukuran lingkungan disesuaikan sesuai kebutuhan. (4) Berhenti ketika kriteria terminasi terpenuhi.

Proses pelatihan jaringan *Learning Vector Quantization* diawali dengan penetapan awal nilai-nilai acak yang sangat kecil pada vektor-vektor bobot w yang terdapat pada unit-unit lapis kompetitif. Vektor bobot yang menyatakan

hubungan dari unit *input* ke sebuah unit I di lapis kompetitif dinotasikan seperti pada Persamaan (2).

$$w = w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{ip}, i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Setiap pola *input* pada *Learning Vector Quantization* dinyatakan sebagai suatu vektor *input* x . Langkah selanjutnya adalah menghitung *matching value* untuk setiap unit pada lapisan kompetitif terhadap nilai pola *input* menggunakan *Euclidean norm*.

Fuzzy K-Nearest Neighbour

Proses prediksi pada *Fuzzy KNN* yaitu menghitung fungsi keanggotaan pada tiap kelas. Setiap data diklasifikasikan ke dalam tiga kelas yaitu tetap, naik dan turun. Persamaan (3) merupakan rumus yang digunakan pada *Fuzzy KNN* [9].

$$U(X, C_i) = \frac{\sum_{k=1}^k U(X_k, C_i) * d(X, X_k)^{\frac{-2}{m-1}}}{d(X, X_k)^{\frac{-2}{m-1}}} \quad (3)$$

Perhitungan *Fuzzy KNN* yaitu menghitung nilai fungsi keanggotaan kelas yang dimulai dengan menjumlahkan seluruh hasil (subtotal) perkalian antara derajat keanggotaan kelas $U(X_k, C_i)$ dengan bobot jarak. Nilai hasil tersebut dibagi dengan seluruh hasil (subtotal) bobot jarak. Banyaknya data yang dihitung tergantung dengan *input* K (jumlah tetangga terdekat).

Nilai derajat keanggotaan akan dihitung setiap kelasnya berdasarkan klasifikasi data saham yaitu naik dan turun. Jika data termasuk

dalam anggota kelas, maka fungsi keanggotaan bernilai 1 dan jika data bukan termasuk anggota kelas, maka fungsi keanggotaan bernilai 0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian prediksi harga penutupan saham pada program dilakukan terhadap data saham Apple terhadap empat data perusahaan lainnya. Data saham diuji menggunakan algoritma *Learning Vector Quantization* dan *Fuzzy KNN*.

Nilai K yang digunakan adalah 100. Data yang diuji dimulai dari tanggal 1 September 2015 sampai dengan tanggal 30 September 2015. Data saham yang diuji diperoleh dari sumber *website* <http://finance.yahoo.com>.

Tujuan analisa ini adalah melihat seberapa banyak jumlah prediksi yang benar dalam memprediksi kenaikan dan penurunan saham dengan melihat pengaruhnya terhadap saham perusahaan lain menggunakan algoritma *Learning Vector Quantization* dan *Fuzzy KNN*.

Tabel 1. Uji Coba Algoritma LVQ

Tanggal	FLUKTUASI				LVQ	Fluktuasi Aktual	Keterangan
	CISCO	FUJITSU	HP	ERICSSON			
01-09-2015	Turun	Turun	Turun	Turun	Turun	Turun	Sesuai
02-09-2015	Naik	Naik	Naik	Naik	Naik	Naik	Sesuai
03-09-2015	Naik	Naik	Naik	Naik	Naik	Turun	Tidak Sesuai
04-09-2015	Turun	Turun	Turun	Turun	Turun	Naik	Tidak Sesuai
08-09-2015	Naik	Naik	Naik	Naik	Naik	Naik	Sesuai
09-09-2015	Naik	Turun	Naik	Naik	Naik	Turun	Tidak Sesuai
10-09-2015	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Tidak Sesuai
11-09-2015	Turun	Turun	Turun	Naik	Turun	Naik	Tidak Sesuai
14-09-2015	Naik	Naik	Naik	Turun	Naik	Turun	Tidak Sesuai
15-09-2015	Turun	Naik	Turun	Turun	Turun	Naik	Tidak Sesuai
16-09-2015	Naik	Naik	Naik	Naik	Naik	Naik	Sesuai
17-09-2015	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Turun	Tidak Sesuai
18-09-2015	Turun	Turun	Turun	Turun	Turun	Naik	Tidak Sesuai
21-09-2015	Turun	Naik	Turun	Turun	Turun	Naik	Tidak Sesuai
22-09-2015	Turun	Turun	Turun	Turun	Turun	Naik	Tidak Sesuai
23-09-2015	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Naik	Sesuai
24-09-2015	Turun	Turun	Turun	Naik	Turun	Naik	Tidak Sesuai
25-09-2015	Naik	Naik	Naik	Naik	Naik	Naik	Sesuai
28-09-2015	Turun	Turun	Turun	Turun	Turun	Turun	Sesuai
29-09-2015	Turun	Turun	Turun	Naik	Turun	Turun	Sesuai
30-09-2015	Naik	Turun	Naik	Naik	Naik	Naik	Sesuai

Pada Tabel 1, terdapat empat kolom fluktuasi saham perusahaan pesaing yang merupakan *input* pada algoritma *Learning*

Vector Quantization. Kolom “Fluktuasi (Aktual)” merupakan perbandingan harga pembukaan dengan harga penutupan saham

yang sebenarnya terjadi, sedangkan pada kolom “LVQ” merupakan hasil perhitungan prediksi dari algoritma *Learning Vector Quantization*. Jika data pada kolom Fluktuasi (Aktual) dengan kolom LVQ menyatakan fluktuasi yang sama, maka prediksi tersebut dianggap sesuai.

Tabel 2. Uji Coba Algoritma Fuzzy KNN

Tanggal	OPEN PRICE				Fuzzy KNN	Fluktuasi Aktual	Keterangan
	CISCO	FUJITSU	HP	ERICSSON			
01-09-2015	25.22	23.60	27.39	9.57	Naik	Turun	Tidak Sesuai
02-09-2015	25.59	23.82	28.15	9.6	Naik	Naik	Sesuai
03-09-2015	25.88	24.2	28.1	9.81	Naik	Turun	Tidak Sesuai
04-09-2015	25.42	23.46	27.42	9.61	Turun	Naik	Tidak Sesuai
08-09-2015	25.98	23.82	27.43	9.79	Naik	Naik	Sesuai
09-09-2015	26.5	23.84	27.89	10.01	Naik	Turun	Tidak Sesuai
10-09-2015	25.9	23.94	27.2	9.76	Naik	Naik	Sesuai
11-09-2015	26	23.55	27.18	9.87	Naik	Naik	Sesuai
14-09-2015	26.15	24.25	27.19	9.79	Naik	Turun	Tidak Sesuai
15-09-2015	25.56	24.28	26.96	9.66	Naik	Naik	Sesuai
16-09-2015	26.07	24.57	27.75	9.74	Naik	Naik	Sesuai
17-09-2015	25.96	24.96	27.78	9.77	Naik	Turun	Tidak Sesuai
18-09-2015	25.57	24.20	27.5	9.64	Naik	Naik	Sesuai
21-09-2015	25.45	24.35	26.18	9.45	Naik	Naik	Sesuai
22-09-2015	25.06	23.84	25.89	9.37	Naik	Naik	Sesuai
23-09-2015	25.22	23.9	25.65	9.35	Naik	Naik	Sesuai
24-09-2015	25.09	23.25	25.18	9.36	Naik	Naik	Sesuai
25-09-2015	25.81	24.15	25.41	9.63	Naik	Naik	Sesuai
28-09-2015	25.83	22.75	24.49	9.36	Naik	Turun	Tidak Sesuai
29-09-2015	25.64	21.78	24.48	9.34	Turun	Turun	Tidak Sesuai
30-09-2015	26	21.69	25.07	9.75	Turun	Naik	Tidak Sesuai

Pada Tabel 2, terdapat empat kolom *open price* saham perusahaan pesaing yang merupakan *input* pada algoritma *Fuzzy K-Nearest Neighbours*. Kolom “Fluktuasi (Aktual)” merupakan perbandingan harga pembukaan dengan harga penutupan saham yang sebenarnya terjadi, sedangkan pada kolom “Fuzzy KNN” merupakan hasil perhitungan prediksi dari algoritma *Fuzzy K-Nearest Neighbours*. Jika data pada kolom fluktuasi (Aktual) dengan kolom *Fuzzy KNN* menyatakan fluktuasi yang sama, maka prediksi tersebut dianggap sesuai.

Persamaan (4) merupakan perhitungan persentase hasil prediksi yang benar untuk masing-masing algoritma.

$$\text{Persentase Benar (\%)} = \frac{\text{Jumlah data benar}}{\text{Jumlah data keseluruhan}} \times 100\% \quad (4)$$

Tabel 3. Persentase Prediksi Benar

Saham yang diprediksi	Algoritma	% Prediksi Benar
Apple	<i>Learning Vector Quantization</i>	$\frac{10}{21} \times 100\% = 47.62$
Apple	<i>Fuzzy KNN</i>	$\frac{13}{21} \times 100\% = 61.90$

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa untuk prediksi perusahaan Apple terhadap empat saham perusahaan lainnya memiliki persentase prediksi benar yaitu 47.62% untuk algoritma *Learning Vector Quantization*, dan 61.90% untuk algoritma *Fuzzy KNN*. Berdasarkan jumlah perbandingan persentase prediksi benar pada setiap algoritma yang digunakan, maka algoritma yang terbaik digunakan dalam pengujian ini adalah algoritma *Fuzzy KNN*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil uji coba yang dilakukan, algoritma *Learning Vector Quantization* dan *Fuzzy KNN* dapat digunakan untuk memprediksi harga saham suatu perusahaan berdasarkan saham pesaing. Uji coba yang dilakukan yaitu memprediksi saham perusahaan Apple berdasarkan saham perusahaan Cisco, Fujitsu, HP, dan Ericsson. Data yang digunakan adalah harga pembukaan (*open price*) dari masing-masing perusahaan dengan periode 1 September 2015 sampai dengan 30 September 2015. Data diperoleh dari situs *website* <http://finance.yahoo.com>. Prediksi yang dihasilkan berupa fluktuasi saham yaitu naik atau turun.

Hasil prediksi fluktuasi harga saham perusahaan Apple terhadap empat saham perusahaan lainnya memiliki persentase prediksi benar yaitu 47.62% untuk algoritma *Learning Vector Quantization* dan 61.90% untuk algoritma *Fuzzy KNN*. Berdasarkan jumlah perbandingan persentase prediksi benar pada setiap algoritma yang digunakan, maka algoritma yang terbaik digunakan dalam pengujian ini adalah algoritma *Fuzzy KNN*.

Pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa fluktuasi saham perusahaan pesaing mungkin memiliki pengaruh terhadap suatu saham perusahaan, tapi fluktuasi saham perusahaan pesaing terhadap suatu perusahaan berpengaruh bagi investor untuk mengambil langkah-langkah strategis mengenai penanaman modal pada suatu perusahaan.

Pengembangan di masa mendatang, saran-saran yang dapat diberikan adalah penggunaan metode-metode prediksi yang lain seperti *neural network* dan *decision tree* untuk mendapatkan hasil prediksi yang lebih baik dari algoritma yang digunakan dalam penelitian ini. Pada penelitian lebih lanjut dapat menggunakan data saham selain lima data saham yang digunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. N. Wahyuni, S. Wahyudi, dan H. Muharam, “Analisis Perbandingan Kinerja Investasi Emas Dan Investasi Saham Selama Masa Inflasi 1994–2013”, Disertasi, Universitas Diponegoro, Semarang, 2014.
- [2] I. Fahmi, *Manajemen Keuangan Perusahaan dan Pasar Modal*. Jakarta: Mitra Wacana Media, 2014.
- [3] A. Kamarudin, *Dasar-dasar manajemen Investasi Dan Portofolio*. Jakarta: Rineka Cipta, 2004.
- [4] W. Ahmad, “Analyzing Different Machine Learning Techniques for Stock Market Prediction”, *International Journal of Computer Science and Information Security*, vol.12, no.12, 2014.
- [5] S. Agrawal, M. Jindal, dan G.N. Pillai, “Momentum Nalysis based Stock Market Prediction using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)”, In. Proc. of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2010, vol I, 2010.
- [6] X. Liu dan X. Ma. “Based on BP Neural Network Stock Prediction”, *Journal of Curriculum and Teaching*, vol. 1, no.1, 2012.
- [7] K. Alkhatib, H. Najadat, I. Hmeidi, M.K.A.. Shatnawi, “Stock Price Prediction Using K-Nearest Neighbor(kNN) Algorithm”, *International Journal of Business, Humanity and Technology*, vol. 3, no.3, 2013.
- [8] S.W. Eko dan Ernastuti, “Identifikasi Nomor Polisi Mobil Menggunakan Metode Jaringan Saraf Buatan Learning Vector Quantization”, Skripsi, Universitas Gunadarma, Depok, 2004.
- [9] E. Prasetyo, “Fuzzy K-Nearest Neighbor in Every Class Untuk Klasifikasi Data”, dipresentasikan dalam Seminar Nasional Teknik Informatika (SANTIKA), hal. 57-60, 2012.