

Prediksi Harga Saham Menggunakan Sentimen Pilkada DKI Jakarta 2017 Dengan Algoritma Support Vector Machine

Muhammad Fadliansyah¹, Setio Basuki², Yufis Azhar³

Jurusan Teknik Informatika

Universitas Muhammadiyah Malang

e-mail: fadlizi999@gmail.com¹, setio_basuki@umm.ac.id², yufis@umm.ac.id³

Abstrak

Twitter merupakan salah satu sosial media yang paling banyak dipakai di Indonesia, tidak hanya sebagai sarana berbagi informasi terkait hal – hal pribadi tetapi juga bisa berupa opini terhadap suatu topik. Tidak hanya sebagai pusat informasi, twitter juga bisa digunakan sebagai pusat data berupa teks. Pilkada DKI Jakarta 2017 merupakan salah satu topik yang menarik untuk di bahas. Tidak hanya sebagai penentu kepemimpinan Jakarta untuk 5 tahun kedepan, tetapi karena pengaruh yang dimilikinya terhadap beberapa sektor di Indonesia. Tweet yang membahas topik Pilkada DKI Jakarta 2017 bisa diolah untuk mendapatkan informasi yang berguna, misalnya sentimen yang terjadi selama peristiwa politik ini terjadi. Sentimen yang didapat bisa digunakan dalam prediksi harga saham selama masa Pilkada. Untuk bisa mendapatkan sentimen dari data teks dari twitter, sentiment analysis digunakan untuk mengekstrak informasi dari tweet yang sudah dikumpulkan. Untuk melakukan sentiment analysis, algoritma support vector machine dipakai untuk mengklasifikasikan tweet kedalam target kelas. Hasil dari klasifikasi sentimen digunakan sebagai salah satu pembobot dalam regresi linier untuk memprediksi harga saham. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa penggunaan sentimen Pilkada DKI Jakarta 2017 untuk memprediksi harga saham cukup baik. Dimana nilai RMSE yang didapat oleh masing-masing saham bervariasi karena saham-saham yang dipilih berasal dari sektor yang berbeda. BBRI 58.974, SRTG 101.188, WIKA 52.042, ADHI 93.420 dan APLN 17.342.

Kata kunci: Analisis Sentimen, Prediksi Pasar Saham, Support Vector Machine, Linear Regression, Media Sosial.

Abstract

Twitter is one of the most widely used social media in Indonesia, not only as a means of sharing information related to personal matters but also as information. Not only as a center of information, twitter can also be as central data in the form of text. DKI Jakarta Election 2017 is one of the interesting topics to discuss. Not only as a determinant of Jakarta's leadership for the next 5 years, but because of the influence it has had on several sectors in Indonesia. A Tweet that discusses the topic of the 2017 DKI Jakarta Regional Election can be processed to get useful information, for example sentiments that occur during times. Sentiment that can be done in the context of prices during the election period. To be able to get sentiments from text data from twitter, analysis sentiment is to extract information from tweets that have been collected. To do sentiment analysis, the support vector machine algorithm is used to classify tweets in the target class. Results from the basis of sentiment as one weight in linear regression to predict prices. The results of the test show that the use of the DKI Jakarta Regional Election sentiment 2017 is to predict the stock price to be quite good. Where is the RMSE value that can be found by each different sector. BBRI 58,974, SRTG 101,188, WIKA 52,042, ADHI 93,420 and APLN 17,342.

Keywords: Sentiment Analysis, Stock Market Prediction, Support Vector Machine, Linier Regression, Social Media.

1. Pendahuluan

Sosial Media saat ini sudah menjadi tempat bertukar informasi yang paling banyak digunakan oleh pengguna internet, salah satu Social Media yang paling banyak digunakan adalah Situs Jejaringan Sosial Twitter. Informasi yang tersedia dapat berupa video, gambar, suara dan

teks. Twitter menjadi sumber yang kaya akan data berupa teks yang bisa digunakan untuk melihat opini publik terhadap suatu topik. Salah satu topik yang sering di bahas adalah Pemilihan umum Gubernur DKI Jakarta 2017 (disingkat Pilgub Jakarta 2017 atau Pilgub DKI 2017), merupakan pemilihan umum yang dilakukan untuk menentukan Gubernur dan Wakil Gubernur DKI Jakarta untuk periode 2017-2022, dilaksanakan pada 15 Februari 2017 dan 19 April 2017. Pemilihan ini merupakan pemilihan kepala daerah yang ketiga bagi DKI Jakarta yang dilakukan secara langsung menggunakan sistem pencoblosan. Peristiwa ini juga ikut mempengaruhi beberapa sektor bisnis yang ada di Indonesia.

Adapun salah satu sektor yang terpengaruh oleh Pilkada DKI Jakarta adalah pergerakan harga saham yang ada pada IHSG. Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) merupakan salah satu indeks pasar saham yang digunakan oleh Bursa Efek Indonesia (BEI). Pergerakan harga pada saham – saham di IHSG sangat bergantung pada faktor informasi. Informasi tersebut dapat berupa informasi masa lalu, informasi yang dipublikasikan, maupun informasi privat. Dengan menggunakan informasi tersebut para investor menggerakkan harga suatu saham melalui mekanisme permintaan dan penjualan. Semakin pentingnya sebuah pasar modal dalam kegiatan ekonomi suatu negara, semakin sensitive pula pasar modal tersebut terhadap berbagai informasi disekitarnya. Peristiwa-peristiwa politik seperti, pergantian presiden, kerusuhan politik, pengumuman kabinet menteri, peperangan dan peristiwa lainnya dapat mempengaruhi kestabilan perekonomian negara yang berdampak pada fluktuasi harga dan volume perdagangan pada bursa efek [1].

Menurut [2] sentiment analysis, juga disebut opinion mining, adalah bidang studi yang menganalisis pendapat, sentimen, evaluasi, penilaian, sikap, dan emosi orang-orang terhadap entitas seperti produk, layanan, organisasi, individu, masalah, peristiwa, topik, dan atributnya. Saat ini sebagian besar perusahaan besar menggunakan sentiment analysis sebagai alat strategi utama untuk memprediksi pasar.

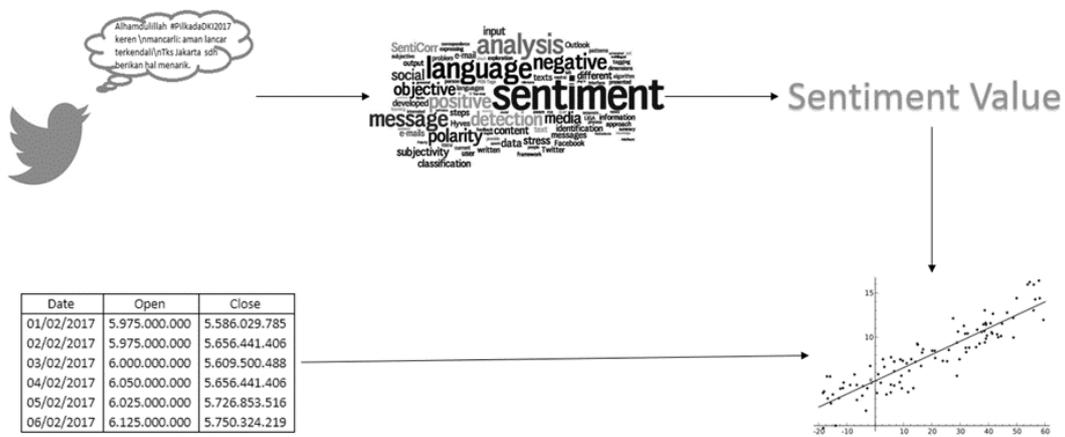
Pada penelitian [3] yang memperkenalkan penggunaan *sentiment value* sebagai hasil dari klasifikasi sentiment yang bisa digunakan dalam prediksi saham. Nilai ini merupakan logaritma di basis 10 dari rasio tweet positif ke negatif. Jika nilai *sentiment value* bernilai positif, maka diharapkan saham akan bergerak naik. Apabila *sentiment value* bernilai negatif, maka kemungkinan saham akan bergerak turun. Dalam memprediksi harga saham, hasil dari klasifikasi ini dikombinasikan menggunakan regresi linier dengan harga saham masa lampau, dimana *sentiment value* akan menjadi salah satu pembobotnya.

Untuk mendapatkan sebuah model untuk mengklasifikasikan sentiment maka diperlukan suatu algoritma supervised learning yang bisa bekerja optimal. Penelitian [4], [5], [6] menggunakan algoritma *Support Vector Machine* dengan hasil yang baik. Adapun penelitian [4] membahas tentang hubungan sentiment *arabic* twitter dengan harga saham menggunakan algoritma Naïve-Bayes, KNN dan SVM. Penelitian [5] mengenalkan fitur polarity POS-specific dan mengeksplorasi penggunaan kernel tree untuk meniadakan kebutuhan fitur rekayas yang tidak berguna menggunakan SVM. Serta penelitian [6] menggunakan tf-idf klasik dalam skema pembobotan bisa meningkatkan akurasi klasifikasai SVM. Berdasarkan hasil tersebut maka penulis memilih SVM sebagai algoritma klasifikasi sentiment pada penelitian ini.

Pada penelitian sebelumnya terkait prediksi harga saham menggunakan sentiment sebelumnya, data twitter yang digunakan berasal dari twitter publik terkait perusahaan, produk serta index saham suatu negara. Pada [7] menemukan kemungkinan untuk membuat suatu strategi yang menguntungkan dan bisa digunakan untuk trading di pasar saham dengan menggunakan Twitter yang mengandung kata-kata emosional. Penelitian [8] menggunakan 4 kelas mood untuk melatih algoritma ANN untuk memprediksi vektor dari Bombai Stock Exchange Index untuk (n+1) hari. Penelitian [9] menggunakan Event-Base Sentiment Analysis dan menemukan kekuatan prediksi yang signifikan pada pergerakan harga saham. Penelitian [10] menggunakan data dari tweet dan menemukan korelasi yang kuat antara sentimen pada tweet dan naik turunnya harga suatu saham. Penelitian [11] menemukan beberapa korelasi positif antara perubahan harga saham dan skor sentimen rata-rata.

Maka dari itu, solusi yang dipakai pada penelitian ini yaitu menggunakan sentiment analysis dari data yang diambil dari twitter dengan topik Pilkada DKI Jakarta 2017 menggunakan algoritma support vector machine. Hasil dari klasifikasi akan digunakan dalam prediksi harga saham menggunakan regresi linier. Tidak hanya dipakai dalam ketika terjadi pada Pilkada DKI Jakarta, tetapi sistem ini juga diharapkan bisa digunakan dalam berbagai peristiwa politik yang diyakini memiliki pengaruh yang kuat. Oleh karena itu, semoga penelitian ini dapat membantu

penggunanya dalam mengolah data teks yang diambil dari twitter dan menggunakannya dalam masalah lain.



Gambar 1 Alur Sistem Prediksi Harga Saham Menggunakan Sentimen

2. Metode Penelitian

2.1 Alur Sistem

Sosial media sudah menjadi sesuatu yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Tidak hanya sebagai media untuk berbagi suatu opini namun sebagai sarana bertukar pemikiran. Perannya semakin bertambah penting sebagai sebuah sumber mencari data berupa teks, video atau foto untuk keperluan penelitian. Gambar 1 merupakan alur sistem yang akan memproses data yang sudah diambil dan akan diproses. Data dari penelitian ini diambil dari Twitter dengan menggunakan API yang sudah disediakan. Serta data saham diambil dari Yahoo Finance. Data diambil menggunakan hashtag "#pilgubdkijakarta2017" dan disimpan dalam format *Coma-Separated Values* (CSV). Data penelitian diambil dari tanggal 1 Februari 2017 hingga 29 April 2017.

2.2 Pengumpulan Data

Dengan menggunakan API Twitter, tweet yang berhasil di *crawl* dari tanggal 1 Februari 2017 sampai 30 April 2017 mencapai 570 tweet tabel 1 merupakan contoh data tweet yang sudah didapat. Dataset untuk melakukan *training* algoritma *Support Vector Machine* berjumlah 2384 tweet terdiri dari 1014 tweet negatif yang diberi label 0 dan 1370 tweet positif dengan label 1 seperti yang ditampilkan pada tabel 2. Pelabelan data dilakukan secara manual oleh 2 orang dan 1 orang untuk melakukan verifikasi. Data saham seperti pada tabel 3 diperoleh dari *Yahoo finance*.

Tabel 1. Contoh data tweet

No	Tweet
1	Sori Cuma Sebegini Suara Anies dan Agus di TPS Ahok http://jpnn.com/news/sori-cuma-sebegini-suara-anies-dan-agus-di-tps-ahok?? #PilkadaDki2017
2	Terbukti Mesin PDIP Jauh Lebih Baik Dibanding Demokrat http://jpnn.com/news/terbukti-mesin-pdip-jauh-lebih-baikdibandingdemokrat?? #PilkadaDki2017
3	Yaelah isu murahan sama cara2 jadul masih dipake aja. Macem penduduk jkt gak pinter aja. #PilkadaDKI2017 https://twitter.com/detikcom/status/825961741854990337??
4	kok muncul anggapan. kalo dukung ahok berarti pro cina-kapitalisme. kalo tidak sepakat dgn #aksi212 dianggap tak bela agama #pilkadaDKI2017

Tabel 2. Contoh Labeling data tweet

No	Tweet	Kelas
1	Alhamdulillah #PilkadaDKI2017 keren \nmancarli: aman lancar terkendali\nTks Jakarta sudah memberikan hal menarik.	1
2	Sedih meilhat negeri ini penuh bully-membully hanya karena #pilkadaDKI2017	0

Tabel 3. Contoh Data Saham

No	Tanggal	Close
1	2016-12-01	2410
2	2016-12-02	2450
3	2016-12-05	2460
4	2016-12-06	2400
5	2016-12-07	2380

2.3 Preprocessing Data

Untuk menyiapkan data agar bisa diproses oleh Algoritma SVM dan membuang informasi yang tidak diperlukan. Maka data akan dilakukan proses pre-processing yang akan membersihkan dan menyiapkan data untuk dilakukan ekstraksi. Tahap – tahap *pre-processing* diantaranya, *Remove Username*, *remove link*, *remove hashtag*, *remove punctuation*, *Case Folding* dan *Tokenizing*. Gambar 2 merupakan alur dari proses preprocessing dataset.



Gambar 2 Proses Preprocessing

Setelah melalui proses preprocessing, data tweet yang sudah bersih disimpan dalam file dengan format csv. Tabel 4 merupakan contoh data tweet yang sudah diproses melalui preprocessing.

Tabel 4. Data tweet setelah preprocessing

No	Tweet
1	sori cuma sebegini suara anies dan agus tps ahok
2	terbukti mesin pdip jauh lebih baik dibanding demokrat
3	yaelah isu murahan sama cara jadul masih dipake aje macem penduduk jkt gak pinter aja
4	kok muncul anggapan kalo dukung ahok berarti pro cina kapitalisme kalo tidak sepatat dgn dianggap tak bela agama

2.4 Sentiment Analysis

Sentimen analysis atau Opinion Mining merupakan suatu proses pengolahan, mengekstrak dan mengolah suatu data tekstual untuk mendapatkan suatu informasi sentiment yang terkandung dalam suatu kalimat opini. Sentiment analysis dilakukan untuk melihat suatu pendapat atau kecenderungan opini seseorang terhadap suatu objek atau masalah, opini yang terbentuk berupa sentiment positif atau negatif.



Gambar 3 Alur Sentiment Analysis

2.5 Pelatihan SVM

Machine Learning merupakan metode yang dipakai penulis untuk melakukan klasifikasi secara otomatis terhadap tweet baru yang belum diklasifikasi. Klasifikasi membutuhkan suatu algoritma atau *Classifier* untuk bisa memisahkan data. *Support Vector Machine* (SVM) digunakan sebagai *classifier* pada penelitian ini.

Sebelum melakukan pelatihan pada classifier ini, maka diperlukan serangkaian proses agar data bisa digunakan dalam proses. Beberapa proses yang harus dijalankan yaitu *preprocessing*, ekstraksi fitur dan pelatihan algoritma. Untuk ekstraksi fiturnya akan menggunakan 2 buah metode yaitu TF-IDF dan *Countvectorizer*. Untuk persamaannya sebagai berikut.

$$w_{ij} = tf_{ij} \times idf_j \quad (1)$$

$$w_{ij} = tf_{ij} \times \log\left(\frac{D}{df_i}\right) \quad (2)$$

Data yang sudah diekstraksi dilakukan split data untuk dijadikan data train dan data test. Data train akan dilakukan train ke algoritma Support Vector Machine. Data test akan memvalidasi model yang terbentuk. Model akan diuji menggunakan Confusion Matrix.

$$Akurasi = \frac{\sum_{i=1}^l \frac{TP_i + TN_i}{TP_i + TN_i + FP_i + FN_i}}{l} * 100\% \quad (3)$$

$$Presisi = \frac{\sum_{i=1}^l TP_i}{\sum_{i=1}^l (FP_i + TP_i)} * 100\% \quad (4)$$

$$Recall = \frac{\sum_{i=1}^l TP_i}{\sum_{i=1}^l (TP_i + FN_i)} \quad (5)$$

2.6 Prediksi

Data tweet yang akan digunakan sebagai prediksi dilakukan labeling menggunakan model yang sudah terbentuk. Sentiment yang didapat akan digunakan sebagai pembobot pada linear regression sebagai sentiment value (ϵ) dan didapat dengan rumus (6).

$$\epsilon_i = \log_{10} \frac{\text{number_of_positive_tweet}}{\text{number_of_negative_tweet}} \quad (6)$$

Setelah sentiment value didapat maka digunakan dalam rumus linear regression dengan bentuk (7).

$$Y = \alpha + (\beta + \epsilon)X \quad (7)$$

$$\beta = \frac{\sum xy - \frac{1}{n} \sum y \sum x}{\sum x^2 - \left(\frac{1}{n} \sum x\right)^2} \quad (8)$$

$$\alpha = \bar{p} - \beta \bar{t} \quad (9)$$

2.7 Pengujian Prediksi

Untuk mengukur tingkat akurasi dari model prediksi pada penelitian ini, maka digunakan Root Mean Square Error (RMSE) sebagai metode pengujianya.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n}} \quad (10)$$

RMSE merupakan akar dari hasil penguadratan error (*Actual - Predicted*) dibagi dengan jumlah data. Besarnya error yang diperoleh dari model prediksi bisa menunjukkan kelayakan dari data yang digunakan.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Tabel 4 menunjukkan hasil evaluasi dari pelatihan algoritma *Support Vector Machine*. Dari metode yang di usulkan sebelumnya terlihat bahwa *Countvectorizer* memiliki hasil evaluasi yang lebih baik dibandingkan dengan TF-IDF. Hal ini dikarenakan *Countvectorizer* memiliki jumlah fitur yang lebih banyak, yaitu 1553 fitur sedangkan TF-IDF hanya memiliki 849 fitur.

Tabel 4. Hasil Evaluasi Algoritma SVM

	precision	recall	f1-score	support	fitur
TF-IDF	0.85	0.84	0.84	1788	849
Countvectorizer	0.91	0.91	0.91	1788	1553

Dengan hasil evaluasi mencapai 91%, maka penelitian ini menggunakan model yang dengan metode ekstraksi *Countvectorizer* untuk memberikan label baru pada data tweet yang akan digunakan dalam prediksi. Sentimen yang terdapat pada Tabel 5 digunakan untuk mendapatkan nilai dari *Sentiment Value* (ϵ) setelah diimplementasikan pada dataset baru.

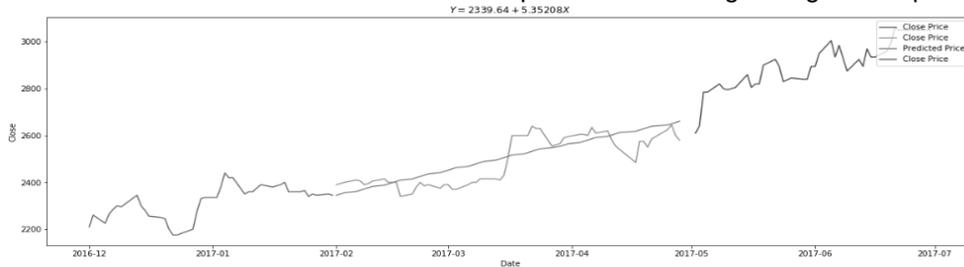
Tabel 5 Sentiment Value

	Jumlah
0	454
1	116
<i>Sentiment Value (ε)</i>	0.477

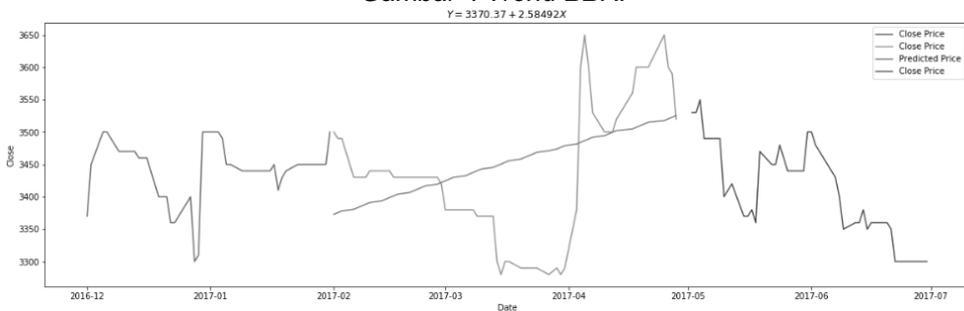
Tabel 6 Nilai RMSE dari Prediksi

No	Kode Saham	RMSE
1	BBRI	58.974
2	SRTG	101.188
3	WIKA	52.042
4	ADHI	93.420
5	APLN	17.342

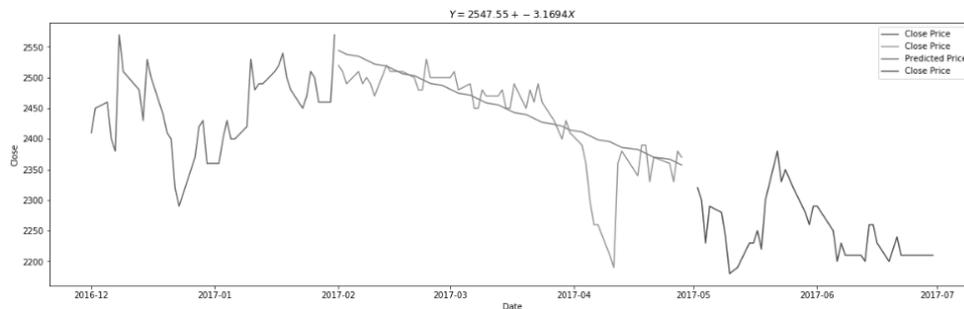
Tabel 6 menunjukkan nilai dari *Root Mean Square Error* (RMSE). Hasil yang didapat berupa perbandingan dari beberapa saham yang dari berbagai sektor. dari beberapa saham yang dipilih, saham dengan kode APLN memiliki nilai RMSE terkecil. Sedangkan saham dengan kode SRTG memiliki nilai RMSE terbesar dimana nilainya melebihi nilai 100. Saham – saham lain memiliki nilai diatas 50. Terlihat bahwa penggunaan sentiment dari Pilkada DKI Jakarta 2017 cukup bagus digunakan untuk prediksi walaupun ada beberapa data outlier. Namun dari gambar 2 sampai gambar 6 terlihat bahwa metode ini bisa memprediksi trend harga dengan cukup bagus.



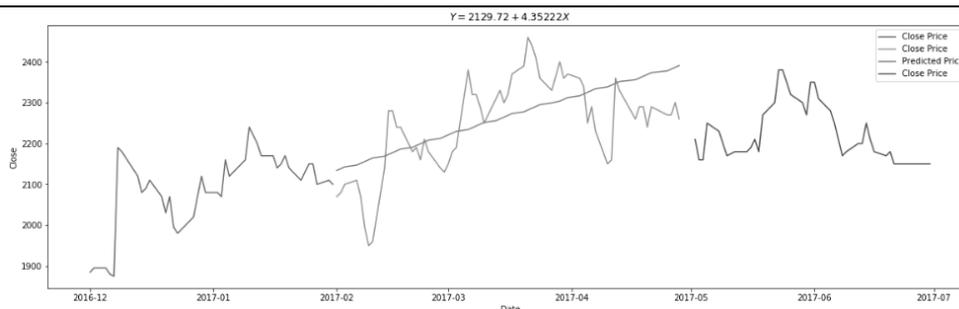
Gambar 4 Trend BBRI



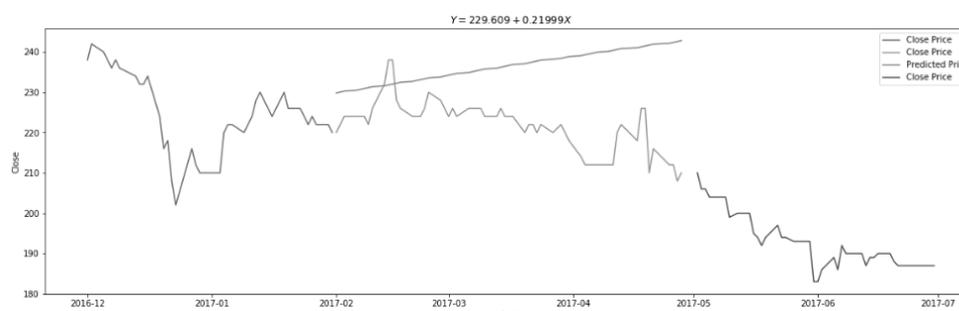
Gambar 5 Trend SRTG



Gambar 6 Trend WIKA



Gambar 7 Trend ADHI



Gambar 8 Trend APLN

4. Kesimpulan

Sosial media saat ini menjadi platform yang paling populer untuk seseorang membagikan opininya terkait suatu permasalahan atau topik. Twitter merupakan salah satu media sosial yang paling populer, tidak hanya sebagai sosial media tapi sebagai sumber data untuk kepentingan penelitian. Pilgub DKI Jakarta 2017 menjadi topik yang menarik untuk di bahas di sosial media. Tidak hanya sebagai pemilihan kepala pemerintah ibukota Jakarta, tapi juga sebagai salah satu peristiwa politik terbesar dan berpengaruh pada berbagai sektor di Indonesia. IHSG salah satu sektor yang terpengaruh oleh pilkada DKI Jakarta 2017. Untuk melihat bagaimana pengaruh peristiwa politik terhadap harga saham di IHSG, maka dilakukan penelitian untuk membuat sistem yang bisa menggunakan sentiment yang diambil dari tweet yang membahas peristiwa politik Pilkada DKI Jakarta 2017 untuk memprediksi harga saham.

Penelitian ini menggunakan Regresi Linier untuk melakukan prediksi dan *Support Vector Machine* untuk klasifikasi tweet. Metode ekstraksi *Countvectorizer* digunakan untuk melakukan klasifikasi tweet baru karena memiliki akurasi yang lebih baik dibandingkan TF-IDF. Hasil yang didapat dari penggunaan sentiment pada prediksi harga saham ini menunjukkan bahwa sentiment pilkada DKI Jakarta 2017 ini cukup beragam dikarenakan hasil dari RMSE yang berbeda. Metode ini bisa menunjukkan trend harga yang terjadi selama 3 bulan dengan cukup baik.

Dalam penelitian yang menggunakan sentiment pilkada yang terbentuk dari tweet untuk keperluan prediksi harga saham ini masih banyak hal yang masih bisa untuk dikembangkan, seperti menggunakan dataset yang lebih banyak untuk melakukan pelatihan terhadap algoritma *Support Vector Machine*, menggunakan peristiwa politik yang lebih besar dibandingkan dengan pilkada, misalnya Pemilihan Presiden (Pilpres), melakukan prediksi terhadap volume perdagangan untuk melihat apakah sentiment juga mempengaruhi aktivitas perdagangan pada saat prediksi.

5. Daftar Notasi

w_{ij} : Bobot term (t_j) terhadap dokumen (d_i).

tf_{ij} : jumlah kemunculan term (t_j) dalam dokumen (d_i).

D : adalah jumlah semua dokumen yang ada dalam database dan df_j adalah jumlah dokumen yang mengandung term (t_j) (minimal ada satu kata yaitu term (t_j)).

TP : *True Positive*.

FP : *False Positive*.

TN : *True Negative*.
FN : *False Negative*.
 ε : *Sentiment Value*.
Y : *Dependent Variable*.
X : *Independet Variable*.
 α : Koefisien.
B : Koefisien Regresi (Kemiringan).
A : *Actual Data*.
F : *Forecast Data*.
n : Jumlah data.

Jurnal:

- [1] H. T. Permana, P. A. Mahadwartha, and B. S. Sutejo, "Perbedaan Abnormal Return pada Sektor Keuangan Sebelum dan Sesudah Peristiwa Pilkada Gubernur DKI Jakarta 20 September 2012," *Calyptra-Jurnal Ilm. Mhs. Univ. Surabaya*, 2013.
- [2] B. Liu, "Sentiment Analysis and Opinion Mining," *Synth. Lect. Hum. Lang. Technol.*, 2012.
- [3] M. Skuza and A. Romanowski, "Sentiment Analysis of Twitter Data within Big Data Distributed Environment for Stock Prediction," vol. 5, pp. 1349–1354, 2015.
- [4] H. Al-Rubaiee, R. Qiu, and D. Li, "Analysis of the relationship between Saudi twitter posts and the Saudi stock market," *2015 IEEE 7th Int. Conf. Intell. Comput. Inf. Syst. ICICIS 2015*, pp. 660–665, 2016.
- [5] A. Agarwal, B. Xie, I. Vovsha, ... O. R.-P. of the, and undefined 2011, "Sentiment analysis of twitter data," *dl.acm.org*.
- [6] G. Paltoglou, M. T.-P. of the 48th annual meeting of the, and undefined 2010, "A study of information retrieval weighting schemes for sentiment analysis," *dl.acm.org*.
- [7] C. Simoes, R. Neves, and N. Horta, "Using sentiment from Twitter optimized by Genetic Algorithms to predict the stock market," in *2017 IEEE Congress on Evolutionary Computation, CEC 2017 - Proceedings*, 2017.
- [8] S. K. Khatri, H. Singhal, and P. Johri, "Sentiment Analysis to Predict Bombay Stock Exchange Using Artificial Neural Network," pp. 0–4, 2014.
- [9] M. Makrehchi, S. Shah, and W. Liao, "Stock prediction using event-based sentiment analysis," in *Proceedings - 2013 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence, WI 2013*, 2013.
- [10] V. S. Pagolu, K. N. R. Challa, G. Panda, and B. Majhi, "Sentiment Analysis of Twitter Data for Predicting Stock Market Movements," *Scopes*, 2016.
- [11] S. Aich, H.-C. Kim, M. Sain, and B. B. Deo, "Analyzing stock price changes using event related Twitter feeds," *2017 19th Int. Conf. Adv. Commun. Technol.*, 2017.