

Prediksi Harga Saham Menggunakan *Vector Autoregressive* (VAR) Non-Stasioner (Studi Kasus Saham Perusahaan PT United Tractors Tbk)

Mercy Kristina Possumah¹, Aniq Atiqi Rohmawati²

^{1,2}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

¹mercykristina@students.telkomuniversity.ac.id, ²aniqatiqi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Saham merupakan surat berharga atau satuan nilai dalam berbagai instrumen finansial yang menunjukkan bagian kepemilikan atas sebuah perusahaan. Menerbitkan saham merupakan salah satu pilihan perusahaan ketika memutuskan pendanaan perusahaan. Pada penelitian ini, dilakukan prediksi pergerakan saham pada PT United Tractors dengan menggunakan metode *Vector Autoregressive* (VAR) dengan melibatkan variabel lain yaitu Harga Kurs Beli Rupiah ke USD. VAR merupakan metode prediksi yang menggunakan lebih dari satu variabel untuk dijadikan pertimbangan dalam memprediksi suatu data dengan kondisi data tersebut harus saling berkorelasi. Penelitian ini menggunakan inputan data berupa Harga Saham Penutup yang dipengaruhi oleh Harga Kurs beli Rupiah ke USD. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data historis dari PT United Tractors Indonesia dan harga kurs Rupiah ke USD dari Januari 2015 hingga Agustus 2019. Hasil yang didapat pada penelitian ini adalah harga prediksi Harga Saham Penutup PT United Tractors Tbk dengan nilai MAPE VAR(1) sebesar 0,0197% dan VAR(2) sebesar 0,0194%.

Kata kunci : prediksi, saham, *Vector Autoregressive*, Non-Stasioner.

Abstract

Stock are securities or units of value in various financial instruments that show the ownership portion of a company. Issuing stock is one of the choices of the company when deciding on company funding. This Study predicts stock movements at PT United Tractors using Vector Autoregressive (VAR) method by involving another variabel, that is the selling price of Rupiah to USD. VAR is a prediction method that uses more than one variabel to be considered in predicting data with a special condition that the data must be correlated .This study uses data input in the form of stock closing prices which are influenced by the selling price of Rupiah to USD. The data used in this study are historical data from PT United Tractors Indonesia and the price of Rupiah to USD from January 2015 to August 2019. The results obtained in this study are stock prediction of The closing price of PT United Tractors Tbk with MAPE values for VAR(1) 0,0197% and VAR(2) 0,0194%.

Keywords: prediction, stock, *Vector Autoregressive*, Non-Stationary

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Saham merupakan surat berharga atau satuan nilai dalam berbagai instrumen finansial yang menunjukkan bagian kepemilikan atas sebuah perusahaan. Menerbitkan saham adalah salah satu pilihan perusahaan ketika memutuskan pendanaan perusahaan. Saham merupakan salah satu instrumen pasar keuangan yang paling populer dan dipilih oleh para *investor* karena saham mampu memberikan tingkat keuntungan yang menarik. *Investor* adalah seseorang atau lembaga yang melakukan suatu investasi pada suatu perusahaan dalam bentuk penanaman uang dalam jangka pendek atau jangka panjang. Dalam pembelian saham, pergerakan harga saham sangat penting untuk diikuti oleh *investor*. Salah satu masalah yang seringkali muncul dalam pengamatan tersebut adalah pergerakan saham yang *fluktuatif* dalam rentang waktu yang singkat. Maka dari itu dikembangkanlah berbagai macam metode untuk menganalisis pergerakan harga saham berupa kegiatan memprediksi perubahan pergerakan harga saham di masa yang akan datang berdasarkan harga historis sebelumnya.

Pada umumnya, terdapat dua jenis metode analisis harga saham yaitu analisis *fundamental* dan *technical* [1]. Analisis *fundamental* adalah suatu metode analisis yang menggunakan data *fundamental* perusahaan seperti ekonomi makro, tingkat suku bunga, dan faktor-faktor lainnya [2]. Sementara itu, analisis *technical* adalah suatu metode analisis yang mempelajari data perilaku saham menggunakan berbagai macam grafik yang menunjukkan pola pergerakan harga saham di masa lalu untuk memprediksi harga saham di masa yang akan datang [2]. Untuk memprediksi suatu pergerakan saham dalam suatu perusahaan dilakukan dengan memanfaatkan *Vector Autoregressive*.

Pada penelitian-penelitian sebelumnya, model *Vector Autoregressive* telah banyak diimplementasikan untuk memprediksi suatu pergerakan saham, seperti pada jurnal [3] yang membahas tentang *forecasting* harga saham

dengan menggunakan model *Multivariate Time Series* yaitu *Vector Autoregressive* untuk memprediksi saham sektor perbankan di Nigeria yang melibatkan data historis dari enam bank yang secara analitis saling berhubungan. Selain itu, terdapat penelitian lain yang membahas tentang *forecasting* menggunakan model *Qualitative Vector Autoregressive* untuk memprediksi harga minyak, harga saham, dan kegiatan ekonomi yang saling berhubungan dengan menggunakan data historis lebih dari 150 tahun [4].

Vector Autoregressive (VAR) adalah model stokastik yang digunakan untuk melihat data linier yang saling ketergantungan di antara beberapa *time series*. VAR dikembangkan oleh Christopher A. Sims pada tahun 1980 untuk melakukan sebuah estimasi. Model VAR berguna untuk menggambarkan perilaku dinamis dari *time series* pada bidang ekonomi dan keuangan serta *forecasting* atau peramalan serta untuk menentukan hubungan timbal balik antar variabel [6].

Pada penelitian ini, *Vector Autoregressive* digunakan untuk memprediksi harga saham penutup dengan mempertimbangkan hubungan *univariate* antara harga penutup dari saham PT United Tractors Tbk dengan kurs nilai beli rupiah ke USD. Data yang digunakan merupakan data historis harian dari perusahaan tersebut mulai dari Januari 2015 hingga Agustus 2019.

Topik dan Batasannya

Topik dan Batasan masalah dalam penelitian tugas akhir ini yaitu untuk mengetahui secara pasti apakah model *Vector Autoregressive* dapat memprediksi pergerakan harga saham pada PT United Tractors Tbk. Data yang digunakan merupakan data harga saham harian PT United Tractors Tbk mulai dari Januari 2015 hingga Agustus 2019 yang diperoleh dari <https://finance.yahoo.com/> serta data harian kurs mata uang rupiah ke USD mulai dari Januari 2015 hingga Agustus 2015 yang diperoleh dari <https://www.bi.go.id/>. Prediksi yang dilakukan berdasarkan kedua data tersebut.

Tujuan

Adapun Tujuan dari tugas akhir ini adalah menganalisis asosiasi dari variabel kurs nilai beli Rupiah ke USD dengan harga saham PT United Tractors Tbk, mengetahui model prediksi harga saham dari hasil model VAR Non-Stationer, serta menganalisis performansi model VAR dalam memprediksi harga saham PT. United Tractors Tbk.

2. Studi Terkait

2.1. Saham

Saham merupakan surat berharga atau satuan nilai dalam berbagai instrumen finansial yang menunjukkan bagian kepemilikan atas sebuah perusahaan. Menerbitkan saham adalah salah satu pilihan perusahaan ketika memutuskan pendanaan perusahaan. Saham dapat dimiliki oleh investor baik perseorangan maupun lembaga yang telah membeli aset dari suatu perusahaan.

Pasar saham merupakan permainan keuangan para investor seperti yang dapat diperoleh dalam bisnis apapun. Dengan adanya kegiatan jual beli saham, hal tersebut mengharuskan mengapa orang memahami bisnis untuk mengetahui seluk beluknya sebelum berinvestasi di dalamnya. Investor berisiko kehilangan investasinya jika tidak memahami seluk beluk perusahaan. Seorang investor dapat melihat harga saham tertentu bergerak maju dan memilih untuk berinvestasi di dalamnya tanpa memperhatikan pergerakan harga dan kemungkinan pergerakan di masa depan [3,4].

2.2. Model *Vector Autoregressive*

Vector Autoregressive (VAR) adalah model stokastik yang digunakan untuk melihat data linier yang saling ketergantungan di antara beberapa *time series*. Model VAR merupakan pengembangan dari model *Autoregressive* (AR) dengan melibatkan variabel lebih dari satu yang dimana variabel pembentuk model tersebut saling mempengaruhi antara satu dengan yang lain. Seperti halnya model AR, model VAR juga digunakan untuk mendeksripsikan keadaan dimana nilai saat ini bergantung dengan nilai-nilai sebelumnya. Pada model ini, seluruh variabel diperlakukan sebagai variabel yang bersifat endogen. Variabel endogen merupakan variabel terikat yang masing-masing variabelnya dipengaruhi oleh nilai masa lampau dari variabel lainnya yang menjadi pengamatan [6].

Model VAR berguna untuk menggambarkan perilaku dinamis dari *time series* pada bidang ekonomi dan keuangan serta *forecasting* atau peramalan serta untuk menentukan hubungan timbal balik antar variabel [6]. Model tersebut berlaku jika nilai setiap peubah dalam sistem tidak hanya bergantung pada lagnya sendiri, namun nilai juga dapat bergantung dengan nilai lag peubah lain [12]. Selain deskripsi dan perkiraan data, model VAR juga digunakan untuk analisis struktural dan analisis kebijakan [7].

Bentuk umum dari VAR(1) dapat dimodelkan sebagai berikut [8,7] :

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Keterangan : Y_t = vektor Y pada saat t berukuran $m \times 1$
 α_0 = vektor berisi konstanta berukuran $m \times 1$
 α_1 = matriks parameter variabel berukuran $m \times m$
 ε_t = vektor *error* pada saat t berukuran $m \times 1$

Berikut merupakan bentuk matriks VAR(1) :

$$\begin{bmatrix} Y_{1t} \\ Y_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{01} \\ \alpha_{02} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{21} \\ \alpha_{12} & \alpha_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{1t-1} \\ Y_{2t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix} \quad (2)$$

2.2.1. Estimasi dan Spesifikasi Model VAR

Di dalam model VAR terdapat estimasi dan spesifikasi model yang dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Uji Kausalitas

Korelasi antar variabel endogen pada model VAR dapat diuji dengan uji kausalitas Granger. Hasil dari uji kausalitas Granger terdapat 3 kemungkinan yaitu X menyebabkan Y, Y menyebabkan X, atau X dan Y mempunyai hubungan timbal balik. Model persamaan uji kausalitas *Granger* yaitu sebagai berikut [6] :

$$Y_t = \sum_{i=1}^p \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^p \beta_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Keterangan : Y_t = nilai variabel Y pada waktu t dan $t - i$
 Y_{t-i} = nilai variabel Y pada waktu $t - i$
 p = banyak lag
 α_i = koefisien dari lag i dari variabel Y
 β_i = koefisien dari lag i dari variabel X
 X_{t-i} = nilai variabel X pada lag i , dengan t lebih besar dari i
 ε_t = *error* pada waktu t

Setelah dilakukannya uji kausalitas Granger. Didapatkan nilai p-value yang dapat di evaluasi dengan menggunakan beberapa hipotesis. Berikut merupakan hipotesis dari pengujian Granger yang digunakan yaitu :

Hipotesis 1 :

H_0 : Harga saham penutup tidak mempengaruhi kurs beli Rupiah ke USD , $p - value > \beta$

H_1 : Harga saham penutup mempengaruhi kurs beli Rupiah ke USD , $p - value \leq \beta$

Hipotesis 2 :

H_0 : Kurs beli Rupiah ke USD tidak mempengaruhi Harga saham penutup , $p - value > \beta$

H_1 : Kurs beli Rupiah ke USD mempengaruhi Harga saham penutup , $p - value \leq \beta$

Pada Hipotesis 1 poin H_1 dapat dilihat bahwa harga saham penutup mempengaruhi kurs beli rupiah ke USD. Kurs beli mata uang tidak dapat dipengaruhi oleh harga saham pada perusahaan manapun, namun pemeriksaan data secara statistik yang dilakukan untuk membuktikan apakah hipotesis tersebut benar sangat diperlukan. Hal tersebut dimaksudkan untuk memastikan kesesuaian hipotesis yang dapat membuktikan apakah data tersebut benar-benar saling mempengaruhi antara satu dengan yang lain, memiliki hubungan timbal balik di antara keduanya atau tidak.

2. Pemilihan Lag

Penentuan nilai lag ditentukan menggunakan grafik *Autocorrelation Function* (ACF). ACF merupakan korelasi antara nilai-nilai suatu deret berkala yang sama dengan selisih waktu 0, 1, 2 periode atau lebih. Pemilihan lag ditujukan untuk melihat bagaimana tingkat korelasi antar data [5]. Berikut merupakan rumus korelasi yang [15,16] :

$$\text{Corr}(Y_t, Y_{t-k}) = \frac{n \sum_{t=1}^n Y_t Y_{t-k} - (\sum_{t=1}^n Y_t)(\sum_{t=1}^n Y_{t-k})}{\sqrt{\{n \sum_{t=1}^n Y_t^2 - (\sum_{t=1}^n Y_t)^2\} \{n \sum_{t=1}^n Y_{t-k}^2 - (\sum_{t=1}^n Y_{t-k})^2\}}} \quad (4)$$

Koefisien korelasi tersebut merupakan ukuran yang menyatakan keeratn hubungan antara dua variabel. Dalam pengaplikasiannya, perhitungan dalam korelasi ini didasarkan pada data sebenarnya (variabel asli).

3. Estimasi Parameter

Estimasi parameter model VAR yang digunakan adalah metode kuadrat terkecil atau *Ordinary Least Square* (OLS) dengan mengkuadratkan *error* untuk meminimumkan kesalahan. Estimasi parameter model VAR dapat dituliskan dalam bentuk sebagai berikut [8] :

$$\hat{\beta} = (A' A)^{-1} A' Y \quad (5)$$

Keterangan : $\hat{\beta}$ = vektor parameter yang telah di estimasi berukuran $(p + 1) \times 1$
 A = maktriiks variabel predictor berukuran $m \times (p + 1)$
 Y = vektor observasi berukuran $m \times 1$

2.3. Data Stasioner dan Non-Stasioner

Data Stasioner merupakan data yang memiliki nilai rata-rata dan varian yang selalu selalu konstan untuk setiap periode. Data stasioner tidak memiliki tren yang berarti tidak terdapat pertumbuhan atau penurunan pada data. Dengan kata lain, fluktuasi data berada di sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung waktu dan variansi dari fluktuasi tersebut konstan setiap waktu. Stasioneritas data mempunyai dua jenis stasioneritas yaitu *Strong Stationarity* dan *Weak Stationarity*. Proses *Weak Stationarity* memiliki sifat bahwa struktur mean, varians, dan autocovariance tidak berubah seiring berjalannya waktu. Berikut merupakan rumus *Weak Stationarity* [17,18] :

$$\mathbb{E}(Y_t) = \mu_t = \mu \quad (6)$$

$$\text{Cov}(Y_t, Y_{t-1}) = \mathbb{E}(Y_t - \mu_t)(Y_{t-1} - \mu_{t-1}) = \gamma(t, t-1) = \gamma(t - (t-1)) \quad (7)$$

Data Non-Stasioner merupakan data yang memiliki tren atau perubahan yang terjadi secara bertahap dari waktu ke waktu. Data Non-Stasioner memiliki pertumbuhan dan penurunan data sehingga fluktuasi data dapat terlihat jelas. Non-Stasioner merupakan sifat statistik dari suatu data yang dapat berubah seiring berjalannya waktu.

Untuk mengetahui kondisi data tersebut Stasioner atau Non-Stasioner, dapat dilakukan pengujian stasioneritas. Data dapat dikatakan stasioner jika tidak terdapat akar unit pada data. Jika data yang telah diuji menunjukkan bahwa data tersebut Non-Stasioner maka data tersebut dapat diubah menjadi data Stasioner dengan melakukan metode *differencing*. Proses ini dapat dilakukan beberapa periode sampai data berubah menjadi Stasioner [10].

2.4. Uji Stasioner

Pengujian stasioneritas data dapat dilakukan dengan *unit roots test* (pengujian akar unit). Pengujian akar unit yang digunakan adalah *Augmented Dickey Fuller test* (pengujian ADF) dan dapat dinyatakan dalam bentuk proses sebagai berikut [9] :

$$\Delta(Y_t) = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{t=1}^p \alpha_p \Delta Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (8)$$

Keterangan : Δ = operator *first-difference*
 Y_t, Y_{t-i} = nilai variabel Y pada waktu t dan $t - i$
 β = koefisien pada tren waktu
 α = parameter model regresi VAR
 δ = $\rho - 1$
 ε_t = *error white noise*

Setelah dilakukan pengujian, didapatkan nilai p-value yang dapat di evaluasi dengan menggunakan hipotesis dari pengujian stasioneritas data yaitu sebagai berikut [9] :

$$H_0: \text{Data Non - stasioner, } p - \text{value} > \alpha \quad (H_0 \text{ diterima})$$

$$H_1: \text{Data Stasioner, } p - \text{value} \leq \alpha \quad (H_1 \text{ diterima})$$

Setelah dilakukan pengujian, jika H_0 berarti Y_t mengandung akar unit dan data dapat dikatakan sebagai data Non-stasioner. Selain itu, jika H_1 berarti Y_t tidak mengandung akar unit dan data dapat dikatakan sebagai data Stasioner [9].

2.5. Differencing dan Re-Differencing

Differencing merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengubah data non-stasioner menjadi data stasioner. Dalam penghitungan data *time series* diperlukan data berbentuk stasioner. Rumus *differencing* dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut [13] :

$$W_t = Y_t - Y_{t-1} \quad (9)$$

Keterangan : W_t = nilai *differencing* pada saat t
 Y_t = nilai harga saham pada saat t
 Y_{t-1} = nilai harga saham pada saat $t-1$

Re-Differencing merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengubah kembali data yang sebelumnya telah di *differencing* menjadi non-stasioner kembali. Rumus *re-differencing* dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

$$Y_t = W_t + Y_{t-1} \quad (10)$$

Keterangan : Y_t = nilai harga saham aktual pada saat t
 W_t = nilai *differencing* harga saham pada saat t
 Y_{t-1} = nilai harga saham pada saat $t-1$

2.6. Mean Absolute Percentage Error

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) digunakan untuk mengetahui keakuratan hasil prediksi dengan data historis. Semakin kecil nilai MAPE maka semakin baik metode yang digunakan. Penghitungan MAPE dapat dituliskan menggunakan rumus sebagai berikut [11,14] :

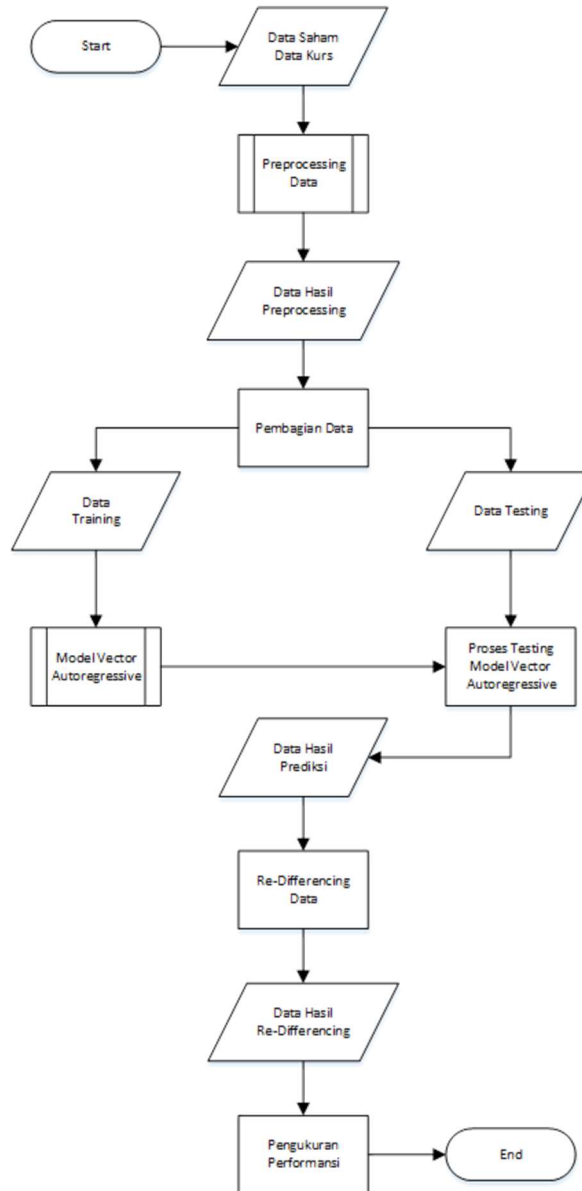
$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right| \times 100\% \quad (11)$$

Keterangan : *MAPE* = *Mean Absolute Percentage Error*
 Y_t = nilai harga saham aktual pada saat t
 \hat{Y}_t = nilai prediksi harga saham pada saat t
 N = jumlah data prediksi harga saham

3. Sistem yang Dibangun

3.1. Deskripsi Sistem

Prediksi harga saham akan dimodelkan menggunakan model *Vector Autoregressive Non-Stationer*. Data yang digunakan merupakan data harga saham harian PT United Tractors Tbk mulai dari Januari 2015 hingga Agustus 2019 serta data harian kurs mata uang rupiah ke USD mulai dari Januari 2015 hingga Agustus 2015 dengan alur sebagai berikut :



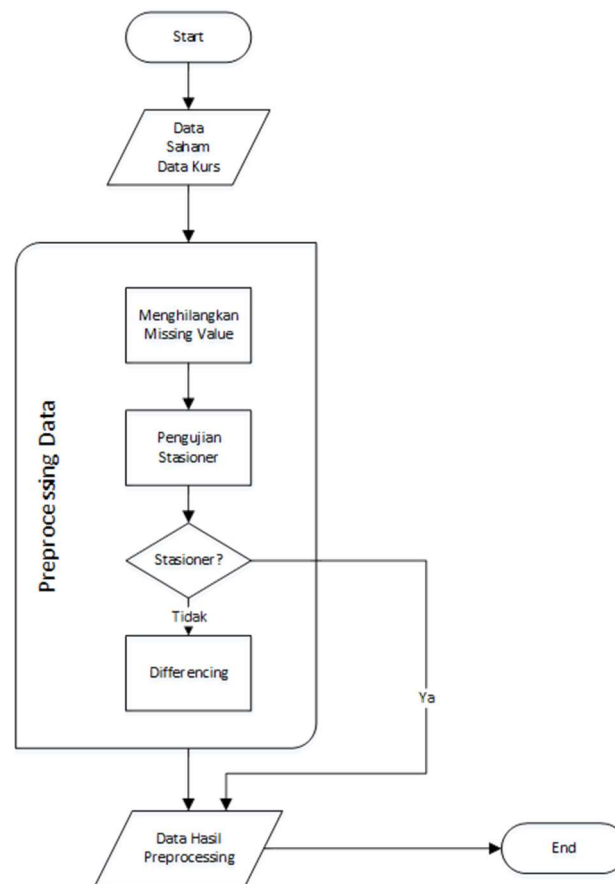
Gambar 1. Flowchart Gambaran Umum Sistem

Keterangan :

1. Data yang digunakan untuk memprediksi harga saham adalah data harga saham harian PT United Tractors Tbk mulai dari Januari 2015 hingga Agustus 2019 serta data harian kurs mata uang rupiah ke USD mulai dari Januari 2015 hingga Agustus 2015.
2. Melakukan *preprocessing data* yang menghasilkan data hasil *preprocessing*.
3. Melakukan pembagian data berupa data *training* dan data *testing* sebesar 90 : 10.
4. Memodelkan data training dengan menggunakan model *Vector Autoregressive*.
5. Melakukan proses testing dengan menggunakan model *Vector Autoregressive* yang sebelumnya telah dibangun dan menghasilkan data hasil prediksi.
6. Melakukan *re-differencing* data hasil prediksi yang menghasilkan data hasil *re-differencing*.
7. Mengukur performansi dari data hasil prediksi dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*.

3.2. Preprocessing Data

Dari *dataset* yang telah dimiliki selanjutnya akan dilakukan *preprocessing* yaitu langkah yang dilakukan untuk membuat data mentah menjadi data yang lebih berkualitas. Berikut ini merupakan *flowchart* dari *preprocessing data* :



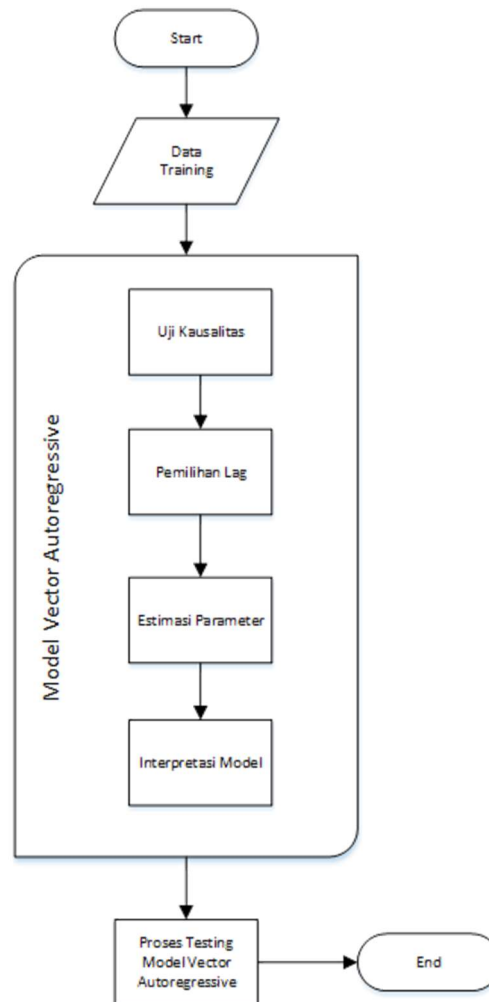
Gambar 2. Flowchart Preprocessing Data

Dalam tahap *preprocessing data* dilakukan *missing value* pada data, pengujian stasioneritas data, dan *differencing* yang menghasilkan data hasil *preprocessing* yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. *Menghilangkan Missing Value*
 Menghilangkan *Missing Value* merupakan suatu metode yang dilakukan untuk menghapus informasi kosong dari suatu data yang berguna untuk membuat penghitungan lebih optimal.
2. Uji Stasioner menggunakan *Augmented Dickey Fuller*
 Pengujian stasioneritas data dapat dilakukan dengan *unit roots test* (pengujian akar unit). Pengujian akar unit yang digunakan adalah *Augmented Dickey Fuller test* (pengujian ADF) [9].
3. *Differencing*
Differencing merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengubah data non-stasioner menjadi data stasioner.

3.3. Model *Vector Autoregressive*

Vector Autoregressive (VAR) adalah model proses stokastik yang digunakan untuk melihat data linier yang saling ketergantungan di antara beberapa *time series*. Model VAR berguna untuk menggambarkan perilaku dinamis dari *time series* bidang ekonomi dan keuangan serta *forecasting* atau peramalan. Selain deskripsi dan perkiraan data, model VAR juga digunakan untuk analisis struktural dan analisis kebijakan [7]. Pada model ini, seluruh variabel diperlakukan sebagai variabel yang bersifat endogen (terikat) [9]. Berikut ini merupakan flowchart dari Model *Vector Autoregressive* [12] :



Gambar 3. Flowchart Model *Vector Autoregressive*

Di dalam model VAR dilakukan estimasi dan spesifikasi model. Dalam estimasi dan spesifikasi model yang berjalan pada model VAR dilakukan uji kausalitas, pemilihan lag, estimasi parameter, dan interpretasi model yang menghasilkan data hasil prediksi yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Uji Kausalitas
Korelasi antar variabel endogen pada model VAR dapat diuji dengan uji kausalitas Granger. Hasil dari uji kausalitas Granger terdapat 3 kemungkinan yaitu X menyebabkan Y, Y menyebabkan X, atau X dan Y mempunyai hubungan timbal balik [6].
2. Pemilihan Lag
Penentuan nilai Lag pada model VAR yang digunakan adalah grafik *Autocorrelation Function* (ACF) [5].
3. Estimasi Parameter
Estimasi parameter model VAR yang digunakan adalah metode kuadrat terkecil atau *Ordinary Least Square* (OLS) [8].
4. Interpretasi model
Interpretasi model menggunakan model VAR. Hasil yang diperoleh adalah model dari VAR [8].

3.4. Dataset

Dataset yang digunakan merupakan data harga saham harian PT United Tractors Tbk yang diperoleh dari <https://finance.yahoo.com/> serta data harian kurs mata uang rupiah ke USD yang diperoleh dari <https://www.bi.go.id/>.

Tabel 1. Sampel Data Harga Saham PT United Tractors Tbk

Date	Open	High	Low	Close
02/01/2015	17375	17375	17200	17300
05/01/2015	17350	17350	16850	16875
06/01/2015	16875	17075	16850	16950
07/01/2015	17000	17075	16875	17025
08/01/2015	17150	17150	16900	16900

Tabel 2. Sampel Data Kurs Rupiah ke USD

Date	Kurs beli	Kurs Beli
02/01/2015	12536	12412
05/01/2015	12652	12526
06/01/2015	12721	12595
07/01/2015	12796	12668
08/01/2015	12795	12667

4. Evaluasi

4.1 Hasil Pengujian

4.1.1 Hasil Penghitungan *Augmented Dickey Fuller*

Pada penghitungan *Augmented Dickey Fuller* (ADF) yang berfungsi untuk memastikan stasioneritas data, dihasilkan bahwa data yang digunakan merupakan data non stasioner dengan nilai sebagai berikut :

Tabel 3. Nilai ADF

Data	Nilai p-value	NilaiTingkat Signifikan (α)	Kesimpulan
Nilai Saham Penutup PT United Tractors Tbk	0,4066	0,05	$p - value > \alpha$
Kurs Beli Rupiah ke USD	0,6981	0,05	$p - value > \alpha$

H_0 : Data Non – stasioner, $p - value > \alpha$ (H_0 diterima)

H_1 : Data Stasioner, $p - value \leq \alpha$

Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa data yang digunakan mengandung akar unit yang menunjukkan bahwa hipotesis H_0 diterima dan data dapat dikatakan sebagai data non-stasioner.

4.1.2 Hasil Penghitungan Uji Kausalitas Granger

Hipotesis 1 :

H_0 : Harga saham penutup tidak mempengaruhi kurs beli Rupiah ke USD , $p - value > \beta$

H_1 : Harga saham penutup mempengaruhi kurs beli Rupiah ke USD , $p - value \leq \beta$

Tabel 4. Nilai Uji Kausalitas Granger Hipotesis 1

Data	Nilai p-value	NilaiTingkat Signifikan (β)	Kesimpulan
Nilai Saham Penutup PT United Tractors Tbk mempengaruhi Kurs Beli Rupiah ke USD	0,383	0,05	$p - value > \beta$ H_0 diterima

Pada pengujian Kausalitas Granger dengan Hipotesis 1 menyatakan bahwa H_0 diterima. Maka harga saham penutup tidak mempengaruhi kurs beli Rupiah ke USD. Pada Hipotesis 1 dapat dilihat bahwa harga saham penutup mempengaruhi kurs beli rupiah ke USD. Kurs beli mata uang tidak dapat dipengaruhi oleh harga saham pada perusahaan manapun, namun pemeriksaan data secara statistik yang dilakukan untuk membuktikan apakah hipotesis tersebut benar sangat diperlukan.

Hipotesis 2 :

H_0 : Kurs beli Rupiah ke USD tidak mempengaruhi harga saham penutup , $p - value > \beta$

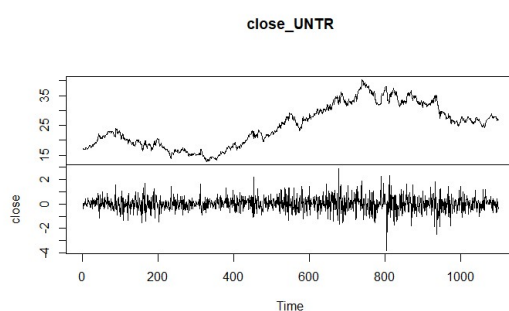
H_1 : Kurs beli Rupiah ke USD mempengaruhi harga saham penutup , $p - value \leq \beta$

Tabel 5. Nilai Uji Kausalitas Granger Hipotesis 2

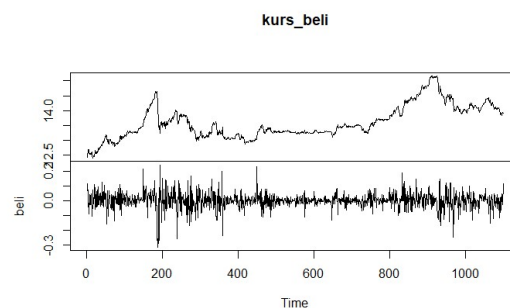
Data	Nilai p-value	NilaiTingkat Signifikan (β)	Kesimpulan
Kurs Beli Rupiah ke USD mempengaruhi Nilai Saham Penutup PT United Tractors Tbk	$< 2.2e-16$	0,05	$p - value < \beta$ H_1 diterima

Pada pengujian Garanger Causality dengan Hipotesis 2 menyatakan bahwa H_1 diterima. Maka kurs beli Rupiah ke USD mempengaruhi harga saham penutup.

4.1.3 Hasil Transformasi Data



Gambar 4. Hasil differencing Data Harga Saham

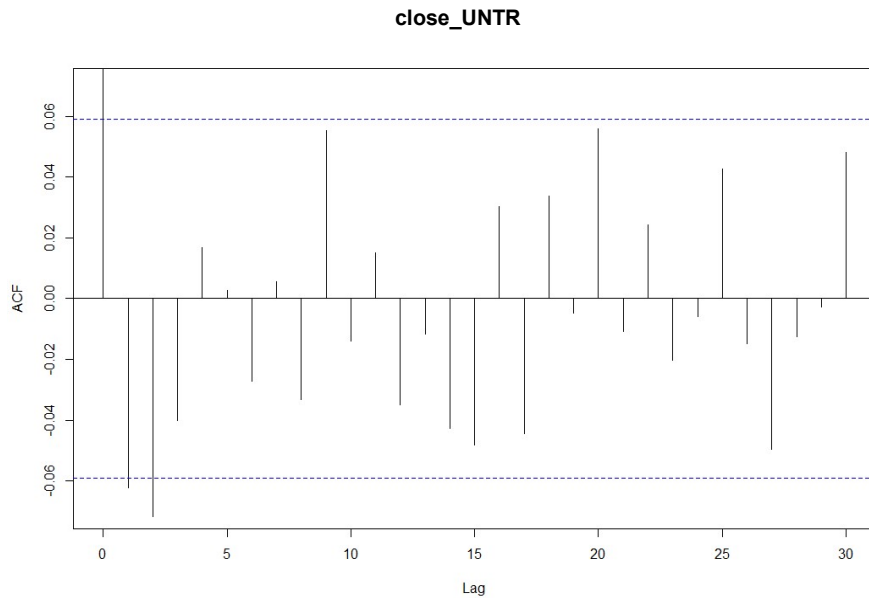


Gambar 5. Hasil differencing Data Kurs Beli Rupiah

Dari kedua gambar diatas menunjukkan transformasi data yang semula non-stasioner menjadi stasioner. Data non-stasioner diharuskan untuk diubah ke salam bentuk stasioner ketika akan melakukan

eksekusi untuk mencari prediksi harga saham dengan melibatkan *time series*. Setelah data telah bertransformasi menjadi data yang stasioner, penghitungan prediksi dapat dilanjutkan.

4.1.4 Hasil Pengujian ACF

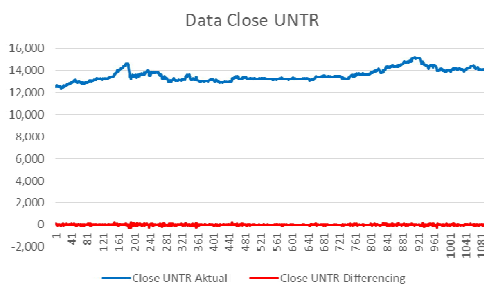


Gambar 6. Grafik ACF

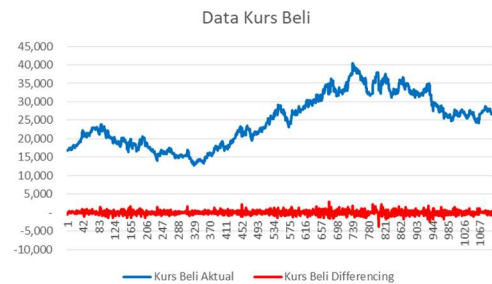
Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa data sudah stasioner karena terjadi *cut off* yang merupakan kondisi dimana nilai ACF diasumsikan mendekati nol dengan nilai batas lag tidak berkorelasi mendekati 0,06. Hasil dari Gambar 3 plot ACF terdapat *cut off* pertama di lag ke-3 yang dapat diartikan bahwa data pada lag ke-4 dan seterusnya sudah tidak berkorelasi dengan data pada lag ke-1 hingga ke-2. Selain itu, data yang mempunyai jarak 3 lag atau 3 periode juga tidak saling berkorelasi. Hal ini menunjukkan bahwa model VAR yang dapat dipertimbangkan adalah VAR(1) dan VAR(2).

4.1.5 Hasil Prediksi Harga Saham

Dalam penghitungan prediksi harga saham, dilakukan dengan skenario pembagian data menjadi data *training* dan data *testing* berikut merupakan data *training* yang digunakan dapat digambarkan pada grafik sebagai berikut :



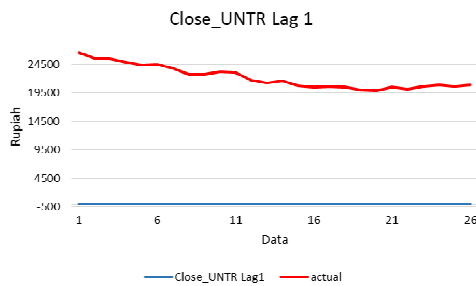
Gambar 7. Grafik Nilai Harga Saham Aktual dan Nilai Harga Saham Differencing



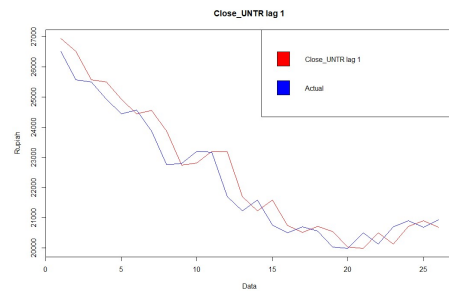
Gambar 8. Grafik Nilai Harga Kurs Beli Aktual dan Nilai Harga Kurs Differencing

4.1.5.1. Hasil Prediksi Harga Saham VAR(1)

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil prediksi dengan menggunakan VAR dengan lag 1 yang digambarkan pada grafik sebagai berikut :



Gambar 9. Grafik Perbandingan Nilai Prediksi Sebelum Re-differencing dan Nilai Aktual Lag 1



Gambar 10. Grafik Perbandingan Nilai Prediksi dan Nilai Aktual Lag 1

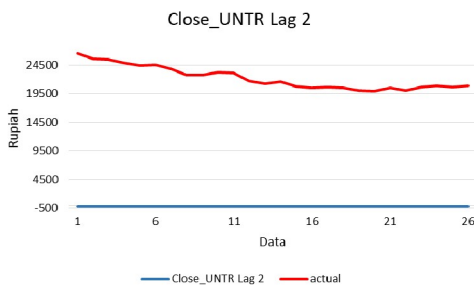
Hasil prediksi harga saham yang telah didapatkan dihasilkan melalui persamaan berikut ini :

$$Y_t = -0,1125 + 0,3 Y_{1t-1} + 0,0014 Y_{2t-1} + 0,00014$$

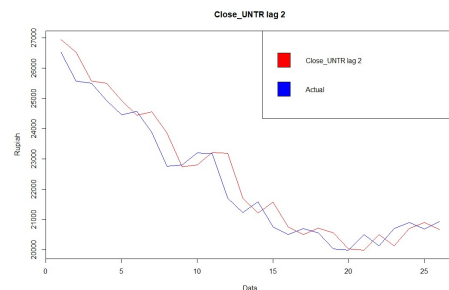
Gambar 10 menunjukkan bahwa trend hasil prediksi saham dengan menggunakan model VAR(1) menyerupai trend saham aktual. Meskipun trend hasil prediksi menyerupai aktual, namun dari hasil tersebut masih memiliki jarak yang sangat terlihat jelas pada gambar tersebut, dimana nilai saham aktual mempunyai nilai lebih rendah daripada nilai prediksi.

4.1.5.2. Hasil Prediksi Harga Saham VAR(2)

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil prediksi dengan menggunakan VAR dengan lag 2 yang digambarkan pada grafik sebagai berikut :



Gambar 11. Grafik Perbandingan Nilai Prediksi Sebelum Re-differencing dan Nilai Aktual Lag 2



Gambar 12. Grafik Perbandingan Nilai Prediksi dan Nilai Aktual Lag 2

Hasil prediksi harga saham yang telah didapatkan dihasilkan melalui persamaan berikut ini :

$$Y_t = -0,1107 + 0,3043 Y_{1t-1} - 0,00515 Y_{2t-1} + 0,00173 Y_{1t-2} + 0,004838 Y_{2t-2} + 0,0001402$$

Gambar 12 menunjukkan bahwa trend hasil prediksi saham dengan menggunakan model VAR(2) menyerupai trend saham aktual. Meskipun trend hasil prediksi menyerupai aktual, namun dari hasil tersebut masih memiliki jarak yang sangat terlihat jelas pada gambar tersebut, dimana nilai saham aktual mempunyai nilai lebih rendah daripada nilai prediksi.

4.1.6 Hasil Penghitungan Performansi

Dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan 2 skenario yaitu VAR(1) dan VAR(2) didapatkan prediksi harga saham dengan nilai error yang minimum. Berikut merupakan hasil penghitungan performansi dengan menggunakan MAPE.

Tabel 6. Nilai MAPE Prediksi Saham

Model VAR	MAPE Training	MAPE Testing
VAR(1)	0.0005%	0,0197%
VAR(2)	0.000005%	0,0194%

4.2. Analisis Hasil Pengujian

Setelah dilakukan pengolahan dan *preprocessing* data dengan menggunakan data saham PT United Tractors Tbk dan Kurs Rupiah ke USD, maka didapat nilai estimasi data pada beberapa lag, nilai koefisien dan error. Kemudian data tersebut diterapkan ke dalam model *Vector Autoregressive* untuk memprediksi harga saham. Pada penelitian ini, data yang digunakan merupakan data non-stasioner yang dibagi menjadi dua yaitu data *training* sebesar 1100 data dan data *testing* sebesar 26 data. Skenario pembagian data *training* dan *testing* berguna untuk mengetahui bagaimana perbandingan antara nilai harga saham prediksi dengan nilai harga saham aktual. Pada hasil prediksi, dapat disimpulkan bahwa prediksi nilai saham penutup pada PT United Tractors Tbk mempunyai trend yang menyerupai nilai saham aktual. Namun, hasil yang didapatkan masih memiliki jarak antara nilai hasil prediksi dengan nilai aktual dimana nilai aktual lebih rendah dibandingkan hasil prediksi. Pada penelitian yang telah dilakukan telah didapatkan nilai MAPE untuk VAR(1) dan VAR(2) sebesar 0,0197% dan 0,0194%. Berdasarkan hasil prediksi yang dilakukan dapat dilihat pada perbandingan nilai yang telah digambarkan melalui grafik hasil prediksi saham, dapat disimpulkan bahwa naik turunnya nilai harga saham penutup PT United Tractors Tbk selain dipengaruhi oleh nilai kurs beli Rupiah ke USD, nilai harga saham tersebut juga dipengaruhi oleh nilai harga saham pada waktu-waktu sebelumnya.

5. Kesimpulan

Pada hasil penelitian dapat dilihat bahwa tingkat akurasi prediksi pergerakan harga saham menggunakan metode *Vector Autoregressive* dengan lag yang berbeda akan mempunyai nilai error yang hampir sama dikarenakan hasil prediksi dari harga saham yang akan datang dipengaruhi dengan harga saham sebelumnya. Dalam skenario penelitian, dapat disimpulkan bahwa jumlah lag yang berbeda mempunyai dampak yang tidak terlalu signifikan. Pada hasil penelitian, dapat dilihat bahwa prediksi nilai saham penutup pada PT United Tractors Tbk mempunyai trend yang menyerupai nilai saham aktual. Namun, hasil yang didapatkan masih memiliki jarak antara nilai hasil prediksi dengan nilai aktual dimana nilai aktual lebih rendah dibandingkan nilai hasil prediksi.

Dari penelitian prediksi pergerakan saham penutup pada perusahaan PT United Tractors Tbk menggunakan *Vector Autoregressive* menurut kami hasilnya sudah cukup bagus karena pada hasil performansi penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa nilai error yang dihasilkan minimum yaitu dengan nilai MAPE VAR(1) sebesar 0,0197% dan nilai MAPE VAR(2) sebesar 0,0194%.

Daftar Pustaka

- [1] Pratomo, A., Umbara, R. F., & Rohmawati, A. A. (2019). Prediksi Pergerakan Harga Saham Dengan Metode Random Forest Menggunakan Trend Deterministic Data Preparation (Studi Kasus Saham Perusahaan Pt Astra International Tbk, Pt Garuda Indonesia Tbk, Dan Pt Indosat Tbk). *eProceedings of Engineering*, 6(1).
- [2] Jakpar, S., Tinggi, M., Tak, A. H., & Chong, W. Y. (2018). Fundamental Analysis VS Technical analysis: The Comparison of Two Analysis in Malaysia Stock Market. *UNIMAS Review of Accounting and Finance*, 1(1).
- [3] Iwok, I. A., & Okoro, B. C. Forecasting Stocks with Multivariate Time Series Models.
- [4] Gupta, R., & Wohar, M. (2017). Forecasting oil and stock returns with a Qual VAR using over 150 years off data. *Energy Economics*, 62, 181-186.

- [5] Flores, J. H. F., Engel, P. M., & Pinto, R. C. (2012, June). Autocorrelation and partial autocorrelation functions to improve neural networks models on univariate time series forecasting. In *The 2012 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)* (pp. 1-8). IEEE.
- [6] Windasari, W. (2018). PENDEKATAN ANALISIS VECTOR AUTO REGRESSION (VAR) DALAM HUBUNGAN HARGA SAHAM SEKTOR INFRASTRUKTUR DAN MANUFAKTUR. *AdMathEdu*, vol. 8, no. 1, 2018.
- [7] "Vector Autoregressive Models for Multivariate Time Series," [Online]. Available: <https://faculty.washington.edu/ezivot/econ584/notes/varModels.pdf>. [Accessed 05 05 2019].
- [8] Rosyidah, H., Rahmawati, R., & Prahutama, A. (2018). PEMODELAN VECTOR AUTOREGRESSIVE X (VARX) UNTUK MERAMALKAN JUMLAH UANG BEREDAR DI INDONESIA. *Jurnal Gaussian*, 6(3), 333-343.
- [9] Rahmawati, A., Di Asih, I. M., & Hoyyi, A. (2018). STRUCTURAL VECTOR AUTOREGRESSIVE UNTUK ANALISIS DAMPAK SHOCK NILAI TUKAR RUPIAH TERHADAP DOLAR AMERIKA SERIKAT PADA INDEKS HARGA SAHAM GABUNGAN. *Jurnal Gaussian*, 6(3), 291-302.
- [10] "Forecasting : Principles and Practice," [Online]. Available: <https://otexts.com/fpp2/stationarity.html>. [Accessed 7 Mei 2019].
- [11] Kim, S., & Kim, H. (2016). A new metric of absolute percentage error for intermittent demand forecasts. *International Journal of Forecasting*, 32(3), 669-679.
- [12] Saputro, D. R. S., Wigena, A. H., & Djuraidah, A. (2011). MODEL VEKTOR AUTOREGRESSIVE UNTUK PERAMALAN CURAH HUJAN DI INDRAMAYU (Vector Autoregressive Model for Forecast Rainfall In Indramayu). In *Forum Statistika dan Komputasi* (Vol. 16, No. 2).
- [13] Nason, G. P. (2006). Stationary and non-stationary time series. *Statistics in Volcanology. Special Publications of IAVCEI*, 1, 000-000.
- [14] Khair, U., Fahmi, H., Al Hakim, S., & Rahim, R. (2017, December). Forecasting error calculation with mean absolute deviation and mean absolute percentage error. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 930, No. 1, p. 012002). IOP Publishing.
- [15] Sungkawa, I. (2013). Penerapan Analisis Regresi Dan Korelasi Dalam Menentukan Arah Hubungan Antara Dua Faktor Kualitatif Pada Tabel Kontingensi. *Jurnal Mat Stat*, 13(1), 33-41.
- [16] Vusvitasari, Resi, Sigit Nugroho, and Syahrul Akbar. "Kajian Hubungan Koefisien Korelasi Pearson (ρ), Spearman-Rho (r), Kendall-Tau (τ), Gamma (G), dan Somers($y_x d.$)"
- [17] "Stationarity" [Online]. Available: <http://www3.econ.muni.cz/~hhousek/teaching/stationarity.pdf>. [Accessed 15 01 2020].
- [18] "Examples of Stationarity Time Series" [Online]. Available: http://www-stat.wharton.upenn.edu/~stine/stat910/lectures/02_stationarity.pdf. [Accessed 15 01 2020].