

# Prediksi *Volume Weighted Average Price* Saham INDF Menggunakan Algoritma Genetika

**Liony Putri Firdaus**

Departemen Matematika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan dan Alam, Universitas Negeri Padang  
e-mail: [lionyputri20@gmail.com](mailto:lionyputri20@gmail.com)

**Defri Ahmad**

Departemen Matematika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan dan Alam, Universitas Negeri Padang  
e-mail: [defri\\_math@fmipa.unp.ac.id](mailto:defri_math@fmipa.unp.ac.id)

**Abstract:** *In the era of industrial revolution 4.0, investors in almost all countries are interested in investing in stocks. The wrong investment decision in deciding when it is the right time to buy and sell shares can cause big losses for investors. Therefore, technical analysis is required. One of the technical indicators used in intraday trading is the volume-weighted average price (VWAP). To predict the VWAP accurately in stock trading transactions, a genetic algorithm is used. The stocks that are suitable to be selected for conducting stock trading transactions are PT. Indofood Sukses Makmur Tbk. This research is applied research that uses secondary data from the website of PT. Indofood Sukses Makmur Tbk. The results showed that the predictive results of the VWAP testing data for PT. Indofood Sukses Makmur Tbk are close to actual data, which means that the genetic algorithm has good predictive abilities with an accuracy rate of 99.71% (very high method accuracy).*

**Keywords:** Stocks, Volume Weighted Average Price, Genetic Algorithm

**Abstrak:** *Di era revolusi industri 4.0 ini para investor di hampir semua negara tertarik untuk melakukan investasi saham. Keputusan investasi yang salah dalam memutuskan kapan waktu yang tepat untuk jual beli saham dapat menyebabkan kerugian yang besar bagi investor. Oleh karena itu, analisis teknikal diperlukan. Salah satu analisis teknikal yang digunakan dalam perdagangan intraday adalah volume weighted average price (VWAP). Untuk memprediksi VWAP secara akurat dalam transaksi perdagangan saham digunakan algoritma genetika. Saham yang cocok di pilih dalam melakukan transaksi perdagangan saham adalah PT. Indofood Sukses Makmur Tbk. Penelitian ini merupakan penelitian terapan yang menggunakan Sumber data adalah data sekunder dari website PT. Indofood Sukses Makmur Tbk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil prediksi data testing VWAP saham PT. Indofood Sukses Makmur Tbk mendekati data aktual yang artinya algoritma genetika memiliki kemampuan prediksi yang baik dengan tingkat akurasi 99.71% (ketepatan metode sangat tinggi).*

**Kata Kunci:** Saham, Volume Weighted Average Price, Algoritma genetika

## 1. Pendahuluan

Investasi saham merupakan suatu tindakan penyaluran sumber dana pada saat sekarang dengan tujuan mendapatkan keuntungan di masa yang akan datang (Adnyana, 2020). Hal ini dilakukan dengan cara mengalokasikan uang atau dana dalam pembelian saham, dengan harapan akan menghasilkan probit dari investasi tersebut melalui kegiatan perdagangan saham di bursa efek. Dalam setiap transaksi perdagangan saham, para *trader/investor* dihadapkan pada opsi untuk melakukan membeli atau menjual saham. Keputusan investasi yang salah dapat menyebabkan kerugian besar bagi investor, serta perubahan saham yang terus berfluktuatif membutuhkan analisis untuk memprediksi pergerakan saham. Menganalisis saham dapat dilakukan melalui dua pendekatan, salah satunya adalah pendekatan analisis teknikal. Analisis teknikal merupakan metode analisis saham yang memakai data harga dan volume saham untuk membuat keputusan layak beli atau tidaknya suatu saham dengan membaca grafik pergerakan harga saham (Zulfikar, 2016).

Analisis teknikal sering digunakan oleh *trader/investor* yang memang aktif bertransaksi saham dengan jangka pendek seperti perdagangan *intraday* yang dilakukan dalam satu hari, pagi ketika bursa dibuka membeli dan sorenya ketika bursa ditutup dijual kembali atau sebaliknya. Seorang trader dalam perdagangan *intraday* yang memiliki profil resiko tinggi dapat menghasilkan persentase keuntungan yang besar atau persentase kerugian yang besar. Oleh karena itu, analisis teknikal sangat dibutuhkan oleh trader untuk memutuskan kapan membeli atau menjual saham yang dimiliki disaat yang tepat sehingga memberikan keuntungan. Salah satu indikator teknikal yang digunakan dalam perdagangan *intraday* adalah *volume weighted average price* (VWAP).

VWAP merupakan harga rata-rata yang dibayarkan per saham selama periode tersebut, sehingga harga setiap transaksi di pasar ditentukan berdasarkan volume perdagangan. *Trader* menggunakan VWAP di pasar saham sebagai harga patokan dan dianggap sebagai perkiraan harga yang akan dibayar *trader* pasif untuk membeli sekuritas di pasar. Dalam pengaplikasian VWAP digunakan oleh para *trader* untuk mengetahui waktu sinyal beli dan jual untuk perdagangan *intraday*. Serta, berdasarkan distribusi volume perdagangan *intraday* di pasar saham, VWAP mengalokasikan perdagangan dengan cara mengurangi dampak perdagangan perusahaan besar pada likuiditas pasar saham (Jeong, Lee, Nam, & Oh, 2021). Oleh karena itu, pentingnya untuk memprediksi atau menganalisis VWAP secara akurat dalam transaksi perdagangan saham. Di zaman yang perkembangan teknologi sangat pesat ini, terdapat banyak cara dalam mengatasi masalah ini salah satunya menggunakan teknik dari kecerdasan buatan, yaitu menggunakan algoritma genetika.

Algoritma genetika merupakan suatu algoritma pencarian yang terinspirasi oleh proses genetika alamiah yang berlandaskan pada konsep seleksi alam dan teori evolusi

untuk menemukan solusi optimal dari berbagai jenis masalah (Desiani & Arhami, 2006). Algoritma ini banyak digunakan dalam waktu komputasi yang relatif lebih cepat dibandingkan dengan algoritma lain dalam mencari solusi optimal (Mahmudy, 2013). Menurut Setyaningsih (2015), algoritma genetika dalam prediksi suatu masalah dapat digunakan untuk menentukan model dan parameter model.

Pengaplikasian algoritma genetika dalam memprediksi data VWAP membutuhkan sebuah model input sebagai data masukan. Karena data VWAP berupa data deret waktu maka model input yang dipakai adalah model deret waktu *autoregressive* (AR). Penggunaan algoritma genetika untuk memprediksi telah dibahas dalam penelitian sebelumnya, Mallang et al (2014) menggunakan algoritma genetika dalam meramalkan jumlah kebutuhan premium pada tahun 2014 dengan model input berupa model deret waktu. dari penelitian tersebut diperoleh nilai MAE sebesar 553.2690 dan MAPE sebesar 3.021%. hal ini menunjukkan bahwa algoritma genetika memiliki kinerja yang baik dalam meramalkan jumlah kebutuhan BBM premium di kota Denpasar.

Saham yang menjadi obyek peneliti disini adalah saham PT. Indofood sukses makmur Tbk, yang termasuk dalam jenis saham *consumer goods* yaitu saham yang beroperasi di industri penjualan barang-barang kebutuhan pokok sehari-hari masyarakat. Perusahaan semacam ini cenderung stabil dalam keadaan ekonomi yang tidak stabil dan terus berkembang seiring meningkatnya permintaan atas produk makanan dan perubahan selera konsumen seiring perkembangan zaman. Oleh karena itu, saham PT. Indofood Sukses Makmur Tbk cocok di pilih dalam melakukan transaksi perdagangan saham.

Berdasarkan masalah yang telah dijelaskan, penelitian akan dilakukan mengenai prediksi *volume weighted average price* saham PT. Indofood Sukses Makmur Tbk menggunakan algoritma genetika.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian terapan yang di simulasi menggunakan perangkat lunak minitab 19 dan *python* 3.9.10. Data yang digunakan berasal dari sumber data sekunder yang diambil dari website *yahoo finance* berupa data VWAP saham Indofood Sukses makmur Tbk dengan kode saham INDF.JK *time frame 4H* periode 4 Mei 2023 sampai 27 Juni 2023. Dalam prediksi menggunakan algoritma genetika terdapat 4 parameter genetika yang diatur. Jumlah iterasi atau generasi adalah 500, *npop* terdiri dari 100 kromosom, probabilitas *crossover* diatur pada 0.6, dan probabilitas mutasi ditetapkan sebesar 0.2.

Berikut adalah tahapan-tahapan dalam melakukan analisis data dalam penelitian ini :

- a. Mengumpulkan data VWAP saham INDF *time frame 4H*.

- b. Membagi data menjadi data *training* sebanyak 93 data (4 Mei 2023 – 20 Juni 2023) dan data *testing* sebanyak 15 data (21 Juni 2023 – 27 Juni 2023)
- c. Mencari model input VWAP berupa model deret waktu *autoregressive* (AR)
  - 1) Membuat plot data deret waktu dari data *training* dan menginterpretasi hasil plot tersebut.
  - 2) Melakukan uji stationeritas terhadap variansi dan rata-rata dengan metode transformasi *box cox* dan melihat grafik *time series* dan plot ACF.
    - a) Melakukan tranformasi apabila data belum stationer terhadap variansi.
    - b) Melakukan *differencing* apabila data belum stationer terhadap rata-rata dengan persamaan: (Makridakis et al, 1978)
 
$$Z_t^d = Z_t - Z_{t-i} \quad (1)$$
 dimana  $Z_t^d$  merupakan data *differencing* ke- $d$  pada periode ke- $t$ ,  $Z_t$  merupakan data aktual pada period ke- $t$ , dan  $Z_{t-i}$  merupakan data aktual pada periode ke- $t-i$ , dimana  $i = 1, 2, \dots, k$
  - 3) Mengidentifikasi model AR dengan membuat plot PACF dari data yang telah stationer.
- d. Mengestimasi parameter model input yang terpilih menggunakan algoritma genetika
- e. Memilih model input terbaik berdasarkan nilai *fitness* tertinggi.
- f. Melakukan prediksi terhadap data *testing* dengan menggunakan model input terbaik
- g. Melakukan proses *undifferencing* jika hasil prediksi berupa data *differencing* dengan persamaan :
 
$$Z_t'' = Z_t' + Z_{t-i} \quad (2)$$
 dimana  $Z_t''$  merupakan data *undifferencing* pada periode ke- $t$ ,  $Z_t'$  merupakan data prediksi.
- h. Menghitung nilai MSE dan MAPE untuk mengevaluasi tingkat akurasi prediksi
- i. Menarik kesimpulan

## 2.1 Model Deret Waktu *Autoregressive*

Model *autoregressive* disajikan dalam persamaan berikut: (Makridakis et al, 1978).

$$\hat{Z}_t = a_0 + a_1 Z_{t-1} + a_2 Z_{t-2} + \dots + a_k Z_{t-k} + \varepsilon_t$$

dengan:

$\hat{Z}_t$  : nilai pengamatan pada waktu ke- $t, t = 1, 2, \dots, k$

$a_i$  : parameter model ke- $i, i = 1, 2, \dots, k$

$\varepsilon_t$  : *error* (kesalahan) pada waktu ke- $t, \varepsilon_t \sim WN(0, \sigma^2)$

$k$  : orde dari model

## 2.2 Algoritma Genetika

Algoritma genetika dirancang untuk mencari solusi terbaik dengan cara bertahan hidup, mengoptimalkan populasi solusi potensial hingga solusi terunggul mendominasi populasi dengan proses algoritma genetika sebagai berikut:

1. Mengkodekan (*encoding*) calon parameter kedalam bentuk representasi kromosom bilangan real, diskrit decimal atau bilangan biner (Sutojo et al, 2011). Dalam penelitian ini, representasi kromosom yang dipakai berupa pengkodean bilangan real.
2. Inisialisasi populasi awal dengan membangkitkan nilai acak dalam *range* bilangan yang telah ditentukan pada domain yang diinginkan untuk setiap gen dari setiap kromosom.
3. Fungsi fitness diukur untuk melihat seberapa baik kinerja suatu kromosom dalam bertahan hidup di lingkungannya. Jika nilai *fitness* kromosom tinggi akan bertahan, sementara kromosom yang rendah sulit bertahan (Suyanto, 2005). Dalam penelitian ini, nilai *fitness* ditentukan untuk meminimalkan rata-rata kesalahan untuk seluruh data yang akan diprediksi. Oleh karena itu, nilai fitness ditentukan oleh fungsi berikut:(Suyanto, 2021)

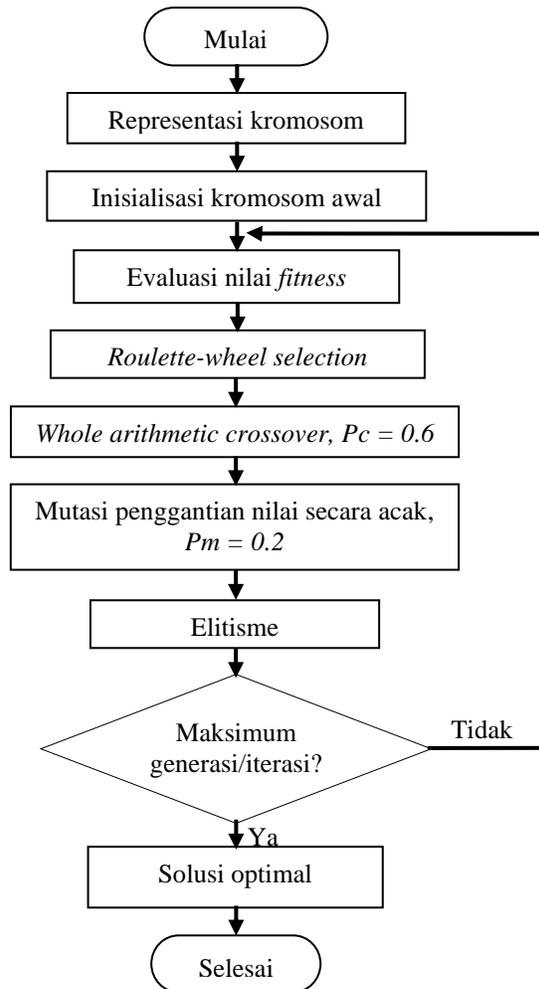
$$f = \frac{1}{MSE + 0.01}. \quad (3)$$

4. Seleksi orang tua, kromosom unggul akan dipilih menjadi orang tua berdasarkan nilai *fitness* tertinggi. Pada penelitian ini, seleksi dilakukan dengan metode *roulette wheel selection*. Langkah-langkah perhitungan probabilitas menggunakan *roulette wheel* sebagai berikut: (Gen & Cheng, 1997)
  - a. Hitung nilai *fitness* setiap kromosom  $f_k$  dengan  $eval(f_k) = f$
  - b. Hitung total *fitness* semua *fitness* dalam populasi dengan  $Totalfitness = \sum_{k=1}^N eval(f_k)$ .
  - c. Hitung probabilitas seleksi  $p_k$  pada setiap individu  $f_k$  dengan  $p_k = \frac{eval(f_k)}{Totalfitness}$ .
  - d. Hitung probabilitas kumulatif  $q_k$  pada setiap kromosom  $f_k$  dengan  $q_k = \sum_{j=1}^k p_j$ .
  - e. Bangkitkan bilangan real random  $[0, 1]$ . Kemudian, nilai *probabilitas* kumulatif dibandingkan dengan bilangan random. Jika nilai *probabilitas* kumulatif pada kromosom ke- $i$  lebih besar daripada nilai bilangan random ke- $i$ , kromosom ke- $i$  terpilih sebagai orang tua.
5. Proses *crossover* beroperasi pada sepasang kromosom orang tua untuk memperoleh dua kromosom anak dengan mengganti sejumlah elemen (gen) yang dimiliki masing-masing kromosom orang tua (Arkeman et al, 2012). Jumlah *crossover* dibatasi oleh probabilitas *crossover* ( $P_c$ ). Dalam penelitian ini, digunakan metode *whole arithmetic crossover*. *Offspring* dibangun berupa kromosom “antara” dari kedua orang tuanya , sehingga bisa menghasilkan kromosom yang beragam (Suyanto, 2008).

$$x_1'(k) = \alpha \cdot x_1(k) + (1 - \alpha) \cdot x_2(k).$$

$$x_2'(k) = \alpha \cdot x_2(k) + (1 - \alpha) \cdot x_1(k).$$

6. Proses mutasi mengganti struktur kromosom secara spontan dengan hasil kromosom baru yang genetiknya berbeda dari yang sebelumnya. Jumlah mutasi ditentukan oleh probabilitas mutasi ( $P_m$ ). Dalam penelitian ini digunakan metode mutasi penggantian nilai secara acak. Gen yang terpilih akan ditukar dengan gen baru yang dihasilkan secara random, tetapi tetap berada dalam interval nilai yang diizinkan (Suyanto, 2008). Proses mutasi dimulai dengan penggantian nilai gen dalam kromosom dengan bilangan random antara nol hingga satu kurang jumlah gen, lalu dibandingkan dengan nilai  $P_m$ . Jika nilai bilangan acak lebih kecil daripada nilai  $P_m$ , maka kromosom tersebut dimutasi dengan mengganti nilai gen-gen tersebut dengan nilai acak baru berupa bilangan real antara 0,1 dan 1,1.
7. Proses elitisme memastikan kromosom dengan tingkat *fitness* tertinggi tetap ada selama proses evolusi dengan menyalin individu yang memiliki nilai *fitness* tertinggi (Suyanto, 2005). Nilai-nilai *fitness* diurutkan *descending*, dan kromosom-kromosom terbaik yang akan menjadi bagian populasi berikutnya sebanyak ukuran kromosom.
8. Penggantian populasi  $N$  kromosom dalam satu generasi akan digantikan secara serentak oleh  $N$  kromosom baru yang dihasilkan melalui tahap *crossover* dan mutasi (Suyanto, 2021).
9. Kriteria berhenti akan terjadi ketika batasan nilai fungsi fitness dan nilai fungsi objektif tercapai, durasi komputasi berakhir, jumlah generasi yang telah ditentukan tercapai atau jika terjadi konvergensi. Dalam penelitian ini, kriteria berhenti terjadi ketika jumlah generasi yang ditentukan telah tercapai.



Gambar 1. Flowchart Algoritma Genetika

## 2.3 Akurasi Prediksi

### 2.3.1 Mean Square Error (MSE)

*Mean Square Error* (MSE) adalah suatu fungsi yang mengukur perbedaan selisih antara nilai yang telah prediksi dengan nilai sebenarnya. Nilai MSE dapat dirumuskan sebagai berikut: (Hanke & Wichem, 2014)

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Z_i - \hat{Z}_i)^2.$$

Dimana  $n$  = jumlah data pengamatan

### 2.3.2 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

*Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) mengukur tingkat akurasi dalam perhitungan nilai aktual dengan membandingkan nilai prediksi dengan nilai aktual untuk semua data. Nilai MAPE dapat dirumuskan sebagai berikut (Hanke & Wichem, 2014):

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_t} \right| \times 100\%.$$

Berikut adalah kriteria keakuratan MAPE :

- a.  $MAPE < 10\%$  : kemampuan prediksi sangat baik
- b.  $10\% \leq MAPE < 20\%$  : kemampuan prediksi baik
- c.  $20\% \leq MAPE < 50\%$  : kemampuan prediksi cukup
- d.  $MAPE \geq 50\%$  : kemampuan prediksi tidak akurat

Perhitungan tingkat akurasi dengan rumus sebagai berikut) (Anggraeni, 2020):

$$TingkatAkurasi = 100\% - MAPE.$$

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Statistika Deskriptif Data

Hasil analisis statistika deskriptif data VWAP saham INDF disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Statistika Deskriptif Data VWAP

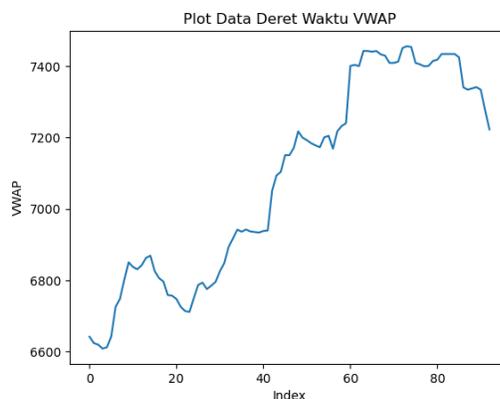
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviasi
VWAP	108	6608.33	7455.15	7210.61	275.69

Tabel 1, menunjukkan bahwa *mean* sebesar 7210.61 dengan standar deviasi sebesar 275.69. Dimana data minimum VWAP sebesar 6608.33 pada tanggal 5 Mei 2023 jam 07.00 dan data maksimum VWAP sebesar 7455.15 pada tanggal 12 Juni 2023 jam 11.00.

#### 3.2. Mencari Model Input VWAP berupa Model Deret Waktu Autoregressive

##### 3.2.1. Plot Data

Berikut plot data *training volume weighted average price* untuk melihat pola yang terbentuk.

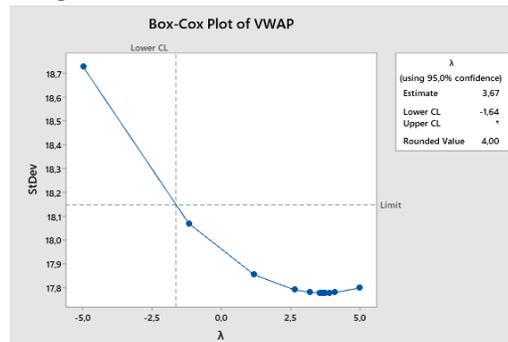


Gambar 2. Plot Data Training VWAP Saham INDF

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa data *training* VWAP mempunyai *trend* naik dan turun diwaktu tertentu. Hal ini menunjukkan bahwa data tidak stationer atau tidak berfluktuasi pada suatu angka tertentu. Oleh karena itu, perlu dilakukan uji stationeritas data.

### 3.2.2 Uji Stationeritas Data

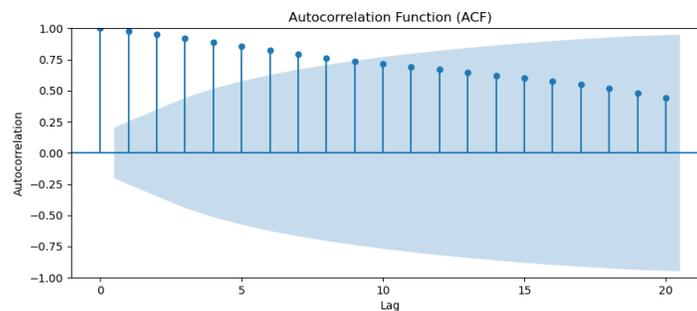
Pertama dilakukan pemeriksaan kestasioneran data terhadap variansi dilihat melalui transformasi *box cox* dengan berpatokan pada nilai *rounded value* sudah bernilai satu atau lebih dari satu (Pamungkas & Wibowo, 2019).



Gambar 3. Box Cox Plot Data Training VWAP Saham INDF

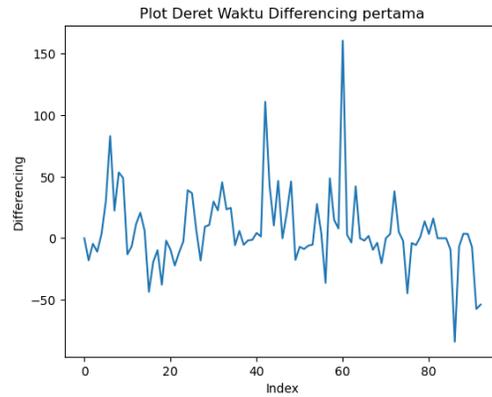
Berdasarkan Gambar 3, terlihat bahwa *rounded value* diperoleh sebesar 4.00 dan sudah bernilai lebih besar sama dengan 1.

Selanjutnya dilakukan pemeriksaan kestasioneran data terhadap rata-rata melalui plot ACF



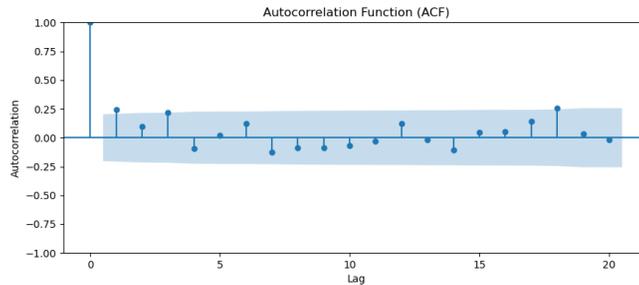
Gambar 4. Plot ACF Data Training VWAP Saham INDF

Berdasarkan Gambar 4, terlihat bahwa plot ACF dari data menurun secara perlahan hingga mendekati nilai nol (*dies down*). Hal ini mengindikasikan bahwa data belum stationer terhadap rata-rata. Oleh karena itu, diperlukan tindakan *differencing* pada data dengan menggunakan persamaan (1).



Gambar 5. Plot Time Series Data Training VWAP Setelah Differencing Pertama

Berdasarkan hasil plot pada Gambar 5, terlihat bahwa kestasioneran data sudah terpenuhi karena data telah berada disekitar nilai rata-rata yang konstan. Hal ini diperkuat dengan plot ACF setelah dilakukan *differencing*.

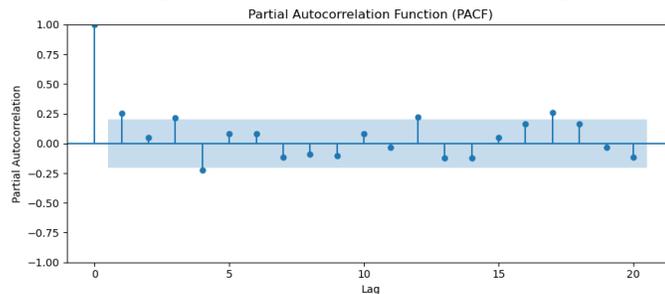


Gambar 6. Plot ACF Data Training VWAP Saham INDF

Pada gambar 6, plot ACF menunjukkan jika data sudah stationer terhadap rata-rata, karena tidak ada lebih dari tiga *lag* yang melewati batas interval dan sudah menurun secara eksponensial.

### 3.2.3. Identifikasi Model

Setelah data sudah stationer, selanjutnya mengidentifikasi model AR dilakukan dengan melihat koefisien dari plot PACF berada di luar batas pada korelogram



Gambar 7. Plot PACF Data Differencing Pertama VWAP

Dilihat dari Gambar 7, terlihat bahwa plot PACF terdapat tiga lag yang melewati batas signifikan yaitu lag 1, lag 3 dan lag 4. Sehingga diperoleh model input sementara untuk data VWAP saham INDF yaitu

Tabel 2. Model Input Sementara

No	Model AR	Persamaan
1	AR(1)	$Z_t = a_0 + a_1 Z_{t-1}$
2	AR(2)	$Z_t = a_0 + a_1 Z_{t-1} + a_2 Z_{t-2}$
3	AR(3)	$Z_t = a_0 + a_1 Z_{t-1} + a_2 Z_{t-2} + a_3 Z_{t-3}$
4	AR(4)	$Z_t = a_0 + a_1 Z_{t-1} + a_2 Z_{t-2} + a_3 Z_{t-3} + a_4 Z_{t-4}$

### 3.3. Estimasi Parameter Model Input Menggunakan Algoritma Genetika

Setelah diperoleh model input sementara dengan merujuk pola PACF, langkah selanjutnya adalah estimasi parameter-parameter model tersebut dengan menggunakan algoritma genetika. Estimasi parameter masing-masing model input menggunakan algoritma genetika dimulai dengan mempresentasikan kromosom dengan pengkodean real, lalu inialisasikan kromosom awal GA dengan membangkitkan secara acak dari 0 sampai 1 sepanjang nilai periode prediksi pada setiap generasi sebanyak 100 kromosom. Nilai *fitness* setiap kromosom dihitung menggunakan persamaan (3). Setelah diperoleh kromosom yang baik dari nilai *fitness*nya kemudian tahap selanjutnya menyeleksi kromosom menggunakan seleksi *roulette wheel* untuk menentukan kromosom orang tua. Kromosom orang tua terpilih kemudian mengalami crossover dengan probabilitas *crossover* ( $P_c$ ) sebesar 0.6 menggunakan metode *whole-arithmetic-crossover*. Dilanjutkan dengan mutasi menggunakan metode penggantian nilai secara acak dengan ( $P_m$ ) sebesar 0.2. Selanjutnya, proses elitisme dilakukan untuk mempertahankan kromosom yang memiliki *fitness* tertinggi agar tetap berada dalam generasi berikutnya. Setelah itu, nilai-nilai *fitness* diurutkan *descending*, dan 100 individu terbaik menjadi bagian populasi berikutnya. Proses ini diulang sebanyak 500 kali hingga diperoleh kromosom terbaik pada generasi terakhir.

Setelah dilakukan estimasi parameter model dengan algoritma genetika pada ke empat model input, diperoleh kromosom terbaik yang mempunyai nilai *fitness* terbesar pada setiap model input yang disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 3. Kromosom Terbaik dari Empat Model Input

Model Input	Parameter model	Estimasi	Nilai <i>Fitness</i>
AR(1)	$a_0$	0.999918	0.001034
	$a_1$	0.206561	
AR(2)	$a_0$	0.925298	0.001031

Model Input	Parameter model	Estimasi	Nilai <i>Fitness</i>
	$a_1$	0.237528	
	$a_2$	0.102382	
AR(3)	$a_0$	0.769037	0.001030
	$a_1$	0.113997	
	$a_2$	0.185546	
	$a_3$	0.282354	
AR(4)	$a_0$	0.564033	0.000935
	$a_1$	0.823764	
	$a_2$	0.526883	
	$a_3$	0.262597	
	$a_4$	0.481080	

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai *fitness* model input AR(1) lebih besar daripada keempat model input yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa model input AR(1) memiliki kromosom terbaik, sehingga diperoleh model input terbaik sebagai berikut:

$$\hat{Z}_t = 0.999918 + 0.206561Z_{t-1}. \quad (4)$$

Persamaan (4) akan digunakan untuk memprediksi data *testing* VWAP periode 3 Juli 2023 hingga 14 Juli 2023.

### 3.4 Prediksi Data *Testing*

Setelah diperoleh model input terbaik, selanjutnya dilakukan prediksi terhadap data *testing* menggunakan model tersebut. Hasil prediksi data *testing* menggunakan model input terbaik disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Prediksi Data *Testing*

Tanggal	Jam	Data Prediksi
21/06/2023	07.00.00	-10.14
	11.00.00	-1.09
	15.00.00	0.77
22/06/2023	07.00.00	1.15
	11.00.00	1.24
	15.00.00	1.26
23/06/2023	07.00.00	1.26
	11.00.00	1.26
	15.00.00	1.26
26/06/2023	07.00.00	1.26
	11.00.00	1.26
	15.00.00	1.26
27/06/2023	07.00.00	1.26

Tanggal	Jam	Data Prediksi
	11.00.00	1.26
	15.00.00	1.26

Karena data prediksi menggunakan data hasil differencing maka perlu dilakukan tahap pengembalian data semula (*undifferencing*) agar diperoleh data prediksi yang sesungguhnya menggunakan persamaan (2) seperti berikut :

$$\begin{aligned}
 Z''_{94} &= Z'_{94} + Z_{93} = -10.14 + 7221.96 = 7211.82 \\
 Z''_{95} &= Z'_{95} + Z_{94} = -1.09 + 7308.33 = 7307.24 \\
 &\vdots \\
 Z''_{108} &= Z'_{108} + Z_{107} = 1.26 + 7311.83 = 7313.09
 \end{aligned}$$

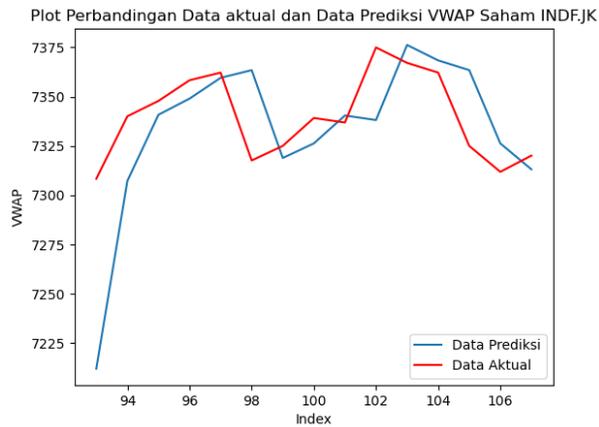
Hasil prediksi data *testing* setelah dilakukan *undifferencing* disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 5. Hasil Prediksi Data Testing setelah *Undifferencing*

Tanggal	Jam	Data Aktual	Data Prediksi Undifferencing
21/06/2023	07.00.00	7308.33	7211.82
	11.00.00	7340.04	7307.24
	15.00.00	7347.85	7340.81
22/06/2023	07.00.00	7358.33	7349.01
	11.00.00	7362.22	7359.57
	15.00.00	7317.60	7363.48
23/06/2023	07.00.00	7325.00	7318.86
	11.00.00	7339.17	7326.26
	15.00.00	7336.87	7340.43
26/06/2023	07.00.00	7375.00	7338.13
	11.00.00	7367.16	7376.26
	15.00.00	7362.24	7368.42
27/06/2023	07.00.00	7325.00	7363.50
	11.00.00	7311.83	7326.26
	15.00.00	7320.07	7313.09
MSE			1071.61
MAPE			0.29%
Tingkat Akurasi = 100%-MAPE			99.71%

Berdasarkan Tabel 5, diperoleh nilai MSE sebesar 1071 dan nilai MAPE sebesar 0.29% dimana kurang dari 10% yang berdasarkan kriteria MAPE dapat dikatakan bahwa hasil prediksi sangat baik, serta tingkat akurasi sebesar 99.71% yang berarti metode yang digunakan dalam prediksi memiliki ketepatan yang sangat tinggi. Hal ini membuktikan bahwa parameter (kromosom) terbaik hasil estimasi menggunakan algoritma genetika dapat digunakan untuk memprediksi VWAP saham INDF.JK di masa mendatang.

Hal ini diperkuat dengan plot hasil prediksi mendekati grafik data aktual yang terlihat pada plot perbandingan data aktual dengan data hasil prediksi data *testing* setelah *undifferencing* berikut :



Gambar 8. Plot Perbandingan Data Hasil Prediksi Setelah Undifferencing dengan Data Aktual

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan hasil prediksi VWAP saham INDF *time frame 4H* yang diperoleh menggunakan algoritma genetika tidak jauh beda dengan nilai aktual dibuktikan dengan dihasilkan nilai MSE sebesar 1214.43 dan nilai MAPE sebesar 0.32% dimana kurang dari 10% yang berdasarkan kriteria MAPE memiliki hasil prediksi sangat baik serta tingkat akurasi sebesar 99.68% artinya metode yang digunakan memiliki ketepatan yang sangat tinggi. Diperkuat dengan bentuk plot data hasil prediksi mendekati pola data aktual yang artinya algoritma genetika memiliki kemampuan prediksi yang baik.

#### Daftar Pustaka

- Adnyana, I. M. (2020.). *Manajemen Investasi Dan portofolio*. Jakarta: LPU-UNAS.
- Anggraeni, D. T. (2020). Peramalan Harga Saham Menggunakan Metode Autoregressive Dan Web Scrapping Pada Indeks Saham LQ45 Dengan Python. *Rabit: Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, 5(2), 138-145.
- Arkeman, Y., Seminar, K. B., & Gunawan, H. (2012). *Algoritma Genetika : Teori dan Aplikasinya untuk Bisnis dan Industri*. Bogor: IPB Press.

- Desiani, A., & Arhami, M. (2006). *Konsep Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Gen, M., & Cheng, R. (1997). *Genetic Algorithms and Engineering Design*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Hanke, J. E., & Wichem, D. (2014). *Business Forecasting : Pearson New International Edition*. the United States of America: Pearson.
- Jeong, S., Lee, H., Nam, H., & Oh, K. (2021). Using a Genetic Algorithm to Build a Volume Weighted Average Price Model in a Stock Market. *Sustainability*, 13, 10-11.
- Mahmudy, W. F. (2013). *Algoritma Evolusi*. Malang: Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya.
- Makridakis, S. G., Wheelwright, S. C., & McGee, V. (1978). *Forecasting, Methods and Applications Second Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Mallang, V., Jayanegara, K., Asih, M., & Kencana, I. P. (2014). APLIKASI Algoritma Genetika Untuk Meramalkan Konsumsi Premium Kota Denpasar. *E-Jurnal Matematika*, 160-167.
- Pamungkas, M. B., & Wibowo, A. (2019). Aplikasi Metode Arima Box-Jenkins untuk Meramalkan Kasus DBD di Provinsi Jawa Timur. *The Indonesian Journal of Public Health*, 13(2), 181-194.
- Setyaningsih, F. A. (2015). Perbandingan Algoritma Genetika dan Metode Statistik untuk Prediksi Data Time Series. *Semirata 2015 bidang Teknologi Informasi dan Multi Disiplin*, 69-82.
- Sutojo, T., Mulyanto, E., & Suhartono, V. (2011). *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Suyanto. (2005). *Algoritma Genetika dalam MATLAB*. Yogyakarta: ANDI.
- Suyanto. (2008). *Evolutionary Computation: Komputasi Berbasis "Evolusi" dan "Genetika"*. Bandung: Informatika.
- Suyanto. (2021). *Artificial Intelligence: Searching, Reasoning, Planning and Learning*. Bandung: Penerbit Informatika.
- Zulfikar. (2016). *Pengantar Pasar Modal dengan Pendekatan Statistika*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.