

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Saham**

Saham merupakan tanda penyertaan modal seseorang atau badan usaha dalam suatu usaha atau perseroan terbatas. Penyertaan modal membuat pihak yang terlibat akan berhak atas pendapatan perusahaan, aset perusahaan, dan hadir dalam Rapat Umum Pemegang Saham (Sukmayadi, 2020). Menurut Irham (2015), saham adalah kertas tanda bukti penyertaan modal/dana pada suatu perusahaan yang tercantum dengan jelas nilai nominal, nama perusahaan, dan diikuti dengan hak serta kewajiban yang jelas pada setiap pemegangnya (Indriani et al., 2020). Sedangkan menurut Hadi (2015), saham merupakan komoditas keuangan yang paling populer diperdagangkan di pasar modal (Sustrianah, 2020). Bursa Efek Indonesia menyebutkan bahwa saham dapat didefinisikan sebagai tanda penyertaan modal seseorang atau pihak (Badan Usaha) dalam suatu perusahaan atau perseroan terbatas (*Indonesia Stock Exchange*, 2021).

Terdapat dua jenis pendekatan yang digunakan dalam analisis harga saham, yaitu analisis fundamental dan analisis teknikal. Menurut Sutrisno (2005), analisis fundamental menitikberatkan pada kinerja perusahaan yang mengeluarkan saham dan analisis ekonomi masa depan perusahaan yang digunakan untuk analisis harga saham. Beberapa faktor yang dianalisis dalam pendekatan ini sehubungan dengan kondisi perusahaan diantaranya adalah kondisi manajemen, organisasi, sumber daya manusia, dan keuangan perusahaan dari kinerja perusahaan. Sedangkan analisis teknikal merupakan pendekatan yang membangun hubungan antara data

historis saham dengan perdagangan, volume, dan kondisi ekonomi yang dihadapi. Analisis teknikal adalah salah satu cara dalam meramalkan harga saham dengan mempelajari perubahan harga saham di masa yang lalu dan menghubungkan dengan perdagangan saat ini (Hendarsih, 2016). Pada analisis teknikal diperlukan grafik saham, hal ini dikarenakan pada grafik saham dapat menggambarkan perubahan harga saham secara historis dalam kurun waktu tertentu. Ada 3 jenis grafik yang sering dipergunakan untuk membaca perubahan harga saham yaitu: grafik dalam bentuk garis (*line chart*), grafik dalam bentuk batang (*bar chart*), dan grafik dalam bentuk lilin (*candlestick bar*).

Grafik garis (*line chart*) dibentuk dari garis sederhana yang menggabungkan harga penutupan saham ke harga penutupan berikutnya. Grafik batang (*bar chart*) juga menggambarkan pergerakan harga saham, sumbu vertikal dalam *bar chart* menunjukkan harga saham, sedangkan sumbu horizontal menunjukkan waktu. Pergerakan harga saham pada *bar chart* ditunjukkan dengan diagram batang vertikal (*vertical bar*), dimana ujung atas merupakan merupakan harga tertinggi saham sedangkan ujung bawah merupakan harga terendah saham. *Bar chart* mengandung informasi berupa harga penutupan, harga pembukaan dan dinamika pergerakan harga tertinggi-terendah saham dalam kurun waktu tertentu. Grafik lilin (*candlestick bar*) merupakan modifikasi dari *bar chart* dengan versi lebih indah, yang diolah dari harga pembukaan, penutupan dan harga terendah-tertinggi. Pada grafik *candlestick*, harga pembukaan dan harga penutupan ditandai pada bagian tengah analisis (Hendarsih, 2016).

Hal yang paling diperhatikan saat membaca grafik saham selain arah pergerakan saham cenderung naik atau turun adalah kerangka waktu (*time frame*), kemudian tren pergerakan harga saham dan yang lainnya. kerangka waktu dalam pergerakan saham yang sering digunakan adalah harian (*daily*), mingguan (*weekly*), dan bulanan (*monthly*) (victoria, 2020). Tren merupakan pola kecenderungan pergerakan harga saham menuju ke arah tertentu dari waktu ke waktu. Dalam perdagangan saham, ada 3 jenis tren yaitu tren kenaikan (*uptrend*), tren penurunan (*downtrend*) dan kondisi biasa (*sideways*). Kondisi *uptrend* terjadi jika harga saham mencapai puncak dan lembah tertinggi dalam grafik, kondisi *downtrend* terjadi jika harga saham mencapai puncak dan lembah terendah dalam grafik, dan yang terakhir *sideways* atau *flattrend* terjadi jika pergerakan saham tidak terlalu signifikan naik atau turun (Hafizah et al., 2019).

Setelah mengetahui kerangka waktu dan tren dalam pergerakan saham, selanjutnya memulai untuk membaca *support-resistance* harga dalam grafik saham. *Support* merupakan kisaran harga saham yang diperkirakan permintaan akan kuat untuk menahan harga saham jatuh, jika harga saham akan turun mendekati *support*, maka akan menyebabkan keinginan investor untuk membeli saham. Sedangkan *resistance* merupakan tingkat harga saat kecenderungan menjual saham diperkirakan cukup kuat untuk menahan laju kenaikan harga, jika kenaikan harga mendekati *resistance* maka investor akan cenderung menjual saham (Hafizah et al., 2019).

## 2.2 Indeks Saham

Indeks saham merupakan ukuran statistik yang mencerminkan keseluruhan pergerakan saham atas beberapa kriteria pemilihan dan metodologi tertentu dan akan dievaluasi secara berkala. Tujuan dari adanya indeks saham diantaranya adalah : mengukur sentimen pasar, sebagai produk investasi pasif seperti : reksa dana indeks dan ETF indeks serta turunannya, *benchmark* bagi portofolio aktif, sebagai proksi dalam pengukuran dan pembuatan model return investasi, resiko sistematis kinerja, dan kinerja sesuai dengan resiko, serta proksi dalam aset dan alokasi asset (Hardjopranoto, 2020).

## 2.3 Indeks LQ-45

LQ-45 pertama kali diluncurkan pada 13 Juli 1997 yang ditujukan sebagai pelengkap IHSG (Indeks Harga Saham Gabungan) (Hardjopranoto, 2020). Indeks LQ-45 (*Liquid-45*) adalah indeks yang berisi sejumlah 45 saham pilihan dengan dua kriteria yaitu likuiditas perdagangan dan kapitalisasi pasar (Siahaan & Purba, 2020). Perkembangan kinerja saham dalam indeks LQ-45 akan dipantau langsung oleh Bursa Efek Indonesia (BEI), kemudian setiap 3 bulan sekali akan dilakukan evaluasi terhadap pergerakan dan urutan saham tersebut. Pergantian saham akan dilakukan setiap 6 bulan sekali, yaitu pada bulan Februari dan Agustus sehingga saham yang terdapat dalam indeks LQ-45 akan selalu berubah.

LQ-45 merupakan salah satu indeks di pasar saham yang tercatat dalam Bursa Efek Indonesia, yang terdiri dari 45 perusahaan dengan kriteria tertentu. Kriteria saham yang dapat masuk dalam indeks LQ-45 diantaranya adalah : termasuk dalam 60 perusahaan teratas dengan kapitalisasi pasar tertinggi dalam satu

sampai dua bulan terakhir, termasuk dalam 60 perusahaan dengan nilai transaksi tertinggi di pasar regular dalam 12 bulan terakhir, telah tercatat dalam Bursa Efek Indonesia (BEI) kurang lebih selama tiga bulan, memiliki kondisi keuangan, prospek pertumbuhan dan nilai transaksi yang tinggi (Pebrianti, 2020).

Tabel 2.1. Daftar Saham Indeks LQ-45 Periode Februari 2020

No.	Kode	Nama Saham	Ket.
1.	ACES	Ace Hardware Indonesia Tbk.	Baru
2.	ADRO	Adaro Energy Tbk.	
3.	AKRA	AKR Corporindo Tbk.	
4.	ANTM	Aneka Tambang Tbk.	
5.	ASII	Astra International Tbk.	
6.	BBCA	Bank Central Asia Tbk.	
7.	BBNI	Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk.	
8.	BBRI	Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk.	
9.	BBTN	Bank Tabungan Negara (Persero) Tbk.	
10.	BMRI	Bank Mandiri (Persero) Tbk.	
11.	BRPT	Barito Pacific Tbk.	
12.	BSDE	Bumi Serpong Damai Tbk.	
13.	BTPS	Bank Tabungan Pensiunan Nasional Syariah Tbk.	
14.	CPIN	Charoen Pokphand Indonesia Tbk.	
15.	CTRA	Ciputra Development Tbk.	
16.	ERAA	Erajaya Swasembada Tbk.	
17.	EXCL	XL Axiata Tbk.	
18.	GGRM	Gudang Garam Tbk.	
19.	HMSP	H.M. Sampoerna Tbk.	
20.	ICBP	Indofood CBP Sukses Makmur Tbk.	
21.	INCO	Vale Indonesia Tbk.	
22.	INDF	Indofood Sukses Makmur Tbk.	
23.	INKP	Indah Kiat Pulp & Paper Tbk.	
24.	INTP	Indocement Tunggal Prakarsa Tbk.	
25.	ITMG	Indo Tambagraya Megah Tbk.	
26.	JPFA	Japfa Comfeed Indonesia Tbk.	
27.	JSMR	Jasa Marga (Persero) Tbk.	
28.	KLBF	Kalbe Farma Tbk.	
29.	LPPF	Matahari Departement Store Tbk.	
30.	MNCN	Media Nusantara Cipta Tbk.	

31.	PGAS	Perusahaan Gas Negara Tbk.	
32.	PTBA	Bukit Asam Tbk.	
33.	PTPP	PP (Persero) Tbk.	
34.	PWON	Pakuwon Jati Tbk.	
35.	SCMA	Surya Citra Media Tbk.	
36.	SMGR	Semen Indonesia (Persero) Tbk.	
37.	SRIL	Sri Rejeki Isman Tbk.	
<b>38.</b>	<b>TBIG</b>	<b>Tower Bersama Infrastructure Tbk.</b>	<b>Baru</b>
39.	TKIM	Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk.	
40.	TLKM	Telekomunikasi Indonesia (Persero) Tbk.	
<b>41.</b>	<b>TOWR</b>	<b>Sarana Menara Nusantara Tbk.</b>	<b>Baru</b>
42.	UNTR	United Tractors Tbk.	
43.	UNVR	Unilever Indonesia Tbk.	
44.	WIKA	Wijaya Karya (Persero) Tbk.	
45.	WSKT	Waskita Karya (Persero) Tbk.	

Pada tabel 2.1 tersebut merupakan daftar saham pada indeks LQ-45 periode Februari 2020. Ada 3 saham yang keluar dari indeks LQ-45 karena sudah tidak memenuhi kriteria pada grup saham tersebut. Saham yang keluar dari indeks LQ-45 tersebut diantaranya adalah : INDY (Indika Energy Tbk.), MEDC (Medco Energi Internasional Tbk.) dan TPIA (Chandra Asri Petrochemical Tbk.). Kedudukan ketiga saham tersebut digantikan oleh : ACES (Ace Hardware Indonesia Tbk.), TBIG (Tower Bersama Infrastructure Tbk.) dan TOWR (Sarana Menara Nusantara Tbk.) (*Indonesia Stock Exchange, 2021*).

Tabel 2.2 Daftar Saham Indeks LQ-45 Periode Agustus 2020

No.	Kode	Nama Saham	Ket.
1.	ACES	Ace Hardware Indonesia Tbk.	
2.	ADRO	Adaro Energy Tbk.	
3.	AKRA	AKR Corporindo Tbk.	
4.	ANTM	Aneka Tambang Tbk.	
5.	ASII	Astra International Tbk.	
6.	BBCA	Bank Central Asia Tbk.	
7.	BBNI	Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk.	

8.	BBRI	Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk.	
9.	BBTN	Bank Tabungan Negara (Persero) Tbk.	
10.	BMRI	Bank Mandiri (Persero) Tbk.	
11.	BSDE	Bumi Serpong Damai Tbk.	
12.	BTPS	Bank Tabungan Pensiunan Nasional Syariah Tbk.	
13.	CPIN	Charoen Pokphand Indonesia Tbk.	
14.	CTRA	Ciputra Development Tbk.	
15.	ERAA	Erajaya Swasembada Tbk.	
16.	EXCL	XL Axiata Tbk.	
17.	GGRM	Gudang Garam Tbk.	
18.	HMSP	H.M. Sampoerna Tbk.	
19.	ICBP	Indofood CBP Sukses Makmur Tbk.	
20.	INCO	Vale Indonesia Tbk.	
21.	INDF	Indofood Sukses Makmur Tbk.	
22.	INKP	Indah Kiat Pulp & Paper Tbk.	
23.	INTP	Indocement Tunggul Prakarsa Tbk.	
24.	ITMG	Indo Tambagraya Megah Tbk.	
25.	JPFA	Japfa Comfeed Indonesia Tbk.	
26.	JSMR	Jasa Marga (Persero) Tbk.	
27.	KLBF	Kalbe Farma Tbk.	
<b>28.</b>	<b>MDKA</b>	<b>Merdeka Copper Gold Tbk.</b>	<b>Baru</b>
<b>29.</b>	<b>MIKA</b>	<b>Mitra Keluarga Karyasehat Tbk.</b>	<b>Baru</b>
30.	MNCN	Media Nusantara Cipta Tbk.	
31.	PGAS	Perusahaan Gas Negara Tbk.	
32.	PTBA	Bukit Asam Tbk.	
33.	PTPP	PP (Persero) Tbk.	
34.	PWON	Pakuwon Jati Tbk.	
35.	SCMA	Surya Citra Media Tbk.	
36.	SMGR	Semen Indonesia (Persero) Tbk.	
<b>37.</b>	<b>SMRA</b>	<b>Summarecon Agung Tbk.</b>	<b>Baru</b>
38.	SRIL	Sri Rejeki Isman Tbk.	
39.	TBIG	Tower Bersama Infrastructure Tbk.	
40.	TKIM	Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk.	
41.	TLKM	Telekomunikasi Indonesia (Persero) Tbk.	
42.	TOWR	Sarana Menara Nusantara Tbk.	
43.	UNTR	United Tractors Tbk.	
44.	UNVR	Unilever Indonesia Tbk.	
45.	WIKA	Wijaya Karya (Persero) Tbk.	

Pada tabel 2.2 tersebut merupakan daftar saham pada indeks LQ-45 periode Agustus 2020. Ada 3 saham yang keluar dari indeks LQ-45 karena sudah tidak memenuhi kriteria pada grup saham tersebut. Saham yang keluar dari indeks LQ-45 tersebut diantaranya adalah : BRPT (Barito Pacific Tbk.), LPPF (Matahari Department Store Tbk.) dan WSKT (Waskita Karya (Persero) Tbk.). Kedudukan ketiga saham tersebut digantikan oleh : MDKA (Merdeka Copper Gold Tbk.), MIKA (Mitra Keluarga Karyasehat Tbk.) dan SMRA (Summarecon Agung Tbk.) (Indonesia Stock Exchange, 2021).

#### **2.4 Analisis Time Series**

Analisis *time series* seringkali disebut metode deret waktu berkala yang peramalannya di masa depan, namun datanya berdasarkan masa lalu (Makridakis et al., 1999). Tujuan peramalan deret berkala adalah menemukan pola deret pada masa lalu dan mengekstrapolasikan (proses dalam perkiraan nilai suatu variabel melampaui interval pada pengamatan asli berdasarkan hubungan antar variabel) pola deret masa lalu dengan masa depan. *Time series* juga merupakan pengamatan yang didasarkan pada urutan waktu, data penelitian yang digunakan juga didasarkan pada ukuran waktu seperti harian, mingguan, bulanan.

Analisis *time series* merupakan analisis yang dilakukan berdasarkan data atau pengamatan yang berorientasi pada waktu atau kronologis variabel (Prasetya et al., 2020). Analisis ini dilakukan pada data yang perubahannya dipengaruhi oleh waktu dan pengamatan sebelumnya. *Time series* dapat diterapkan di berbagai bidang, misalnya: ramalan cuaca, ekonomi dan bisnis, ilmu kesehatan, pertanian, keuangan, transportasi dsb. Tahapan dalam proses dan analisis *time series*



diantaranya adalah: stasioneritas data, *parameter estimation*, *model specification*, *model checking*, *unit root test*, dan *forecasting*.

## 2.5 Model ARIMA

Model (ARIMA) merupakan model yang dipelajari secara mendalam oleh George Box dan Gwylim Jenkins (1976) yang diakronimkan dengan ARIMA, penggunaannya diterapkan pada analisis deret berkala, peramalan dan pengendalian (Makridakis et al., 1999). Kesepakatan Box dan Jenkins (1976) mengenai pemahaman dan pemakaian model ARIMA untuk deret berkala univariat, yang terdiri dari 3 tahapan pendekatan yaitu : identifikasi, penaksiran dan pengujian, serta penerapan. Model-model ARIMA yang digunakan adalah :

### 1. *Autoregressive* (AR)

Bentuk umum persamaan dari model AR dengan ordo ke- $p$  atau model ARIMA  $(p, 0, 0)$  adalah sebagai berikut :

$$X_t = \mu' + \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + e_t, \quad \dots (2.1)$$

dengan :

$X_t$  : nilai *series* yang stasioner

$\mu'$  : nilai konstan

$\phi_j$  : parameter autoregresif ke- $j$

$e_t$  : nilai galat/residual pada saat  $t$

Persamaan umum dari model AR dengan ordo ke- $p$  atau model ARIMA  $(p, 0, 0)$  juga dapat ditulis dalam bentuk operasi shift mundur (*backward shift*) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \dot{Z}_t &= \phi_1 \dot{Z}_{t-1} + \phi_2 \dot{Z}_{t-2} + \dots + \phi_p \dot{Z}_{t-p} + a_t \\ \dot{Z}_t - \phi_1 \dot{Z}_{t-1} - \phi_2 \dot{Z}_{t-2} - \dots - \phi_p \dot{Z}_{t-p} &= a_t \\ \dot{Z}_t - \phi_1 B \dot{Z}_{t-1} - \phi_2 B^2 \dot{Z}_{t-2} - \dots - \phi_p B^p \dot{Z}_{t-p} &= a_t \quad \dots (2.2) \\ (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) \dot{Z}_t &= a_t \\ \phi_p B \dot{Z}_t &= a_t \end{aligned}$$

dengan :

$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$  yaitu polynomial AR orde  $p$

$\dot{Z}_t = Z_t - \mu$

$Z_t$  = nilai actual pada waktu ke- $t$

$\phi_p$  = parameter *autoregressive* ke- $p$

$a_t$  = nilai kesalahan pada saat  $t$

$\mu$  = konstanta

## 2. Moving Average (MA)

Secara umum, bentuk dari model MA dengan ordo ke- $q$  atau model ARIMA

$(0, 0, q)$  adalah sebagai berikut :

$$X_t = \mu' + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad \dots (2.3)$$

dengan :

$X_t$  : nilai *series* yang stasioner

$\mu'$  : nilai konstanta

$\theta_q$  : parameter *moving average* ke- $q$

$e_{t-q}$  : nilai galat/residual pada saat  $t - q$

Persamaan umum dari model MA dengan ordo ke- $q$  atau model ARIMA  $(0, 0, q)$  juga dapat ditulis dalam bentuk operasi shift mundur (*backward shift*) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\dot{Z}_t &= a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} \\ \dot{Z}_t &= a_t - \theta_1 B a_t - \theta_2 B^2 a_t - \dots - \theta_q B^q a_t \quad \dots (2.4) \\ \dot{Z}_t &= (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) a_t \\ \dot{Z}_t &= \theta_q(B) a_t\end{aligned}$$

dengan :

$\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)$  yaitu polinomial MA orde  $q$

$\dot{Z}_t = Z_t - \mu$

$Z_t =$  nilai aktual pada waktu ke- $t$

$\theta_q =$  parameter *moving average* ke- $q$

$a_t =$  nilai kesalahan pada saat  $t$

$\mu =$  konstanta

### 3. Autoregressive Moving Average (ARMA)

ARMA merupakan model campuran dengan ordo  $(p, q)$  yang mengkombinasikan proses AR dengan ordo ke- $p$  dan MA dengan ordo ke- $q$  dan ditulis dengan ARMA  $(p, q)$  atau model ARIMA  $(p, 0, q)$  adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}X_t &= \mu' + \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} \\ &\quad - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad \dots (2.5)\end{aligned}$$

Persamaan umum dari model ARMA dengan ordo  $(p, q)$  atau model ARIMA  $(p, 0, q)$  juga dapat ditulis dalam bentuk operasi shift mundur (*backward shift*) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\dot{Z}_t &= \phi_1 \dot{Z}_{t-1} + \dots + \phi_t \dot{Z}_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} \\ \dot{Z}_t - \phi_1 \dot{Z}_{t-1} - \dots - \phi_t \dot{Z}_{t-p} &= a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} \\ \dot{Z}_t - \phi_1 B \dot{Z}_t - \dots - \phi_t B^p \dot{Z}_t &= a_t - \theta_1 B a_{t-1} - \dots - \theta_q B^q a_t \quad \dots (2.6) \\ (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p) \dot{Z}_t &= (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q) a_t \\ \phi_p(B) \dot{Z}_t &= \theta_q(B) a_t\end{aligned}$$

dengan :

$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$  yaitu polinomial AR orde  $p$

$\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)$  yaitu polinomial MA orde  $q$

$\dot{Z}_t = Z_t - \mu$

$Z_t =$  nilai aktual pada waktu ke- $t$

$\phi_p =$  parameter *autoregressive* ke- $p$

$\theta_q =$  parameter *moving average* ke- $q$

$a_t =$  nilai kesalahan pada saat  $t$

$\mu =$  konstanta

#### 4. *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)

Jika  $d$  menyatakan banyaknya pembedaan atau *differencing*, maka bentuk umum dari ARIMA  $(p, d, q)$  yang mengkombinasikan proses AR dengan ordo ke- $p$  dan MA dengan ordo ke- $q$  adalah sebagai berikut :

$$X_t = \mu' + \phi_1 X_{t-1} + \dots + \phi_p X_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad \dots (2.7)$$

$X_t$  menyatakan bobot perubahan nilai dimana dapat dihitung dengan :

$$X_t = X_t - X_{t-1} \dots (2.8)$$

Sedangkan menurut Pindyck dan Rubinfeld (1981) :

$$\mu' = (1 - \phi_1 - \dots - \phi_p)\mu'_x \dots (2.9)$$

dengan  $\mu'_x$  adalah rata-rata dari deret waktu yang sudah dibedakan.

Model AR, MA, dan ARMA merupakan model yang dapat digunakan jika stasioneritas data telah dipenuhi. Sedangkan apabila stasioneritas tidak dipenuhi, maka model ARMA dengan ordo  $(p, q)$  dapat digunakan jika ditambahkan ordo untuk *differencing* sehingga menjadi model ARIMA  $(p, d, q)$ . Model ARIMA dapat dituliskan dalam bentuk operasi backward shift seperti berikut ini :

$$\phi_p(B)(1 - B)\dot{Z}_t = \theta_0 + \theta_q(B)a_t \dots (2.10)$$

dengan :

$$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) \dots (2.11)$$

$$\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) \dots (2.12)$$

dimana :

$\phi_p(B)$  = operator AR

$\theta_q(B)$  = operator MA

$(1 - B)$  = operator *differencing*

Ketika nilai  $p = 0$ , model ARIMA  $(p, d, q)$  dapat disebut dengan model *integrated moving average* yang dapat dituliskan dengan IMA  $(d, q)$ , sedangkan apabila nilai  $q = 0$ , model ARIMA  $(p, d, q)$  dapat disebut

dengan model *autoregressive integrated* yang dapat dituliskan dengan ARI ( $p, d$ ).

Dalam proses pembentukan suatu model ARIMA Box-Jenkins, terdapat beberapa langkah diantaranya adalah :

### 2.5.1 Identifikasi Model

#### a) Stasioneritas Data

Stasioneritas dapat diartikan bahwa tidak terdapat pertumbuhan atau penurunan pada data. Data diharuskan horizontal sepanjang waktu, sehingga fluktuasi data berada di sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung pada waktu dan ragam dari fluktuasi tersebut. Stasioneritas data dibagi menjadi dua, yaitu stasioner *varians* dan stasioner *mean*. Jika data stasioner dalam *varians* tidak memenuhi, maka akan dilakukan transformasi berdasarkan parameter transformasi *Box-Cox* menurut Wei (2006) yaitu :

$$T(Z_t) = \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda} \text{ untuk } \lambda \neq 0 \dots (2.13)$$

Dengan  $\lambda$  adalah parameter transformasi, langkah dalam transformasi *Box-Cox* adalah menduga parameter  $\lambda$ . Berikut ini adalah pembagian nilai  $\lambda$  berdasarkan yang sering digunakan :

Tabel 2.3. Transformasi Box Cox

Nilai $\lambda$	Jenis Transformasi
1	$Z_t$ (Tidak terjadi transformasi)
0,5	$\sqrt{Z_t}$
0	$\ln Z_t$

-0,5	$\frac{1}{\sqrt{Z_t}}$
-1	$\frac{1}{Z_t}$

Jika data yang digunakan tidak stasioner dalam mean, maka akan dilakukan *differencing* atau perbedaan antara data pengamatan pada waktu ke- $t$  ( $X_t$ ) dengan data pengamatan pada waktu sebelumnya ( $X_{t-1}$ ). Untuk menguji stasioneritas data dalam *mean* maka digunakan uji *Augmented Dicky Fuller Test*. Uji *Augmented Dicky Fuller Test* ini sering dikenal dengan uji akar unit, yang juga merupakan uji formalitas kestasioneran data yang diperkenalkan oleh David Dickey dan Wayne Fuller. Formulasi yang diperkenalkan menggunakan model *differenced-lag* yang diregresikan.

$$\nabla Z_t = \mu + \delta Z_{t-1} + \sum_{i=1}^k \phi_i \nabla Z_{t-i} + e_t \dots (2.14)$$

Dengan :

$Z_t$  : data time series ke- $t$

$\nabla Z_t = Z_t - Z_{t-1}$ ,  $\mu, \delta, \phi$  : parameter model

$k$  : jumlah *lag*

Hipotesis yang digunakan dalam uji yaitu :

$H_0$  :  $\delta = 0$  (data tidak stasioner)

$H_1$  :  $\delta \neq 0$  (data stasioner)

Statistik uji *Augmented Dicky Fuller Test* adalah sebagai berikut:

$$ADF = \frac{\hat{\delta}}{SE\hat{\delta}} \dots (2.15)$$

Dengan :

$SE\hat{\delta}$  : standart error untuk  $\hat{\delta}$

Kriteria pengambilan keputusannya adalah :

Nilai mutlak statistik  $t-ADF > t-kritis$  (tabel), maka tolak  $H_0$   
**(Data Stasioner).**

Nilai mutlak statistik  $t-ADF < t-kritis$  (tabel), maka terima  $H_0$   
**(Data Tidak Stasioner).**

b) *Autocorrelation Function* (ACF)

Identifikasi model selanjutnya pada metode *time series* adalah menggunakan *Autocorrelation Function* berikut ini adalah persamaan umum dari ACF :

$$\rho_k = \frac{Cov(Z_t, Z_{t+k})}{\sqrt{Var(Z_t)} \cdot \sqrt{Var(Z_{t+k})}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \dots (2.16)$$

Dengan :

$\gamma_k$  : Fungsi autokovarians

$\rho_k$  : Fungsi autokorelasi

c) *Partial Autocorrelation Function* (PACF)

PACF digunakan untuk menentukan tingkat keeratan antara  $Z_t$  dan  $Z_{t+k}$ , apabila terdapat pengaruh dari time lag 1, 2, 3, ... , dan seterusnya sampai  $k - 1$  dianggap terpisah. Sehingga PACF dirumuskan dalam persamaan umum sebagai berikut :



$$\hat{\phi}_{k+1,k+1} = \frac{\hat{\rho}_{k+1} - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{k,j} \hat{\rho}_{k+1-j}}{1 - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{k,j} \hat{\rho}_j} \dots (2.17)$$

Berikut ini adalah karakteristik untuk menentukan orde berdasarkan perbandingan karakter plot antara ACF dan PACF yaitu (Wei, 1989):

Tabel 2.4 Perbandingan Plot ACF dan PACF

Nilai $\lambda$	Jenis Transformasi
1	$Z_t$ (Tidak terjadi transformasi)
0,5	$\sqrt{Z_t}$
0	$\ln Z_t$
-0,5	$\frac{1}{\sqrt{Z_t}}$
-1	$\frac{1}{Z_t}$

### 2.5.2 Estimasi Parameter

Setelah mengetahui model yang sesuai dengan jenis data yang ditentukan, langkah selanjutnya adalah memperkirakan jenis parameter dalam model, seperti koefisien dari model ARMA yang didapatkan dan nilai variansi dari residual. Estimasi model ARMA dapat menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimator (MLE)*, *Least Square*, *Hannan Rissanen*, metode *Whittle*, dsb (Rosadi, 2011).

### 2.5.3 Uji Signifikansi Parameter

Pengujian terhadap koefisien hasil estimasi apakah signifikan atau tidak (uji hipotesis *null* koefisien bernilai 0 dengan hipotesis alternatif bernilai tidak nol) dapat digunakan pengujian dengan statistik uji *t*. Jika terdapat koefisien yang tidak signifikan. Koefisien/orde lag tersebut akan

dibuang dari model dan model diestimasi kembali tanpa mengikutkan orde yang tidak signifikan (Rosadi, 2011). Pengujian hipotesis terhadap parameter adalah sebagai berikut :

$H_0$ :  $\phi_{i=0}$  dan  $\theta_{i=0}$  artinya, parameter tidak signifikan dalam model

$H_1$ :  $\phi_{i \neq 0}$  dan  $\theta_{i \neq 0}$  artinya, parameter signifikan dalam model. Dimana

$i = 1, 2, 3, \dots, p$  dan  $j = 1, 2, 3, \dots, q$

Statistik Uji- $t$

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\phi}}{se(\hat{\phi})} \text{ atau } t_{hitung} = \frac{\hat{\theta}}{se(\hat{\theta})} \dots (2.18)$$

dengan:

$\hat{\phi}$  atau  $\hat{\theta}$  : estimasi setiap parameter pada model Box-Jenkins

$n$  : banyak data

$p$  : banyak parameter pada model

Jika taraf signifikan yang digunakan adalah  $\alpha$  maka daerah penolakan

yang digunakan adalah : tolak  $H_0$ , jika  $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2; n-p}$  atau jika

$P_{value} < \alpha$ .

#### 2.5.4 Pemeriksaan Asumsi Residual

Jika model yang digunakan sudah tepat, data yang dihitung dengan model (fitted value) akan memiliki sifat yang mirip data asli. Sehingga, residual yang dihitung berdasarkan model yang diestimasi mengikuti asumsi dari galat model teoretis, seperti *white noise* dan normalitas dari residual. Untuk melihat suatu data apakah residual bersifat *white noise* adalah dengan :

1. melihat apakah plot sampel ACF/PACF residual terstandarisasi (residual dibagi dengan estimasi deviasi standar residual) telah memenuhi sifat *white noise* yaitu nilai *mean* 0 dan variansi 1
2. dengan melakukan uji korelasi serial dengan menggunakan Statistik *Uji Box-Pierce* atau *Ljung-Box*

Dalam pemeriksaan asumsi residual digunakan pengujian white noise dan pengujian distribusi normal.

a) Pengujian *White Noise*

Residual yang bersifat *white noise* adalah residual dari model yang telah memenuhi asumsi identik dan independen. Pengujian white noise dapat menggunakan *Uji Box-Pierce* atau *Ljung-Box*.

*Uji Box-Pierce*

$$Q = n' \sum_{k=1}^m r_k^2 \dots (2.19)$$

*Uji Ljung-Box*

$$Q = n'(n' + 2) \sum_{k=1}^m \frac{r_k^2}{(n' - k)} \dots (2.20)$$

Menyebar secara Chi kuadrat  $\chi^2$  dengan derajat bebas (*db*) =  $(k - p - q - P - Q)$  dengan :

$$n' = n - (d - SD)$$

*d* = ordo pembeda bukan faktor musiman

*D* = ordo pembeda faktor musiman

*S* = jumlah ordo permusim

*m* = lag waktu musiman

$r_k$  = autokorelasi *time lag* 1, 2, 3, ..., *k*

Dengan kriteria pengujian :

Jika  $Q \leq \chi_{(a,db)}^2$  artinya, nilai error atau residu bersifat random (model dapat diterima)

Jika  $Q > \chi_{(a,db)}^2$  artinya, nilai error atau residu tidak bersifat random (model tidak dapat diterima).

b) Pengujian Distribusi Normal

Pengujian distribusi normal menggunakan Kolmogorov Smirnov dengan persamaan sebagai berikut :

Hipotesis :

$$H_0: F(x) = F_0(x),$$

$$H_1: F(x) \neq F_0(x),$$

Statistik Uji :

$$D = \sup_x |S(x) - F_0(x)| \dots (2.21)$$

Dengan :

$S(x)$  : proporsi nilai-nilai pengamatan dalam sampel yang kurang dari atau sama dengan  $x$

$F_0(x)$ : fungsi distribusi frekuensi kumulatif teoritis

Jika taraf signifikansi yang digunakan adalah sebesar  $\alpha$ , maka daerah penolakan yang digunakan adalah tolak  $H_0$ , jika  $D_{hitung} >$

$D_{(1-\alpha,n)}$  atau jika  $P_{value} < \alpha$ .

## 2.6 Kriteria Pemilihan Model Terbaik

Langkah selanjutnya setelah estimasi parameter model ARIMA adalah penerapan model tersebut untuk peramalan. Tujuan peramalan adalah untuk menduga nilai deret waktu pada masa yang akan datang dengan probabilitas kesalahan sekecil mungkin. Nilai ramalan tersebut dihitung untuk beberapa periode mendatang, dengan menggunakan model yang telah diuji ketepatannya. Suatu model dikatakan model yang tepat apabila data yang dihitung dengan model (*fitted value*) akan memiliki sifat yang sama dengan data asli. Sehingga, residu yang dihitung berdasarkan model hasil estimasi mengikuti asumsi dari galat model teoritis, pemutihan, dan normalitas dari residu (Rosadi, 2011).

Untuk menguji akurasi ramalan maka digunakan beberapa kriteria yaitu SSE, MSE, RMSE, MAPE, MAD dsb. Setiap akurasi pemilihan model terbaik

memiliki kriteria masing-masing. Berdasarkan model SSE, model terbaik adalah yang memiliki *standart error estimate* terkecil. Berdasarkan model MSE (*Mean Square Error*), model terbaik adalah model yang memiliki nilai MSE yang terkecil. RMSE (*Root Mean Square Error*) digunakan sebagai salah satu kriteria pemilihan model terbaik dengan tujuan agar satuan pengukuran data tidak berubah. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) digunakan untuk mengetahui rata-rata harga mutlak dari presentase kesalahan tiap model. MAD (*Mean Absolute Deviation*) digunakan untuk mengetahui ukuran kesalahan peramalan dalam unit ukuran yang sama dengan data aslinya.

Kriteria pemilihan model terbaik menggunakan MSE (*Mean Square Error*) didefinisikan sebagai berikut :

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2}{n} \dots (2.22)$$

Kriteria pemilihan model terbaik menggunakan RMSE (*Root Mean Square Error*) didefinisikan sebagai berikut :

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Z_t - \hat{Z}_t|^2} \dots (2.23)$$

Kriteria pemilihan model terbaik menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) didefinisikan sebagai berikut :

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Z_t - \hat{Z}_t|}{Z_t}}{n} \times 100\% \dots (2.24)$$

Kriteria pemilihan model terbaik menggunakan MAE (*Mean Absolute Error*) didefinisikan sebagai berikut :

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Z_t - \hat{Z}_t| \dots (2.25)$$

Dengan  $Z_t$  adalah *real value* (nilai pengamatan ke-t) dan  $\hat{Z}_t$  adalah *forecasting* (nilai peramalan ke-t).