

BAB II

LANDASAN TEORI

Bab ini memuat kajian pustaka serta hasil penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya tentang masalah yang sama, yang diperlukan sebagai dasar dalam penelitian yang dilakukan.

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada latar belakang penelitian telah dibahas beberapa landasan teori yang digunakan oleh penulis sebagai acuan dalam penelitiannya dan tujuan yang ingin dicapai. Untuk mendukung penulisan laporan ini digunakan beberapa tinjauan pustaka yang diambil dari penelitian terdahulu dalam beberapa jurnal penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis bisa dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini:

Table 2.1 Tinjauan Pustaka

No	Penulis	Hasil
1	Penelitian oleh Rasyid Hakim, dkk (2020) dengan jurnalnya yang berjudul “Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek Terklasifikasi Berbasis Metode <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> ”	Pada penelitian ini menggunakan Metode <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> (ARIMA) untuk prediksi jangka pendek yang digunakan sebagai metode untuk menghitung konsumsi energi listrik Gedung H Jurusan Teknik Elektro dan Teknik Mesin Universitas Lampung pada bulan Juni dan Juli 2019, dengan menggunakan data energi listrik pada bulan April dan Mei 2019. Pengamatan yang dilakukan harus memperhitungkan prediksi data deret waktu berupa hubungan antara energi listrik (kWh) terhadap waktu. Analisis

		prediktif menggunakan metode ARIMA (2,1,0) menghasilkan rata-rata error sebesar 29,59%
2	<p>Penelitian oleh Redaksi Tim Jurnal (2018) dengan jurnalnya yang berjudul “Studi Peramalan Beban Rata – Rata Jangka Pendek Menggunakan Metoda <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> (Arima)”</p>	<p>Pada penelitian ini untuk peramalan jangka pendek, penulis menggunakan data deret waktu berupa data konsumsi daya harian (beban daya) dan ARIMA sebagai metode peramalannya. Hal ini menunjukkan bahwa metode ARIMA, atau sering juga metode Box Jenkins, cocok untuk mengestimasi sekumpulan variabel dengan cepat, mudah, dan murah karena hanya data variabel yang perlu diestimasi. ARIMA hanya dapat digunakan untuk prakiraan jangka pendek.</p>
3	<p>Penelitian oleh Safitri Indah Lestari, dkk (2020) dengan jurnalnya yang berjudul ”Predikdi Beban Listrik Jangka Pendek Menggunakan <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> (ARIMA)</p>	<p>Listrik merupakan kebutuhan dasar bagi semua orang di seluruh dunia. Oleh karena itu, beban listrik harus diprediksi untuk menentukan konsumsi daya maksimum setiap hari, setiap jam. Oleh karena itu penulis meneliti adanya permasalahan tersebut dengan menggunakan studi kasus oleh PT PJB UP Gresik pada peramalan beban listrik menggunakan metode ARIMA.</p>
4	<p>Penelitian oleh Nany Salwa, dkk (2018) dengan jurnalnya yang berjudul “ Peramalan Harga <i>Bitcoin</i></p>	<p>Bitcoin adalah mata uang virtual paling populer diinginkan sebagai alternatif investasi. Metode ARIMA adalah salah satu cara untuk meramalkan seri data waktu. Data</p>

	<p>Menggunakan Metode ARIMA (<i>Autoregressive Integrated Moving Average</i>)</p>	<p>yang digunakan adalah data sekunder berupa data harga Bitcoin selama 60 periode dari tanggal 10 Januari 2018 sampai dengan 10 Maret 2018 dan dari tanggal 11 Maret 2018 sampai dengan 9 April 2018 merupakan prediksi harga Bitcoin untuk 30 periode berikutnya. Karena Bitcoin tidak memenuhi asumsi stasioneritas untuk rata-rata 60 periode, proses differencing tahap 2 dilakukan untuk membuat data stasioner. Model ARIMA yang dihasilkan adalah ARIMA(0,2,1), yaitu $Z_t = \mu - 0,9647Z_{t-1} + a_t$, dan model ini cocok untuk memprediksi data harga Bitcoin.</p>
5	<p>Penelitian oleh Mohammad Buchori, dkk (2018) dengan jurnalnya yang berjudul “Peramalan Produksi Menggunakan Metode <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> (ARIMA) Di PT. XYZ</p>	<p>Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan model ARIMA yang baik digunakan untuk peramalan produksi internal. saat produksi berlangsung optimal dan tidak berlebihan, yang dapat menyebabkan pemborosan bahan baku yang mahal produksinya besar. Data diolah dengan bantuan program komputer Eviews untuk penentuannya Model ARIMA bagus. Model ARIMA berasal dari pengolahan data (1,0,0). dengan hasil yang dicapai prakiraan berjalan selama periode 37-48.</p>

2.2 Peramalan (Forecasting)

Peramalan dalam dasarnya adalah suatu dugaan atau prediksi tentang terjadinya suatu insiden atau insiden pada masa yang akan datang. Prakiraan bisa dianggap juga menggunakan peramalan yang ilmiah (*educated guess*). Setiap pengambilan keputusan yang menyangkut keadaan pada masa yang akan datang, maka niscaya terdapat prakiraan yg melandasi pengambilan keputusan tersebut (Purnomo, 2015).

Langkah dasar yang harus dilakukan adalah pengumpulan data yang relevan dengan tujuan peramalan yang dimaksud dapat menghasilkan peramalan yang akurat. Langkah selanjutnya adalah memilih metode peramalan yang tepat yang akan digunakan dalam mengolah informasi yang terkandung dalam data yang telah dikumpulkan.

2.3 Analisis Deret Waktu Model

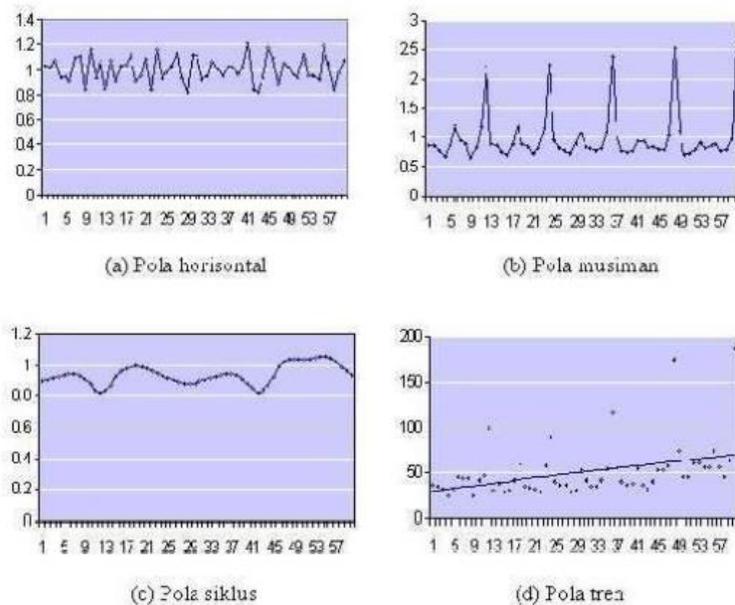
Model deret waktu adalah prediksi masa depan berdasarkan nilai masa lalu dari variabel atau kesalahan masa lalu (Purnomo, 2015). Tujuan dari model deret waktu tersebut adalah untuk menemukan pola dalam deret data historis dan mengekstrapolasi pola tersebut di masa depan. Dengan kata lain, tujuan analisis data runtun waktu adalah mengidentifikasi komponen faktor yang dapat memengaruhi nilai dalam deret data, sehingga dapat digunakan untuk peramalan baik jangka pendek maupun jangka panjang.

Jika menggambar atau memplot deret waktu, dapat dilihat sebuah pola. Pola-pola ini dapat dijelaskan dengan kemungkinan hubungan sebab akibat dari beberapa pola data deret waktu adalah:

1. Pola horizontal atau pola acak (*random*) adalah pola data yang berfluktuasi disekitar rata-rata atau dengan kata lain pola ini disebut pola konstan yang tidak memiliki *trend* yang meningkat ataupun menurun secara sistematis sepanjang waktu.
2. Pola *trend* merupakan pola data yang memiliki gerakan berjangka panjang yang menunjukkan adanya kecenderungan yang arahnya bisa naik ataupun

turun. Gerakan ini berupa garis halus atau kurva yang menunjukkan suatu kecenderungan umum dari suatu data berkala.

3. Pola musiman (*seasonal*) merupakan fluktuasi periodik, tetapi periode waktunya sangat singkat yaitu satu tahun kurang. Gerakan musiman (*seasonal movement*) merupakan gerakan yang mempunyai pola-pola tetap atau identik dari waktu ke waktu dengan waktu yang kurang dari satu tahun. Dengan demikian jelas bahwa pola musiman adalah suatu pola yang berulang dalam jangka pendek (Safitri, 2016).
4. Pola Siklis dengan ekspansi ekonomi persalinan dan kontraksi (resesi dan depresi). Efek periodik ini sulit efeknya berulang, tetapi tidak secara teratur, sehingga diharapkan. pola ini model ini masih dalam pengembangan dan sedang diteliti lebih lanjut untuk mendapatkan hasil yang akurat.
5. Model Autokorelasi adalah rangkaian nilai pada selang waktu tertentu. Ini didasarkan pada nilai periode sebelumnya itu sendiri. Ada autokorelasi dan korelasi otomatis antara nilai-nilai yang diamati. Instruksi autokorelasi adalah hasil dari pengaruh eksternal berskala besar. Efek sistematis lainnya seperti tren dan musim



Gambar 2.1 Pola Data Deret Waktu (Sumber Makridakis,1995)

Ada beberapa istilah yang sering ditemukan dalam analisis waktu atau analisis waktu analisis seri waktu (Purnomo, 2015):

1. Stasioneritas, tidak kenaikan atau penurunan pada data. Penerimaan yang sangat penting dalam analisis urutan waktu. Jika tidak ada perubahan tren deret waktu, nama yang telah diperbaiki. Dengan kata lain, jumlah rata-rata pengamatan bersama waktu berlanjut. Jika data tidak stabil datanya bisa dibedakan. Turunan digunakan untuk menghitung perubahan atau perbedaan nilai data. Diamati jika data masih belum istirahat, ini dibedakan secara statis.
2. *Autocorrelation Function* (ACF) merupakan korelasi atau hubungan antar data pengamatan suatu data time series. koefisien autokorelasi untuk lag- k dari data runtun waktu. Ketidakstasioneran data juga dapat dilihat dari koefisien autokorelasi dan korelogramnya. Fungsi autokorelasi digunakan untuk melihat apakah ada *Moving Average* (MA) dari suatu deret waktu, yang dalam persamaan ARIMA direpresentasikan oleh besaran q. Nilai q dinyatakan sebagai jumlah nilai ACF dari lag 1 sampai lag k Berturut-turut di luar keyakinan Z.
3. *Partial Autocorrelation Function* (PACF) digunakan untuk menunjukkan besarnya hubungan antar nilai variabel yang sama, dengan menganggap pengaruh dari semua kelambatan waktu yang lain adalah konstan. *Cross Correlation* untuk mengukur korelasi antara deret waktu, tetapi korelasi yang diukur adalah korelasi antara dua deret waktu. Fungsi autokorelasi parsial digunakan untuk melihat apakah ada *Autoregressive* (AR) dari suatu deret waktu, yang dalam persamaan ARIMA direpresentasikan oleh besaran p. Nilai q dinyatakan sebagai jumlah nilai PACF dari lag 1 sampai lag k Berturut-turut di luar keyakinan Z.
4. Proses *white noise* adalah proses yang stabil dari data *time series*. Tidak didefinisikan sebagai satu set variabel acak independen terkait identik, dan terdistribusi.
5. Analisis tren, analisis ini digunakan untuk memprediksi pola trenn data dalam urutan kronologis. Ada beberapa model analisis tren, yaitu model linier, kuadrat, eksponensial, pertumbuhan atau ke bawah, jika tidak ada

deret waktu, analisis tren digunakan ada unsur musiman

2.4 Kestasioneran Data

Stasioneritas berarti tidak terdapat perubahan yang drastis pada data. Fluktuasi data berada disekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung pada waktu dan variansi dari fluktuasi tersebut (Makridakis, 1995). Data *time series* dikatakan stasioner jika rata-rata dan variansinya konstan, tidak ada unsur *trend* dalam data, dan tidak ada unsur musiman.

Menurut Wei (2006), Stasioneritas dibagi menjadi 2 yaitu sebagai berikut:

1. Stasioner dalam *Mean*

Stasioner dalam *mean* adalah fluktuasi data berada di sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung pada waktu dan variansi dari fluktuasi tersebut. Dari bentuk plot data seringkali dapat diketahui bahwa data tersebut stasioner atau tidak stasioner. Apabila dilihat dari plot ACF, maka nilai-nilai autokorelasi dari data stasioner akan turun menuju nol sesudah *time lag* (selisih waktu) kedua atau ketiga.

2. Stasioner dalam ragam

Stasioner dalam *time series* dikatakan stasioner dalam ragam apabila struktur data dari waktu ke waktu mempunyai fluktuasi data yang tepat atau konstan dan tidak berubah-ubah. Secara visual untuk melihat hal tersebut dapat dibantu dengan menggunakan *plot time series*, yaitu dengan melihat fluktuasi data dari waktu ke waktu. Rumus transformasi dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Rumus Transformasi Jika Data Tidak Stationer

λ (lambda)	Transformasi
-1.00	$\frac{1}{Z_t}$
-0.50	$\frac{1}{\sqrt{Z_t}}$
0.00	$\ln Z_t$
0.50	$\sqrt{Z_t}$

1.00	Z_t (Tidak ada transformasi)
------	--------------------------------

Dengan transformasi ini, suatu *series* Z_t yang baru dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$T(Z_t) = \begin{cases} \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda} & ; \lambda \neq 0, \dots\dots\dots \text{(Pers. 1)} \\ \ln Z_t & ; \lambda = 0 \end{cases}$$

Dengan ini λ merupakan parameter transformasi Box-Cox dan Z_t merupakan nilai deret waktu pada waktu ke- t . Transformasi Box-Cox hanya dapat digunakan jika observasi Z_t bernilai lebih dari 0. Apabila terdapat $Z_t \leq 0$, maka suatu konstanta c dapat ditambahkan sedemikian sehingga $Z_t + c > 0, \forall t$ dan transformasi Box-cox dapat digunakan terhadap $Z_t + c$. Hal ini dimungkinkan karena sebuah konstanta selalu dapat ditambahkan pada data tanpa mempengaruhi nilai korelasi data tersebut.

2.5 Proses Differencing

Pemodelan ARMA memiliki dasar teori korelasi dan stasioneritas. Artinya ARMA dapat digunakan saat time series membentuk grafik stasioner atau tidak membentuk tren naik turun. Namun, ini diperlukan jika data deret waktu tidak stasioner diferensiasi dilakukan untuk mengubah data itu diperbaiki sebelum proses ARMA dapat dilakukan. Data yang telah di deferensiasi lalu diolah dengan ARMA ini disebut dengan ARIMA dengan parameter ARIMA (p, d, q) di mana d adalah jumlah proses diferensiasi dibuat.

2.6 Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*), umumnya dikenal sebagai metode *Box Jenkins*, adalah metode yang dikembangkan oleh George Box dan Gwilym Jenkins pada tahun 1970. Metode ARIMA adalah metode untuk memprediksi nilai dalam waktu yang singkat. Metode ARIMA memiliki akurasi yang sangat akurat, sehingga sangat cocok digunakan metode

ARIMA untuk peramalan jangka pendek.

2.6.1 Model Autoregressive (AR)

Autoregressive, bisa dibilang ini adalah regresi, tetapi tidak mengacu pada variabel dependen. Sebaliknya, ikat nilai-nilai itu bersama-sama sebelum waktu tunda (*interval*) waktu terus berubah. Model autoregressive dengan ordo AR (p) atau model ARIMA ($p,0,0$) dinyatakan pada Persamaan 2 sebagai berikut:

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \alpha_t \dots \dots \dots \text{(Pers. 2)}$$

Keterangan:

- Z_t : variabel *dependent* pada waktu ke- t
 $Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-p}$: variabel *independent* yang merupakan lag dari Z_t
 $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$: koefisien *autoregressive* (AR)
 α_t : nilai residual (nilai kesalahan) pada waktu ke- t
 p : orde AR

2.6.2 Model Moving Average (MA)

Ini adalah nilai *Moving Average* (MA) deret waktu pada waktu t dipengaruhi oleh item kesalahan posisi kesalahan saat ini dan tertimbang dimasa lalu. Model lain dari model ARIMA adalah *Moving Average*, yang diwakili oleh MA (q) atau ARIMA ($0,0, q$), yang digambarkan oleh persamaan berikut :

$$Z_t = \mu + \alpha_t - \theta_1 \alpha_{t-1} - \dots - \theta_q \alpha_{t-q} \dots \dots \dots \text{(Pers. 3)}$$

Keterangan:

- Z_t : nilai variabel *dependent* pada waktu t
 $\alpha_t, \alpha_{t-1}, \dots, \alpha_{t-q}$: nilai residu pada waktu $t, t - 1, \dots, t - q$
 $\theta_1, \dots, \theta_q$: koefisien *Moving Average*
 μ : nilai suatu konstanta
 q : orde MA

Pada rumus Persamaan 3 menunjukkan bahwa nilai t bergantung padanya. Ada kesalahan sebelum nilai variabel itu sendiri. Diperlukan

pendekatan antara proses autoregresif dan rata-rata bergerak pengukuran autokorelasi antara nilai t berurutan dalam pemodelan mengukur autokorelasi antara rata-rata bergerak, kesalahan, atau residual.

2.6.3 Model Autoregressive – Moving Average (ARMA)

Model kombinasi *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA) menciptakan pola baru yaitu ARMA (*Autoregressive – Moving Average*). Rata-rata ARMA (p, q) berurutan persamaan bentuk umumnya adalah ARMA adalah kombinasi dari persamaan MA dan AR. Ini akan ditampilkan dengan cara berikut: rikut ini merupakan rumus dari ARMA:

$$Z_t = \mu + \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \alpha_t - \theta_1 \alpha_{t-1} - \dots - \theta_q \alpha_{t-q} \dots (\text{Pers. 4})$$

Keterangan:

Z_t	: data ke-t
μ	: nilai konstanta
ϕ_1, \dots, ϕ_p	: parameter autoregresif
$\theta_1, \dots, \theta_q$: parameter moving average
$\alpha_t, \alpha_{t-1}, \dots, \alpha_{t-q}$: nilai residu pada waktu $t, t - 1, \dots, t - q$

2.6.4 Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), ARIMA juga dikenal sebagai metode deret waktu *Box Jenkins*. ARIMA sangat sensitif terhadap ramalan jangka pendek, keakuratan prakiraan jangka panjang tidak baik. Pada umumnya polanya cenderung lancar atau stabil cukup lama. ARIMA dapat didefinisikan sebagai kombinasi model autoregressive (AR), integrasikan dengan model *Moving Average* (MA) (syafii & Noveri, 2013). model ARIMA Biasanya digambarkan dengan nilai ARIMA (p, d, q). Naik tingkat proses AR, d adalah orde selisih, q adalah orde proses MA. Model ARIMA adalah model yang sama sekali diabaikan. Variabel independen prediksi ARIMA digunakan nilai masa lalu dan sekarang dari variabel terikat buat perkiraan jangka pendek yang akurat. Ketika pengamatan deret waktu relevan secara statistik itu saling berhubungan (tergantung). (Jurnal, 2018) Rumus ARIMA sebagai Berikut:

$$Z_t = \mu + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} \dots + \phi_p Z_{t-p} + \alpha_t - \theta_1 \alpha_{t-1} - \theta_2 \alpha_{t-2} \dots - \theta_q \alpha_{t-q} \dots \text{ (Pers. 5)}$$

Keterangan:

Z_t	: data <i>time series</i> sebagai variabel dependen pada waktu ke-t
Z_{t-p}	: data <i>time series</i> pada kurun waktu ke- (t-p)
$\phi_1, \phi_p, \theta_1, \theta_p$: parameter-parameter model
$\alpha_{t-1}, \alpha_{t-q}$: nilai kesalahan dari waktu ke- (t-q)
μ	: konstanta

2.6.5 Model Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)

Ini adalah cara yang fleksibel untuk memodelkan SARIMA berbagai data deret waktu termasuk fluktuasi data musiman. Secara umum, SARIMA bersifat musiman ditulis dalam notasi ARIMA $(P, d, q) \left(P, D, Q \right)^s$. (P, d, q) bagian non musiman dari model, (P, D, Q) bagian musiman s adalah jumlah periode per musim. Penerapan metode ARIMA, pendekatan metode *Box Jenkins*, yaitu diperlukan untuk menentukan dan menguji parameter ARIMA sebelum digunakan sebagai model prediksi untuk suatu hari nanti.

2.7 Pengukuran Nilai Kesalahan

Kesalahan (error) dalam peramalan merupakan perbedaan antara nilai actual dan prediski selama periode waktu tertentu. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penting untuk mengawasi prakiraan atau kesalahan dalam prakiraan dan memastikannya dalam batas yang wajar. Jika melebihi dari batas wajar, tindakan korektif harus diputuskan. Berikut ini merupakan metode untuk menentukan tingkat akurasi dari sebuah error:

1. Mean Squared Error (MSE)

Mean Squared Error (MSE) adalah sebuah metode untuk menentukan akurasi prakiraan dari sebuah kesalahan (*error*). dari *error* tersebut nantinya akan dikuadratkan, dan dijumlahkan kemudian dibagi dengan jumlah data yang

digunakan. Persamaan 1 merupakan rumus untuk menghitung MSE(Sugiarto, 2021).

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \{Y_t - Y'_t\}^2 \dots\dots\dots(Pers 6).$$

Keterangan:

n = banyak sampel yang digunakan

Y_t = hasil pengamatan periode ke-t.

Y'_t = hasil peramalan periode ke-t

2. Absolute Percentage Error (APE)

APE menghitung besarnya kesalahan prediksi dengan menghitung selisih antara hasil prediksi dan data aktual, kemudian membaginya dengan data aktual. APE merupakan cara menghitung kesalahan prediksi yang paling umum digunakan.

$$APE = \left| \frac{Y_t - Y'_t}{Y_t} \right| \times 100 \dots\dots\dots(Pers. 7)$$

APE = kesalahan prediksi

Y_t = hasil pengamatan periode ke-t

Y' = hasil peramalan periode ke-t

3. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) (Putri and Anggraeni, 2018) metode ini berfungsi apabila variabel peramalan itu sangat penting dalam melakukan akurasi ramalan. Metode ini menggunakan perhitungan yang membagi kesalahan untuk setiap periode dengan nilai aktual untuk periode tersebut. Kemudian melakukan proses rata-rata hasil persentase kesalahan. MAPE mengindikasikan seberapa besar kesalahan dalam melakukan peramalan yang dibandingkan dengan nilai aktual pada deret periode tertentu. Pada persamaan 8 merupakan rumus untuk menghitung MAPE :

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \frac{APE}{n} \dots\dots\dots(Pers 8).$$

Dengan:

n = banyak sampel yang digunakan

Y_t = hasil pengamatan periode ke- t

Y' = hasil peramalan periode ke- t

Menurut Kriteria Lewis (1982 p.40), nilai MAPE dapat ditafsirkan untuk mengetahui tingkat akurasi hasil peramalan yang diperoleh, seperti pada Tabel 2.3. berikut:

Tabel 2.3. Kriteria Lewis

MAPE (%)	Interpretasi
< 10	Sangat Akurat
10 – 20	Akurat
20 – 50	Wajar
>50	Tidak Akurat

Berdasarkan Tabel 2.3. model peramalan dikatakan baik dan sangat akurat apabila MAPE <10%, namun jika MAPE >50% maka model peramalan tersebut dikatakan tidak baik atau tidak akurat.

2.8 Signifikansi

Signifikan adalah nilai kebenaran pada suatu hasil penelitian yang diterima atau ditolak. signifikansi/probabilitas/ α memberikan gambaran hasil penelitian mungkin benar. Ketika memilih signifikansi 0,01 berarti menentukan bahwa hasil penelitian dapat memiliki kebenaran sebesar 99% dengan nilai kesalahan 1%. Pertimbangan angka penggunaan berdasarkan tingkat kepercayaan (*confidence interval*) yang diinginkan penulis . Jika penulis memilih signifikansinya 0,05 (Andriani and Setyowati, 2016), maka tingkat kepercayaannya adalah 95%.