

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Penelitian terkait merupakan penelitian yang ada dan dijadikan sebagai sumber referensi untuk menunjang penelitian selanjutnya. Adapun beberapa penelitian terkait, diantaranya sebagai berikut :

Pada penelitian Agustian dan Wibowo(2019) penelitian ini mendiskusikan beberapa pendekatan berbasis *Moving Average* dari data time series produksi sawit selama 5 tahun berturut turut, untuk memprediksi hasil produksi PTPN V untuk beberapa bulan kedepan, maupun pada bulan tertentu berdasarkan data bulan-bulan yang sama di tahun sebelumnya. Hasil pengujian terhadap data produksi bulanan PTPN V selam 5 tahun menunjukkan bahwa metode *Weighted Moving Average* merupakan metode yang memiliki error terkecil berdasarkan parameter *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*.

Pada penelitian Fatimah, Tejawati, dan Puspitasari (2018) Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah sistem yang mampu memprediksi pemakaian air di PDAM di kota Samarinda wilayah Bengkuring dengan metode *Simple Moving Average*. Penelitian ini menggunakan data pemakaian air di PDAM mulai dari bulan september 2016- januari 2017 untuk memprediksi pemakaian air bulan dibulan berikutnya. Dalam penelitian ini digunakan nilai MAPE untuk menghitung nilai error atau ketidak tepatan hasil peramalan sehingga hasil prediksi akan mendekati sempurna. Hasil dari sistem yang dibangun yaitu jumlah pemakaian air disetiap bulan dengan nilai MAPE 0,1712 termasuk kriteria ‘sangat baik’ sehingga dapat disimpulkan sistem ini dapat digunakan untuk memprediksi pemakaian air PDAM Tirta Kencana Samarinda.

Pada penelitian Hayuningtyas (2017) tentang perbandingan metode *Weighted Moving Average* dan metode *Double Exponential Smoothing* dalam memprediksi jumlah produk yang harus tersedia untuk bulan berikutnya. Hasil penelitian menunjukkan metode *Weighted Moving Average* menghasilkan nilai error Mean Square Error sebesar 0,114 dan metode *Double Exponential Smoothing* menghasilkan nilai error *Mean Square Error* sebesar 6,12, sehingga

metode *Weighted Moving Average* lebih unggul dibandingkan metode *Double Exponential Smoothing*.

Pada penelitian yang akan dilakukan ini berfokuskan pada perbandingan metode *Simple Moving Average*, *Double Moving Average*, *Weighted Moving Average* dan *Exponential Moving Average* dalam memprediksi pemakaian air PDAM Tirta Khatulistiwa periode Januari 2016 hingga Maret 2020. Pengujian pada penelitian ini akan menggunakan perhitungan MFE (*Mean Forecast Error*), MFE merupakan rata-rata kesalahan dengan mengukur perbandingan jumlah error dibagi jumlah periode peramalan data. Tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah untuk membandingkan metode *Simple Moving Average* (SMA), *Double Moving Average* (DMA), *Weighted Moving Average* (WMA) dan *Exponential Moving Average* (EMA) pada prediksi pemakaian air PDAM Tirta Khatulistiwa untuk mengetahui hasil akurasi yang lebih baik diantara empat metode tersebut.

2.2 Prediksi

Prediksi adalah suatu proses memperkirakan secara sistematis tentang sesuatu yang paling mungkin terjadi di masa depan berdasarkan informasi masa lalu dan sekarang yang dimiliki, agar kesalahannya (selisih antara sesuatu yang terjadi dengan hasil perkiraan) dapat diperkecil. Prediksi tidak harus memberikan jawaban secara pasti kejadian yang akan terjadi, melainkan berusaha untuk mencari jawaban sedekat mungkin yang akan terjadi (Herdianto, 2013:8).

Pengertian Prediksi sama dengan ramalan atau perkiraan. Menurut kamus besar bahasa Indonesia, prediksi adalah hasil dari kegiatan memprediksi atau meramal atau memperkirakan nilai pada masa yang akan datang dengan menggunakan data masa lalu. Prediksi menunjukkan apa yang akan terjadi pada suatu keadaan tertentu dan merupakan input bagi proses perencanaan dan pengambilan keputusan. Prediksi bisa berdasarkan metode ilmiah ataupun subjektif belaka. Ambil contoh, prediksi cuaca selalu berdasarkan data dan informasi terbaru yang didasarkan pengamatan. Peramalan (*forecasting*) adalah suatu prosedur untuk membuat informasi faktual tentang situasi sosial masa depan atas dasar informasi yang telah ada tentang masalah kebijakan. Ramalan mempunyai tiga bentuk utama antara lain:

- Suatu proyeksi adalah ramalan yang didasarkan pada ekstrapolasi atas kecenderungan masa lalu maupun masa kini ke masa depan. Proyeksi membuat pertanyaan yang tegas berdasarkan argument yang diperoleh dari metode tertentu dan kasus yang paralel.
- Sebuah prediksi adalah ramalan yang didasarkan pada asumsi teoritik yang tegas. Asumsi ini dapat berbentuk hokum teoretis (misalnya hokum berkurangnya nilai uang), proposisi teoritis (misalnya proposisi bahwa pecahnya masyarakat sipil diakibatkan oleh kesenjangan antara harapan dan kemampuan), atau analogi (misalnya analogi antara pertumbuhan organisasi pemerintah dengan pertumbuhan organisme biologis).
- Suatu perkiraan (conjecture) adalah ramalan yang didasarkan pada penilaian yang informative atau penilaian pakar tentang situasi masyarakat masa depan.

Kata-kata ramalan dan prediksi sering terdengar dan dijumpai oleh orang-orang, mereka mendengarkan berita atau pendapat para ahli. Kedua kata ini berbicara tentang apa yang akan terjadi dalam waktu dekat atau jauh, dan memiliki arti yang sangat mirip sehingga orang sering menggunakannya secara bergantian.

2.3 Peramalan

Peramalan adalah suatu teknik analisa perhitungan yang dilakukan dengan pendekatan kualitatif maupun kuantitatif untuk memperkirakan kejadian dimasa depan dengan menggunakan referensi data-data di masa lalu. Peramalan bertujuan untuk memperkirakan prospek ekonomi dan kegiatan usaha serta pengaruh lingkungan terhadap prospek tersebut.

Peramalan atau *forecasting* merupakan bagian terpenting bagi setiap perusahaan ataupun organisasi bisnis dalam setiap pengambilan keputusan manajemen. Peramalan itu sendiri bisa menjadi dasar bagi perencanaan jangka pendek, menengah maupun jangka panjang suatu perusahaan. Didalam sebuah peramalan dibutuhkan sedikit mungkin kesalahan (*error*) di dalamnya agar dapat meminimalisir tingkat kesalahan tersebut. Maka akan lebih baik jika peramalan tersebut dilakukan dalam satuan angka atau kuantitatif. Berikut ini beberapa pengertian atau definisi peramalan atau *forecasting* dari beberapa sumber buku:

- Peramalan adalah perhitungan yang objektif dan dengan menggunakan data-data masa lalu, untuk menentukan sesuatu di masa yang akan datang (Sumayang , 2003).
- Peramalan (*forecasting*) adalah seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa depan. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan pengambilan data historis dan memproyeksikan ke masa mendatang dengan suatu bentuk model matematis. Selain itu, bisa juga merupakan prediksi intuisi yang bersifat subjektif. Atau dapat juga dilakukan dengan menggunakan kombinasi model matematis yang disesuaikan dengan pertimbangan yang baik dari seorang manajer (Heizer dan Render, 2009).
- Peramalan adalah penggunaan data masa lalu dari sebuah variabel atau kumpulan variabel untuk mengestimasi nilainya di masa yang akan datang. Jika kita dapat memprediksi apa yang terjadi di masa depan maka kita dapat mengubah kebiasaan kita saat ini menjadi lebih baik dan akan jauh lebih berbeda di masa yang akan datang. Hal ini disebabkan kinerja dimasa lalu akan terus berulang setidaknya dalam masa mendatang yang relatif dekat (Murahartawaty, 2009).

Peramalan adalah proses untuk memperkirakan beberapa kebutuhan di masa datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang ataupun jasa (Nasution dan Prasetyawan, 2008).

2.3.1 Jenis -jenis Peramalan

Berdasarkan sifatnya, peramalan dibedakan atas dua macam yaitu (Saputro dan Asri, 2000):

1. Peramalan Kualitatif

Peramalan kualitatif adalah peramalan yang didasarkan atas pendapat suatu pihak, dan datanya tidak bisa direpresentasikan secara tegas menjadi suatu angka atau nilai. Hasil peramalan yang dibuat sangat bergantung pada orang yang menyusunnya. Hal ini penting karena hasil peramalan tersebut ditentukan berdasarkan pemikiran yang instuisi, pendapat dan pengetahuan serta pengalaman penyusunnya.

2. Peramalan Kuantitatif

Peramalan kuantitatif adalah peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif masa lalu (data historis). Hasil peramalan yang didapat sangat bergantung pada metode yang dipergunakan dalam peramalan tersebut. Baik tidaknya metode yang dipergunakan ditentukan oleh perbedaan atau penyimpangan antara hasil ramalan dengan kenyataan yang terjadi. Semakin besar penyimpangan antara hasil ramalan dengan kenyataan yang akan terjadi maka semakin baik pula metode yang digunakan.

Jangka waktu peramalan dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu (Heizer and Render, 2005):

1. Peramalan jangka pendek, peramalan untuk jangka waktu kurang dari tiga bulan.
2. Peramalan jangka menengah, peramalan untuk jangka waktu antara tiga bulan sampai tiga tahun.
3. Peramalan jangka panjang, peramalan untuk jangka waktu lebih dari tiga tahun.

Berdasarkan fungsi dan perencanaan operasi di masa depan, peramalan atau *forecasting* dibagi menjadi tiga jenis, yaitu (Heizer dan Render, 2009) :

1. Peramalan ekonomi (*Economic Forecast*), peramalan ini menjelaskan siklus bisnis dengan memprediksi tingkat inflasi, ketersediaan uang, dana yang dibutuhkan untuk membangun perumahan dan indikator perencanaan lainnya.
2. Peramalan teknologi (*Technological Forecast*), peramalan ini memperhatikan tingkat kemajuan teknologi yang dapat meluncurkan produk baru yang menarik, yang membutuhkan pabrik dan peralatan yang baru.

Peramalan permintaan (*Demand Forecast*), adalah proyeksi permintaan untuk produk atau layanan perusahaan. Proyeksi permintaan untuk produk atau layanan suatu perusahaan. Peramalan ini juga disebut peramalan penjualan yang mengendalikan produksi, kapasitas, serta sistem penjadwalan dan menjadi input bagi perencanaan keuangan, pemasaran, dan sumber daya manusia.

2.3.2 Metode Peramalan

Metode peramalan merupakan cara memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang secara sistematis dan pragmatis atas dasar data yang relevan pada masa yang lalu, sehingga dengan demikian teknik peramalan

diharapkan dapat memberikan objektivitas yang lebih besar. Metode peramalsn memberikan penggunaan teknik-teknik penganalisaan yang lebih maju, yang dapat diharapkan memberi tingkat kepercayaan yang lebih besar, karena dapat diuji dan dibuktikan penyimpangan atau deviasi yang terjadi secara ilmiah. Berikut merupakan jenis-jenis metode peramalan :

2.3.2.1 Time Series atau Derat Waktu

Analisis *time series* merupakan hubungan antara variabel yang dicari (*Dependent*) dengan variabel yang mempengaruhinya (*Independent Variable*), yang dikaitkan dengan waktu seperti mingguan, bulan, triwulan, catur wulan, semester atau tahun. Dalam *analisis time series* yang menjadi variabel yang dicari adalah waktu. Metode peramalan ini terdiri dari :

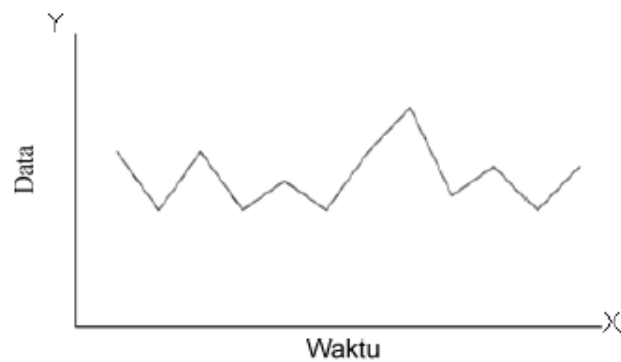
- a. Metode *Smoothing*, merupakan jenis peramalan jangka pendek seperti perencanaan persediaan, perencanaan keuangan. Tujuan penggunaan metode ini adalah untuk mengurangi ketidakteraturan data masa lampau seperti musiman.
- b. Metode *Box Jenkins*, merupakan deret waktu dengan menggunakan model matematis dan digunakan untuk peramalan jangka pendek.
- c. Metode Proyeksi Trend dengan regresi, merupakan metode yang digunakan baik untuk jangka pendek maupun jangka panjang. Metode ini merupakan garis trend untuk persamaan matematis.

Langkah penting dalam memilih suatu metode deret berkala (*time series*) yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji.

Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu (Makridakis 1999):

- a. Pola Horizontal (H) atau Horizontal Data Pattern

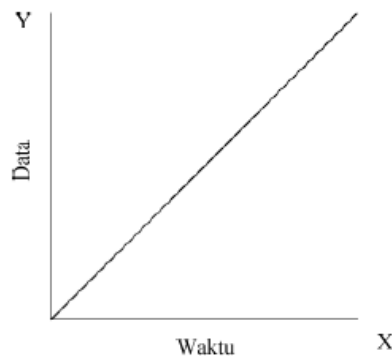
Pola data ini terjadi bilamana data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan. Suatu produk yang penjualannya tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu termasuk jenis ini. Bentuk pola horizontal ditunjukkan seperti Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Pola data Horizontal

b. Pola Trend (T) atau Trend Data Pattern

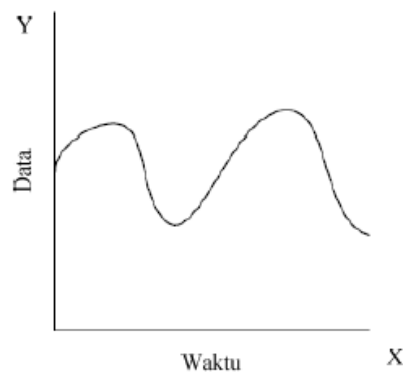
Pola data ini terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Contohnya penjualan perusahaan, produk bruto nasional (GNP) dan berbagai indikator bisnis atau ekonomi lainnya, selama perubahan sepanjang waktu. Bentuk pola trend ditunjukkan seperti gambar 2.2



Gambar 2. 2 Pola Data Trend

c. Pola Musiman (S) atau Seasonal Data Pattern

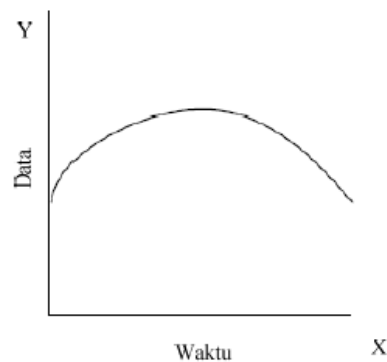
Pola data ini terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal tahun tertentu, bulan atau hari-hari pada minggu tertentu). Penjualan dari produk seperti minuman ringan, es krim dan bahan bakar pemanas ruang semuanya menunjukkan jenis pola ini. Bentuk pola musiman ditunjukkan seperti gambar 2.3



Gambar 2. 3 Pola Data Musiman

d. Pola Siklis (S) atau Cycled Data Pattern

Pola data ini terjadi bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Contohnya penjualan produk seperti mobil, baja. Bentuk pola siklis ditunjukkan seperti gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Pola Data Siklis

2.3.2.2 Causal Methods atau sebab akibat

Merupakan metode peramalan yang didasarkan kepada hubungan antara variabel yang diperkirakan dengan variabel lain yang mempengaruhinya tetapi bukan waktu. Dalam prakteknya jenis metode peramalan ini terdiri dari:

- a. Metode regresi dan kolerasi, merupakan metode yang digunakan baik untuk jangka panjang maupun jangka pendek dan didasarkan kepada persamaan dengan teknik least squares yang dianalisis secara statis.
- b. Model Input output, merupakan metode yang digunakan untuk peramalan jangka panjang yang biasa digunakan untuk menyusun trend ekonomi jangka panjang.

2.4 Moving Average

Moving Average adalah indikator yang menghitung harga rata-rata suatu aset dalam periode waktu tertentu. Nilai rata-rata bisa berasal dari harga pembukaan (*open*), penutupan (*close*), tertinggi (*high*), terendah (*low*), ataupun pertengahan (*median*). *Moving Average* adalah bagian dari indikator *lagging*. Artinya, metode ini berlandaskan peristiwa sebelumnya dan menerangkan informasi mengenai data riwayat pasar. Adapun *Moving Average* terbagi menjadi:

1. *Simple Moving Average*
2. *Double Moving Average*
3. *Weighted Moving Average*
4. *Exponential Moving Average*

2.4.1 Simple Moving Average (SMA)

Single Moving Average adalah suatu metode prediksi yang dilakukan dengan mengambil sekelompok nilai pengamatan, mencari nilai rata-rata tersebut sebagai prediksi untuk periode yang akan datang. Metode *Simple Moving Average* mempunyai karakteristik khusus yaitu :

- a. Untuk menentukan prediksi pada periode yang akan datang memerlukan data historis selama jangka waktu tertentu. Misalnya, dengan 3 bulan *Moving Average*, maka prediksi bulan ke 5 baru dibuat setelah bulan ke 4 selesai/berakhir. Jika bulan *Moving Average* bulan ke 7 baru bisa dibuat setelah bulan ke 6 berakhir.
- b. Semakin panjang jangka waktu *Moving Average*, efek pelicinan semakin terlihat dalam prediksi atau menghasilkan *Moving Average* yang semakin halus.

Persamaan matematis *Single Moving Average* adalah sebagai berikut :

$$M_t = F_{t+1} = \frac{X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-n+1}}{n} \quad (2.1)$$

Keterangan :

M_t : Moving Average periode t

F_{t+1} : Prediksi periode t + 1

X_t : Nilai riil periode ke t

n : Jumlah batas dalam moving average

2.4.2 Double Moving Average (DMA)

Salah satu cara untuk memprediksi data time series yang memiliki kecenderungan trend adalah menggunakan *Double Moving Average* atau rata-rata bergerak ganda. Menurut Makridakis (1992) dasar metode ini adalah menghitung rata-rata bergerak (*Moving Average*) sebanyak dua kali. Maka *Moving Average* tunggal akan menghasilkan sesuatu yang menyerupai kesalahan sistematis dan kesalahan sistematis ini dapat dikurangi dengan menggunakan perbedaan antara nilai rata-rata bergerak tunggal dan nilai rata-rata bergerak ganda.

Menurut Nasapi (2014) Jika data time series yang diamati merupakan suatu deret secara tetap meningkat tanpa unsur kesalahan random yang menghasilkan trend liner meningkat, maka dapat di gunakan metode *Double Moving Average*. Dalam metode ini pertama dicari *Moving Average*, hasil prediksi ditaruh pada bulan terakhir, kemudian dicari *Moving Average* lagi dari *Moving Average* yang pertama, baru kemudian dibuat forecast, (Sidik, 2010). Berikut merupakan persamaan yang digunakan pada metode *Double Moving Average* :

$$\text{Untuk nilai DMA} \quad S'' = \frac{S'_t + S'_{t-1} + S'_{t-2} + \dots + S'_{t-n}}{n} \quad (2.2)$$

$$\text{Untuk nilai konstanta} \quad \alpha_t = 2 \cdot \underline{S}'_t - S''_t \quad (2.3)$$

$$\text{Untuk nilai kecenderungan} \quad b_t = \frac{2}{n-1} (F' - F'') \quad (2.4)$$

$$\text{Untuk nilai prediksi} \quad F_{t+m} = \alpha_t + bt \quad (2.5)$$

Keterangan :

X_t : Nilai data pada periode ke-t (bulanan)

S'_{t+1} : Nilai rata-rata bergerak tunggal pada waktu t (bulan)

S''_t : Nilai rata-rata bergerak ganda pada waktu t (bulan)

N : Banyaknya data masa lalu

α_t : Konstanta untuk m periode (bulan) ke muka

bt : Komponen kecenderungan

F_{t+m} : Nilai prediksi untuk t bulan ke depan

2.4.3 Weighted Moving Average (WMA)

Metode *Weighted Moving Average* merupakan metode yang mempunyai teknik pemberian bobot yang berbeda atas data yang tersedia dengan demikian bahwa data yang paling akhir adalah data yang paling relevan untuk prediksi sehingga diberi bobot yang lebih besar. Bobot ditentukan sedemikian rupa sehingga sehingga jumlah keseluruhan sama dengan satu. Untuk rata-rata bergerak 4 bulan, misalnya, diberi bobot sebagai berikut: 0,4, 0,3, 0,2, dan 0,1. Penetapan bobot dimaksud bersifat subjektif, tergantung pada pengalaman dan opini analisis data. Jumlah keseluruhan bobot sama dengan satu (Heryanto dan Solikin, 2015).

Prediksi dengan metode *Weighted Moving Average*.

$$F_{t+1} = W_t (A_t) + W_{t-1} (A_{t-1}) + \dots + W_{t-n} (A_{t-n}) \quad (2.6)$$

Keterangan:

F_t : hasil prediksi

A_t : data aktual

W_t : bobot nilai

2.4.4 Exponential Moving Average(EMA)

Exponential Moving Average adalah metode MA yang terletak pada penempatan bobot yang lebih besar dan signifikan pada data point yang lebih baru, terdekat dari data yang akan diprediksi. Cara kerja XMA untuk mengestimasi nilai data pada posisi $t+1$, adalah dengan:

- Menghitung terlebih dahulu SMA untuk data point pada $t=n+1$, dengan n adalah ukuran window MA. Ini menjadi nilai prediksi XMA awal.

- Kemudian dihitung faktor pengali W , dengan $W = \frac{2}{(n+1)}$ (2.7)

- Prediksi data point selanjutnya (y_{t+1}), diestimasi dengan menjumlahkan XMA sebelumnya (XMA_t) dengan XMA koreksi, dengan persamaan, $W(y_t - XMA_t)$, dengan y_t adalah data point sebenarnya pada posisi t . Prediksi XMA secara lengkap dihitung berdasarkan Persamaan berikut :

$$(y_{t+1}) = pred (y) = \frac{2}{(n+1)}(y_t - XMA_t) + XMA_t$$

$$\text{Dengan prediksi pada } t = n + 1 \text{ adalah } (y_{t+1}) = XMA_n = SMA_n \quad (2.8)$$

Keterangan:

Y_t = Nilai riil periode ke t

XMA_t = Nilai *Exponential Moving Average* periode ke
W = Konstanta smooting antara 0 sampai dengan 1
n = Jumlah periode

2.5 Alat perancangan

2.5.1 Flowchart

Flowchart adalah bagian (chart) yang menunjukkan alir (flow) di dalam program atau prosedur sistem secara logika (Jogiyanto, 2005). Komponen yang digunakan dalam bagian alir sistem atau sistem *flowchart* dapat dilihat pada Tabel 2.1 (Jogiyanto, 2005).

Tabel 2. 1 Komponen Flowchart (Jogiyanto, 2005)

No	Simbol	Keterangan
1		<i>Input/output</i> digunakan untuk mewakili suatu proses.
2		Proses digunakan untuk mewakili suatu proses.
3		Garis alir menunjukkan arus dari proses.
4		Keputusan digunakan untuk suatu seleksi kondisi di dalam program.
5		Penghubung menunjukkan penghubung ke halaman yang sama atau halaman lain.
6		Proses terdefinisi menunjukkan suatu operasi yang rinciannya ditunjukkan ditempat lain.
7		Persiapan digunakan untuk memberi nilai awal suatu besaran.
8		Terminal untuk menunjukkan awal dan akhir dari suatu proses.
9		Data disimpan secara permanen pada <i>disk</i> bermagnet.
10		Simbol <i>display</i> untuk menyatakan peralatan <i>output</i> .

2.6 Pengujian hasil Prediksi

2.6.1 Mean Forecase Error (MFE)

MFE (*Mean Forecast Error*) MFE merupakan rata-rata kesalahan dengan mengukur perbandingan jumlah *error* dibagi jumlah periode prediksi data. *Mean Forecast Error* (MFE) sangat efektif untuk mengetahui apakah suatu hasil prediksi selama periode tertentu terlalu tinggi atau terlalu rendah. Bila hasil prediksi tidak bias, maka nilai *Mean Forecast Error* (MFE) akan mendekati nol. *Mean Forecast Error* (MFE) dihitung dengan menjumlahkan semua kesalahan prediksi selama periode prediksi dan membaginya dengan jumlah periode prediksi. Secara sistematis *Mean Forecast Error* (MFE) dinyatakan sebagai berikut:

$$MFE = \frac{\sum (A_t - F_t)}{n} \quad (2.9)$$

dimana:

A_t = Permintaan aktual pada periode -t

F_t = Prediksi permintaan pada periode t

N = Jumlah periode prediksi yang terlihat