

PERAMALAN PERSEWAAN KASET VIDEO DENGAN MENGGUNAKAN *MOVING AVERAGE*

Destryla Indah Rusprianty

S1 Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : destrylarusprianty@mhs.unesa.ac.id

A'yunin Sofro

S1 Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : ayuninsofro@unesa.ac.id

Affiati Oktaviarina

S1 Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : affiatioktaviarina@unesa.ac.id

Abstrak

Sebuah perusahaan mengoperasikan beberapa rekaman video sewa outlet. Perusahaan sedang berkembang dan memperluas inventaris untuk meningkatkan permintaan pelayanan. Berdasarkan data persewaan untuk 15 minggu terakhir yang tersedia, perusahaan tersebut ingin memperkirakan harga sewa untuk bulan berikutnya. Berdasarkan permasalahan tersebut, perusahaan tersebut mengembangkan sebuah ramalan untuk meramalkan banyaknya kaset video yang disewa pada bulan berikutnya. Berdasarkan pola data persewaan kaset video, menunjukkan bahwa pola data *trend* dan data tersebut merupakan data nonstasioner. Salah satu metode *time series* yang digunakan ketika pola data menunjukkan *trend* yaitu *double moving average*. Metode *double moving average* adalah metode yang digunakan untuk peramalan data dengan pola data *trend linier*. Metode tersebut digunakan untuk meramalkan banyaknya kaset video yang disewa, untuk minggu ke-25 pada periode berikutnya. Hasil yang diperoleh rumus untuk periode yang akan datang adalah $F_{t+p} = 722 + 5p$. Tingkat akurasi peramalan persewaan kaset video dihitung dengan beberapa cara yaitu MSE, MAD, MAPE dan diperoleh MSE sebesar 44,464, MAD sebesar 4,459, dan MAPE sebesar 0,633. Hasil peramalan persewaan kaset video untuk minggu ke-25 yaitu 772 unit.

Kata Kunci: Peramalan, *Time Series*, *Double Moving Average*, MSE, MAD, MAPE.

Abstract

A company operates some video footage outlet rentals. The company is evolving and expanding inventory to accommodate the growing demand for services. Based on rental data for the last 15 weeks available, the company wants to estimate the rental price for the next month. Based on these issues, the company develops a forecast to forecast the number of video tapes that were hired the following month. Based on the video cassette rental data pattern, it shows that trend data pattern and the data is nonstationary data. The trend can be handled by one of the next period, such as double moving average. The double moving average method is a method used for data forecasting with linear trend data pattern. The method is used to predict the number of video tapes for the 25th week of the next period. The results obtained by the formula for the coming period are $F_{t+p} = 722 + 5p$. Forecasting accuracy of video cassette rental are calculated in several ways i.e MSE, MAD, MAPE and obtained MSE of 44.464, MAD of 4.459, and MAPE of 0.633. The results of the video cassette rental forecasting for the 25th week is 772 units.

Keywords: Forecasting, *Time Series*, *Double Moving Average*, MSE, MAD, MAPE.

PENDAHULUAN

Peramalan adalah kegiatan untuk melakukan prediksi kejadian di masa mendatang dengan melibatkan data historis dan memproyeksikannya ke masa yang akan

datang dengan model pendekatan sistematis. Peramalan dilakukan untuk menentukan jumlah barang yang diproduksi tetapi juga digunakan untuk berbagai bidang lain (seperti pengadaan, penjualan, personalia, termasuk untuk peramalan teknologi, ekonomi).

Sehingga banyak perusahaan yang mencari cara meramalkan permintaan terhadap produksinya sehingga dapat membantu menentukan tindakan yang harus dilakukan. Pada umumnya, pendekatan metode peramalan (*forecasting*) dibagi menjadi dua jenis, yaitu kuantitatif dan kualitatif.

Sebuah perusahaan video film mengoperasikan beberapa perekaman video sewa outlet. Perusahaan sedang berkembang dan memperluas inventaris untuk meningkatkan permintaan pelayanan sehingga perusahaan tersebut ingin memprediksi harga sewa pada bulan berikutnya. Sehingga data yang digunakan adalah data persewaan mingguan kaset video untuk toko video film. Tersedianya data historis akan persewaan kaset video untuk toko video film, digunakanlah metode kuantitatif untuk meramalkan persewaan kaset video di masa mendatang.

Metode kuantitatif yang digunakan pada prakiraan ini yaitu metode deret waktu (*time series*). *Time series* adalah data disusun berdasarkan dari waktu ke waktu secara teratur (Hasan, M. Iqbal, 2001). Waktu yang digunakan dapat berupa minggu, bulan, tahun, dan lain-lain.

Salah satu metode *time series* yang digunakan yaitu metode penghalusan (*smoothing*). Data *time series* disebut stasioner jika tidak terdapat unsur pola *trend* pada data. Berdasarkan pola data persewaan kaset video, menunjukkan bahwa pola data *trend* dan data tersebut merupakan data nonstasioner. Salah satu metode *time series* yang digunakan ketika pola data menunjukkan *trend* yaitu *double moving average*. Metode *double moving average* adalah metode yang digunakan untuk peramalan data dengan pola data *trend linier*.

Oleh karena itu, dipilih metode *time series* yang mendukung pola data tersebut yaitu metode *double moving average* untuk meramalkan banyaknya kaset video yang disewa, untuk minggu ke-25 pada periode berikutnya.

KAJIAN PUSTAKA

A. Definisi Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan yaitu kegiatan untuk melakukan prediksi kejadian di masa mendatang dengan menggunakan data historis dan memproyeksikannya ke masa yang akan datang dengan model pendekatan sistematis.

Metode peramalan digunakan untuk menaksir kejadian di masa mendatang (Herjanto, 2007). Peramalan bukan hanya dilakukan untuk menentukan jumlah barang produksi yang akan dibuat atau kapasitas jasa yang akan disediakan, namun juga diperlukan di berbagai bidang (seperti pengadaan, penjualan, personalia, termasuk untuk peramalan teknologi, ekonomi).

B. Proses Peramalan (*Forecasting*)

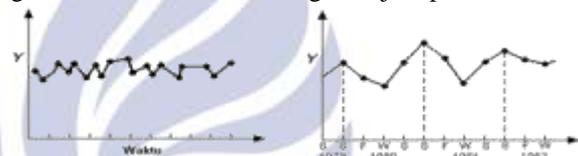
Dalam melakukan proses peramalan (*forecasting*), apapun bentuk dan jenis peramalan (*forecasting*) yang akan dilakukan, terdapat lima langkah proses peramalan (*forecasting*) yang bisa dilakukan (Hanke & Wichern, 2009), yaitu:

1. Formulasi masalah dan pengumpulan data.
2. Manipulasi dan pembersihan data.
3. Pembentukan dan evaluasi model.
4. Implementasi model (peramalan aktual/sebenarnya).
5. Evaluasi peramalan (*forecasting*).

Menurut Ir. M. Iqbal Hasan, M.M (2001:184) data *time series* yaitu data yang disusun berdasarkan dari waktu ke waktu. Waktu yang digunakan bisa berupa minggu, bulan, tahun, dan lain-lain.

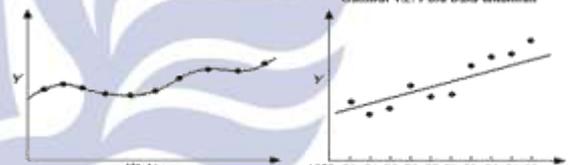
Hal yang perlu diperhatikan dalam meramalkan yaitu pada *error* (galat). Untuk memperoleh hasil yang mendekati data asli, maka peramal harus berusaha membuat *error* nya dengan nilai sekecil mungkin.

Menurut Eddy Herjanto (2007) pola data dari rangkaian data *time series* dibagi menjadi pola berikut:



Gambar 1.1. Pola pola Horizontal

Gambar 1.2. Pola Data Musiman



Gambar 1.3. Pola pola Simtu

Gambar 1.4. Pola Data Trend

C. Metode Penghalusan (*Smoothing*)

Peramalan kuantitatif merupakan peramalan yang mengikutsertakan analisis statistik pada data masa lampau. Metode tersebut digunakan untuk mengurangi musiman data lampau yang tidak teratur, dengan cara menghitung rata-rata data masa lampau.

Ketepatan peramalan metode ini terdapat pada peramalan jangka pendek, tetapi kurang akurat untuk peramalan jangka panjang (Ishak, 2010). Salah satu jenis dari metode *smoothing*, sebagai berikut:

Metode Rata-Rata Bergerak (*Moving Average*), terdiri dari:

1. *Single Moving Average* (SMA)

Metode SMA digunakan untuk memperhalus (*smoothing*) data *time series*. Mengingat kecenderungan (pola *trend*) perubahan fluktuasi data plot di atas, untuk memperhalus data *time series* ini digunakan MA (3) periode dan $k = 3$ minggu. *Moving average* dalam suatu periode waktu adalah peramalan untuk satu periode berikutnya dari nilai rata-rata periode tersebut.

Permasalahan yang timbul pada penggunaan metode ini yaitu pada saat menentukan nilai t (periode perata-rataan). Semakin besar nilai t maka hasil peramalan yang diperoleh akan semakin menjauh dari pola. Secara matematis rumus untuk peramalan metode SMA adalah (Hanke & Wichern, 2009):

$$\hat{Y}_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-k+1}}{k}$$

dimana:

\hat{Y}_{t+1} = nilai prakiraan periode t+1

Y_t = data aktual pada periode t

k = jumlah periode dalam *moving average*

Ditunjukkan bahwa terjadi ketika metode SMA digunakan dengan pola data *trend*. Oleh karena itu, metode DMA dirancang untuk menangani pola data *trend* (Hanke & Wichern, 2009).

Sifat-sifat *Single Moving Average*:

- a) Untuk menentukan *forecast* diperlukan data masa lampau dalam jangka waktu tertentu. Jika data selama N periode maka dapat menentukan *forecast* untuk periode ke N + 1.
- b) Semakin panjang jangka waktu *moving average* akan menghasilkan *moving average* yang semakin *smooth* (halus).

2. *Double Moving Average* (DMA)

Metode DMA diperoleh dari perhitungan *moving average* kedua, yang dihitung dari *moving average* pertama. DMA disimbolkan dengan MA (M x N), dapat diartikan M dan N adalah periode dari MA. Metode DMA digunakan untuk peramalan data dengan pola *trend linier* yang lebih baik. Prosedur *linier moving average* dapat diuraikan melalui persamaan sebagai berikut:

- Hitung SMA dari data dengan periode perata-rataan tertentu, hasilnya dinotasikan dengan M_t .

$$M_t = \hat{Y}_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-k+1}}{k}$$

- Setelah semua SMA, dihitung *moving average* kedua yaitu *moving average* dari M_t dengan periode perata-rataan yang sama. Hasilnya dinotasikan M'_t .

$$M'_t = \frac{M_t + M_{t-1} + M_{t-2} + \dots + M_{t-k+1}}{k}$$

- Hitung komponen a_t dengan rumus:
 $a_t = M_t + (M_t - M'_t) = 2M_t - M'_t$
- Hitung komponen *trend* b_t dengan rumus:

$$b_t = \frac{2}{k-1} (M_t - M'_t)$$

- Peramalan untuk periode mendatang setelah t adalah:

$$F_{t+p} = a_t + b_t p$$

dimana:

k = jumlah periode dalam *moving average*

p = jumlah periode ramalan yang akan datang

D. Menghitung Akurasi Peramalan

Akurasi adalah kriteria yang menentukan metode peramalan yang terbaik. Dengan demikian, akurasi adalah perhatian yang paling penting dalam mengevaluasi kualitas perkiraan. Tujuan dari perkiraan adalah untuk meminimalkan *error*. Prakiraan *error* adalah perbedaan antara nilai aktual dan nilai perkiraan.

Hasil proyeksi yang akurat yaitu *forecast* yang bisa meminimalkan *forecast error*. Besarnya *forecast error* dihitung dengan mengurangi data riil dengan besarnya ramalan.

$$error (e) = Y_t - F_t$$

dimana :

Y_t : data aktual periode ke-t

F_t : ramalan periode ke-t

Dalam menghitung *forecast error* digunakan:

a) **Mean Squared Error (MSE)**

Menurut Eddy Herjanto (2007) *Mean Squared Error* adalah metode rata-rata *error* kuadrat memperkuat pengaruh angka-angka *error* yang besar, namun memperkecil angka kesalahan prakiraan kecil (kurang dari satu unit).

$$MSE = \sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - F_t)^2}{n}$$

dimana:

Y_t = nilai aktual pada periode t

F_t = nilai peramalan pada periode t

n = jumlah periode

b) **Mean Absolute Deviation (MAD)**

Sebuah metode umum untuk mengukur kesalahan perkiraan keseluruhan adalah MAD dihitung dengan membagi jumlah nilai absolut dari *error* perkiraan individu dengan ukuran sampel (jumlah periode perkiraan) sebagai berikut:

$$MAD = \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - F_t|}{n}$$

dimana:

Y_t = nilai aktual dalam periode t

F_t = nilai peramalan dalam periode t

n = jumlah periode

c) **Mean Absolut Percentage Error (MAPE)**

Menurut Eddy Herjanto (2007) pengukuran ketelitian dengan cara rata-rata persentase kesalahan absolut (MAPE) menunjukkan rata-rata kesalahan absolut prakiraan dalam bentuk persentasenya terhadap data aktual.

$$MAPE = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - F_t|}{Y_t} \quad (100)$$

dimanaa :

Y_t = data aktual pada periode t

F_t = nilai peramalan pada periode t

n = jumlah periode

Satuan MAPE dinyatakan dalam bentuk persen.

PEMBAHASAN

A. Identifikasi Data

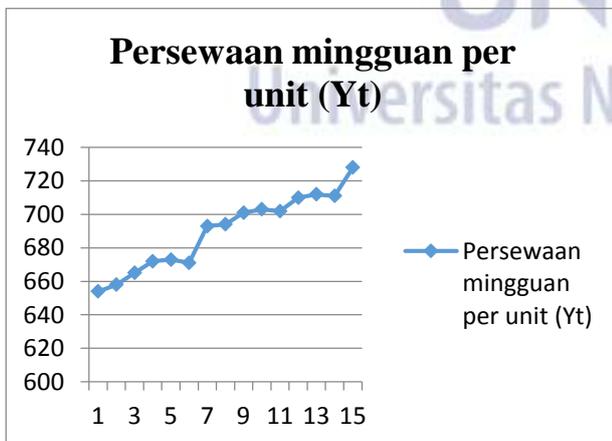
Stasioneritas memiliki makna bahwa tidak terdapat pertumbuhan atau penurunan dalam data. Dimana fluktuasi data berada di sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung pada waktu dan varians dari fluktuasi tersebut. Data *time series* dikatakan stasioner jika tidak ada unsur *trend* dalam data, dan tidak ada unsur musiman.

Tabel 3.1. Data Persewaan Mingguan untuk Toko Video Film

Waktu (t)	Persewaan mingguan per unit (Y_t)
1	654
2	658
3	665
4	672
5	673
6	671
7	693
8	694
9	701
10	703
11	702
12	710
13	712
14	711
15	728

Sumber: Hanke & Wichern, 2009

Berdasarkan data di atas diperoleh grafik sebagai berikut.



Dari grafik di atas dapat disimpulkan bahwa data nonstasioner dan pola data yang dihasilkan merupakan pola *trend*. Sedangkan pola kecenderungan (*trend*) yaitu apabila data mempunyai kecenderungan, baik yang

arahnya meningkat atau menurun dari waktu ke waktu. Oleh karena itu, menggunakan *double moving average* pada metode *smoothing*.

B. Metode Smoothing

Metode *smoothing* terdiri dari beberapa jenis, diantaranya:

Metode Rata-Rata Bergerak (*Moving Average*)

1. *Single Moving Average* (SMA)

Metode SMA digunakan untuk memperhalus (*smoothing*) data *time series*. Mengingat kecenderungan (*trend*) perubahan fluktuasi data plot di atas, untuk memperhalus data *time series* ini digunakan MA (3) periode dan $k = 3$ minggu. Secara matematis, rumus peramalan metode SMA yaitu (Hanke & Wichern, 2009):

$$\hat{Y}_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-k+1}}{k}$$

dimana:

\hat{Y}_{t+1} = nilai prakiraan periode t+1

Y_t = data aktual pada periode t

k = jumlah periode dalam *moving average*

Untuk menghitung MA (3) yaitu sebagai berikut:

- $MA(3) = \frac{Y_1+Y_2+Y_3}{3} = \frac{654+658+665}{3} = 659$

- $MA(3) = \frac{Y_2+Y_3+Y_4}{3} = \frac{658+665+672}{3} = 665$

Demikian pula dengan rumus yang sama untuk baris berikutnya.

2. *Double Moving Average* (DMA)

Double Moving Average (DMA) yaitu deret waktu yang dibangun dengan mengambil rata-rata dari beberapa nilai dari deret waktu yang lain secara berurutan. Metode ini digunakan jika data tidak stasioner dan memiliki pola *trend*, maka dilakukan *moving average* terhadap hasil SMA. Metode *double moving average* diperoleh dari perhitungan *moving average* kedua, yang dihitung berdasarkan rata-rata dari *moving average* pertama. DMA dinotasikan dengan MA (T x T), yang dapat diartikan sebagai MA (T) periode. Metode DMA digunakan untuk peramalan data dengan pola *trend linier* yang lebih baik. Langkah-langkah *linier moving average* dapat diuraikan melalui persamaan sebagai berikut:

- Hitung SMA dari data dengan periode perata-rataan tertentu, hasilnya dinotasikan dengan M_t .

$$M_t = \hat{Y}_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-k+1}}{k}$$

- Setelah semua SMA, dihitung *moving average* kedua yaitu *moving average* dari M_t dengan periode perata-rataan yang sama. Hasilnya dinotasikan M'_t .

$$M'_t = \frac{M_t + M_{t-1} + M_{t-2} + \dots + M_{t-k+1}}{k}$$

- Hitung komponen a_t dengan rumus:

$$a_t = M_t + (M_t - M'_t) = 2M_t - M'_t$$
- Hitung komponen *trend* b_t dengan rumus:

$$b_t = \frac{2}{k-1}(M_t - M'_t)$$
- Peramalan untuk periode mendatang setelah t adalah:

$$F_{t+p} = a_t + b_t p$$

dimana:

k = jumlah periode dalam *moving average*

p = jumlah periode ramalan yang akan datang

C. Simulasi Data

Time series didasarkan pada waktu yang berurutan atau yang berjarak sama (mingguan, bulanan, kuartalan, dan sebagainya). Contohnya adalah persewaan mingguan kaset video pada toko video film di Denver.

Data persewaan untuk 15 minggu terakhir dapat dilihat pada tabel 3.1. Dimana data persewaan merupakan data *time series* dan fluktuatif. Ramalan menggunakan *three weeks moving average* (tiga minggu rata-rata bergerak). Artinya $k = 3$ minggu dan *moving average* adalah rata-rata dari tiga periode sebelumnya. Karena datanya *trend*, sehingga diputuskan untuk menggunakan metode *double moving average*. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.2. Peramalan *Double Moving Average* terhadap Toko Video Film

Waktu (t)	Persewaan mingguan per unit (Y_t)	Single Moving Average MA (3)	Double Moving Average MA (3 x 3)
1	654	-	-
2	658	-	-
3	665	659	-
4	672	665	-
5	673	670	664,667
6	671	672	669
7	693	679	673,667
8	694	686	679
9	701	696	687
10	703	699,333	693,778
11	702	702	699,111
12	710	705	702,111
13	712	708	705
14	711	711	708
15	728	717	712

Lanjutan **Tabel 3.2.** Peramalan *Double Moving Average* terhadap Toko Video Film

Value of a	Value of b	Forecast a + bp	e_t
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
675,333	5,333	-	-
675	3	680,667	-9,667
684,333	5,333	678	15
693	7	689,667	4,333
705	9	700	1
704,889	5,5556	714	-11
704,889	2,889	710,444	-8,444
707,889	2,889	707,778	2,222
711	3	710,778	1,222
714	3	714	-3
722	5	717	11

Adapun cara perhitungannya sebagai berikut:

$$M_{15} = \hat{Y}_{15+1} = \frac{Y_{15} + Y_{15-1} + Y_{15-3+1}}{3}$$

$$M_{15} = \hat{Y}_{16} = \frac{728 + 711 + 712}{3} = 717$$

Menghitung *double moving average* yaitu *moving average* dari M_t dengan periode perata-rataan yang sama. Hasilnya dinotasikan M'_t .

$$M'_{15} = \frac{M_{15} + M_{15-1} + M_{15-3+1}}{3} = \frac{717 + 711 + 708}{3} = 712$$

Menghitung:

$$a_{15} = 2M_{15} - M'_{15} = 2(717) - 712 = 722$$

$$b_{15} = \frac{2}{3-1}(M_{15} - M'_{15}) = \frac{2}{3-1}(717 - 712) = 5$$

Jadi, berdasarkan perhitungan di atas diperoleh nilai konstanta a dan b yaitu :

$$F_{t+p} = 722 + 5p$$

Maka untuk peramalan minggu ke-25 adalah:

$$F_{15+10} = 722 + 5(10) = 772 \text{ unit}$$

Untuk menghitung akurasi peramalan yaitu *Mean Squared Error* (MSE), *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Absolut Percentage Error* (MAPE) dapat dilihat pada tabel 3.3 berikut:

Tabel 3.3. Akurasi Peramalan *Double Moving Average* terhadap Toko Video Film

Waktu (t)	Persewaan mingguan per unit (Y _t)	Forecast a + bp	e _t
1	654	-	-
2	658	-	-
3	665	-	-
4	672	-	-
5	673	-	-
6	671	680,667	-9,667
7	693	678	15
8	694	689,667	4,333
9	701	700	1
10	703	714	-11
11	702	710,444	-8,444
12	710	707,778	2,222
13	712	710,778	1,222
14	711	714	-3
15	728	717	11

Lanjutan **Tabel 3.3.** Akurasi Peramalan *Double Moving Average* terhadap Toko Video Film

e _t = Y _t - F _t	e _t ²	$\frac{ Y_t - F_t }{Y_t}$
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
9,667	93,451	0,014
15	225	0,022
4,333	18,775	0,006
1	1	0,001
11	121	0,016
8,444	71,301	0,012
2,222	4,937	0,003
1,222	1,493	0,002
3	9	0,004
11	121	0,015
Σ e _t =66,888	Σ e _t ² =666,957	Σ $\frac{ Y_t - F_t }{Y_t}$ =0,095

Perhitungan tingkat akurasi peramalan sebagai berikut:

$$MSE = \sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - F_t)^2}{n} = \frac{666,957}{15} = 44,464$$

$$MAD = \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - F_t|}{n} = \frac{66,888}{15} = 4,459$$

$$MAPE = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - F_t|}{Y_t} (100) \\ = \frac{1}{15} (0,095) 100 = 0,633$$

PENUTUP

Kesimpulan

Metode peramalan untuk meramalkan banyaknya kaset video yang disewa, untuk minggu ke-25 pada periode berikutnya terhitung dari minggu ke-1 sampai dengan minggu ke-15 adalah metode *double moving average*. Dengan menggunakan metode ini, diperoleh rumus untuk periode yang akan datang sebagai berikut:

$$F_{t+p} = 722 + 5p$$

Tingkat akurasi peramalan persewaan kaset video dihitung dengan beberapa cara yaitu MSE, MAD, MAPE dan diperoleh MSE sebesar 44,464, MAD sebesar 4,459, dan MAPE sebesar 0,633. Hasil peramalan persewaan kaset video untuk minggu ke-25 yaitu 772 unit.

DAFTAR PUSTAKA

Hanke, John E., & Wichern, Dean W. 2009. *Business Forecasting Ninth Edition*. New Jersey: Pearson Education.

Hasan, M. Iqbal. 2001. *Pokok-Pokok Materi Statistik 1 (Statistik Deskriptif) Edisi Kedua*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.

Herjanto, Eddy. 2007. *Manajemen Operasi Edisi Ketiga*. Jakarta: Grasindo.

Ishak, Aulia. 2010. *Manajemen Operasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.