BAB III

METODE PERATAAN (*AVERAGE*)

3.1 RATA-RATA SEDERHANA (*AVERAGE*)

Telah ditunjukkan (seperti dilakukan dalam banyak buku statistika) bahwa rata-rata adalah penaksir yang tak bias. Jika rata-rata tersebut dipakai sebagai alat peramalan, penggunaan yang optimal memerlukan suatu pengetahuan tentang kondisi yang menentukan kecocokannya. Untuk nilai rata-rata, kondisinya adalah bahwa data harus stasioner, suatu istilah yang berarti bahwa proses yang membangkitkan data tersebut berada dalam kesetimbangan di sekitar nilai yang konstan (nilai rata-rata yang mendasari) dan varians di sekitar rata-rata tersebut tetap konstan selama waktu tertentu (Makridakis *et al.*, 1991: 61).

Misalkan terdapat T buah data, metode rata-rata sederhana merupakan rata-rata yang didapat dengan cara merata-ratakan setiap data tersebut. Misalkan akan ditentukan data pada periode yang akan datang, dalam hal ini adalah data ke T+1. Maka data ke T+1 merupakan nilai ramalan yang menggambarkan nilai data pada periode yang akan datang.

$$\overline{X} = \sum_{i=1}^{T} \frac{X_i}{T} = F_{T+1} \tag{3.1}$$

$\overline{X}$ merupakan rata-rata dari T data yang ada, F_{T+1} merupakan nilai ramalan pada periode yang akan datang.

Jika data pada periode $T+1$ telah tersedia (data pada $T+1$ sudah terjadi), maka dapat ditentukan nilai kesalahan dari ramalan yang telah dibuat sebagai berikut:

$$e_{T+1} = X_{T+1} - F_{T+1}. \tag{3.2}$$

Di mana e_{T+1} merupakan nilai kesalahan dari ramalan pada periode tersebut, X_{T+1} merupakan data nyata pada periode $T+1$. Sehingga untuk peramalan periode selanjutnya, data yang tersedia bertambah menjadi $T+1$ data yang bisa digunakan untuk meramalkan data pada periode $T+2$.

$$\overline{X} = \sum_{i=1}^{T+1} \frac{X_i}{T+1} = F_{T+2}. \tag{3.3}$$

Sehingga nilai dari kesalahan pada periode $T+2$ ketika data tersebut telah tersedia adalah:

$$e_{T+2} = X_{T+2} - F_{T+2}. \tag{3.4}$$

Metode rata-rata sederhana ini hanya bisa digunakan ketika data yang tersedia tidak mengandung unsur musiman dan tren. Dengan kata lain data tersebut harus stasioner. Semakin banyak data yang digunakan, maka semakin stabil pula rata-rata yang dihasilkan. Halangan utama pada metode ini adalah bahwa data yang digunakan harus benar-benar didasarkan atas proses yang konstan, sedangkan dalam kehidupan sehari-hari data yang seperti itu sangat sulit terjadi.

Berikut ini adalah contoh penggunaan rata-rata dari semua data masa lalu sebagai ramalan:

Tabel 3.1 Rata-rata dari Semua Data Masa Lalu Sebagai Ramalan

Waktu (*T*)	Data (X_i)	Ramalan (F_i)	Kesalahan (e_i)	Kesalahan^2 (e_i^2)
1	106,74	-	-	-
2	103,01	106,74	-3,72	13,84
3	102,14	104,88	-2,74	7,51
4	100,24	103,96	-3,72	13,84
5	91,45	103,03	-11,58	134,10
6	98,73	100,72	-1,99	3,96
7	94,06	100,39	-6,32	39,94
8	157,50	99,48	58,02	3366,32
9	152,33	106,73	45,60	2079,36
10	149,20	111,80	37,40	1398,76
11	149,04	115,54	33,50	1122,25
12	142,90	118,59	24,31	590,98
13	151,62	120,61	31,01	961,62
14	144,96	123,00	21,96	482,24
15	152,85	124,57	28,28	799,76
16	151,08	126,45	24,63	606,64
17	143,33	127,99	15,34	235,32
18	150,81	128,89	21,92	480,49
19	153,24	130,11	23,13	535,00
20	144,95	131,33	13,62	185,50
21		132,01		

Sumber: Makridakis *et al.*, (1991). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Bandung: ERLANGGA.

Nilai ramalan tersebut didapat dengan menggunakan rumus (3.1), dan nilai kesalahannya didapat dari rumus (3.2). Analisis kesalahannya adalah sebagai berikut:

Rata-rata kesalahan

$$\sum_{i=2}^{T} \frac{e_i}{T} = 18,35;$$

Rata-rata kesalahan absolut

$$\sum_{i=2}^{T} \frac{|\,e_i\,|}{T} = 21,52;$$

Rata-rata kesalahan kuadrat

$$\sum_{i=2}^{T} \frac{e_i^{\,2}}{n} = 687,23;$$

Standar deviasi kesalahan

$$\sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{e^2}{n-1}} = 26,93;$$

Rata-rata kesalahan persentase absolut

$$\frac{1}{n} \sum_{i=2}^{T} \left| \frac{e_i}{X_i} \right| 100 = 14,95.$$

3.2 RATA-RATA BERGERAK TUNGGAL (*SINGLE MOVING AVERAGE*)

Salah satu cara untuk mengubah pengaruh data masa lalu terhadap rata-rata sebagai ramalan adalah dengan menentukan sejak awal berapa jumlah nilai data masa lalu yang akan dimasukan untuk menghitung rata-rata (Makridakis *et al.*, 1991: 67). Dalam metode rata-rata bergerak tunggal, data masa lalu yang dipakai adalah data hasil observasi yang baru. Pada awal penggunaan metode harus ditentukan jumlah data yang akan dipakai untuk peramalan, sehingga setiap kali muncul data baru, data yang lama harus dibuang dan digantikan dengan data baru.

Misalkan terdapat N buah data masa lalu, ditentukan T buah data untuk menghitung rata-rata, maka rata-rata bergerak tunggal dengan periode T dari data masa lalu ditunjukkan pada tabel (3.2). Rata-rata bergerak tunggal berorde T disimbolkan dengan $MA(T)$. $MA(2)$ yaitu rata-rata bergerak tunggal dengan orde 2 nilai data terakhir yang telah diketahui dan digunakan sebagai ramalan periode berikutnya. Contoh, harga tempe bulan ini merupakan rata-rata harga tempe 2 bulan lalu.

Tabel 3.2 Rumus untuk Menghitung Rata-rata Sebagai Ramalan dalam Metode Rata-rata Bergerak Tunggal

Waktu	Rata-rata bergerak	Ramalan
T	$\overline{X} = \frac{X_1 + X_2 + \ldots + X_T}{T}$	$F_{T+1} = \overline{X} = \sum_{i=1}^{T} \frac{X_i}{T}$
$T+1$	$\overline{X} = \frac{X_2 + X_3 + \ldots + X_{T+1}}{T}$	$F_{T+2} = \overline{X} = \sum_{i=2}^{T+1} \frac{X_i}{T}$
$T+2$	$\overline{X} = \frac{X_3 + X_4 + \ldots + X_{T+2}}{T}$	$F_{T+3} = \overline{X} = \sum_{i=3}^{T+2} \frac{X_i}{T}$
	dst.	

Tabel (3.3) adalah contoh penggunaan rata-rata bergerak tunggal sebagai ramalan. Data yang digunakan adalah data bulanan pengiriman alat pembuka kaleng listrik menggunakan $MA(3)$.

Tabel 3.3 Peramalan Pengiriman Alat Pembuka Kaleng Listrik dengan Rata-rata Bergerak Tunggal

Waktu (T)	Data (X_i)	Ramalan (F_i)	Kesalahan (e_i)	Kesalahan^2 (e_i^2)
1	200,0	-	-	-
2	135,0	-	-	-
3	195,0	-	-	-
4	197,0	176,7	20,3	412,1
5	310,0	175,8	134,2	18009,6
6	175,0	234,2	-59,2	3504,6
7	155,0	227,5	-72,5	5256,3
8	130,0	213,3	-83,3	6938,9
9	220,0	153,3	66,7	4448,9
10	277,0	168,3	108,7	11815,7
11	235,0	209,2	25,8	665,6
12		244,2		

Sumber: Makridakis *et al.*, (1991). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Bandung: ERLANGGA.

Dari tabel (3.3) didapat nilai ramalan pengiriman alat pembuka kaleng listrik pada bulan 12 adalah 244,2, dengan analisis kesalahan pada periode pengujian bulan 4 sampai bulan 11 adalah sebagai berikut:

Rata-rata kesalahan

$$\sum_{i=2}^{T} \frac{e_i}{T} = 17{,}59\,;$$

Rata-rata kesalahan absolut

$$\sum_{i=2}^{T} \frac{|e_i|}{T} = 71{,}34\,;$$

Rata-rata kesalahan kuadrat

$$\sum_{i=2}^{T} \frac{e_i^{\,2}}{n} = 6381{,}47\,;$$

Standar deviasi kesalahan

$$\sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{e^2}{n-1}} = 85,40\,;$$

Rata-rata kesalahan persentase absolut

$$\frac{1}{n}\sum_{i=2}^{T}\left|\frac{e_i}{X_i}\right|100 = 34,85\,.$$

Secara umum semakin besar orde yang digunakan pada rata-rata bergerak tunggal, maka akan besar pula pengaruhnya dalam penghalusan data, dengan kata lain fluktuasi data ramalan akan semakin halus. Dibandingkan dengan rata-rata sederhana, metode rata-rata bergerak tunggal dengan orde yang besar lebih efektif dalam mengeluarkan pengaruh musiman pada data. Jika digunakan sebagai ramalan untuk periode mendatang, metode ini tetap tidak dapat menyesuaikan dengan baik adanya unsur tren atau musiman (Makridakis *et al*., 1991: 68).

3.3 RATA-RATA BERGERAK GANDA (*DOUBLE MOVING AVERAGE*)

Rata-rata bergerak ganda adalah suatu variasi dari prosedur rata-rata bergerak yang diharapkan dapat mengatasi adanya tren secara lebih baik (Makridakis *et al*., 1991: 72). Pada dasarnya metode rata-rata bergerak ganda adalah menghitung rata-rata bergerak dari rata-rata bergerak, atau biasa disimbolkan dengan $MA(N \times N)$. Sebagai contoh, akan dihitung $MA(3\times3)$, artinya akan dihitung rata-rata bergerak 3 periode dari rata-rata bergerak berperiode 3 atau $MA(3)$.

Rumus-rumus yang digunakan sama seperti pada rata-rata bergerak tunggal. Dalam rata-rata bergerak ganda semakin besar periode yang digunakan, maka semakin besar pula kesalahan sistematis yang terjadi. Hal ini terjadi jika data yang digunakan adalah data yang memiliki tren linier. Tabel (3.4) merupakan contoh dari penggunaan rata-rata bergerak ganda sebagai peramalan dengan data yang memiliki tren linier tanpa kesalahan random.

Tabel 3.4 Rata-rata Bergerak Ganda Sebagai Ramalan dengan Data Tren Linier

Waktu (T)	Data (X_i)	*MA*(2)	*MA*(2x2)	Kesalahan Sistematis	*MA*(3)	*MA*(3x3)	Kesalahan Sistematis
1	2	-	-	-	-	-	-
2	4	-	-	-	-	-	-
3	6	3	-	-	-	-	-
4	8	5	-	-	4	-	-
5	10	7	4	6	6	-	-
6	12	9	6	6	8	-	-
7	14	11	8	6	10	6	8
8	16	13	10	6	12	8	8
9	18	15	12	6	14	10	8
10	20	17	14	6	16	12	8
11			16			14	

Sumber: Makridakis *et al.*, (1991). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Bandung: ERLANGGA.

Untuk mengurangi kesalahan sistematis yang terjadi pada penggunaan rata-rata bergerak ganda sebagai metode peramalan dengan data yang memiliki tren adalah dengan menggunakan rata-rata bergerak linier. Dasar metode ini adalah menggunakan metode rata-rata bergerak ganda.

Prosedur peramalan rata-rata bergerak linier meliputi tiga aspek yaitu:

1. Penggunaan rata-rata bergerak tunggal pada waktu T (ditulis $S_T^{'}$).

2. Penyesuaian yang merupakan perbedaan antara rata-rata bergerak tunggal dan ganda pada waktu T (ditulis $S_T^{'} - S_T^{''}$).
3. Penyesuaian untuk tren dari periode T ke periode $T+m$, di mana m merupakan jumlah periode ke depan yang diramalkan.

Secara umum prosedur rata-rata bergerak linier dapat diterangkan melalui persamaan berikut:

$$S_T^{'} = \frac{X_T + X_{T-1} + X_{T-2} + \ldots + X_{T-N-1}}{N} \quad (3.5)$$

$$S_T^{''} = \frac{S_T^{'} + S_{T-1}^{'} + S_{T-2}^{'} + \ldots + S_{T-N-1}^{'}}{N} \quad (3.6)$$

$$a_T = S_T^{'} + (S_T^{'} - S_T^{''}) = 2S_T^{'} - S_T^{''} \quad (3.7)$$

$$b_T = \frac{2}{N-1}(S_T^{'} - S_T^{''}) \quad (3.8)$$

$$F_{T+m} = a_T + b_T m \,. \quad (3.9)$$

Persamaan (3.5) merupakan asumsi bahwa data berada pada periode waktu T dan mempunyai nilai masa lalu sebanyak N. $MA(N)$ tunggal dituliskan dengan $S_T^{'}$. Persamaan (3.6) merupakan penghitungan nilai rata-rata bergerak dari rata-rata bergerak tunggal $S_T^{'}$ yang disimbolkan dengan $S_T^{''}$. Persamaan (3.7) merupakan langkah penyesuaian MA $S_T^{'}$ tunggal terhadap $S_T^{''}$ dengan perbedaan $(S_T^{'} - S_T^{''})$. Persamaan (3.8) merupakan taksiran tren yang terjadi antara data periode yang satu ke data periode berikutnya. Persamaan (3.9) merupakan nilai ramalan untuk periode $T+m$.

Tabel (3.5) merupakan contoh dari penggunaan rata-rata bergerak linier sebagai ramalan untuk periode yang akan datang. Data yang digunakan merupakan data yang memiliki unsur tren.

Tabel 3.5 Penggunaan Rata-rata Bergerak Linier Sebagai Ramalan pada Data yang Memiliki Tren

Waktu (T)	Data (X_T)	*MA(4)*	*MA(4x4)*	Nilai a_T	Nilai b_T	Ramalan F_T
1	140,00	-	-	-	-	-
2	159,00	-	-	-	-	-
3	136,00	-	-	-	-	-
4	157,00	148,00	-	-	-	-
5	173,00	156,25	-	-	-	-
6	131,00	149,25	-	-	-	-
7	177,00	159,50	153,25	165,75	4,166	-
8	188,00	176,25	158,06	176,43	6,125	169,91
9	154,00	162,50	159,62	165,37	1,916	182,56
10	179,00	174,50	165,93	183,06	5,708	167,29
11	180,00	175,25	169,87	180,62	3,583	188,77
12	160,00	168,25	170,12	166,37	-1,250	184,20
13	182,00	175,25	173,31	177,18	1,291	165,12
14	192,00	178,50	174,31	182,68	2,791	178,47
15	224,00	189,50	177,87	201,12	7,750	185,47
16	188,00	196,50	184,93	208,06	7,708	208,87
17	198,00	200,50	191,25	209,75	6,166	215,77
18	206,00	204,00	197,62	210,37	4,250	215,91
19	203,00	198,75	199,93	197,56	-0,791	214,62
20	238,00	211,25	203,62	218,87	5,083	196,77
21	228,00	218,75	208,18	229,31	7,041	223,95
22	231,00	225,00	213,43	236,56	7,708	236,35
23	221,00	229,50	221,12	237,67	5,583	244,27
24	259,00	234,75	227,00	242,50	5,166	243,45
25	273,00	246,00	233,81	258,18	8,125	247,66
26						266,31

Sumber: Makridakis *et al.*, (1991). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Bandung: ERLANGGA.

Dari tabel (3.5) didapat nilai ramalan untuk periode ke-26 adalah 266,31. Dengan analisis kesalahan pada periode pengujian periode 8 sampai periode 25 adalah sebagai berikut:

Rata-rata kesalahan

$$\sum_{i=2}^{T} \frac{e_i}{T} = 1{,}92\,;$$

Rata-rata kesalahan absolut

$$\sum_{i=2}^{T} \frac{|\,e_i\,|}{T} = 18{,}62\,;$$

Rata-rata kesalahan kuadrat

$$\sum_{i=2}^{T} \frac{e_i^{\,2}}{n} = 447{,}23\,;$$

Standar deviasi kesalahan

$$\sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{e^2}{n-1}} = 21{,}76\,;$$

Rata-rata kesalahan persentase absolut

$$\frac{1}{n} \sum_{i=2}^{T} \left| \frac{e_i}{X_i} \right| 100 = 9{,}23\,.$$

3.4 ALGORITMA METODE RATA-RATA SEDERHANA

Berikut ini akan dikemukakan tentang algoritma peramalan metode rata-rata sederhana. Notasi-notasi yang akan digunakan dalam penulisan algoritma ini adalah sebagai berikut:

T = Jumlah data aktual.

X_i = Nilai data aktual periode ke *i*, di mana *i* = 1, 2, 3, …, *T*.

F_i = Nilai ramalan periode ke *i*, di mana *i* = 1, 2, 3, …, *T*.

e_i = Nilai kesalahan ramalan ke *i*, di mana *i* = 1, 2, 3, …, *T*.

PE_i = Nilai Persentase kesalahan ke *i*, di mana *i* = 1, 2, 3, …, *T*.

ME = Nilai rata-rata kesalahan.

MAE = Nilai rata-rata kesalahan mutlak.

MSE = Nilai rata-rata kesalahan kuadrat.

MAPE = Nilai rata-rata kesalahan persentase mutlak.

SDE = Nilai standar deviasi kesalahan.

Berikut tahap-tahap prosedur algoritma peramalan dengan metode rata-rata sederhana dengan perhitungan nilai statistik deskriptifnya:

1. Tentukan *T* data aktual yang akan diolah untuk meramalkan data yang akan datang (data ke *T*+1).
2. Masukkan nilai data-data aktual X_i yang akan diolah dengan metode peramalan rata-rata sederhana.
3. Hitung nilai ramalan F_i dari setiap data aktual X_i, dengan $F_{T+1} = \sum_{i=1}^{T} \frac{X_i}{T}$ sehingga didapat nilai ramalan F_i dari setiap data aktual X_i.

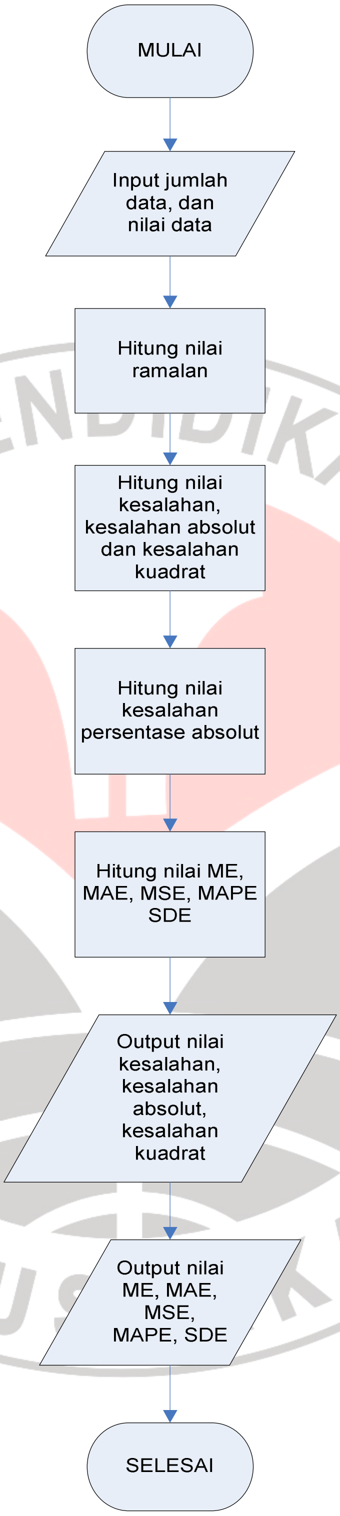
4. Hitung nilai kesalahan e_i dari nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i yang tersedia. Dengan $e_i = X_i - F_i$ sehingga didapat nilai kesalahan e_i dari setiap nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i.
5. Hitung nilai kesalahan mutlak $|e_i|$ dari nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i yang tersedia. Dengan $|e_i| = |X_i - F_i|$ sehingga didapat nilai kesalahan mutlak $|e_i|$ dari setiap nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i.
6. Hitung nilai kesalahan kuadrat e_i^2 dari nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i yang tersedia. Dengan $e_i^2 = (X_i - F_i)^2$ sehingga didapat nilai kesalahan e_i^2 dari setiap nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i.
7. Hitung nilai kesalahan persentase mutlak $|PE_i|$ dari nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i yang tersedia. Dengan $|PE_i| = \left|\frac{X_i - F_i}{X_i}\right|$ sehingga didapat nilai kesalahan persentase absolut $|PE_i|$ dari setiap nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i.
8. Hitung nilai rata-rata kesalahan ME dari data yang didapat dari langkah (4), dengan $ME = \sum_{i=1}^{n} \frac{X_i - F_i}{n} = \sum_{i=1}^{n} \frac{e_i}{n}$.
9. Hitung nilai rata-rata kesalahan mutlak MAE dari data yang didapat dari langkah (5), dengan $MAE = \sum_{i=1}^{n} \frac{|X_i - F_i|}{n} = \sum_{i=1}^{n} \left|\frac{e_i}{n}\right|$.

10. Hitung nilai rata-rata kesalahan kuadrat MSE dari data yang didapat dari langkah (6), dengan $MSE = \sum_{i=1}^{n} \frac{\left(X_i - F_i\right)^2}{n} = \sum_{i=1}^{n} \frac{e_i^2}{n}$.

11. Hitung nilai rata-rata kesalahan persentase absolute $MAPE$ dari data yang didapat dari langkah (7), dengan $MAPE = \sum_{i=1}^{n} \frac{\left|PE_i\right|}{n}$.

12. Hitung standar deviasi kesalahan SDE dari data yang didapat dari langkah (4), dengan $SDE = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} \left(X_i - F_i\right)^2}$.

Gambar (3.1) menunjukkan alur prosedur algoritma peramalan dengan metode rata-rata sederhana.



Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Algoritma Metode Rata-rata Sederhana

3.5 ALGORITMA METODE RATA-RATA BERGERAK TUNGGAL

Berikut ini akan dikemukakan tentang algoritma peramalan metode rata-rata bergerak tunggal. Notasi-notasi yang akan digunakan dalam penulisan algoritma ini adalah sebagai berikut:

N = Jumlah data aktual.

T = Periode data yang akan diambil rata-ratanya

X_i = Nilai data aktual periode ke i, di mana i = 1, 2, 3, …, N.

F_i = Nilai ramalan periode ke i, di mana i = 1, 2, 3, …, N.

e_i = Nilai kesalahan ramalan ke i, di mana i = 1, 2, 3, …, N.

PE_i = Nilai Persentase kesalahan ke i, di mana i = 1, 2, 3, …, N.

ME = Nilai rata-rata kesalahan.

MAE = Nilai rata-rata kesalahan mutlak.

MSE = Nilai rata-rata kesalahan kuadrat.

MAPE = Nilai rata-rata kesalahan persentase mutlak.

SDE = Nilai standar deviasi kesalahan.

Berikut tahap-tahap algoritma peramalan dengan metode rata-rata bergerak tunggal dengan perhitungan nilai statistik deskriptifnya:

1. Tentukan N data aktual yang akan diolah untuk meramalkan data yang akan datang F_i .
2. Tentukan T periode data yang akan dihitung rata-ratanya.
3. Masukkan nilai data-data aktual X_i yang akan diolah dengan metode peramalan rata-rata bergerak tunggal.

4. Hitung nilai ramalan F_i dari T periode data aktual X_i, dengan $F_{T+1} = \sum_{i=1}^{T} \frac{X_i}{T}$, $F_{T+2} = \sum_{i=2}^{T+1} \frac{X_i}{T}$, $F_{T+3} = \sum_{i=3}^{T+2} \frac{X_i}{T}$, dan seterusnya sehingga didapat nilai ramalan F_i dari setiap data aktual X_i.
5. Hitung nilai kesalahan e_i dari nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i yang tersedia. Dengan $e_i = X_i - F_i$ sehingga didapat nilai kesalahan e_i dari setiap nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i.
6. Hitung nilai kesalahan mutlak $|e_i|$ dari nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i yang tersedia. Dengan $|e_i| = |X_i - F_i|$ sehingga didapat nilai kesalahan mutlak $|e_i|$ dari setiap nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i.
7. Hitung nilai kesalahan kuadrat e_i^2 dari nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i yang tersedia. Dengan $e_i^2 = (X_i - F_i)^2$ sehingga didapat nilai kesalahan e_i^2 dari setiap nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i.
8. Hitung nilai kesalahan persentase mutlak $|PE_i|$ dari nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i yang tersedia. Dengan $|PE_i| = \left| \frac{X_i - F_i}{X_i} \right|$ sehingga didapat nilai kesalahan persentase mutlak $|PE_i|$ dari setiap nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i.
9. Hitung nilai rata-rata kesalahan ME dari data yang didapat dari langkah (5), dengan $ME = \sum_{i=1}^{n} \frac{X_i - F_i}{n} = \sum_{i=1}^{n} \frac{e_i}{n}$.

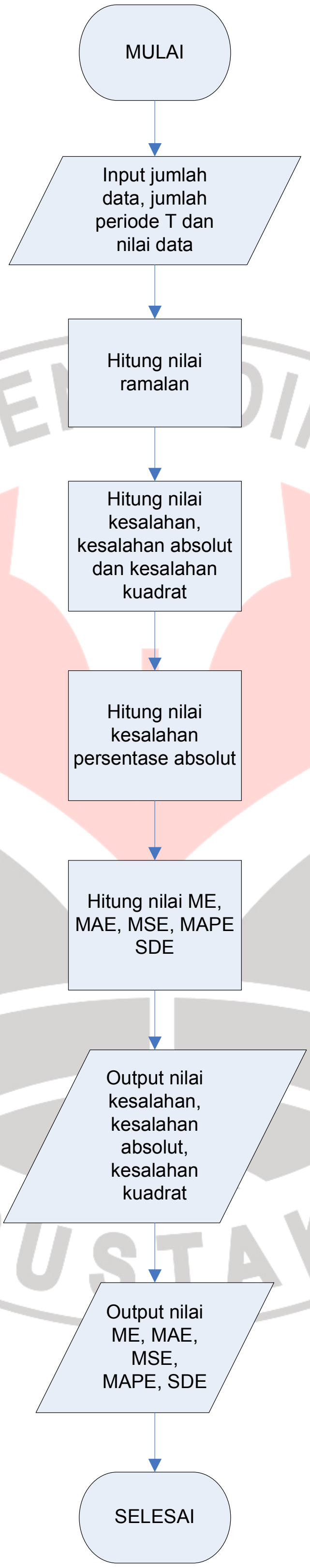
10. Hitung nilai rata-rata kesalahan mutlak MAE dari data yang didapat dari langkah (6), dengan $MAE = \sum_{i=1}^{n} \frac{|X_i - F_i|}{n} = \sum_{i=1}^{n} \left| \frac{e_i}{n} \right|$.

11. Hitung nilai rata-rata kesalahan kuadrat MSE dari data yang didapat dari langkah (7), dengan $MSE = \sum_{i=1}^{n} \frac{(X_i - F_i)^2}{n} = \sum_{i=1}^{n} \frac{e_i^2}{n}$.

12. Hitung nilai rata-rata kesalahan persentase mutlak $MAPE$ dari data yang didapat dari langkah (8), dengan $MAPE = \sum_{i=1}^{n} \frac{|PE_i|}{n}$.

13. Hitung standar deviasi kesalahan SDE dari data yang didapat dari langkah (5), dengan $SDE = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (X_i - F_i)^2}$.

Gambar (3.2) menunjukkan alur algoritma peramalan dengan metode rata-rata bergerak tunggal.



Gambar 3.2 Diagram Alir Algoritma Metode Rata-rata Bergerak Tunggal

3.6 ALGORITMA METODE RATA-RATA BERGERAK GANDA

Berikut ini akan dikemukakan tentang algoritma peramalan metode rata-rata bergerak ganda. Notasi-notasi yang akan digunakan dalam penulisan algoritma ini adalah sebagai berikut:

N = Jumlah data aktual.

T_1 = Periode rata-rata bergerak tunggal.

T_2 = Periode rata-rata bergerak ganda.

X_i = Nilai data aktual periode ke i, di mana i = 1, 2, 3, …, N.

$F1_i$ = Nilai ramalan rata-rata bergerak yang pertama periode ke i, di mana i = 1, 2, 3, …, N.

$F2_i$ = Nilai ramalan rata-rata bergerak yang kedua periode ke i, di mana i = 1, 2, 3, …, N.

e_i = Nilai kesalahan ramalan ke i, di mana i = 1, 2, 3, …, N.

PE_i = Nilai Persentase kesalahan ke i, di mana i = 1, 2, 3, …, N.

ME = Nilai rata-rata kesalahan.

MAE = Nilai rata-rata kesalahan mutlak.

MSE = Nilai rata-rata kesalahan kuadrat.

$MAPE$ = Nilai rata-rata kesalahan persentase mutlak.

SDE = Nilai standar deviasi kesalahan.

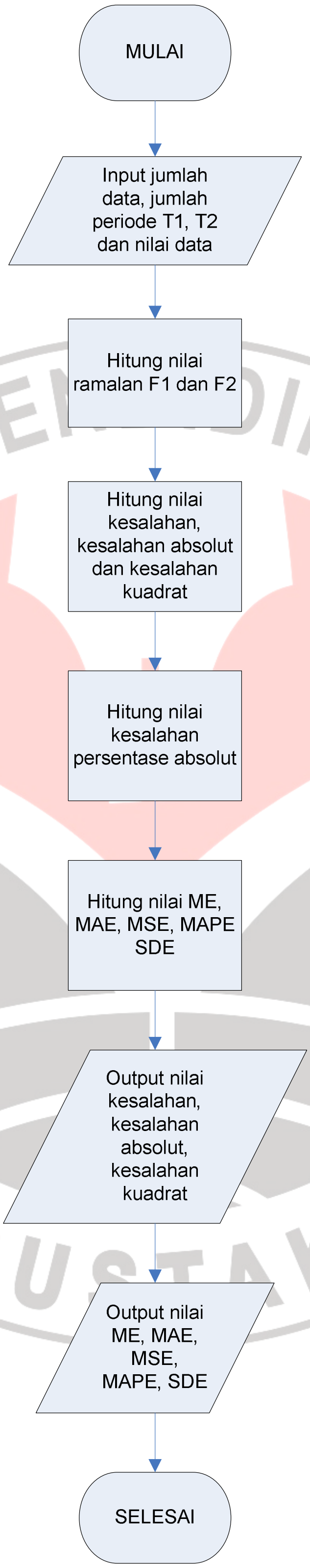
Berikut tahap-tahap algoritma peramalan dengan metode rata-rata bergerak ganda dengan perhitungan nilai statistik deskriptifnya:

1. Tentukan N data aktual yang akan diolah untuk meramalkan data yang akan datang F_i.
2. Tentukan periode T_1 dan T_2 untuk data yang akan dihitung rata-ratanya.
3. Masukkan nilai data-data aktual X_i yang akan diolah dengan metode peramalan rata-rata bergerak ganda.
4. Hitung nilai ramalan $F1_i$ dari T_1 periode data aktual X_i, dengan $F1_{T+1} = \sum_{i=1}^{T} \frac{X_i}{T}$, $F1_{T+2} = \sum_{i=2}^{T+1} \frac{X_i}{T}$, $F1_{T+3} = \sum_{i=3}^{T+2} \frac{X_i}{T}$, dan $F2_i$ dari T_2 periode data $F1_i$ dengan cara $F2_{T+1} = \sum_{i=1}^{T} \frac{F1_i}{T}$, $F2_{T+2} = \sum_{i=2}^{T+1} \frac{F1_i}{T}$, $F2_{T+3} = \sum_{i=3}^{T+2} \frac{F1_i}{T}$, sehingga didapat nilai ramalan $F2_i$ dari setiap data $F1_i$.
5. Hitung nilai kesalahan e_i dari nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i yang tersedia. Dengan $e_i = X_i - F_i$ sehingga didapat nilai kesalahan e_i dari setiap nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i.
6. Hitung nilai kesalahan mutlak $|e_i|$ dari nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i yang tersedia. Dengan $|e_i| = |X_i - F_i|$ sehingga didapat nilai kesalahan mutlak $|e_i|$ dari setiap nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i.

7. Hitung nilai kesalahan kuadrat e_i^2 dari nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i yang tersedia. Dengan $e_i^2 = (X_i - F_i)^2$ sehingga didapat nilai kesalahan e_i^2 dari setiap nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i.
8. Hitung nilai kesalahan persentase mutlak $|PE_i|$ dari nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i yang tersedia. Dengan $|PE_i| = \left|\frac{X_i - F_i}{X_i}\right|$ sehingga didapat nilai kesalahan persentase mutlak $|PE_i|$ dari setiap nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i.
9. Hitung nilai rata-rata kesalahan ME dari data yang didapat dari langkah (5), dengan $ME = \sum_{i=1}^{n} \frac{X_i - F_i}{n} = \sum_{i=1}^{n} \frac{e_i}{n}$.
10. Hitung nilai rata-rata kesalahan mutlak MAE dari data yang didapat dari langkah (6), dengan $MAE = \sum_{i=1}^{n} \frac{|X_i - F_i|}{n} = \sum_{i=1}^{n} \left|\frac{e_i}{n}\right|$.
11. Hitung nilai rata-rata kesalahan kuadrat MSE dari data yang didapat dari langkah (7), dengan $MSE = \sum_{i=1}^{n} \frac{(X_i - F_i)^2}{n} = \sum_{i=1}^{n} \frac{e_i^2}{n}$.
12. Hitung nilai rata-rata kesalahan persentase mutlak $MAPE$ dari data yang didapat dari langkah (8), dengan $MAPE = \sum_{i=1}^{n} \frac{|PE_i|}{n}$.

13. Hitung standar deviasi kesalahan SDE dari data yang didapat dari langkah (5), dengan $SDE = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(X_i - F_i\right)^2}$.

Gambar (3.3) menunjukkan alur algoritma peramalan dengan metode rata-rata bergerak ganda.



Gambar 3.3 Diagram Alir Algoritma Metode Rata-rata Bergerak Ganda

3.7 ALGORITMA METODE RATA-RATA BERGERAK LINIER

Berikut ini akan dikemukakan tentang algoritma peramalan metode rata-rata bergerak linier. Notasi-notasi yang akan digunakan dalam penulisan algoritma ini adalah sebagai berikut:

N = Jumlah data aktual.

T_1 = Periode rata-rata bergerak tunggal.

T_2 = Periode rata-rata bergerak ganda.

X_i = Nilai data aktual periode ke i, di mana i = 1, 2, 3, …, N.

$F1_i$ = Nilai ramalan rata-rata bergerak yang pertama periode ke i, di mana i = 1, 2, 3, …, N.

$F2_i$ = Nilai ramalan rata-rata bergerak yang kedua periode ke i, di mana i = 1, 2, 3, …, N.

F_i = Nilai ramalan periode ke i, di mana i = 1, 2, 3, …, N.

a_i = Nilai penyesuaian rata-rata bergerak yang pertama dengan rata-rata bergerak yang kedua, di mana i = 1, 2, 3, …, N.

b_i = Nilai taksiran tren yang terjadi antar data, di mana i = 1, 2, 3, …, N.

e_i = Nilai kesalahan ramalan ke i, di mana i = 1, 2, 3, …, N.

PE_i = Nilai Persentase kesalahan ke i, di mana i = 1, 2, 3, …, N.

ME = Nilai rata-rata kesalahan.

MAE = Nilai rata-rata kesalahan mutlak.

MSE = Nilai rata-rata kesalahan kuadrat.

$MAPE$ = Nilai rata-rata kesalahan persentase mutlak.

SDE = Nilai standar deviasi kesalahan.

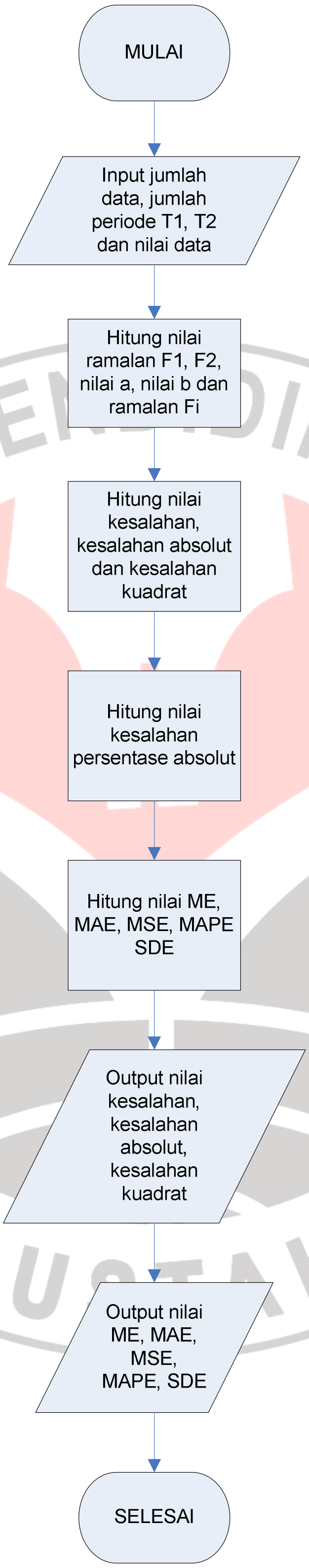
Berikut tahap-tahap algoritma peramalan dengan metode rata-rata bergerak linier dengan perhitungan nilai statistik deskriptifnya:

1. Tentukan N data aktual yang akan diolah untuk meramalkan data yang akan datang F_i.
2. Tentukan periode T_1 dan T_2 untuk data yang akan dihitung rata-ratanya.
3. Masukkan nilai data-data aktual X_i yang akan diolah dengan metode peramalan rata-rata bergerak linier.
4. Hitung nilai ramalan $F1_i$ dari T_1 periode data aktual X_i, dengan $F1_{T+1} = \sum_{i=1}^{T} \frac{X_i}{T}$, $F1_{T+2} = \sum_{i=2}^{T+1} \frac{X_i}{T}$, $F1_{T+3} = \sum_{i=3}^{T+2} \frac{X_i}{T}$, dan $F2_i$ dari T_2 periode data $F1_i$ dengan cara $F2_{T+1} = \sum_{i=1}^{T} \frac{F1_i}{T}$, $F2_{T+2} = \sum_{i=2}^{T+1} \frac{F1_i}{T}$, $F2_{T+3} = \sum_{i=3}^{T+2} \frac{F1_i}{T}$, sehingga didapat nilai ramalan $F2_i$ dari setiap data $F1_i$.
5. Hitung nilai a_i dengan cara $a_i = F1_i + (F1_i - F2_i) = 2F1_i - F2_i$, sehingga didapat nilai a_i dari setiap data.
6. Hitung niai b_i dengan cara $b_i = \frac{2}{N-1}(F1_i - F2_i)$ dimana N merupakan periode data T_2, sehingga didapat nilai b_i dari setiap data.
7. Hitung nilai ramalan F_i dengan cara $F_{i+m} = a_i + b_i m$, dengan $m = 1$, sehingga didapat nilai ramalan F_i dari setiap data aktual X_i.

8. Hitung nilai kesalahan e_i dari nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i yang tersedia. Dengan $e_i = X_i - F_i$ sehingga didapat nilai kesalahan e_i dari setiap nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i.
9. Hitung nilai kesalahan mutlak $|e_i|$ dari nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i yang tersedia. Dengan $|e_i| = |X_i - F_i|$ sehingga didapat nilai kesalahan mutlak $|e_i|$ dari setiap nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i.
10. Hitung nilai kesalahan kuadrat e_i^2 dari nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i yang tersedia. Dengan $e_i^2 = (X_i - F_i)^2$ sehingga didapat nilai kesalahan e_i^2 dari setiap nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i.
11. Hitung nilai kesalahan persentase mutlak $|PE_i|$ dari nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i yang tersedia. Dengan $|PE_i| = \left|\frac{X_i - F_i}{X_i}\right|$ sehingga didapat nilai kesalahan persentase mutlak $|PE_i|$ dari setiap nilai ramalan F_i dengan data aktual X_i.
12. Hitung nilai rata-rata kesalahan ME dari data yang didapat dari langkah (8), dengan $ME = \sum_{i=1}^{n} \frac{X_i - F_i}{n} = \sum_{i=1}^{n} e_i$.
13. Hitung nilai rata-rata kesalahan mutlak MAE dari data yang didapat dari langkah (9), dengan $MAE = \sum_{i=1}^{n} \frac{|X_i - F_i|}{n} = \sum_{i=1}^{n} \left|\frac{e_i}{n}\right|$.

14. Hitung nilai rata-rata kesalahan kuadrat MSE dari data yang didapat dari langkah (10), dengan $MSE = \sum_{i=1}^{n} \frac{(X_i - F_i)^2}{n} = \sum_{i=1}^{n} \frac{e_i^2}{n}$.
15. Hitung nilai rata-rata kesalahan persentase mutlak $MAPE$ dari data yang didapat dari langkah (11), dengan $MAPE = \sum_{i=1}^{n} \frac{|PE_i|}{n}$.
16. Hitung standar deviasi kesalahan SDE dari data yang didapat dari langkah (8), dengan $SDE = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (X_i - F_i)^2}$.

Gambar (3.4) menunjukkan alur algoritma peramalan dengan metode rata-rata bergerak linier.



Gambar 3.4 Diagram Alir Algoritma Metode Rata-rata Bergerak Linier