

Tugas Metode Peramalan Deret Waktu: Single Exponential Smoothing

Akmala F. – G14160079

Metode *Single Exponential Smoothing* adalah metode pemulusan dengan melakukan pembobotan menurun secara eksponensial dengan satu parameter (α), di mana nilai yang lebih baru diberi bobot yang lebih besar dari nilai terdahulu.

Pemulusan

Setelah data di-input dan disimpan sebagai data deret waktu pada R dengan menggunakan kode berikut:

```
1 mpdw3 <- read.csv('/Users/Maia/Documents/datasd1d2.csv')
2 mpdw3.d1.ts <- ts(mpdw3$Demand_1)
```

dilakukanlah pemulusan terhadap data. Pemulusan terhadap data dilakukan menggunakan nilai-nilai α di bawah.

$\alpha = 0.1$

kode:

```
9 SES.1 <- HoltWinters(mpdw3.d1.ts, alpha = 0.1, beta = FALSE, gamma = FALSE)
10 xhat.1 <- SES.1$fitted[,1]
11 error.1 <- residuals(SES.1)
12 SSE.1 <- SES.1$SSE
13 MSE.1 <- mean(error.1^2)
14 MAD.1 <- mean(abs(error.1))
15 MAPE.1 <- mean(abs(error.1/mpdw3.d1.ts)*100)
```

penjelasan:

Pemulusan dengan metode SES dengan nilai α 0.1 dilakukan dengan menggunakan fungsi `HoltWinters()`, di mana parameter $\alpha = 0.1$ dan parameter lain `FALSE`, dan disimpan pada variabel `SES.1` (baris kesembilan). Keluaran dari fungsi tersebut adalah sebagai berikut:

```
> SES.1
Holt-Winters exponential smoothing without trend and without seasonal component.

Call:
HoltWinters(x = mpdw3.d1.ts, alpha = 0.1, beta = FALSE, gamma = FALSE)

Smoothing parameters:
alpha: 0.1
beta : FALSE
gamma: FALSE

Coefficients:
[,1]
a 486.4783
```

di mana `a` adalah hasil peramalan untuk periode berikutnya. Nilai hasil peramalan kemudian disimpan pada variabel `xhat.1`, dan galatnya disimpan pada variabel `error.1` (baris 10-11).

xhat.1

		15	546.6487
1	775.0000	16	545.9838
2	743.4000	17	538.4854
3	715.2600	18	530.2369
4	697.3340	19	535.2132
5	663.8006	20	533.9919
6	630.5205	21	514.7927
7	613.0685	22	506.5134
8	593.6616	23	517.9621
9	576.5955	24	508.9659
10	555.8359	25	502.1693
11	553.6523	26	517.1524
12	563.8871	27	510.8371
13	558.9984	28	498.5534
14	547.4986	29	501.1981

error.1

		15	-6.648696
1	-316.000000	16	-74.983827
2	-281.400000	17	-82.485444
3	-179.260000	18	49.763101
4	-335.334000	19	-12.213210
5	-332.800600	20	-191.991889
6	-174.520540	21	-82.792700
7	-194.068486	22	114.486570
8	-170.661637	23	-89.962011
9	-207.595474	24	-67.965878
10	-21.835926	25	149.830710
11	102.347666	26	-63.152361
12	-48.887100	27	-122.837125
13	-114.998390	28	26.446587
14	-8.498551	29	-147.198071

Berikutnya, kita hitung nilai SSE, MSE, MAD, RMSE, dan MAPE dari hasil ramalan ini (kode baris 12-15). Keluarannya adalah sebagai berikut:

```
> SSE.1
[1] 749885.7
> MSE.1
[1] 25858.13
> MAD.1
[1] 130.0333
> RMSE.1
[1] 160.8046
> MAPE.1
[1] 30.5422
```

$\alpha = 0.3$

kode:

```
20 SES.2 <- HoltWinters(mpdw3.d1.ts, alpha = 0.3, beta = FALSE, gamma = FALSE)
21 xhat.2 <- SES.2$fitted[,1]
22 error.2 <- residuals(SES.2)
23 forecast2 <- predict(SES.2, n.ahead = 1)
24 SSE.2 <- SES.2$SSE
25 MSE.2 <- mean(error.2^2)
26 MAD.2 <- mean(abs(error.2))
27 RMSE.2 <- sqrt(MSE.2)
28 MAPE.2 <- mean(abs(error.2/mpdw3.d1.ts)*100)
```

penjelasan:

proses yang dilakukan sama seperti pada pengerjaan $\alpha = 0.1$ di atas, hanya saja kali ini nilai $\alpha = 0.3$, dan semua variabel disimpan dengan format <objek>.2. Nilai hasil ramalan disimpan pada variabel forecast2 (kode baris 23). Keluaran SES.2 adalah sebagai berikut:

```

> SES.2
Holt-Winters exponential smoothing without trend and without seasonal component.

Call:
HoltWinters(x = mpdw3.d1.ts, alpha = 0.3, beta = FALSE, gamma = FALSE)

Smoothing parameters:
alpha: 0.3
beta : FALSE
gamma: FALSE

Coefficients:
[,1]
a 446.1036

```

dengan nilai dugaan peramalan dan error berikut:
dugaan

	\hat{x}_t		\hat{x}_t
1	775.0000	15	507.1477
2	680.2000	16	517.0034
3	614.7400	17	503.2024
4	591.1180	18	489.0417
5	522.3826	19	516.3292
6	464.9678	20	518.3304
7	462.2775	21	465.4313
8	449.2942	22	455.4019
9	441.4060	23	505.0813
10	419.6842	24	481.9569
11	453.9789	25	469.6699
12	514.5852	26	524.3689
13	514.7097	27	503.2582
14	493.4968	28	468.6808
		29	485.5765

error

	\hat{x}_t		\hat{x}_t
1	-316.0000000	15	32.8522609
2	-218.2000000	16	-46.0034173
3	-78.7400000	17	-47.2023921
4	-229.1180000	18	90.9583255
5	-191.3826000	19	6.6708279
6	-8.9678200	20	-176.3304205
7	-43.2774740	21	-33.4312944
8	-26.2942318	22	165.5980940
9	-72.4059623	23	-77.0813342
10	114.3158264	24	-40.9569340
11	202.0210785	25	182.3301462
12	0.4147549	26	-70.3688976
13	-70.7096715	27	-115.2582283
14	45.5032299	28	56.3192402
		29	-131.5765319

$\alpha = 0.5$

kode:

```

31 SES.3 <- HoltWinters(mpdw3.d1.ts, alpha = 0.5, beta = FALSE, gamma = FALSE)
32 xhat.3 <- SES.3$fitted[,1]
33 error.3 <- residuals(SES.3)
34 forecast3 <- predict(SES.3, n.ahead = 1)
35 SSE.3 <- SES.3$SSE
36 MSE.3 <- mean(error.3^2)
37 MAD.3 <- mean(abs(error.3))
38 RMSE.3 <- sqrt(MSE.3)
39 MAPE.3 <- mean(abs(error.3/mpdw3.d1.ts)*100)

```

penjelasan:

proses yang dilakukan sama seperti pada pengerjaan $\alpha = 0.1$ di atas, hanya saja kali ini nilai $\alpha = 0.5$, dan semua variabel disimpan dengan format <objek>.3. Nilai hasil ramalan disimpan pada variabel forecast3 (kode baris 34). Keluaran SES.3 adalah sebagai berikut:

```
> SES.3
Holt-Winters exponential smoothing without trend and without seasonal component.

Call:
HoltWinters(x = mpdw3.d1.ts, alpha = 0.5, beta = FALSE, gamma = FALSE)

Smoothing parameters:
alpha: 0.5
beta : FALSE
gamma: FALSE

Coefficients:
      [,1]
a 419.8515
```

dengan nilai dugaan peramalan dan error berikut:

dugaan

	\hat{x}_t		\hat{x}_t
1	775.0000	15	514.9227
2	617.0000	16	527.4614
3	539.5000	17	499.2307
4	537.7500	18	477.6153
5	449.8750	19	528.8077
6	390.4375	20	525.9038
7	423.2188	21	433.9519
8	421.1094	22	432.9760
9	422.0547	23	526.9880
10	395.5273	24	477.4940
11	464.7637	25	459.2470
12	560.3818	26	555.6235
13	537.6909	27	504.8117
14	490.8455	28	446.4059
		29	485.7029

error

	e_t		e_t
1	-316.000000	15	25.077271
2	-155.000000	16	-56.461365
3	-3.500000	17	-43.230682
4	-175.750000	18	102.384659
5	-118.875000	19	-5.807671
6	65.562500	20	-183.903835
7	-4.218750	21	-1.951918
8	1.890625	22	188.024041
9	-53.054688	23	-98.987979
10	138.472656	24	-36.493990
11	191.236328	25	192.753005
12	-45.381836	26	-101.623497
13	-93.690918	27	-116.811749
14	48.154541	28	78.594126
		29	-131.702937

$\alpha = 0.7$

kode:

```
42 SES.4 <- HoltWinters(mpdw3.d1.ts, alpha = 0.7, beta = FALSE, gamma = FALSE)
43 xhat.4 <- SES.4$fitted[,1]
44 error.4 <- residuals(SES.4)
45 forecast4 <- predict(SES.4, n.ahead = 1)
46 SSE.4 <- SES.4$SSE
47 MSE.4 <- mean(error.4^2)
48 MAD.4 <- mean(abs(error.4))
49 RMSE.4 <- sqrt(MSE.4)
50 MAPE.4 <- mean(abs(error.4/mpdw3.d1.ts)*100)
```

penjelasan:

proses yang dilakukan sama seperti pada pengerjaan $\alpha = 0.1$ di atas, hanya saja kali ini nilai $\alpha = 0.7$, dan semua variabel disimpan dengan format <objek>.4. Nilai hasil ramalan disimpan pada variabel forecast2 (kode baris 23). Keluaran SES.4 adalah sebagai berikut:

```
> SES.4
Holt-Winters exponential smoothing without trend and without seasonal component.

Call:
HoltWinters(x = mpdw3.d1.ts, alpha = 0.7, beta = FALSE, gamma = FALSE)

Smoothing parameters:
alpha: 0.7
beta : FALSE
gamma: FALSE

Coefficients:
      [,1]
a 395.8627
```

dengan nilai dugaan peramalan dan error berikut:

dugaan

	\hat{y}_t		\hat{y}_t
1	775.0000	15	519.3468
2	553.8000	16	533.8040
3	489.5400	17	489.8412
4	522.0620	18	466.1524
5	410.0186	19	545.8457
6	354.7056	20	529.8537
7	425.6117	21	398.3561
8	420.9835	22	421.9068
9	422.3951	23	561.2721
10	385.0185	24	467.9816
11	489.3056	25	449.0945
12	605.9917	26	591.1283
13	542.2975	27	495.1385
14	473.4892	28	420.1416
		29	493.5425

error

	e_t		e_t
1	-316.000000	15	20.653225
2	-91.800000	16	-62.804032
3	46.460000	17	-33.841210
4	-160.062000	18	113.847637
5	-79.018600	19	-22.845709
6	101.294420	20	-187.853713
7	-6.611674	21	33.643886
8	2.016498	22	199.093166
9	-53.395051	23	-133.272050
10	148.981485	24	-26.981615
11	166.694445	25	202.905515
12	-90.991666	26	-137.128345
13	-98.297500	27	-107.138504
14	65.510750	28	104.858449
		29	-139.542465

Perbandingan SSE, MSE, MAD, RMSE, dan MAPE

Kode:

```
52 data.forecast <- data.frame(modelSES = c('Alpha = 0.1', 'Alpha = 0.3', 'Alpha = 0.5', 'Alpha = 0.7'),
53   SES = c(SSE.1, SSE.2, SSE.3, SSE.4), MSE = c(MSE.1, MSE.2, MSE.3, MSE.4),
54   MAD = c(MAD.1, MAD.2, MAD.3, MAD.4), RMSE = c(RMSE.1, RMSE.2, RMSE.3, RMSE.4),
55   MAPE = c(MAPE.1, MAPE.2, MAPE.3, MAPE.4), forecast = c(forecast1, forecast2, forecast3, forecast4))
```

penjelasan:

Untuk membandingkan SES, MSE, MAD, RMSE, dan MAPE dari masing-masing nilai α , dibuatlah tabel (dengan menggunakan fungsi data.frame()) dengan menggunakan kode di atas. Keluarannya adalah sebagai berikut.

```
> data.forecast
  modelSES    SES    MSE    MAD    RMSE    MAPE forecast
1 Alpha = 0.1 749885.7 25858.13 130.03333 160.8046 30.54220 486.4783
2 Alpha = 0.3 464586.3 16020.22  99.66514 126.5710 22.21205 446.1036
3 Alpha = 0.5 426108.2 14693.39  95.67574 121.2163 20.91933 419.8515
4 Alpha = 0.7 443149.7 15281.02 101.84633 123.6164 22.01454 395.8627
```

Dari tabel di atas, kita dapat melihat bahwa nilai SES, MSE, MAD, RMSE, dan MAPE terus mengecil hingga nilai $\alpha = 0.5$, kemudian membesar kembali pada $\alpha = 0.7$. Hal ini menunjukkan bahwa nilai α yang tinggi tidak menjamin dihasilkannya dugaan yang lebih

baik; terdapat nilai α yang optimal bagi setiap jenis data. Untuk data demand yang kita miliki ini, misalnya, nilai α yang optimal adalah 0.5.

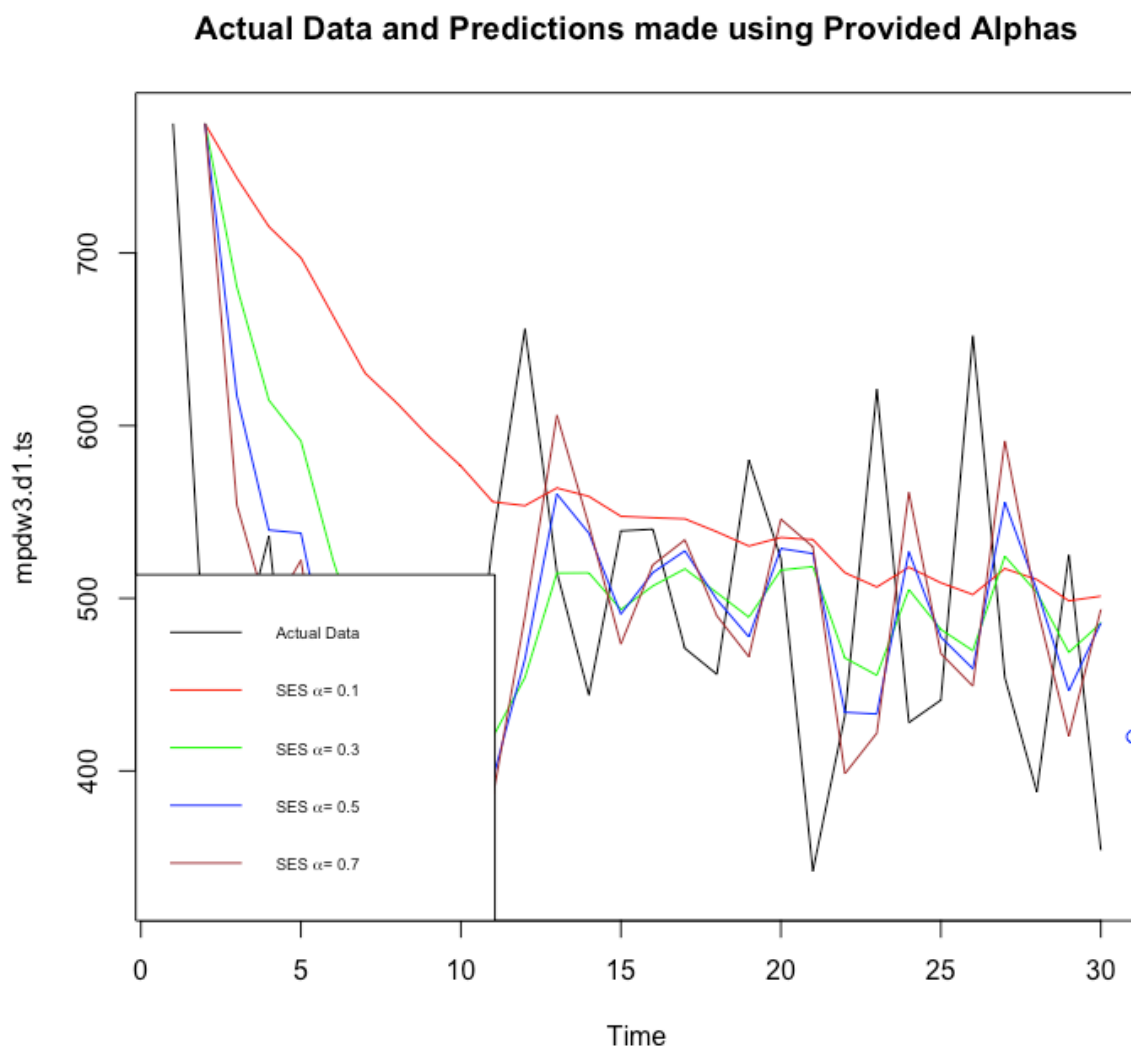
Plot antara *demand* dengan Data Forecasting Hasil Pemulusan

Kode:

```
57 #plot model comparison
58 plot(mpdw3.d1.ts, main = 'Actual Data', type = 'l', col = 'black')
59 lines(xhat.1, type = 'l', col = 'red')
60 lines(xhat.2, type = 'l', col = 'green')
61 lines(xhat.3, type = 'l', col = 'blue')
62 lines(xhat.4, type = 'l', col = 'brown')
63 lines(forecast3, type = 'p', col = 'blue')
64 legend('bottomleft', c('Actual Data', expression(paste(SES, ' ', alpha, '= 0.1')),
65                        expression(paste(SES, ' ', alpha, '= 0.2')), expression(paste(SES, ' ', alpha, '= 0.5')),
66                        expression(paste(SES, ' ', alpha, '= 0.8'))), col = c('black', 'red', 'green', 'blue',
67                        'brown'), lty = 1, cex = 0.6)
```

penjelasan:

plot yang dihasilkan dari kode di atas digunakan untuk membandingkan data dengan nilai hasil pemulusan dengan tiap-tiap nilai α .



dapat dilihat bahwa pemulusan dengan nilai $\alpha = 0.5$ memiliki plot yang paling mulus. Kita juga dapat melihat bahwa untuk satu periode ke depan, nilai *demand* diramalkan akan naik.

Kesimpulan

Demand produk dari perusahaan A yang digambarkan pada data diramalkan akan naik, sehingga perusahaan A diharapkan dapat mengambil keputusan yang baik dalam pembuatan strategi penjualan sehingga kenaikan yang diramalkan menjadi optimal.