

Perbandingan Metode Single Moving Average dan Single Exponential Smoothing dalam Peramalan Jumlah Pengguna Pospay pada PT Pos Indonesia KCU Bandung

Comparison of Single Moving Average and Single Exponential Smoothing Methods in Forecasting the Number of Pospay Users at PT Pos Indonesia KCU Bandung

Septiany Putri¹, Farid Badruzzaman², Erwin Harahap¹

¹Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Islam Bandung

² Program Studi Manajemen, Universitas Teknologi Digital Bandung

10060219036@unisba.ac.id, faridhirji@digitechuniversity.ac.id, erwin2h@unisba.ac.id

Abstrak. Perkembangan *fintech* yang hadir di Indonesia memunculkan berbagai inovasi aplikasi khususnya di bidang jasa keuangan. Dengan adanya *fintech*, masyarakat sudah bisa melakukan transaksi keuangan di tempat dengan menggunakan *smartphone* atau teknologi internet lainnya. Pos *Payment* (Pospay) adalah salah satu jenis layanan yang berhubungan dengan layanan keuangan yang diluncurkan oleh PT Pos Indonesia. Peramalan jumlah pengguna aplikasi Pospay sangat penting, karena peramalan dapat menjadi dasar untuk meningkatkan layanan yang dilihat dari sejauh mana proses berjalan di layanan tersebut sehingga nantinya dapat dilakukan evaluasi. Tujuan penelitian ini yaitu untuk meramalkan jumlah pengguna Pospay menggunakan metode *Single Moving Average* dan *Single Exponential Smoothing*. Hasil peramalan jumlah pengguna Pospay menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dengan α 0,9 memiliki nilai MAPE yang tingkat keakuratannya tinggi yaitu 8,77% dan hasil peramalan jumlah pengguna Pospay pada minggu ke-31 yaitu sebesar 398 pengguna Pospay.

Kata kunci: Pospay, Single Moving Average, Single Exponential Smoothing

Abstract. The development of *fintech* that is present in Indonesia has led to various application innovations, especially in the field of financial services. With the existence of *fintech*, people can already carry out financial transactions on the spot using a *smartphone* or other internet technology. Pos *Payment* (Pospay) is one type of service related to financial services launched by PT Pos Indonesia. Forecasting the number of users of the Pospay application is very important, because forecasting can be the basis for improving services based on the extent to which the process runs on the service so that later evaluation can be carried out. The purpose of this study is to predict the number of Pospay users using the *Single Moving Average* and *Single Exponential Smoothing* methods. The results of forecasting the number of Pospay users using the *Single Exponential Smoothing* method with an α of 0.9 have a MAPE value with a high accuracy rate of 8.77% and the results of forecasting the number of Pospay users in the 31st week of 398 Pospay users.

Keywords: Pospay, Single Moving Average, Single Exponential Smoothing

1. Pendahuluan

Financial Technology (*Fintech*) adalah perpaduan antara sistem keuangan dan teknologi. Perkembangan *fintech* yang hadir di Indonesia memunculkan berbagai inovasi aplikasi khususnya di bidang jasa keuangan. Penyebaran *fintech* di Indonesia merupakan bukti bahwa masyarakat telah beralih dari sistem keuangan tradisional ke penggunaan *fintech* [1]. Dengan adanya *fintech*, masyarakat sudah bisa melakukan transaksi keuangan di tempat dengan menggunakan *smartphone* atau teknologi internet lainnya, sehingga masyarakat tidak perlu datang ke kantor atau lembaga keuangan untuk melakukan transaksi keuangan.

Pos *Payment* (Pospay) adalah nama salah satu jenis layanan yang berhubungan dengan layanan keuangan yang diluncurkan oleh PT Pos Indonesia. Pospay menyediakan layanan pembayaran tagihan dan angsuran yang rutin setiap bulannya atau sesuai waktu yang ditentukan seperti pembayaran

tagihan listrik, angsuran kredit, pajak dan penerimaan negara, PDAM, pulsa dan telco, perbankan asuransi, belanja online, dan pembayaran lainnya (zakat, TV Kabel, ticketing, dan lain-lain). Pospay telah menerapkan sistem pembayaran langsung terpadu atau yang dikenal dengan *System Online Payment Point* (SOPP). Sistem ini memungkinkan pelanggan untuk melihat jumlah tagihan secara langsung pada saat pembayaran, sehingga mempercepat proses transaksi tanpa harus datang ke tempat loket pembayaran tagihan untuk antri. Pospay merupakan salah satu dari berbagai jenis aplikasi yang telah banyak disusun, seperti aplikasi kesehatan [2], simulasi lalu lintas [3, 4], aplikasi pembelajaran Matematika [5], aplikasi penjualan [6], menentukan jarak terpendek [7], pendeteksi asap rokok [8], dan masih banyak aplikasi lainnya.

Sumber pendapatan terbesar kedua PT Pos Indonesia setelah layanan surat dan paket adalah layanan jasa keuangan sebesar Rp. 966,27 M per tahun. Pospay merupakan penyumbang pendapatan terbesar dari layanan jasa keuangan yaitu sebesar Rp. 531,2 M [9]. Peramalan jumlah pengguna aplikasi Pospay sangat penting bagi layanan jasa keuangan, karena peramalan dapat menjadi dasar untuk meningkatkan layanan yang dilihat dari sejauh mana proses berjalan di layanan tersebut sehingga nantinya dapat dilakukan evaluasi.

Peramalan dilakukan dengan menggunakan metode *Single Moving Average* dan metode *Single Exponential Smoothing*. Kedua metode ini dipilih karena data yang didapat mengandung pola stasioner dimana pola tersebut cocok digunakan pada metode *Single Moving Average* dan *Single Exponential Smoothing*. Selain itu juga dilakukan perbandingan nilai akurasi peramalan menggunakan *Mean Absolute Percent Error* (MAPE) yang dihasilkan oleh kedua metode tersebut. Data yang digunakan yaitu data jumlah pengguna Pospay untuk wilayah regional 3 (Provinsi Jawa Barat kecuali Debotabek) pada bulan Januari-Juli 2022.

2. Metode

Teori-teori yang digunakan dalam artikel ini didasarkan pada studi literatur seperti artikel, jurnal, dan buku-buku yang membahas topik serupa. Data yang diperoleh dari PT Pos Indonesia KCU Bandung, selanjutnya dianalisis untuk mengetahui pola datanya. Setelah diketahui pola datanya, maka dilakukan perhitungan peramalan menggunakan metode *Single Moving Average* dan *Single Exponential Smoothing*. Untuk mengetahui keakuratan hasil peramalannya maka dilakukan perhitungan nilai error dengan *Mean Absolute Percent Error* (MAPE), kemudian membandingkan nilai MAPE kedua metode tersebut untuk melihat metode peramalan mana yang paling akurat untuk digunakan. Langkah terakhir adalah dengan menerapkan metode yang paling akurat untuk peramalan di minggu selanjutnya.

3. Tinjauan Pustaka

3.1 Analisis Deret Waktu (*Time Series*)

Deret waktu (*time series*) adalah serangkaian pengamatan yang terjadi secara berurutan pada interval waktu yang teratur berdasarkan indeks waktu. Analisis deret waktu merupakan salah satu teknik statistik yang digunakan untuk memprediksi struktur probabilistik kondisi yang akan terjadi dalam pengambilan keputusan di masa mendatang [10].

Langkah penting dalam memilih suatu metode deret waktu (*time series*) yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji [11]. Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu:

1. Pola data stasioner merupakan pola yang terjadi apabila nilai berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan.
2. Pola data trend merupakan pola yang menunjukkan kenaikan atau penurunan jangka panjang dalam data, biasanya terlihat dari grafik.
3. Pola data musiman merupakan pola yang menunjukkan perubahan yang berulang-ulang secara periodik dalam deret waktu. Pola ini terjadi bila suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman seperti kuartal tahun tertentu, bulanan, atau hari-hari pada minggu tertentu.
4. Pola data siklus merupakan data yang menunjukkan gerakan naik turun yang dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti siklus bisnis.

3.2 Metode Single Moving Average

Metode *single moving average* merupakan suatu metode peramalan yang menggunakan data sebelumnya. Metode ini mencari nilai rata-rata sebagai prediksi atau peramalan untuk periode yang akan datang [12]. Metode ini memiliki dua sifat khusus yaitu untuk membuat peramalan membutuhkan data historis untuk periode waktu tertentu, semakin panjang *moving average* akan menghasilkan *moving average* yang semakin halus [13]. Secara umum rumus metode *single moving average* adalah sebagai berikut:

$$F_{t+1} = \frac{x_t + x_{t-1} + \dots + x_{t-n+1}}{n}$$

dimana F_{t+1} peramalan untuk periode $t + 1$, x_t data aktual pada periode t , n banyaknya periode dalam rata-rata bergerak.

3.3 Metode Single Exponential Smoothing

Metode *single exponential smoothing* merupakan pengembangan dari metode *single moving average*. Metode *single exponential smoothing* merupakan teknik peramalan rata-rata bergerak dengan memberi bobot pada data secara eksponensial [14]. Metode *single exponential smoothing* mengasumsikan bahwa data berfluktuasi di sekitar nilai *mean* yang tetap, tanpa *trend* atau pola pertumbuhan yang konsisten [15, 16]. Nilai peramalan dapat dicari dengan rumus berikut:

$$F_t = \alpha x_{t-1} + (1 - \alpha)F_{t-1}$$

dimana F_t peramalan untuk periode t , x_t nilai aktual pada periode $t - 1$, F_{t-1} peramalan pada periode $t - 1$, α parameter *exponential* dengan nilai $0 < \alpha < 1$.

3.4 Perhitungan Akurasi Peramalan

Untuk memvalidasi dan mengevaluasi perhitungan ramalan, maka dilakukan perhitungan akurasi peramalan menggunakan *Mean Absolute Percent Error*. MAPE merupakan tingkat kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode waktu tertentu yang memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau rendah [17]. Nilai MAPE dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{x_t - F_t}{x_t} \right| \times 100\%$$

dimana n jumlah data, x_t nilai aktual pada periode t , F_t nilai peramalan pada periode t .

Hasil peramalan dikatakan baik jika nilai MAPE yang diperoleh semakin kecil. Berikut kriteria nilai MAPE yang digunakan untuk menganalisis hasil prediksi sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.2 [18].

Tabel 1. Kriteria Nilai MAPE

Nilai MAPE	Akurasi Peramalan
$MAPE \leq 10\%$	Sangat Baik
$10\% < MAPE \leq 20\%$	Baik
$20\% < MAPE \leq 50\%$	Cukup Baik
$MAPE > 50\%$	Buruk

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data yang Diperoleh

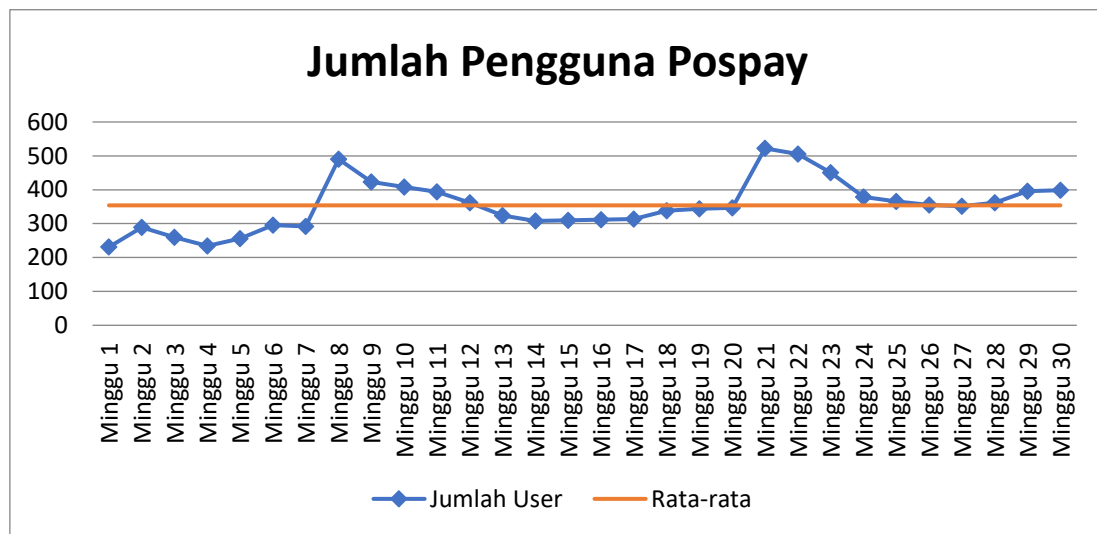
Tabel 2 menunjukkan data jumlah pengguna Pospay untuk wilayah regional 3 (Provinsi Jawa Barat kecuali Debotabek) pada bulan Januari – Juli 2022 [19].

Tabel 2. Data Jumlah Pengguna Pospay

Minggu	Jumlah User	Minggu	Jumlah User	Minggu	Jumlah User
Minggu 1	231	Minggu 11	394	Minggu 21	522
Minggu 2	289	Minggu 12	362	Minggu 22	505
Minggu 3	260	Minggu 13	324	Minggu 23	451
Minggu 4	234	Minggu 14	308	Minggu 24	379
Minggu 5	256	Minggu 15	310	Minggu 25	366
Minggu 6	296	Minggu 16	312	Minggu 26	355
Minggu 7	292	Minggu 17	314	Minggu 27	351
Minggu 8	490	Minggu 18	338	Minggu 28	362
Minggu 9	423	Minggu 19	344	Minggu 29	396
Minggu 10	408	Minggu 20	347	Minggu 30	399

Sumber: PT Pos Indonesia KCU Bandung

Untuk mengetahui pola data tersebut, akan dibuat plot data sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Plot Data Jumlah Pengguna Pospay

Tipe pola data di atas termasuk ke dalam tipe pola data stasioner, karena data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan. Sehingga data tersebut dapat diramalkan menggunakan analisis deret waktu (*time series*) dengan metode *Single Moving Average* dan metode *Single Exponential Smoothing*.

4.2 Peramalan Jumlah Pengguna Pospay

Untuk penerapan metode *Single Moving Average* dilakukan peramalan dari data jumlah pengguna Pospay di wilayah regional 3 minggu ke-31 dengan metode *Single Moving Average* 2 periode, 5 periode dan 8 periode. Sedangkan penerapan metode *Single Exponential Smoothing* dilakukan peramalan dari data jumlah pengguna Pospay di wilayah regional 3 minggu ke-31 dengan $\alpha = 0,1$; $\alpha = 0,5$; dan $\alpha = 0,9$.

Berikut adalah perhitungan ramalan jumlah pengguna Pospay dengan metode *Single Moving Average* 2 periode, 5 periode, dan 8 periode:

$$F_3 = \frac{231 + 289}{2}$$

$$= \frac{520}{2}$$

$$= 260$$

$$F_6 = \frac{231 + 289 + 260 + 234 + 256}{5}$$

$$= \frac{1270}{5}$$

$$= 254$$

$$F_9 = \frac{231 + 289 + 260 + 234 + 256 + 296 + 292 + 490}{8}$$

$$= \frac{2348}{8}$$

$$= 293,5$$

Tabel 3. Hasil Peramalan Jumlah Pengguna Pospay

Minggu	Data Aktual	Hasil Peramalan					
		Single Moving Average			Single Exponential Smoothing		
		n = 2	n = 5	n = 8	$\alpha = 0,1$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,9$
Minggu 1	231	-	-	-	231	231	231
Minggu 2	289	-	-	-	231	231	231
Minggu 3	260	260	-	-	236,8	260	283,2
Minggu 4	234	274,5	-	-	239,12	260	262,32
Minggu 5	256	247	-	-	238,61	247	236,83
Minggu 6	296	245	254	-	240,35	251,5	254,08
Minggu 7	292	276	267	-	245,91	273,75	291,81
Minggu 8	490	294	267,6	-	250,52	282,88	291,98
Minggu 9	423	391	313,6	293,5	274,47	386,44	470,2
Minggu 10	408	456,5	351,4	317,5	289,32	404,72	427,72
Minggu 11	394	415,5	381,8	332,38	301,19	406,36	409,97
Minggu 12	362	401	401,4	349,13	310,47	400,18	395,6
Minggu 13	324	378	415,4	365,13	315,62	381,09	365,36
Minggu 14	308	343	382,2	373,63	316,46	352,54	328,14
Minggu 15	310	316	359,2	375,13	315,62	330,27	310,01
Minggu 16	312	309	339,6	377,38	315,05	320,14	310
Minggu 17	314	311	323,2	355,13	314,75	316,07	311,8
Minggu 18	338	313	313,6	341,5	314,67	315,03	313,78
Minggu 19	344	326	316,4	332,75	317,01	326,52	335,58
Minggu 20	347	341	323,6	326,5	319,71	335,26	343,16
Minggu 21	522	345,5	331	324,63	322,44	341,13	346,62
Minggu 22	505	434,5	373	349,38	342,39	431,56	504,46
Minggu 23	451	513,5	411,2	374	358,65	468,28	504,95
Minggu 24	379	478	433,8	391,63	367,89	459,64	456,39
Minggu 25	366	415	440,8	400	369	419,32	386,74
Minggu 26	355	372,5	444,6	406,5	368,7	392,66	368,07
Minggu 27	351	360,5	411,2	408,63	367,33	373,83	356,31
Minggu 28	362	353	380,4	409,5	365,7	362,42	351,53
Minggu 29	396	356,5	362,6	411,38	365,33	362,21	360,95
Minggu 30	399	379	366	395,63	368,39	379,1	392,5

Berikut adalah perhitungan ramalan jumlah pengguna Pospay dengan metode Single Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,1$; $\alpha = 0,5$; dan $\alpha = 0,9$:

$$\begin{aligned}
 F_3 &= (0,1)289 + (1 - 0,1)231 \\
 &= 28,9 + 207,9 \\
 &= 236,8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_3 &= (0,5)289 + (1 - 0,5)231 \\
 &= 144,5 + 115,5 \\
 &= 260
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_3 &= (0,9)289 + (1 - 0,9)231 \\
 &= 260,1 + 23,1 \\
 &= 283,2
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan peramalan minggu selanjutnya dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan data aktual dan hasil ramalan menggunakan metode *Single Moving Average* dan *Single Exponential Smoothing*. Terlihat bahwa hasil yang didapat cukup baik bila dilihat dari selisih data aktual dan hasil peramalan. Untuk mengetahui keakuratan perhitungan peramalan maka dilakukan perhitungan nilai *error* dengan *Mean Absolute Percent Error* (MAPE). MAPE merupakan salah satu metode alternatif untuk mengevaluasi teknik peramalan.

Tabel 4 merupakan perhitungan nilai *error* untuk peramalan jumlah pengguna Pospay menggunakan metode *Single Moving Average* dan *Single Exponential Smoothing*.

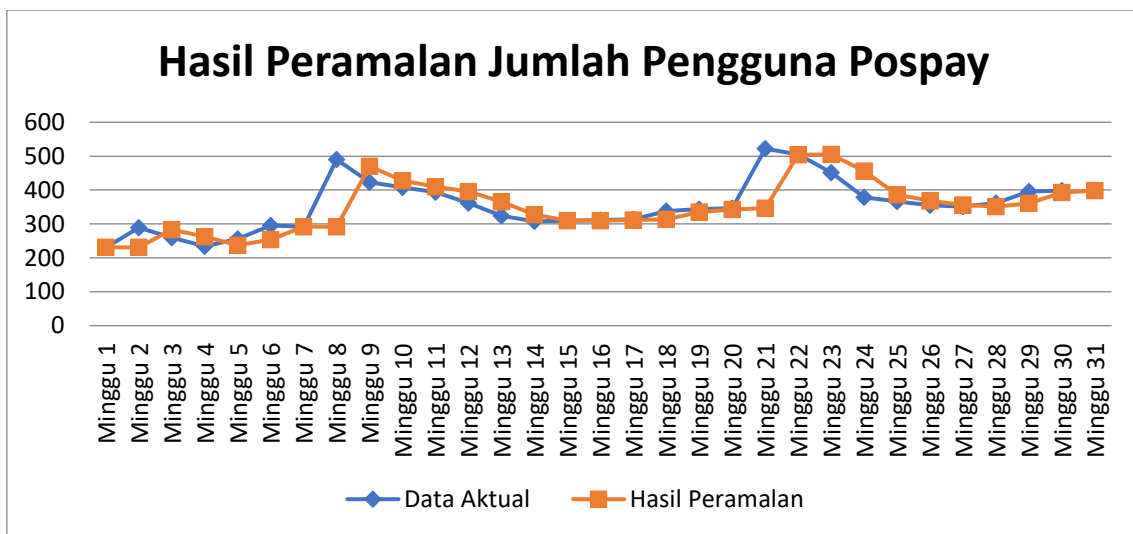
Tabel 4. Nilai *Error* Hasil Peramalan Jumlah Pengguna Pospay

Minggu	Data Aktual	Hasil Peramalan					
		<i>Single Moving Average</i>			<i>Single Exponential Smoothing</i>		
		n = 2	n = 5	n = 8	α = 0,1	α = 0,5	α = 0,9
Minggu 1	231	-	-	-	0	0	0
Minggu 2	289	-	-	-	0,2007	0,2007	0,2007
Minggu 3	260	0	-	-	0,0892	0	0,0892
Minggu 4	234	0,1731	-	-	0,0219	0,1111	0,1210
Minggu 5	256	0,0352	-	-	0,0679	0,0352	0,0749
Minggu 6	296	0,1723	0,1419	-	0,1880	0,1503	0,1416
Minggu 7	292	0,0548	0,0856	-	0,1578	0,0625	0,0007
Minggu 8	490	0,4	0,4539	-	0,4887	0,4227	0,4041
Minggu 9	423	0,0757	0,2586	0,3061	0,3511	0,0864	0,1116
Minggu 10	408	0,1189	0,1387	0,2218	0,2909	0,0080	0,0483
Minggu 11	394	0,0546	0,0310	0,1564	0,2356	0,0314	0,0405
Minggu 12	362	0,1077	0,1088	0,0356	0,1423	0,1055	0,0928
Minggu 13	324	0,1667	0,2821	0,1269	0,0259	0,1762	0,1277
Minggu 14	308	0,1136	0,2409	0,2131	0,0275	0,1446	0,0654
Minggu 15	310	0,0194	0,1587	0,2101	0,0181	0,0654	0
Minggu 16	312	0,0096	0,0885	0,2095	0,0098	0,0261	0,0064
Minggu 17	314	0,0096	0,0293	0,1310	0,0024	0,0066	0,0070
Minggu 18	338	0,0740	0,0722	0,0104	0,0690	0,0679	0,0717
Minggu 19	344	0,0523	0,0802	0,0327	0,0785	0,0508	0,0245
Minggu 20	347	0,0173	0,0674	0,0591	0,0787	0,0338	0,0111
Minggu 21	522	0,3381	0,3659	0,3781	0,3823	0,3465	0,3360
Minggu 22	505	0,1396	0,2614	0,3082	0,3220	0,1454	0,0011
Minggu 23	451	0,1386	0,0882	0,1707	0,2048	0,0383	0,1196
Minggu 24	379	0,2612	0,1446	0,0333	0,0293	0,2128	0,2042
Minggu 25	366	0,1339	0,2044	0,0929	0,0082	0,1457	0,0567
Minggu 26	355	0,0493	0,2524	0,1451	0,0386	0,1061	0,0368
Minggu 27	351	0,0271	0,1715	0,1642	0,0465	0,0650	0,0151
Minggu 28	362	0,0249	0,0508	0,1312	0,0102	0,0011	0,0289
Minggu 29	396	0,0997	0,0843	0,0388	0,0775	0,0853	0,0885
Minggu 30	399	0,0501	0,0827	0,0085	0,0767	0,0499	0,0163
Jumlah		2,9171	3,9442	3,1836	3,7401	2,9815	2,5424
MAPE (%)		10,42	15,78	14,47	12,90	10,28	8,77

Dari hasil akurasi peramalan jumlah pengguna Pospay dengan MAPE dari masing-masing metode, dapat dilihat bahwa peramalan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* untuk nilai $\alpha = 0,9$ memiliki nilai MAPE = 8,77%. Bila melihat tabel kriteria nilai MAPE 8,77% termasuk pada penilaian dengan tingkat akurasi yang sangat baik untuk peramalan jumlah pengguna Pospay. Maka, untuk peramalan jumlah pengguna Pospay pada minggu ke-31 menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dengan nilai $\alpha = 0,9$ sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F_{31} &= (0,9)399 + (1 - 0,9)392,4953 \\ &= 359,1 + 39,2495 \\ &= 398,3495 \approx 398 \end{aligned}$$

Hasil peramalan jumlah pengguna Pospay dengan metode *Single Exponential Smoothing* dengan nilai $\alpha = 0,9$ menghasilkan nilai yang cukup mendekati dengan data aktual. Untuk membandingkan data aktual dengan hasil peramalan maka akan dibuat plot data seperti Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Plot Data Hasil Peramalan Jumlah Pengguna Pospay

Hasil peramalan jumlah pengguna Pospay dengan metode *Single Exponential Smoothing* dengan nilai $\alpha = 0,9$ untuk minggu ke-31 adalah 398,3495 atau 398. Dengan melihat Tabel 2 jumlah pengguna Pospay di wilayah regional 3 mengalami penurunan dari 399 menjadi 398 pada minggu ke-31.

5. Kesimpulan

Hasil peramalan dengan metode *time series* yaitu metode *Single Moving Average* dan metode *Single Exponential Smoothing* serta analisis *error* untuk setiap metode, maka dapat dilihat bahwa peramalan jumlah pengguna Pospay menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,9$ memiliki nilai MAPE yang sangat baik atau tingkat keakuratannya tinggi yaitu 8,77%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan metode *Single Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,9$ baik digunakan untuk data jumlah pengguna Pospay di wilayah regional 3. Maka, dilakukan peramalan dengan metode *Single Exponential Smoothing* $\alpha = 0,9$ untuk minggu ke – 31 mendapatkan hasil 398,3495 atau 398 pengguna Pospay.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Doni Meilana selaku Manajer Penjualan Bisnis Jasa Keuangan yang telah memberikan bimbingan selama pelaksanaan penelitian ini, juga kepada Bapak/Ibu Dosen Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung yang telah membimbing dan membahas proses dan hasil penelitian ini dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan artikel ini.

Referensi

- [1] H. Purwanto, D. Yandri and M. P. Yoga, "Perkembangan dan Dampak Financial Technology (Fintech) terhadap Perilaku Manajemen Keuangan di Masyarakat," *Jurnal Ilmiah Manajemen, Organisasi dan Bisnis*, vol. 11(1), pp. 80-91, 2022.
- [2] S Zein, O Rohaeni, F Badruzzaman, Y Fajar, D Suhaedi, E Harahap, "Value Input Application (E-Pak) Functional Position of Bandung City Health Department Based on Web Database," *International Journal of Quantitative Research and Modeling*, vol. 3, no. 1, pp. 37-44, 2022.
- [3] S Qirana, E Harahap, "Simulasi Antrian Kendaraan Pada Gerbang Tol Pasteur Kota Bandung Menggunakan SimEvents MATLAB," *Matematika*, vol. 21, no. 1, pp. 69-76, 2022.
- [4] E Harahap, FH Badruzzaman, Y Permanasari, MY Fajar, A Kudus, "LINTAS-BD 1.2: Modeling and simulation traffic of Bandung City using SimEvents MATLAB," in *Journal of Physics: Conference Series (ISAMME 2019) 1315 (1), 012081*, Bandung, Indonesia, 2019.
- [5] AA Pratama, E Harahap, "Pembelajaran Matematika Online Menggunakan Aplikasi Socratic," *Matematika*, vol. 20, no. 2, pp. 77-85, 2021.
- [6] W Rianti, E Harahap, "Pengolahan Data Hasil Penjualan Online Menggunakan Aplikasi Microsoft Excel," *Matematika*, vol. 20, no. 2, pp. 69-76, 2021.
- [7] F Fargiana, R Respitawulan, Y Fajar, D Suhaedi, E Harahap, "Implementation of Cheapest Insertion Heuristic Algorithm in Determining Shortest Delivery Route," *International Journal of Global Operations Research*, vol. 3, no. 2, pp. 37-45, 2022.
- [8] E Harahap, H Dhaifullah, F Badruzzaman, A Suparman, S Suliadi, A Yasmin, "Sistem Pendeteksi Asap Rokok Dengan Sensor MQ-2 Berbasis Mikrokontroler ESP32," *Jurnal Aplikasi IPTEK Indonesia*, vol. 6, no. 1, 2022.
- [9] R. Khoiriyah, "Peningkatan Layanan Pospay dengan Teknologi Business Process Analysis (BPA) pada PT. Pos Indonesia Area Kota Malang," *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi (JUKANTI)*, vol. 4(1), pp. 10-16, 2021.
- [10] Y. M. Faishol, I. Purnamasari and R. Goejantoro, "Peramalan Regarima Pada Data Time Series," *Jurnal Ekspansional*, vol. 8(1), pp. 37-42, 2017.
- [11] M. Spyros, S. C. Wheelwright and V. E. McGee, *Metode dan Aplikasi Peramalan*, Jakarta: Binarupa Aksara, 1999.
- [12] Feri Irawan, Yuhandri Sumijan, "Prediksi Tingkat Produksi Buah Kelapa Sawit dengan Metode Single Moving Average," *Jurnal Informasi dan Teknologi*, vol. 3, no. 4, pp. 251-256, 2021.
- [13] A. Nurfadilah, W. Budi, E. Kurniati and D. Suhaedi, "Penerapan Metode Moving Average untuk Prediksi Indeks Harga Konsumen," *Jurnal Matematika*, vol. 21(1), pp. 19-25, 2022.
- [14] MF Rahmatiar, E Harahap, FH Badruzzaman, "Pemodelan Antrian Kendaraan Bermotor Menggunakan Model Antrian M/M/1 di Simpang Samsat Soekarno-Hatta Kota Bandung Jawa Barat," in *Bandung Conference Series: Mathematics 2 (1), 25-31*, Bandung, 2022.
- [15] Ginantra, Ni Luh Wiwik Sri Rahayu ; Anandita, Ida Bagus Gede, "Penerapan Metode Single Exponential dalam Peramalan Penjualan Barang," *Jurnal Sains Komputer & Informatika*, vol. 3(2), pp. 443-441, 2019.
- [16] AA Hidayah, E Harahap, FH Badruzzaman, "Optimasi Keuntungan Bisnis Bakery Menggunakan Program Linear Metode Simpleks," *Matematika*, vol. 21, no. 1, pp. 77-83, 2022.
- [17] Wardah, Siti; , Iskandar, "Analisis Peramalan Penjualan Produk Keripik Pisang Kemasan Bungkus," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 11(3), pp. 135-142, 2016.
- [18] A. Hajjah and Y. N. Marlim, "Analisis Error Terhadap Peramalan Data Penjualan," *Techno.Com*, vol. 20(1), pp. 1-9, 2021.
- [19] PT Pos Indonesia KCU Bandung, Bandung, 2022.