

PERAMALAN PERTUMBUHAN EKONOMI PROVINSI BENGKULU MENGGUNAKAN SINGLE MOVING AVERAGE, SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING, DAN ENSEMBLE

Herlin Fransiska

Universitas Bengkulu, Jl. WR. Supratman, Kandang Limun, Kec. Muara Bangka Hulu, Bengkulu, Indonesia

Email: hfransiska@unib.ac.id

ABSTRACT

The economic growth of Bengkulu Province is very important to note because Bengkulu Province is the poorest on Sumatra Island in 2019. Economic growth can be seen from YoY GRDP ADHK (%) every quarter published by BPS Bengkulu Province. Data analysis in this study aims to forecast using suitable smoothing techniques: Single Moving Average (SMA), Single Exponential Smoothing (SES), and the two smoothing Ensembles. Forecasting SMA, SES, and Ensemble produce the best MAPE sequence, namely SMA 1.779416%, then ensemble 2.064708%, and finally SES 2.350206%. These results indicate that the best smoothing technique is SMA with $m=4$ with MAPE values obtained for data training of 5.752% and data testing (two periods) obtained MAPE of 1.780%.

Keywords: Ensemble, MAPE, PDRB, single exponential smoothing, single moving average.

ABSTRAK

Pertumbuhan ekonomi Provinsi Bengkulu sangat penting untuk diperhatikan karena Provinsi Bengkulu merupakan Provinsi termiskin di Pulau Sumatra pada tahun 2019. Pertumbuhan ekonomi dapat dilihat dari YoY PDRB ADHK setiap triwulan yang dipublikasikan oleh BPS Provinsi Bengkulu. Analisis data pada penelitian ini bertujuan melakukan peramalan dengan menggunakan teknik pemulusan yang cocok: *Single Moving Average* (SMA), *Single Exponential Smoothing* (SES) dan *Ensemble* kedua pemulusan (*Single Exponential Smoothing* dan *Single Moving Average*) tersebut. Peramalan SMA, SES dan *Ensemble* menghasilkan urutan MAPE terbaik yaitu pada SMA 1,779416%, kemudian ensemble 2,064708% dan terakhir SES 2,350206%. Hasil ini menunjukkan bahwa teknik pemulusan yang paling baik ialah SMA dengan $m=4$ dengan nilai MAPE yang diperoleh untuk data latih 5.752% dan untuk data uji (data dua periode terakhir) diperoleh MAPE 1,780%.

Kata kunci: Ensemble, MAPE, PDRB, single exponential smoothing, single moving average.

Dikirim: 15 Januari 2022; Diterima: 14 Februari 2022; Dipublikasikan: 30 Maret 2022

Cara citasi: Fransiska, H. (2022). Representasi matematis dalam mengkomunikasikan ide penyelesaian soal terbuka.

Teorema: Teori dan Riset Matematika, 7(1), 161–170. DOI: <http://dx.doi.org/10.25157/teorema.v7i1.7002>

PENDAHULUAN

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) ialah jumlah nilai tambah yang dihasilkan oleh seluruh unit usaha pada suatu daerah tertentu, atau merupakan jumlah nilai barang dan jasa akhir (neto) yang dihasilkan oleh seluruh unit ekonomi di daerah tersebut. Sehingga kondisi ekonomi suatu daerah dapat dilihat dari PDRB nya. Hal ini dikarenakan PDRB merupakan indikator ekonomi makro (Badan Pusat Statistik, n.d.). Terdapat dua jenis PDRB yaitu PDRB atas dasar harga berlaku (ADHB) dan PDRB atas dasar harga konstan (ADHK). PDRB ADHB menggambarkan nilai tambah barang dan jasa yang dihitung menggunakan harga yang berlaku pada setiap tahun, sedangkan PDRB ADHK yang menunjukkan nilai tambah barang dan jasa tersebut yang dihitung menggunakan harga yang berlaku pada satu tahun tertentu sebagai dasar (Departemen Statistik Ekonomi dan Moneter Bank Indonesia, 2016). PDRB ADHB dapat digunakan untuk melihat pergeseran dan struktur ekonomi, sedangkan PDRB ADHK dapat digunakan untuk mengetahui pertumbuhan ekonomi dari tahun ke tahun. Tingkat pertumbuhan ekonomi yang dapat dilihat dari PDRB dari tahun ke tahun dalam satuan persentase (%) atau dikenal dengan year on year (YoY) PDRB ADHB atau dikenal dengan YoY PDRB. Jika persentase YoY PDRB diperoleh meningkat atau positif maka perekonomian daerah tumbuh dan berkembang atau mengalami kenaikan dari tahun ke tahun. Sebaliknya, apabila persentase YoY PDRB menurun atau negatif, artinya perekonomian daerah mengalami kemunduran atau penurunan dari tahun ke tahun. Pertumbuhan ekonomi yang negatif menunjukkan bahwa pendapatan daerah riil yang diperoleh pada tahun berlaku lebih kecil atau rendah dibandingkan dengan tahun sebelumnya.

Tingkat pertumbuhan ekonomi suatu daerah sangat penting untuk diketahui karena perkembangan daerah dari sisi ekonomi akan mengindikasikan pada keberhasilan pemerintah daerah terutama dalam penanganan kemiskinan. Pada tahun 2019 Provinsi Bengkulu merupakan Provinsi termiskin. Pada awal 2020 dimana mulai menyebarnya virus Covid-19, pemerintah melakukan berbagai upaya seperti pembatasan kegiatan sosial yang mengakibatkan perekonomian Bengkulu mengalami kontraksi. Maka dari itu, pertumbuhan ekonomi provinsi Bengkulu menjadi penting untuk dikaji lebih lanjut. Salah satu penelitian yang dapat dilakukan ialah peramalan YoY PDRB Provinsi Bengkulu.

Data pertumbuhan ekonomi yang dilihat dari YoY PDRB dipublikasikan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) setiap kuartal atau triwulan, umumnya terdapat hubungan data saat ini dengan data sebelumnya. Artinya data YoY PDRB berupa data deret waktu. Analisis data yang bertujuan untuk peramalan dapat menggunakan metode-metode analisis deret waktu. Peramalan yang baik diperoleh dari model yang sesuai dengan kondisi data. Beberapa metode peramalan data deret waktu yang bersifat pemulusan ialah *single moving average* (SMA) dan *single exponential smoothing* (SES) atau *double moving average* (DMA) dan *double exponential smoothing* (DES).

Beberapa penelitian sebelumnya ialah Farida *et al.*, (2021) melakukan peramalan IPM Kabupaten Bojonegoro menggunakan DES diperoleh MAPE 0.376 yang artinya peramalan sangat baik. Selain itu Sudibyo *et al.*, (2020) melakukan prediksi inflasi di Indonesia menggunakan metode MA, SES dan DES diperoleh hasil peramalan terbaik ialah SES.

Data pertumbuhan ekonomi yang dilihat dari YoY PDRB dipublikasikan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) setiap kuartal atau triwulan, sehingga data YoY PDRB berupa data deret waktu. Tujuan akhir sebuah analisis deret waktu ialah peramalan. Peramalan yang baik diperoleh dari model yang sesuai dengan kondisi data. Misalkan untuk metode peramalan data deret waktu yang bersifat pemulusan pada data yang berpola konstan ialah *single moving average* (SMA) dan *single exponential smoothing* (SES) sedangkan untuk pola tren ialah *double moving average* (DMA) dan *double exponential smoothing* (DES). Pada data penelitian ini karena pola konstan sehingga digunakan *single moving average* (SMA) dan *single exponential smoothing* (SES).

Konsep *dasar moving average* (MA) ialah data pada suatu periode dipengaruhi oleh data beberapa periode sebelumnya, banyaknya periode yang mempengaruhi dapat dilihat dari pola dari plot data. Metode SMA dilakukan dengan menentukan rata-rata dari data historis aktual pada beberapa periode terakhir untuk membangkitkan nilai ramalan data berikutnya (Akbar, 2009) artinya metode ini hanyalah pengembangan dari metode rata-rata. Pada metode SMA, semakin panjang periode terakhir

akan menghasilkan pemulusan yang semakin halus. Secara sistematis, data pemulusan pada periode ke-t merupakan rata-rata dari m buah data dari data ke-t hingga data ke-(t-m+1) adalah:

$$S_t = \frac{1}{m} \sum_{i=t-m+1}^t Z_i \quad (1)$$

Data pemulusan pada periode ke-t berperan sebagai nilai ramalan pada periode ke-t+1, yaitu:

$$F_t = S_{t-1} \quad (2)$$

Metode Exponential Smoothing (ES) merupakan pengembangan dari metode MA, dengan MA mengakomodasi pengaruh data beberapa periode sebelumnya melalui pembobotan yang sama dengan menggunakan konsep rata-rata. Metode ES meyakini bahwa data terbaru memiliki pengaruh lebih besar dari data yang lebih lama sehingga metode ini menggunakan konsep penurunan prioritas secara eksponensial pada data yang lebih lama (Qamal, 2016). Salah satu metode ES yang banyak digunakan ialah SES, dengan metode SES lebih cocok digunakan untuk memprediksi hal-hal yang fluktuasinya secara acak (tidak teratur) (Gustriansyah, 2017). SES memiliki satu parameter pemulusan (α) yang ditentukan secara eksplisit dengan rentang nilai $0 < \alpha < 1$. Nilai pemulusan pada periode ke-t. Jadi SES menggunakan rata-rata bergerak tertimbang dengan bobot yang menurun secara eksponensial (Bergmeir *et al.*, 2016).

$$S_t = \alpha Z_t + (1 - \alpha) S_{t-1} \quad (3)$$

Dengan S_1 biasanya rata-rata beberapa data pertama (minitab menggunakan 6 data pertama). Untuk nilai ramalan, sama dengan SMA yaitu data pemulusan pada periode ke-t berperan sebagai nilai ramalan pada periode ke-t+1.

Pada proses ramalan, sangat jarang ditemui hasil ramalan tepat 100%. Akibatnya setiap hasil ramalan memiliki sisaan jika dibandingkan dengan data riil. Sisaan merupakan selisih antara data ramalan dengan data riil. Semakin kecil sisaan semakin mirip ramalan dengan riil artinya semakin baik metode peramalan. Jika Z_t merupakan data riil dan F_t merupakan ramalan periode-t, maka kesalahan ramalan (sisaan) didefinisikan sebagai: $e_t = Z_t - F_t$ (Aden, 2020). Ukuran akurasi peramalan yang dapat digunakan untuk melihat kebaikan hasil ramalan ialah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) (Chandrasa *et al.*, 2020):

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Z_t - F_t}{S_t} \right| \times 100\% \quad (4)$$

Semakin kecil MAPE bermakna semakin kecil pula tingkat kesalahan yang dihasilkan atau semakin baik prediksi tersebut (Gustriansyah, 2017).

Metode SMA baik untuk meramalkan data yang bersifat acak, artinya tidak mengikuti trend naik atau turun bahkan musiman (Oktaviani & Prasetyo, 2017), begitupun dengan metode SES namun SES mempertimbangkan bobot data sebelumnya. Dengan memberikan bobot pada setiap data untuk prioritas atas suatu data (Qamal, 2016). Kedua metode berfungsi untuk mengurangi ketidakteraturan atau unsur acak dari data yang lalu.

Ensemble ialah metode penggabungan hasil ramalan dari beberapa model (Silfiani & Suhartono, 2012). Pada penelitian ini, konsep *ensemble* digunakan untuk menggabungkan hasil ramalan dari metode SMA dan SES. Pembentukan hasil pemulusan ini menggunakan konsep rata-rata yang dikenal dengan *ensemble averaged* untuk menghasilkan peramalan seperti yang dilakukan Silfiani & Suhartono (2012) dan (Pitaloka *et al.*, 2019).

Dengan menggunakan konsep *ensemble* kedua metode SES dan SMA akan dilakukan peramalan YoY PDRB Provinsi Bengkulu sebagai indikator pertumbuhan ekonomi. Selanjutnya hasil akan dipilih peramalan terbaik dari SES, SMA dan *ensemble*. Sehingga diperoleh peramalan yang mendekati data riil. Selanjutnya peramalan dapat bermanfaat untuk mengetahui tingkat pertumbuhan ekonomi Provinsi Bengkulu dan menjadi acuan dalam pengambilan kebijakan bagi pemerintah Provinsi Bengkulu.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi kasus tentang pertumbuhan ekonomi di Provinsi Bengkulu, data yang digunakan adalah data YoY PDRB ADHK Provinsi Bengkulu dari triwulan 1 pada tahun 2010 hingga triwulan 4 tahun 2019. Data diperoleh dari BPS Provinsi Bengkulu. Data ini dibagi

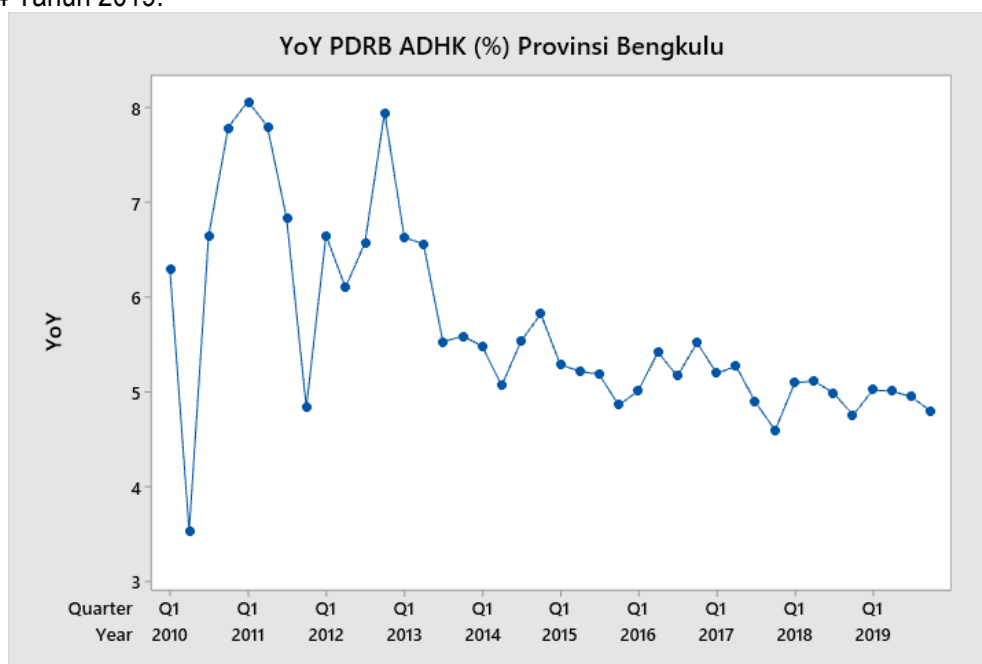
menjadi dua, yaitu data latih dan uji. Data uji untuk peramalan dua triwulan yaitu triwulan 3 dan triwulan 4 tahun 2019, lainnya merupakan data latih.

Prosedur pelaksanaan penelitian ini ialah:

1. Pengumpulan data
2. Eksplorasi data dan identifikasi pola data
3. Membangun model SMA
4. Membangun model SES
5. Melakukan ensemble model SMA dan SES.
6. Melakukan peramalan dari model SMA, SES dan Ensemble
7. Menghitung MAPE.
8. Interpretasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut plot data YoY PDRB ADHK (%) Provinsi Bengkulu Triwulan 1 Tahun 2010 hingga Triwulan 4 Tahun 2019:



Gambar 1. Plot YoY PDRB ADHK (%) Provinsi Bengkulu triwulan 1 (2010)-triwulan 4 (2019)

Berdasarkan data yang dipublikasikan BPS Provinsi Bengkulu, diperoleh data YoY PDRB ADHK (%) Provinsi Bengkulu Triwulan 1 Tahun 2010 hingga Triwulan 4 Tahun 2019 sebagai berikut:

Tabel 1. YoY PDRB ADHK (%) Provinsi Bengkulu triwulan 1 (2010)-triwulan 4 (2019)

Tahun	Triwulan	Y on Y (%)	Tahun	Triwulan	Y on Y (%)
2010	1	6.30	2015	1	5.29
	2	3.53		2	5.22
	3	6.65		3	5.18
	4	7.79		4	4.86
2011	1	8.07	2016	1	5.01
	2	7.81		2	5.42
	3	6.83		3	5.17
	4	4.83		4	5.52
2012	1	6.65	2017	1	5.19
	2	6.10		2	5.27

Tahun	Triwulan	Y on Y (%)	Tahun	Triwulan	Y on Y (%)
	3	6.57		3	4.89
	4	7.95		4	4.59
2013	1	6.63	2018	1	5.10
	2	6.56		2	5.11
	3	5.53		3	4.99
	4	5.59		4	4.76
2014	1	5.48	2019	1	5.02
	2	5.06		2	5.01
	3	5.53		3	4.95
	4	5.82		4	4.79

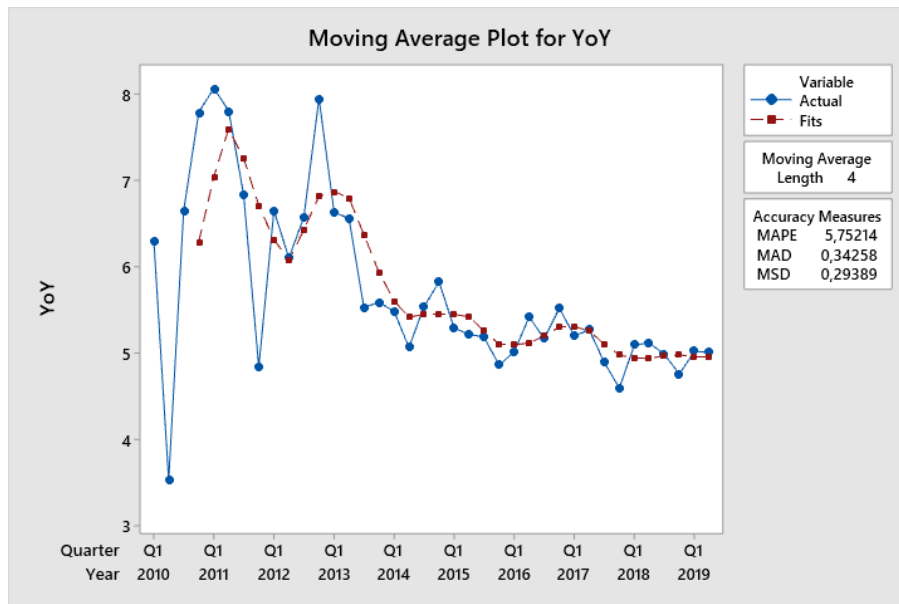
Berdasarkan gambar 1 dan Tabel 1 dapat dilihat bahwa pada triwulan 1 (2010) hingga triwulan 3 (2013) pertumbuhan ekonomi tidak stabil dilihat dari perubahan pola data namun selanjutnya hingga triwulan 4 (2019) telah stabil, sehingga metode SMA dan SES dapat digunakan pada data ini. Deskripsi data YoY PDRB ADHK dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 2. Deskriptif YoY PDRB ADHK (%) Provinsi Bengkulu triwulan 1 (2010)-triwulan 4 (2019)

Deskripsi	Nilai
Rata-rata	5.67
Median	5.28
Ragam	1.04
Range	4.54
Minimum	3.53
Maksimum	8.07
Ukuran Data	40

Tabel 2 menunjukkan bahwa data memiliki rata-rata (5.67%) yang dekat dengan nilai median (5.28%) yang mengindikasikan data secara keseluruhan cenderung acak dan tidak memiliki tren. Ragam cukup kecil (1.04). Nilai maksimum 8.07% pada triwulan 1 (2011) dan minimum 3.53% pada triwulan 2 (2010) yang dapat dilihat pada tabel 1, sehingga range 4.54 dari 40 observasi yang ada.

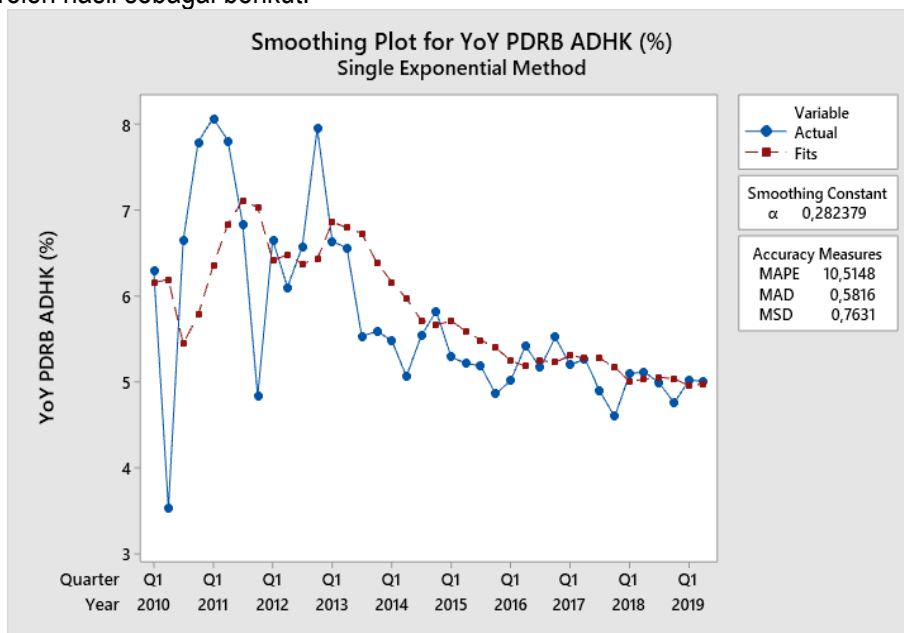
Berdasarkan plot data dan deskripsi data maka metode SMA dan SES cocok karena secara teori metode ini cocok untuk pola konstan dan berdasarkan gambar 1 pola konstan sehingga digunakan metode tersebut pada data ini. Gambar 1 menunjukkan bahwa bahwa terdapat kemiripan pola pada 4 periode waktu, seperti pola pada triwulan 1-4 (2018) memiliki pola yang sama dengan pola data triwulan 1-4 (2019) sehingga pemulusan menggunakan SMA menggunakan $m = 4$. Hasil peramalan data latih menggunakan minitab adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Plot data aktual dan peramalan menggunakan SMA dengan $m = 4$

Gambar 2 menunjukkan bahwa hasil pemulusan telah mengikuti pola data sebenarnya. Hal ini didukung dengan nilai MAPE 5.75214% yang artinya bahwa pemulusan menggunakan SMA dengan $m=4$ pada data latih menghasilkan peramalan yang baik.

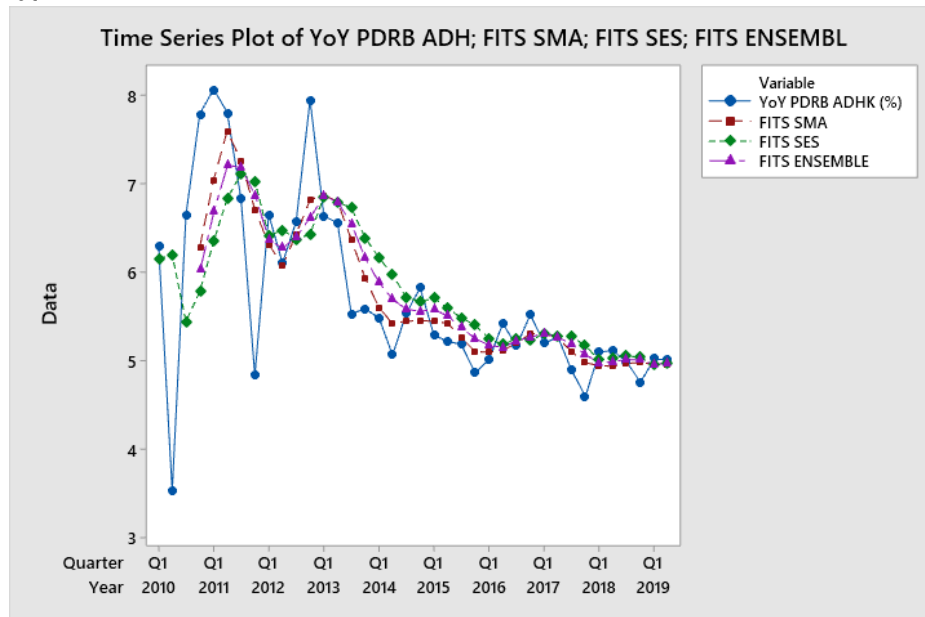
Selanjutnya proses pemulusan menggunakan SES, dengan bantuan minitab diperoleh α optimal sebesar 0.282379. Dengan alpha tersebut dilakukan peramalan data latih menggunakan minitab diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 3. Plot data aktual dan peramalan menggunakan SES dengan $\alpha = 0.282379$

Gambar 3 menunjukkan bahwa hasil pemulusan telah mengikuti pola data sebenarnya, namun tidak semirip SMA dengan $m = 4$. Hal ini didukung dengan nilai MAPE yang lebih besar dari SMA yaitu 10.5148% yang artinya bahwa pemulusan menggunakan SES pada data yang latih telah cukup baik.

Selanjutnya untuk ensemble, dengan peramalan pada SMA dan SES dirata-ratakan yang kemudian menjadi ramalan dengan metode ensemble. Hasil yang diperoleh yang jika digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4. Plot data aktual dan peramalan menggunakan SMA, SES dan ensemble

Gambar 4 menunjukkan bahwa hasil pemulusan menggunakan ketiga memiliki pola yang cenderung sama hanya nilainya yang berbeda dengan nilai MAPE untuk ensemble 7.1405%: hal ini menunjukkan peramalan pada data latih dari ketiga metode diperoleh peramalan terbaik menggunakan SMA dengan $m = 4$.

Selanjutnya dilakukan peramalan dengan SMA data uji diperoleh peramalan sebagai berikut:

Tabel 3. Peramalan dan uji menggunakan SMA ($m = 4$), SES ($\alpha = 0.282379$) dan ensemble

No	Periode	Aktual (Rill)	Peramalan SMA	Peramalan SES	Peramalan Ensemble
1	Q3/2019	4.95	4,95532	4,98311	4.96921
2	Q4/2019	4.79	4,95532	4,98311	4.96921
	MAPE		1,779416 %	2,350206 %	2,064708 %

Tabel 3 menunjukkan pada triwulan 3 tahun 2019 nilai SMA sangat mirip dengan aktual dengan selisih hanya 0.00532. sedangkan pada triwulan 4 tahun 2019 cukup jauh berbeda hal ini dikarenakan metode pemulusan sangat baik untuk peramalan terdekat, seperti telah disebutkan sebelumnya. Peramalan SMA, SES dan Ensemble menghasilkan MAPE terbaik yaitu pada SMA 1,779416%, kemudian ensemble 2,064708% dan terakhir SES 2,350206%.

KESIMPULAN

Dengan menggunakan menggunakan SMA ($m=4$), SES ($\alpha=0.282379$) dan ensemble keduanya maka diperoleh hasil peramalan YoY PDRB Provinsi Bengkulu terbaik ialah SMA ($m=4$). Metode ini meramalkan YoY PDRB ADHK (%) dengan MAPE 1,779416%. Hal ini dapat digunakan oleh pemerintah Provinsi Bengkulu sebagai acuan bahwa jika dilihat dari pola data dan dilakukan pemulusan maka terjadi penurunan atau kemunduran pertumbuhan ekonomi yang jika divalidasi dengan data uji sesuai.

REKOMENDASI

Hasil penelitian mengarahkan kepada suatu rekomendasi kepada pemerintah Provinsi Bengkulu bahwa PDRB Provinsi Bengkulu selalu mengalami kenaikan atau kemunduran yang cenderung

tidak berpola tren namun hal ini sangat berpengaruh pada pertumbuhan ekonomi. Oleh karena itu PDRB sangat perlu dijadikan perhatian khusus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam kegiatan penelitian yang dilakukan yaitu BPS Provinsi Bengkulu.

DAFTAR PUSTAKA

- Aden. (2020). *Forecasting the eksponential smoothing methods*. Tangerang Selatan: Unpam Press.
- Akbar, A. S. (2009). *Penerapan metode single moving average dan exponential smoothing dalam peramalan permintaan produk meubel jenis coffee table pada java furniture klaten*. Skripsi UNS.
- Badan Pusat Statistik. (n.d.). *Produk domestik regional bruto provinsi-provinsi di indonesia menurut lapangan usaha 2015-2019*.
- Bergmeir, C., Hyndman, R. J., & Benítez, J. M. (2016). Bagging exponential smoothing methods using STL decomposition and Box–Cox transformation. *International journal of forecasting*, 32(2), 303-312.
- Chandrasa, M. A. D., Lesmana, E., & Hertini, E. (2020). Peramalan jumlah kedatangan wisatawan mancanegara ke indonesia dengan metode holt-winters dan hubungannya terhadap pendapatan devisa pariwisata. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 5(2), 230-238.
- Departemen Statistik Ekonomi dan Moneter Bank Indonesia. (2016). metadata: produk domestik regional bruto. *Bank Indonesia*, 85–88.
- Devi, U. (2016). Sistem informasi penjualan barang pada cv. sinar musi group Palembang berbasis web menerapkan metode single moving average. *Jurnal Manajemen Informatika*, 2(2), 12–22.
- Farida, Y., Sulistiani, D. A., & Ulinuha, N. (2021). Peramalan indeks pembangunan manusia (ipm) kabupaten bojonegoro menggunakan metode double exponential smoothing brown. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 6(2).
- Gustriansyah, R. (2017). Analisis metode single exponential smoothing dengan brown exponential smoothing pada studi kasus memprediksi kuantiti penjualan produk farmasidi apotek. *Semnasteknomedia online*, 5(1), 3-5.
- Oktaviani, I., & Prasetyo, D. (2017). Sistem informasi penjualan dengan metode single moving average berbasis web. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Bisnis (SENATIB)*, (November), 82–90.
- Pitaloka, R. A., Sugito., & Rahmawati, R. (2019). Perbandingan metode arima box-jenkins dengan arima ensemble pada peramalan nilai impor provinsi jawa tengah. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Qamal, M. (2016). Peramalan penjualan makanan ringan dengan metode single exponential smoothing. *Techsi*, 8(1), 25–35. <https://doi.org/10.29103/techsi.v8i1.114>

- Silfiani, M., & Suhartono. (2012). Aplikasi metode ensemble untuk peramalan inflasi di indonesia. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 1(1), 1–6.
- Sudiby, N. A., Iswardani, A., Septyanto, A. W., & Wicaksono, T. G. (2020). Prediksi inflasi di indonesia menggunakan metode moving average, single exponential smoothing dan double exponential smoothing. *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, 1(2), 123-129.

- 170 *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 7(1), 161–170, Maret 2022