

Penerapan Metode Adams Bashforth Moulton pada Persamaan Logistik untuk Memprediksi Pertumbuhan Ekonomi Jawa Barat

Silvy Faiza Ryadi*, Gani Gunawan, Yani Ramdani

Prodi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*10060220018@unisba.ac.id, ggani9905@gmail.com, yaniramdani66@gmail.com

Abstract. This research is about the application of the Adams Bashforth Moulton method to predict economic growth in West Java using the logistic equation. The logistic equation which is a population growth model is used to predict economic growth because according to Adams Smith theory, economic growth actually relies on population growth. The logistic equation is derived to obtain a logistic model in the form of a differential equation whose solution can use the Adams Bashforth Moulton method. The 4th Order Runge-Kutta method is used to obtain the initial solution needed in the Adams Bashforth Moulton method. There are two parameters that need to be defined before predicting economic growth based on the logistic model. In this research, an economic growth rate parameter (m) of 0.1279 and an economic carrying capacity (K) of 2,012,700 were used. The results showed that economic growth in West Java will always increase. In a long period of time, the West Java economy will approach the value of its economic carrying capacity with a decreasing annual growth rate.

Keywords: *Adams Bashforth Moulton Method, Logistic Equation, Economic Growth.*

Abstrak. Penelitian ini membahas mengenai penerapan metode Adams Bashforth Moulton untuk memprediksi pertumbuhan ekonomi di Jawa Barat berdasarkan persamaan logistik. Persamaan logistik yang merupakan model pertumbuhan populasi, salah satunya pertumbuhan penduduk digunakan untuk memprediksi pertumbuhan ekonomi karena berdasarkan teori Adams Smith, pertumbuhan ekonomi sebenarnya bertumpu pada adanya penambahan penduduk. Persamaan logistik kemudian diturunkan hingga diperoleh model logistik berbentuk persamaan differensial yang penyelesaiannya digunakan metode Adams Bashforth Moulton. Untuk memperoleh solusi awal yang diperlukan pada metode Adams Bashforth Moulton digunakan metode numerik satu langkah yaitu metode Runge-Kutta Orde 4. Terdapat dua parameter yang perlu ditentukan terlebih dahulu sebelum melakukan prediksi pertumbuhan ekonomi berdasarkan model logistik. Pada penelitian ini, digunakan parameter laju pertumbuhan ekonomi (m) sebesar 0,1279 dan daya dukung ekonomi (K) sebesar 2.012.700. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa pertumbuhan ekonomi di Provinsi Jawa Barat akan selalu mengalami kenaikan. Dalam jangka waktu yang cukup lama, ekonomi Jawa Barat akan mendekati nilai daya dukung ekonominya dengan laju pertumbuhan tiap tahunnya yang menurun.

Kata Kunci: *Metode Adams Bashforth Moulton, Persamaan Logistik, Pertumbuhan Ekonomi.*

A. Pendahuluan

Metode numerik merupakan suatu metode yang digunakan untuk merumuskan masalah matematika sedemikian rupa agar dapat diselesaikan dengan pengoperasian aritmatika. Metode numerik menghasilkan solusi permasalahan berupa nilai hampiran. Meskipun demikian, metode ini sangat efektif digunakan untuk permasalahan yang kompleks mengingat solusi yang diperoleh berupa nilai berbentuk angka. Metode numerik sering digunakan untuk menyelesaikan permasalahan matematis seperti menyelesaikan persamaan non linier, menyelesaikan persamaan simultan, serta menyelesaikan persamaan differensial dan integral [1].

Persamaan differensial adalah persamaan yang mengandung turunan dari satu atau lebih variabel terikat terhadap satu atau lebih variabel bebas. Persamaan diferensial digunakan pada berbagai bidang sains dan teknologi, salah satunya dalam mengestimasi jumlah populasi. Persamaan differensial dapat diselesaikan secara analitik dan numerik. Salah satu metode numerik yang dapat digunakan untuk menyelesaikan persamaan differensial adalah metode Adams Bashforth Moulton.

Metode Adams Bashforth Moulton merupakan metode numerik yang digunakan untuk mencari solusi persamaan differensial. Metode Adams Bashforth Moulton disebut sebagai metode prediktor-korektor. Persamaan prediktor berfungsi untuk menaksir nilai prediksi pada titik berikutnya berdasarkan beberapa nilai pada titik sebelumnya (solusi awal), sedangkan persamaan korektor berfungsi untuk memperbaiki nilai prediksi dari persamaan prediktor. Metode Adams Bashforth Moulton termasuk ke dalam metode numerik dua langkah (*two-step method*) yang dalam penyelesaiannya, metode ini memerlukan beberapa solusi awal yang diperoleh dari metode satu langkah (*one-step method*) seperti metode Runge-Kutta Orde-4.

Permasalahan di dunia nyata yang dapat digambarkan sebagai persamaan differensial adalah dinamika populasi. Terdapat dua model dinamika populasi yaitu eksponensial dan logistik. Model eksponensial menggambarkan populasi yang terus bertumbuh dan tidak dibatasi oleh lingkungan, sedangkan model logistik tidak hanya bergantung pada pertumbuhan tetapi juga pada sejauh mana batas dari faktor logistik yang mendukung kehidupan. Model logistik ini diperoleh dari persamaan logistik umum dan termasuk ke dalam bentuk dari persamaan differensial biasa orde satu non-linier.

Model logistik merupakan model yang menggambarkan tentang pertumbuhan populasi seperti pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan hasil panen. Akan tetapi, pertumbuhan suatu populasi pada suatu daerah erat kaitannya dengan pertumbuhan ekonomi di daerah tersebut. Berdasarkan teori Adam Smith (1776) yang tertuang pada bukunya yang berjudul *An Inquiry Into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, Adam Smith beranggapan bahwa pertumbuhan ekonomi sebenarnya bertumpu pada adanya penambahan penduduk karena penambahan penduduk akan mengakibatkan penambahan output atau hasil [2].

Pertumbuhan ekonomi merupakan permasalahan bagi seluruh negara terutama negara berkembang seperti negara Indonesia. Perekonomian menjadi tolak ukur sebuah negara dapat dikatakan aman dan berdaulat. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 1999 tentang Pemerintahan Daerah, Indonesia kemudian memberlakukan otonomi daerah yang berarti bahwa tiap daerah atau wilayah dapat mengatur dan mengelola urusan di wilayahnya dengan baik terutama pada sektor ekonomi. Dengan demikian, tiap wilayah diharapkan dapat mengoptimalkan kinerja mereka dalam mengurus wilayahnya demi tercapainya perekonomian yang baik dan terus berkembang (Devita & Himayasari, 2022).

Pertumbuhan ekonomi tiap wilayah dapat dilihat dari Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Pertumbuhan ekonomi yang baik harus disertai dengan perencanaan yang berkualitas dan pencapaian sasaran pembangunan. Pada tahun 2022, provinsi Jawa Barat meraih Penghargaan Pembangunan Daerah (PPD) dan menjadi provinsi terbaik di Indonesia [3]. Hal ini membuktikan bahwa perekonomian di Provinsi Jawa Barat memberikan dampak positif dan dapat membantu kenaikan pertumbuhan ekonomi Indonesia. Pertumbuhan ekonomi di Jawa Barat sejak tahun 2011 hingga tahun 2023 terus mengalami kenaikan, kecuali pada tahun 2020 pertumbuhan ekonomi mengalami penurunan. Hal ini mengindikasikan bahwa pertumbuhan ekonomi di Jawa Barat juga tumbuh positif dari tahun ke tahun. Meskipun demikian, besar laju

pertumbuhan ekonomi di Jawa Barat mengalami naik turun.

Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh prediksi pertumbuhan ekonomi di Jawa Barat dengan adanya perubahan laju pertumbuhan ekonomi tiap tahunnya (Marentek & Febryantoro, 2018). Mengingat pertumbuhan perekonomian tiap daerah harus bisa mempengaruhi pertumbuhan ekonomi Indonesia, pemerintah daerah perlu mengetahui prediksi pertumbuhan ekonomi di masa mendatang dan menjadikan prediksi tersebut untuk membuat kebijakan ekonomi. Pada penelitian ini digunakan model matematika pertumbuhan populasi dengan persamaan differensial untuk memprediksi pertumbuhan ekonomi. Metode numerik digunakan untuk memberikan solusi prediksi pertumbuhan ekonomi di Jawa Barat dengan metode Adams Bashforth Moulton sebagai metode prediktor dan korektornya.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian untuk memprediksi pertumbuhan ekonomi di Jawa Barat pada persamaan logistik. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini adalah memprediksi pertumbuhan ekonomi di Jawa Barat pada persamaan logistik menggunakan metode Adams Bashforth Moulton.

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang perhitungannya menggunakan numerik. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Provinsi Jawa Barat tahun 2011-2023. Data diperoleh dari *website* resmi Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat. Data kemudian digunakan untuk keperluan prediksi pertumbuhan ekonomi Jawa Barat berdasarkan model logistik dengan menggunakan metode Adams Bashforth Moulton (Damayanti & Fajar, 2021).

Metode Runge-Kutta Orde 4

Metode Runge-Kutta adalah metode numerik satu langkah yang penyelesaiannya diperoleh berdasarkan satu nilai awal. Berdasarkan ekspansi fungsi dari Deret Taylor, Metode Runge-Kutta Orde 4 menghasilkan galat pemotongan yang minimum sehingga menghasilkan solusi permasalahan yang baik [4]. Metode Runge-Kutta Orde 4 untuk solusi persamaan differensial $y' = f(x, y)$ dengan nilai awal $y(x_0) = y_0$ adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} k_1 &= hf(x_r, y_r) \\ k_2 &= hf\left(x_r + \frac{h}{2}, y_r + \frac{1}{2}k_1\right) \\ k_3 &= hf\left(x_r + \frac{h}{2}, y_r + \frac{1}{2}k_2\right) \\ k_4 &= hf(x_r + h, y_r + k_3) \\ y_{r+1} &= y_r + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4) \end{aligned} \quad (1)$$

Metode Adams Bashforth Moulton

Metode Adams Bashforth Moulton adalah metode numerik yang termasuk ke dalam metode *multi-step* yang terdiri dari Adams Bashforth sebagai prediktor dan Adams Moulton sebagai korektor. Metode ini memerlukan beberapa solusi awal untuk menghitung nilai selanjutnya yang disebut nilai prediksi. Solusi awal ini dapat diperoleh dari metode *one-step* seperti metode Runge-Kutta Orde-4.

Persamaan prediktor metode Adams Bashforth adalah sebagai berikut.

$$y_{r+1}^* = y_r + \frac{h}{24}(55f_r - 59f_{r-1} + 37f_{r-2} - 9f_{r-3}) \quad (2)$$

Persamaan korektor metode Adams Moulton adalah sebagai berikut.

$$y_{r+1} = y_r + \frac{h}{24}(9f_{r+1}^* + 19f_r - 5f_{r-1} + f_{r-2}) \quad (3)$$

dengan $f_{r+1}^* = f(x_{r+1}, y_{r+1}^*)$.

Analisis Galat

Galat adalah selisih antara nilai solusi sebenarnya dengan nilai solusi hampiran. Misalkan \hat{a} adalah nilai hampiran terhadap nilai sejati a , maka selisih $\varepsilon = a - \hat{a}$ disebut galat.

Galat relatif (ε_R) didefinisikan sebagai berikut:

$$\varepsilon_R = \frac{\varepsilon}{a} \text{ atau } \varepsilon_R = \frac{\varepsilon}{a} \times 100 \text{ (dalam bentuk persentase).} \quad (4)$$

Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah metrik akurasi prediksi yang menjadi salah satu indikator yang dapat digunakan untuk menghitung ukuran akurasi prediksi [5]. MAPE dapat digunakan untuk mengukur keakuratan prediksi. MAPE dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - P_t}{A_t} \right|}{n} \times 100 \quad (5)$$

dengan, A_t = nilai aktual pada periode-t
 P_t = nilai prediksi pada periode-t
 n = jumlah periode prediksi

Persamaan Logistik

Diketahui persamaan logistik untuk populasi adalah sebagai berikut.

$$P = \frac{K}{1 + Ae^{-mt}} \quad (6)$$

Apabila persamaan logistik diturunkan terhadap t diperoleh turunannya sebagai berikut.

$$\frac{dP}{dt} = m \left(1 - \frac{P}{K} \right) P \quad (7)$$

dengan besar populasi (P), daya dukung (K), laju pertumbuhan (m), dan waktu (t).

Nilai daya dukung (K) dapat diperoleh dengan cara *trial and error* yaitu dengan mensubstitusikan perkiraan nilai K pada persamaan (7) [6], sedangkan nilai laju pertumbuhan (m) dapat ditentukan dengan melakukan integrasi terhadap persamaan (7) dengan interval $[0, t]$ sehingga kemudian akan diperoleh persamaan sebagai berikut [7].

$$m = \frac{1}{t} \left(\ln \left| \frac{P_t}{P_0} \right| + \ln \left| \frac{K - P_0}{K - P_t} \right| \right) \quad (8)$$

Persamaan (7) merupakan bentuk PD logistik yang diperkenalkan oleh Pierre-Francois Verhulst (1838) sebagai model pertumbuhan populasi. Berdasarkan teori Adam Smith yang mengatakan bahwa pertumbuhan ekonomi bertumpu pada adanya pertumbuhan penduduk atau populasi. Dengan begitu, terdapat kesetimbangan antara pertumbuhan ekonomi dengan pertumbuhan populasi, sehingga model pertumbuhan populasi pada persamaan (7) dapat digunakan untuk pertumbuhan ekonomi.

Pertumbuhan Ekonomi

Pertumbuhan ekonomi merupakan proses dari perubahan kondisi perekonomian yang terjadi di suatu negara secara berkesinambungan untuk menuju keadaan yang dianggap lebih baik selama jangka waktu tertentu [8]. Pertumbuhan ekonomi tiap wilayah adalah peningkatan pendapatan masyarakat di suatu wilayah yang diakibatkan oleh kenaikan seluruh nilai tambah pada wilayah tersebut. Pertumbuhan ekonomi di suatu wilayah diukur berdasarkan pertumbuhan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). PDRB merupakan nilai bersih dari keseluruhan barang dan/atau jasa yang dihasilkan oleh berbagai kegiatan ekonomi pada suatu wilayah dalam jangka waktu tertentu [9].

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data sekunder yaitu data pertumbuhan ekonomi Jawa Barat yang dilihat dari Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Provinsi Jawa Barat tahun 2011-2023. Data diperoleh dari website Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat.

Tabel 1. Data Produk Domestik Regional Bruto Jawa Barat

Tahun	PDRB (milyar rupiah)
2011	965.622,06
2012	1.028.409,74
2013	1.093.543,54
2014	1.149.216,06
2015	1.206.891,27
2016	1.277.312,17
2017	1.343.662,14
2018	1.419.624,14
2019	1.490.959,69
2020	1.453.380,72
2021	1.507.746,39
2022	1.589.984,93
2023	1.669.416,86

Sumber: jabar.bps.go.id, 2023.

Berdasarkan Tabel 1. dapat diketahui bahwa ekonomi Jawa Barat dari tahun 2011 hingga tahun 2023 terus mengalami kenaikan, kecuali pada tahun 2020 terlihat besar ekonomi Jawa Barat turun dari tahun sebelumnya.

Penentuan Persamaan Logistik

Pada model logistik terdapat parameter K yang menunjukkan besar daya dukung ekonomi yang menunjang perekonomian. Berdasarkan data PDRB tahun 2011-2023 diketahui bahwa besar nilai ekonomi Jawa Barat berada di bawah 2.000.000 (milyar rupiah). Kemudian dibentuk beberapa skenario model pertumbuhan ekonomi dengan besar daya dukung ekonomi (K) antara 2.000.000 – 2.020.000. Dengan cara *trial and error*, diperoleh nilai daya dukung ekonomi (K) sebesar 2.012.700 yang menghasilkan selisih dari rata-rata nilai riil dengan rata-rata nilai prediksi yang terkecil yaitu sebesar 4,52.

Dengan penentuan parameter K = 2.012.700 diperoleh nilai laju pertumbuhan ekonomi (m) berdasarkan persamaan (8) sebagai berikut.

$$m = \frac{1}{13} \left(\ln \left| \frac{1.669.416,86}{965.622,06} \right| + \ln \left| \frac{2.012.700 - 965.622,06}{2.012.700 - 1.669.416,86} \right| \right) = 0,1279$$

Apabila nilai parameter K dan m disubstitusikan ke persamaan (7) diperoleh model pertumbuhan ekonomi sebagai berikut.

$$\frac{dP}{dt} = 0,1279 \left(1 - \frac{P}{2.012.700} \right) P$$

Menentukan Solusi Awal dengan Metode Runge-Kutta Orde 4

Diketahui $\frac{dP}{dt} = 0,1279 \left(1 - \frac{P}{2.012.700} \right) P$ dengan nilai awal $P_0 = 965.622,06$. Pada interval $[0,17]$ dengan ukuran langkah $h = 1$ dengan $r = 0, 1, 2, \dots, 17$.

Untuk $r = 0$; $t_0 = 0$; $P_0 = 965.622,06$

Menghitung nilai-nilai k_1, k_2, k_3 , dan k_4 terlebih dahulu untuk mendapatkan solusi awal P_1 sebagai berikut:

$$k_1 = hf(t_r, P_r) = hf(0; 965.622,06)$$

$$= 1 \left[0,1279 \left(1 - \frac{965.622,06}{2.012.700} \right) 965.622,06 \right] = 64.250,67$$

$$k_2 = hf \left(t_0 + \frac{h}{2}, P_0 + \frac{1}{2}k_1 \right)$$

$$= hf \left(0 + \frac{1}{2}, 965.622,06 + \frac{64.250,67}{2} \right) = hf(0,5 ; 997.747,40)$$

$$= 1 \left[0,1279 \left(1 - \frac{997.747,40}{2.012.700} \right) 997.747,40 \right] = 64.351,38$$

$$k_3 = hf \left(t_0 + \frac{h}{2}, P_0 + \frac{1}{2}k_2 \right)$$

$$= hf \left(0 + \frac{1}{2}, 965.622,06 + \frac{64.351,38}{2} \right) = hf(0,5 ; 997.797,75)$$

$$= 1 \left[0,1279 \left(1 - \frac{997.797,75}{2.012.700} \right) 997.797,75 \right] = 64.351,43$$

$$k_4 = hf(t_0 + h, P_0 + k_3)$$

$$= hf(0 + 1 ; 965.622,06 + 64.351,43) = hf(1 ; 1.029.973,49)$$

$$= 1 \left[0,1279 \left(1 - \frac{1.029.973,49}{2.012.700} \right) 1.029.973,49 \right] = 64.320,62$$

Kemudian disubstitusikan ke persamaan Runge-Kutta orde 4 sebagai berikut:

$$P_1 = P_0 + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)$$

$$= 965.622,06 + \frac{1}{6}(64.250,67 + 2(64.351,38) + 2(64.351,43) + 64.320,62)$$

$$= 1.029.951,55$$

Selanjutnya dicari nilai solusi awal untuk P_2 dan P_3 menggunakan Runge-Kutta Orde 4, sehingga diperoleh empat nilai solusi awal. Kemudian dihitung nilai-nilai $f_r, f_{r-1}, f_{r-2},$ dan f_{r-3} dengan $r = 3, 4, \dots$ berdasarkan empat solusi awal (P_0, P_1, P_2, P_3) yang telah diperoleh dengan mensubstitusikan ke persamaan $P' = \frac{dP}{dt} = 0,1279 \left(1 - \frac{P}{2.012.700} \right) P$.

Dengan begitu diperoleh solusi numerik dengan Metode Runge-Kutta Orde 4 yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Numerik dengan Metode Runge-Kutta Orde-4

r	t_r	$h = 1$	
		P_r	$P' = \frac{dP}{dt} = 0,1279 \left(1 - \frac{P}{2.012.700} \right) P$
0	0	965.622,06	64.250,67
1	1	1.029.951,55	64.320,69
2	2	1.094.088,62	63.866,90
3	3	1.157.515,44	62.903,98

Solusi Numerik Metode Adams Bashforth Moulton

Nilai-nilai $f_r(t_r, P_r)$ disubstitusikan ke persamaan Adams-Bashforth sebagai berikut:

Untuk $r = 3, P_3 = 1.157.515,44$

$$P_{r+1}^* = P_r + \frac{h}{24} (55f_r - 59f_{r-1} + 37f_{r-2} - 9f_{r-3})$$

$$P_{3+1}^* = P_3 + \frac{h}{24} (55f_3 - 59f_2 + 37f_1 - 9f_0)$$

$$P_4^* = 1.157.515,44 + \frac{1}{24}((55 \times 62.903,98) - (59 \times 63.866,90) + (37 \times 64.320,69) - (9 \times 64.250,67))$$

$$= 1.219.731,33$$

Selanjutnya dihitung nilai $f_{r+1}^* = f(t_{r+1}, P_{r+1}^*)$, kemudian disubstitusikan pada metode Adams Moulton sebagai persamaan korektor.

$$f_4^*(t_4, P_4^*) = f_4(4; 1.219.731,33)$$

$$= 0,1279 \left(1 - \frac{1.219.731,33}{2.012.700}\right) 1.219.731,33 = 61.462,71$$

$$\text{Untuk } r = 3, t_4 = 4, P_3 = 1.157.515,44$$

$$P_{3+1} = P_3 + \frac{h}{24}(9f_4^* + 19f_3 - 5f_2 + f_1)$$

$$P_4 = 1.219.737,36$$

Dengan bantuan *software* Matlab diperoleh hasil solusi numerik dengan metode Adams Bashforth Moulton yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Solusi Numerik Metode Adams Bashforth Moulton Pada Persamaan Logistik Untuk Pertumbuhan Ekonomi Jawa Barat

Tahun	r	P_r
2011	0	965.622,06
2012	1	1.029.951,55
2013	2	1.094.088,62
2014	3	1.157.515,44
2015	4	1.219.737,36
2016	5	1.280.296,58
2017	6	1.338.786,09
2018	7	1.394.858,64
2019	8	1.448.232,70
2020	9	1.498.694,89
2021	10	1.546.099,23
2022	11	1.590.363,59
2023	12	1.631.464,15
2024	13	1.669.428,20
2025	14	1.704.326,28
2026	15	1.736.263,96
2027	16	1.765.373,91
2028	17	1.791.808,44

Analisis Galat

Dilakukan perhitungan nilai galat relatif dari hasil prediksi pertumbuhan ekonomi menggunakan metode Adams Bashforth Moulton dengan laju pertumbuhan ekonomi (m) sebesar 0,1279 dan daya dukung ekonomi (K) sebesar 2.012.700 terhadap data riil PDRB Jawa Barat.

Tabel 4. Galat Relatif dari Hasil Prediksi dan Data Riil PDRB Jawa Barat

Tahun	PDRB (milyar rupiah)	Hasil Prediksi Ekonomi (milyar rupiah)	Galat
2011	965.622,06	965.622,06	0,00%
2012	1.028.409,74	1.029.951,55	0,15%
2013	1.093.543,54	1.094.088,62	0,05%
2014	1.149.216,06	1.157.515,44	0,72%
2015	1.206.891,27	1.219.737,36	1,06%
2016	1.277.312,17	1.280.296,58	0,23%
2017	1.343.662,14	1.338.786,09	0,36%
2018	1.419.624,14	1.394.858,64	1,74%
2019	1.490.959,69	1.448.232,70	2,87%
2020	1.453.380,72	1.498.694,89	3,12%
2021	1.507.746,39	1.546.099,23	2,54%
2022	1.589.984,93	1.590.363,59	0,02%
2023	1.669.416,86	1.631.464,15	2,27%

Menghitung Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Kemudian dihitung MAPE berdasarkan persamaan (5) sebagai berikut.

$$MAPE = \frac{0,15}{13} \times 100 = 1,17\%$$

Diperoleh nilai MAPE untuk model logistik dengan parameter laju pertumbuhan ekonomi (m) sebesar 0,1279 dan daya dukung ekonomi (K) sebesar 2.012.700 menggunakan metode Adams Bashforth Moulton sebesar 1,17%.

Dengan demikian, diperoleh prediksi pertumbuhan ekonomi Jawa Barat berdasarkan persamaan logistik menggunakan metode Adams Bashforth Moulton yang disajikan pada Tabel 5. Sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Prediksi Pertumbuhan Ekonomi Jawa Barat Tahun 2024-2028

Tahun	Hasil Prediksi PDRB (milyar rupiah)	Tahun	Pertumbuhan Ekonomi Tiap Tahun (milyar rupiah)
2024	1.669.428,20	2023-2024	37964,05
2025	1.704.326,28	2024-2025	34898,07
2026	1.736.263,96	2025-2026	31937,68
2027	1.765.373,91	2026-2027	29109,95
2028	1.791.808,44	2027-2028	26434,53

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, metode Adams Bashforth Moulton dapat digunakan untuk melakukan prediksi pertumbuhan ekonomi berdasarkan persamaan logistik. Peneliti menyimpulkan bahwa pertumbuhan ekonomi di Provinsi Jawa Barat akan selalu mengalami kenaikan meskipun pada data riilnya, pertumbuhan ekonomi Jawa Barat pernah mengalami penurunan. Dalam jangka waktu yang cukup lama, ekonomi Jawa Barat akan mendekati nilai daya dukung ekonominya yaitu sebesar 2.012.700 (milyar rupiah) dengan laju pertumbuhan tiap tahunnya yang menurun.

Acknowledge

Penelitian ini didukung oleh Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] T. Hidayati, W. G. Aedi and L. F. Masitoh, *Metode Numerik*, Tangerang Selatan: Unpam Press, 2022.
- [2] E. Mulyani, *Ekonomi Pembangunan*, Yogyakarta: UNY Press, 2017.
- [3] Portal Jabar, "Jawa Barat Raih Penghargaan Provinsi Terbaik Pertama Se-Indonesia," Provinsi Jabar, 1 Oktober 2022. [Online]. Available: <https://jabarprov.go.id/berita/jawa-barat-raih-penghargaan-provinsi-terbaik-pertama-se-indonesia-7070>.
- [4] Y. B. Enkekes, "Metode Runge-Kutta Orde 4 Dalam Penyelesaian Persamaan Gelombang 1D Syarat Batas Dirichlet," *Indonesian Journal of Applied Mathematics*, vol. 2 , no. 1, pp. 1-8, 2022.
- [5] S. Makridakis, S. C. Wheelwright and V. E. McGee, *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jilid 1, Jakarta: Erlangga, 1988.
- [6] R. J. Iswanto, *Pemodelan matematika : Aplikasi dan Terapannya*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2012.
- [7] W. Putri, "Aplikasi Perbandingan Model Malthus dan Model Verhulst untuk Estimasi Jumlah Penduduk Indonesia Tahun 2000 - 2014," *Jurnal Matematika Unand*, vol. 4, no. 1, pp. 1-11, 2015.
- [8] Badan Pendidikan dan Pelatihan Keuangan, "Seri Ekonomi Makro - Teori Pertumbuhan Ekonomi," Kementerian Keuangan Republik Indonesia , 11 September 2018. [Online]. Available: <https://klc2.kemenkeu.go.id/kms/knowledge/klc1-seri-ekonomi-makro-teori-pertumbuhan-ekonomi/detail/>.
- [9] H. Sasana, "Analisis Dampak Transfer Pemerintah Terhadap Kinerja Fiskal di Kab/Kota di Provinsi Jateng Dalam Pelaksanaan Desentralisasi Fiskal," *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, vol. 7, no. 2, pp. 223-242, 2006.
- [10] Damayanti, V., & Fajar, M. Y. (2021). Penentuan Kuantitas Produksi Kue Brownies yang Optimal pada Model Persediaan Periode Tunggal. *Jurnal Riset Matematika*, 1(1), 30–36. <https://doi.org/10.29313/jrm.v1i1.106>
- [11] Devita, E., & Himayasari, N. D. (2022). Tinjauan Fikih Muamalah terhadap Praktik Jual Beli Emas Rongsok. *Jurnal Riset Ekonomi Syariah*, 2(2), 113–120.
- [12] Marentek, T. K. W. Y., & Febryiantoro, M. T. (2018). Penentuan Fungsi Linear yang Ideal Pada Model Ekonomi Fungsi Penawaran. *Eksis: Jurnal Riset Ekonomi Dan Bisnis*, 13(1), 11–24. <https://doi.org/10.26533/eksis.v13i1.153>