

## Peramalan Pendapatan Asli Daerah Kota Payakumbuh Menggunakan Model Grey-Markov (1,1)

Elvi Zulfia<sup>1</sup>, Media Rosha<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Matematika, Universitas Negeri Padang  
e-mail: [elvizulfia4@gmail.com](mailto:elvizulfia4@gmail.com)

### Abstrak

Pendapatan Asli Daerah Kota Payakumbuh sering berubah-ubah setiap tahunnya yang bersifat tidak pasti. Untuk mengatasi ketidakpastian ini, dibutuhkan adanya peramalan untuk menargetkan keuangan daerah pada tahun berikutnya. Peramalan dilakukan dengan model Grey-Markov (1,1), yang efektif digunakan untuk data terbatas dan tanpa ada asumsi tertentu yang harus dipenuhi. Model ini adalah gabungan dari Rantai Markov dan model Grey (1,1), yang menggunakan persamaan diferensial orde pertama dengan satu variabel penelitian. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh hasil estimasi prediksi Pendapatan Asli Daerah Kota Payakumbuh untuk tahun 2024 diperkirakan mencapai Rp134.068.847.250, dan tingkat akurasi keakuratan model ini sangat akurat.

**Kata kunci:** *Peramalan, Pendapatan Asli Daerah, Kota Payakumbuh, Model Grey (1,1), Model Grey-Markov (1,1)*

### Abstract

The Original Local Revenue of Payakumbuh City often fluctuates annually, making it uncertain. To address this uncertainty, forecasting is needed to target the local finances for the following year. Forecasting is conducted using the Grey-Markov model (1,1), which is effective for limited data and does not require specific assumptions to be met. This model is a combination of Markov Chain and Grey model (1,1), utilizing first-order differential equations with one research variable. The aim of this research is to obtain estimated results of prediction for the Original Local Revenue of Payakumbuh city for the year 2024 is estimated to reach IDR 134,068,847,250 and the accuracy level of this model is very accurate.

**Keywords :** *Forecasting, Original Local Revenue, Payakumbuh City, Grey Model (1,1), Grey-Markov Model (1,1)*

## PENDAHULUAN

Pendapatan Asli Daerah (PAD) merupakan sumber dana yang berasal dari pajak daerah, retribusi daerah, hasil pengelolaan kekayaan daerah yang dipisahkan, dan lain-lain pendapatan asli daerah yang sah. Tujuannya adalah untuk memberdayakan pemerintah daerah agar memiliki sumber daya finansial sendiri dalam rangka pelaksanaan otonomi daerah, yang merupakan inti dari desentralisasi (Amin, 2019). Dengan meningkatkan PAD, pemerintah daerah bisa lebih mandiri dan kurang bergantung pada pemerintah pusat, memungkinkan mereka untuk lebih efektif menerapkan desentralisasi.

Kota Payakumbuh, yang telah mengimplementasikan otonomi daerah, bergantung pada Pendapatan Asli Daerah (PAD) sebagai sumber utama pendanaan untuk keperluan pembiayaan dan proyek pembangunan daerah. Mengingat PAD sering kali berfluktuasi dan bersifat tidak pasti setiap tahunnya, sangat penting untuk melakukan peramalan guna memprediksi kondisi keuangan daerah di masa mendatang.

Teknik peramalan dapat digunakan untuk memprediksi nilai masa yang akan datang dengan melihat data masa kini dan masa lalu (Makridakis, 1999). Pada jumlah data yang terbatas dengan menggunakan model deret waktu klasik akan mengakibatkan keakuratannya berkurang. Namun, tidak dipungkiri banyak yang merasa kesulitan untuk mendapatkan data yang jumlahnya banyak dengan waktu yang terbatas. Teori Sistem Grey, yang pertama kali diusulkan oleh Deng Julong pada tahun 1982 sangat membantu masalah tersebut (Ju-Long, 1982).

Model Grey dianggap efisien untuk peramalan ketika data yang tersedia terbatas. Dalam model ini, terdapat istilah GM ( $d, p$ ), di mana  $d$  menandakan jumlah diferensiasi yang dilakukan dan  $p$  merujuk pada jumlah variabel dalam penelitian (Liu & Lin, 2006). Salah satu kekurangan dari model Grey (1,1) adalah kesulitannya dalam mengelola data yang memiliki fluktuasi acak yang tinggi. Untuk mengatasi hal ini, model Grey-Markov (1,1) dikembangkan dengan mengkombinasikan rantai Markov dan model Grey (1,1) yang bertujuan untuk menangani ketidakpastian dalam perubahan kondisi seiring berjalannya waktu (Ahdika, 2018).

Sehingga sesuai uraian diatas, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hasil estimasi peramalan dan tingkat akurasi menggunakan model Grey-Markov (1,1) untuk peramalan sumber-sumber pendapatan asli daerah Kota. Proses peramalan yang dilakukan menggunakan model ini diuraikan berikut ini (Rahmadanti, 2023):

Langkah pertama, pada Persamaan (1) barisan data awal dibentuk dari data aktual.

$$X^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(n)\} \quad (1)$$

Selanjutnya, menghitung nilai *Accumulated Generating Operation* (AGO) yang ditunjukkan pada Persamaan (2),

$$x^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k x^{(0)}(i), \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Lalu menghitung nilai *Mean Generating Operation* (MGO). Persamaan (3) untuk menghitung nilai MGO.

$$z^{(1)}(k) = \frac{x^{(1)}(k) + x^{(1)}(k-1)}{2}, \quad k = 2, 3, \dots, n \quad (3)$$

Selanjutnya, metode kuadrat terkecil digunakan untuk menghitung nilai parameter  $a$  dan  $b$ .

$$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y \quad (4)$$

dengan,

$$B = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & 1 \\ -z^{(1)}(3) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -z^{(1)}(n) & 1 \end{bmatrix}, \quad Y = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \vdots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix} \quad (5)$$

Persamaan (6) digunakan menghitung nilai prediksi AGO.

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = \left(x^{(0)}(1) - \frac{b}{a}\right) e^{-ak} + \frac{b}{a}, \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

Persamaan (7) digunakan untuk menghitung nilai prediksi model grey (1,1).

$$\hat{x}^{(0)}(k+1) = \hat{x}^{(1)}(k+1) - \hat{x}^{(1)}(k), \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

Pada tahap selanjutnya, ditetapkan banyaknya keadaan atau membagi ke dalam  $r$  keadaan dihitung menggunakan aturan *sturge's* (Saridewi & Suwanda (2023). Selanjutnya, menghitung nilai *error* relatif ( $er$ ) dengan Persamaan (8).

$$er(k) = \frac{x^{(0)}(k) - \hat{x}^{(0)}(k)}{x^{(0)}(k)} \times 100 \quad (8)$$

Menghitung interval-interval *error* relatif setiap keadaan (Nurmaulia, n.d.):

$$er(j) = [er(j^-), er(j^+)] \quad (9)$$

Persamaan (10) digunakan untuk penentuan peluang transisi keadaan.

$$P_{ij}(k) = P(X_k = j | X_0 = i) = \frac{n_{ij}(k)}{n_i}, i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (10)$$

Peluang transisi dibentuk ke dalam matriks stokastik **P**. Langkah selanjutnya adalah menghitung jumlah transisi keadaan per tahun berdasarkan data yang tersedia untuk memprediksi tahun target. Kemudian, digunakan Persamaan (11) untuk menghitung nilai perkiraan dengan menggunakan model Grey-Markov (1,1).

$$\hat{Y}'(k) = \hat{x}^{(0)}(k) \left( 1 + \frac{er(j^-) + er(j^+)}{2} \times \frac{1}{100} \right) \quad (11)$$

Untuk memperkuat analisis dari hasil prediksi, dilakukan uji akurasi untuk mengukur seberapa akurat hasil prediksi dari model yang digunakan. Terdapat beberapa uji keakuratan model, pada penelitian ini akan digunakan *Posterior Error Ratio* (C) yang merupakan perbandingan standar deviasi *error* dan standar deviasi data. Perhitungan akurasi menggunakan C ditunjukkan pada Persamaan (12) (Rahmadanti, 2023).

$$C = \frac{S_2}{S_1} \quad (12)$$

dengan,

$$S_1 = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n [x^{(0)}(k) - \bar{x}]^2} \text{ dan } S_2 = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n [er(k) - \bar{er}]^2}$$

Tabel 1 menunjukkan tingkat akurasi peramalan menggunakan C.

Tabel 1. Tingkat Akurasi Menggunakan C

C	Tingkat Akurasi
$C \leq 0,35$	Sangat Akurat
$0,35 < C \leq 0,50$	Akurat
$0,5 < C \leq 0,65$	Cukup Akurat
$C > 0,65$	Kurang Akurat

Sumber: (Saridewi & Suwanda, 2023)

## METODE

Penelitian ini dilakukan di Badan Keuangan Daerah di Kota Payakumbuh, menggunakan data mengenai Pendapatan Asli Daerah (PAD) yang mencakup pajak daerah, retribusi daerah, hasil pengelolaan kekayaan daerah yang dipisahkan dan lain-

lain pendapatan asli daerah yang sah. Data dikumpulkan melalui teknik dokumentasi, dengan sumber utama dari laporan penerimaan PAD Kota Payakumbuh selama periode 2014 hingga 2023. Model Grey-Markov (1,1) diaplikasikan sebagai metode utama untuk menangani permasalahan dalam penelitian ini.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Meramalkan sumber-sumber Pendapatan Asli Daerah Kota Payakumbuh menggunakan model Grey-Markov (1,1). dimulai dengan membentuk barisan data aktual, kemudian menghitung nilai AGO dan dibentuk menjadi barisan AGO. Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan AGO.

**Tabel 2. Perhitungan AGO**

<i>k</i>	Pajak	Retribusi	HPK	Lain-lain PAD
1	10.591.499.818	7.010.407.507	7.984.857.567	40.313.861.324
2	21.356.920.042	12.480.962.025	16.322.805.599	116.292.645.065
3	32.390.612.791	18.725.479.313	25.855.602.748	176.926.753.781
4	46.437.805.545	25.451.612.340	34.683.727.650	263.921.782.902
5	63.555.994.255	32.736.535.502	40.632.310.816	328.883.011.516
6	81.206.905.425	40.136.025.369	47.658.996.091	400.876.159.626
7	98.274.423.788	44.500.229.940	54.708.363.474	488.391.495.061
8	118.634.055.683	49.948.955.499	62.401.459.169	545.181.352.077
9	140.667.382.026	55.782.809.839	71.894.919.347	634.783.113.859
10	163.757.192.997	62.030.572.031	83.121.554.009	718.629.451.207

Nilai aktual dan nilai AGO akan digunakan untuk membangun persamaan diferensial orde pertama model Grey. Langkah selanjutnya, nilai MGO dihitung dan dibentuk menjadi barisan MGO. Tabel 3 menunjukkan hasil perhitungan AGO.

**Tabel 3. Perhitungan Hasil Nilai MGO**

<i>k</i>	Pajak	Retribusi	HPK	Lain-lain PAD
2	15.974.209.930	9.745.684.766	12.153.831.583	78.303.253.195
3	26.873.766.417	15.603.220.669	21.089.204.174	146.609.699.423
4	39.414.209.168	22.088.545.827	30.269.665.199	220.424.268.342
5	54.996.899.900	29.094.073.921	37.658.019.233	296.402.397.209
6	72.381.449.840	36.436.280.436	44.145.653.454	364.879.585.571
7	89.740.664.607	42.318.127.655	51.183.679.783	444.633.827.344
8	108.454.239.736	47.224.592.720	58.554.911.322	516.786.423.569
9	129.650.718.855	52.865.882.669	67.148.189.258	589.982.232.968
10	152.212.287.512	58.906.690.935	77.508.236.678	676.706.282.533

Menggunakan metode kuadrat terkecil nilai parameter *a* dan *b* dihitung. Tabel 4 menunjukkan nilai parameter.

**Tabel 4. Nilai Parameter  $a$  dan  $b$**

Variabel	$a$	$b$
Pajak	-0,091040391	10.041.697.449
Retribusi	0,009518391	6.445.737.094
HPK	-0,023239872	7.316.383.880
Lain-lain PAD	-0,018257468	68.603.544.683

Setelah memperoleh nilai parameter  $a$  dan  $b$ . Selanjutnya, menghitung nilai prediksi AGO. Tabel 5 menunjukkan hasil perhitungan nilai prediksi AGO.

**Tabel 5. Hasil Prediksi AGO**

$k$	Pajak	Retribusi	HPK	Lain-lain PAD
1	10.591.499.818	7.010.407.507	7.984.857.567	40.313.861.324
2	22.114.000.591	13.359.153.946	15.574.659.935	110.290.287.398
3	34.734.748.305	19.647.757.224	23.342.913.903	181.556.039.904
4	48.558.420.438	25.876.787.090	31.293.815.229	254.134.874.880
5	63.699.671.621	32.046.807.898	39.431.658.320	328.050.986.073
6	80.284.084.590	38.158.378.653	47.760.838.556	403.329.013.004
7	98.449.211.775	44.212.053.068	56.285.854.660	479.994.049.179
8	118.345.716.181	50.208.379.607	65.011.311.130	558.071.650.458
9	140.138.620.986	56.147.901.541	73.941.920.723	637.587.843.571
10	164.008.678.269	62.031.156.993	83.082.507.005	718.569.134.793
11	190.153.868.171	67.858.678.988	92.438.006.951	801.042.518.784

Lalu dihitung hasil prediksi model Grey (1,1) dan untuk nilai  $\hat{x}^{(1)}(1) = x^{(0)}(1)$ . Tabel 6 menunjukkan perhitungan hasil prediksi model Grey (1,1).

**Tabel 6. Hasil Prediksi Model Grey (1,1)**

$k$	Tahun	Pajak	Retribusi	HPK	Lain-lain PAD
1	2014	10.591.499.818	7.010.407.507	7.984.857.567	40.313.861.324
2	2015	11.522.500.773	6.348.746.439	7.589.802.368	69.976.426.074
3	2016	12.620.747.713	6.288.603.278	7.768.253.968	71.265.752.506
4	2017	13.823.672.133	6.229.029.866	7.950.901.325	72.578.834.976
5	2018	15.141.251.183	6.170.020.808	8.137.843.091	73.916.111.193
6	2019	16.584.412.968	6.111.570.756	8.329.180.236	75.278.026.931
7	2020	18.165.127.186	6.053.674.415	8.525.016.104	76.665.036.175
8	2021	19.896.504.405	5.996.326.539	8.725.456.470	78.077.601.279
9	2022	21.792.904.806	5.939.521.934	8.930.609.593	79.516.193.113
10	2023	23.870.057.282	5.883.255.452	9.140.586.282	80.981.291.222
11	2024	26.145.189.902	5.827.521.995	9.355.499.946	82.473.383.990

Akan ditentukan banyaknya keadaan menggunakan aturan *sturge's* akan dibagi menjadi 4 keadaan. Lalu menghitung nilai *error* relatif serta menentukan batas-batas keadaan. Interval-interval keadaan disajikan dalam Tabel 7.

**Tabel 7. Interval-interval Keadaan Setiap Variabel**

Keadaan	Pajak		Retribusi	
	Batas bawah	Batas atas	Batas bawah	Batas atas
1	-14,38372	-7,90060	-38,71198	-24,68260
2	-7,90060	-1,41748	-24,68260	-10,65323
3	-1,41748	5,06564	-10,65323	3,37614
4	5,06564	11,54875	3,37614	17,40551

  

Keadaan	HPK		Lain-lain PAD	
	Batas bawah	Batas atas	Batas bawah	Batas atas
1	-36,80305	-22,95698	-37,48512	-23,97102
2	-22,95698	-9,11090	-23,97102	-10,45692
3	-9,11090	4,73517	-10,45692	3,05718
4	4,73517	18,58124	3,05718	16,57128

Setelah mengetahui interval dari masing-masing keadaan, langkah selanjutnya adalah mengklasifikasikan keadaan setiap data berdasarkan nilai *error* relatif (*er*). Berdasarkan nilai *error* dilihat terletak pada keadaan mana berdasarkan batas-batas keadaannya pada Tabel 7. Adapun pengklasifikasian disajikan dalam Tabel 8.

**Tabel 8. Klasifikasi Keadaan Setiap Data**

<i>k</i>	Tahun	Pajak		Retribusi	
		<i>er(k)</i>	Keadaan	<i>er(k)</i>	Keadaan
1	2014	0	3	0	3
2	2015	-7,03252	2	-16,05307	2
3	2016	-14,38372	1	-0,70600	3
4	2017	1,59121	3	7,39062	4
5	2018	11,54875	4	15,30424	4
6	2019	6,04217	4	17,40551	4
7	2020	-6,43098	2	-38,71198	1
8	2021	2,27473	3	-10,05007	3
9	2022	1,09117	3	-1,81128	3
10	2023	-3,37918	2	5,83420	4

  

<i>k</i>	Tahun	HPK		Lain-lain PAD	
		<i>er(k)</i>	Keadaan	<i>er(k)</i>	Keadaan
1	2014	0	3	0	3
2	2015	8,97278	4	7,90004	4
3	2016	18,51024	4	-17,53410	2

4	2017	9,93669	4	16,57128	4
5	2018	-36,80305	1	-13,78496	2
6	2019	-18,53641	2	-2,67104	3
7	2020	-20,93307	2	12,39817	4
8	2021	-13,41932	2	-37,48512	1
9	2022	5,92882	4	11,25599	4
10	2023	18,58124	4	3,41702	4

Selanjutnya, membuat matriks frekuensi perpindahan keadaan, menghitung nilai peluang transisi, dan membuat matriks peluang transisi. Dengan menggunakan data dari tahun 2014 hingga 2023, diperlukan 10 transisi untuk setiap tahun agar dapat berpindah ke keadaan tahun 2024. Setelah matriks peluang transisi yang terbentuk, akan dilakukan penjumlahan setiap transisi keadaan dari tahun 2014 hingga tahun 2023. Hal ini disajikan dalam Tabel 9.

**Tabel 9. Prediksi keadaan tahun 2024**

Tahun Transisi		Pajak				Retribusi					
		Keadaan	1	2	3	4	Keadaan	1	2	3	4
2014	10	3	0,14	0,29	0,38	0,19	3	0,15	0,08	0,31	0,46
2015	9	2	0,14	0,29	0,38	0,19	2	0,15	0,08	0,31	0,46
2016	8	1	0,14	0,29	0,38	0,19	3	0,15	0,08	0,31	0,46
2017	7	3	0,14	0,29	0,38	0,19	4	0,15	0,08	0,31	0,46
2018	6	4	0,14	0,28	0,39	0,19	4	0,15	0,08	0,31	0,46
2019	5	4	0,16	0,28	0,37	0,19	4	0,15	0,08	0,31	0,46
2020	4	2	0,19	0,25	0,38	0,18	1	0,15	0,08	0,31	0,46
2021	3	3	0,13	0,25	0,45	0,17	3	0,15	0,08	0,31	0,46
2022	2	3	0,25	0,25	0,31	0,19	3	0,17	0,06	0,31	0,46
2023	1	2	0,50	0	0,50	0	4	0,33	0	0	0,67
Jumlah			1,93	2,46	3,93	1,68	Jumlah	1,73	0,68	2,77	4,82

Tahun Transisi		HPK				Lain-lain PAD					
		Keadaan	1	2	3	4	Keadaan	1	2	3	4
2014	10	3	0,13	0,37	0	0,50	3	0,13	0,25	0,13	0,50
2015	9	4	0,13	0,37	0	0,50	4	0,13	0,25	0,13	0,50
2016	8	4	0,12	0,37	0	0,50	2	0,13	0,25	0,12	0,50
2017	7	4	0,12	0,38	0	0,50	4	0,12	0,25	0,13	0,50
2018	6	1	0,13	0,37	0	0,50	2	0,12	0,25	0,13	0,49
2019	5	2	0,13	0,37	0	0,50	3	0,13	0,26	0,14	0,47
2020	4	2	0,13	0,37	0	0,50	4	0,13	0,26	0,14	0,47
2021	3	2	0,12	0,38	0	0,50	1	0,06	0,13	0,25	0,56
2022	2	4	0,19	0,25	0	0,56	4	0,06	0,13	0,25	0,56
2023	1	4	0,25	0	0	0,75	4	0,25	0,50	0	0,25



Jumlah	1,43	3,25	0	5,31	Jumlah	1,26	2,51	1,42	4,81
--------	------	------	---	------	--------	------	------	------	------

Pada tahun 2024, keputusan diambil berdasarkan total peluang transisi tertinggi. Untuk pajak daerah pada keadaan 3. Sementara itu, untuk retribusi daerah, hasil pengelolaan kekayaan daerah yang dipisahkan dan lain-lain pendapatan asli daerah yang sah pada keadaan 4. Untuk mengestimasi nilai prediksi, digunakan model Grey-Markov (1,1). Hasil perhitungan ditampilkan dalam Tabel 10.

**Tabel 10. Hasil Peramalan Model Grey-Markov (1,1)**

Tahun	Pajak	Retribusi	HPK	Lain-lain PAD
2014	10.784.697.042	6.755.330.603	7.810.159.620	38.822.302.580
2015	10.985.662.930	5.227.055.113	8.474.637.277	76.844.076.764
2016	11.214.524.224	6.059.789.553	8.673.893.134	58.998.089.967
2017	14.075.826.703	6.876.277.529	8.877.833.899	79.701.892.184
2018	16.399.064.512	6.811.136.941	5.706.254.631	61.192.216.806
2019	17.962.112.566	6.746.613.446	6.993.684.593	72.492.841.000
2020	17.318.806.766	4.134.823.660	7.158.120.259	84.189.122.760
2021	20.259.432.176	5.778.147.438	7.326.422.139	54.085.863.934
2022	22.190.424.400	5.723.409.694	9.971.758.590	87.320.098.930
2023	22.757.941.925	6.494.574.296	10.206.214.796	88.928.985.207
2024	26.622.098.574	6.433.049.673	10.446.183.542	90.567.515.461

Langkah terakhir adalah menentukan tingkat akurasi menggunakan C. Tabel 11 tingkat akurasi hasil peramalan menggunakan C.

**Tabel 11. Hasil nilai tingkat akurasi menggunakan C**

Variabel	C
Pajak	0,07
Retribusi	0,33
HPK	0,30
Lain-lain PAD	0,20

Berdasarkan Tabel 11 nilai akurasi masing-masing variabel  $C \leq 0,35$  . Jadi, untuk semua variabel memiliki tingkat akurasi hasil peramalannya sangat akurat.

## SIMPULAN

hasil estimasi peramalan Pendapatan Asli Daerah untuk tahun 2024 menggunakan model Grey-Markov (1,1) untuk pajak daerah sebesar Rp26.622.098.574, retribusi daerah sebesar Rp6.433.049.673, hasil pengelolaan kekayaan daerah yang dipisahkan sebesar Rp10.446.183.542 dan lain-lain pendapatan asli daerah yang sah sebesar Rp90.567.515.461. Sehingga, peramalan Pendapatan Asli Daerah Kota Payakumbuh tahun 2024 sebesar Rp134.068.847.250. Hasil tingkat akurasi peramalan sumber-sumber Pendapatan Asli Daerah Kota Payakumbuh sangat akurat yang ditunjukkan pada *Posterior Error Ratio* (C)  $\leq 0,35$ .

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahdika, A. (2018). Model Grey (1,1) dan Grey-Markov pada Peramalan Realisasi Penerimaan Negara. *Jurnal Fourier*, 7(1), 1–12.
- Amin, Fadillah. (2019). *Penganggaran di Pemerintah Daerah dalam Perspektif Teoritis, Normatif, dan Empiris*. Cetakan Pertama. Malang: UB Press.
- Ju-Long, D. (1982). Control problems of grey systems. *Systems and Control Letters*, 1(5), 288–294.
- Latipah, L., Wahyuningsih, S., & Syaripuddin, S. (2019). Peramalan Pendapatan Asli Daerah Provinsi Kalimantan Timur Menggunakan Model Grey-Markov (1,1). *Jambura Journal of Mathematics*, 1(2), 89–103.
- Liu, S., dan Lin, Y. (2006). *Grey Information : Theory and Practical Applications*. London : Springer Science & Business Media.
- Makridakis, S. W. (1999) *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Erlangga.
- Nurmaulia, A. R., No, M., Mataram, K., & Barat, N. T. (n.d.). *Peramalan Produksi Kedelai Di Provinsi Nusa Tenggara Barat*.
- Rahmadanti, F. F., Hidayat, Y., & Darmawan, G. (2023). Peramalan Ketahanan Ekonomi Dengan Menggunakan Model Grey-Markov.
- Saridewi, S. O., & Suwanda. (2023). Perbandingan Metode Grey-Markov (1,1), Grey (1,1), dan Double Moving Average Untuk Peramalan Jumlah Balita Stunting di Jawa Barat. Bandung *Conference Series: Statistics*, 3(2), 670–680.