

Prediksi Nilai Anggaran Pendapatan Dan Belanja Daerah (APBD) Provinsi Sumatera Utara Menggunakan Metode Polynomial Regression

Roberto Barutu¹, Arina Prima Silalahi², Harlen Gilbert Manullang³
^{1,2,3}Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Methodist Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Received, 19 Agustus 2026
Revised, 14 September 2026
Accepted, 25 September 2026

Keywords:

APBD,
Polynomial Regression,
Prediksi,
MAPE,
RMSE,
Sumatera Utara.

ABSTRAK

Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) Provinsi Sumatera Utara menunjukkan fluktuasi nilai dari tahun ke tahun, sehingga diperlukan metode peramalan yang akurat untuk mendukung perencanaan anggaran. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *Polynomial Regression* dalam memprediksi nilai setiap rekening APBD serta mengevaluasi tingkat akurasi. Data historis APBD bagian pendapatan dan belanja tahun 2005–2025 digunakan, yang terdiri dari tujuh rekening: Pendapatan Asli Daerah (PAD), Pendapatan Transfer, Lain-Lain Pendapatan yang Sah, Belanja Operasi, Belanja Modal, Belanja Tidak Terduga, dan Belanja Transfer. Data dibagi menjadi data latih (2005–2021) dan data uji (2022–2025). Metode *Polynomial Regression* diuji pada derajat 1, 2, dan 3, dengan pemilihan model terbaik berdasarkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) terkecil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model terbaik bervariasi untuk setiap rekening. PAD menghasilkan model derajat 2 dengan MAPE 8,23%, Belanja Modal derajat 1 dengan MAPE 11,79%, dan Belanja Transfer derajat 1 dengan MAPE 8,96%. Ketiga rekening ini termasuk dalam kategori "Sangat Baik" hingga "Baik". Sebaliknya, rekening Lain-Lain Pendapatan yang Sah menunjukkan akurasi sangat buruk dengan MAPE 1.609,59%. Proyeksi nilai APBD tahun 2026–2030 menunjukkan kecenderungan peningkatan pada sebagian besar rekening. Metode *Polynomial Regression* cukup andal untuk rekening dengan pola tren stabil, namun kurang direkomendasikan untuk data dengan fluktuasi tinggi.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Penulis Koresponden:

Arina Prima Silalahi,
Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Methodist Indonesia, Medan,
Jl. Hang Tuah No.8, Medan - Sumatera Utara.
Email: primaarinasilalahi@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) adalah rencana keuangan tahunan daerah yang ditetapkan dengan Peraturan Daerah. APBD terdiri dari tiga kelompok utama: Pendapatan Daerah, Belanja Daerah, dan Pembiayaan Daerah[1]. Pada bagian pendapatan dan belanja, APBD tersusun atas berbagai rekening seperti Pendapatan Asli Daerah (PAD), Pendapatan Transfer, Lain-Lain Pendapatan yang Sah, Belanja Operasi, Belanja Modal, Belanja Tidak Terduga, dan Belanja Transfer. Setiap rekening memiliki karakteristik dan pola pertumbuhan historis yang berbeda, sehingga analisis dan prediksi nilai APBD perlu dilakukan secara terpisah agar dinamika fiskal daerah dapat dipahami secara komprehensif.

Provinsi Sumatera Utara sebagai salah satu daerah dengan anggaran yang signifikan mengalami fluktuasi nilai APBD setiap tahunnya. Sebagai contoh, nilai PAD pada tahun 2020 tercatat Rp5,97 triliun, meningkat menjadi Rp8,97 triliun pada tahun 2024, namun turun menjadi Rp7,25 triliun pada tahun 2025. Fluktuasi ini menimbulkan ketidakpastian dalam perencanaan anggaran jika hanya mengandalkan analisis

deskriptif atau tren sederhana. Penelitian sebelumnya oleh Marizal (2023) menganalisis APBD Provinsi Riau menggunakan metode Single, Double, dan Triple Exponential Smoothing[2]. Namun, metode pemulusan eksponensial memiliki keterbatasan karena hanya memodelkan pola level, tren, dan musiman secara linear, sehingga belum sepenuhnya mampu menangkap pola pertumbuhan APBD yang bersifat non-linear.

Oleh karena itu, diperlukan pendekatan prediksi yang mampu memodelkan hubungan non-linear antara waktu dan nilai setiap rekening APBD secara lebih fleksibel. Polynomial Regression merupakan salah satu metode regresi non-linear yang dapat menggambarkan hubungan antara variabel waktu dan nilai APBD melalui kurva polinomial[3]. Metode ini telah terbukti memberikan hasil akurasi lebih baik dibanding regresi linear pada data dengan pola fluktuatif, seperti prediksi harga saham dan jumlah penumpang kereta api[4],[5]. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode Polynomial Regression dalam memprediksi nilai setiap rekening APBD Provinsi Sumatera Utara serta mengevaluasi tingkat akurasi menggunakan metrik Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan Root Mean Square Error (RMSE).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Badan Keuangan dan Aset Daerah (BKAD) Provinsi Sumatera Utara. Data yang digunakan adalah data historis nilai setiap rekening APBD bagian pendapatan dan belanja dari tahun 2005 hingga 2025 yang diperoleh dari Direktorat Jenderal Perimbangan Keuangan (DJPK) Kementerian Keuangan RI. Rekening yang dianalisis meliputi: Pendapatan Asli Daerah (PAD), Pendapatan Transfer, Lain-Lain Pendapatan yang Sah, Belanja Operasi, Belanja Modal, Belanja Tidak Terduga, dan Belanja Transfer.

2.1. Polynomial Regression

Polynomial Regression merupakan pengembangan dari regresi linear yang digunakan untuk menangkap hubungan non-linear antara variabel independen (X) dan dependen (Y). Model ini ditulis dalam persamaan (1) [3]:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \beta_3 X^3 + \dots + \beta_n X^n \quad (1)$$

Keterangan :

Y : variabel dependen (nilai yang diprediksi)

X : variabel independen (waktu/tahun)

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$: koefisien regresi untuk setiap pangkat variabel

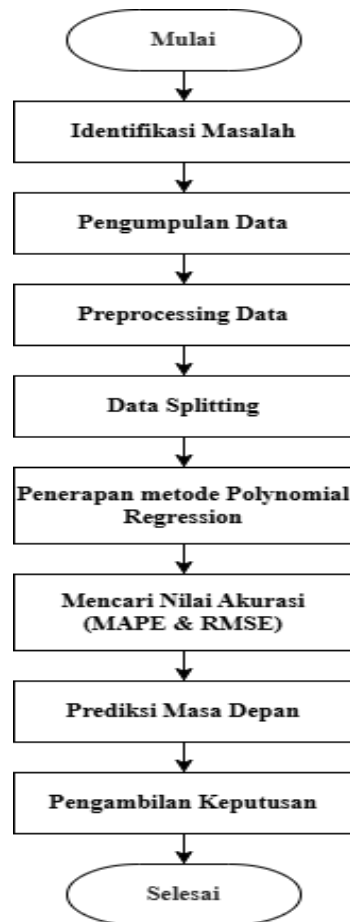
2.2. Evaluasi Akurasi

Kinerja model dievaluasi menggunakan dua metrik:

1. Mean Absolute Percentage Error (MAPE), yang mengukur rata-rata persentase kesalahan absolut antara nilai prediksi dan aktual. Nilai MAPE yang lebih kecil menunjukkan model yang lebih baik. Kriteria interpretasi MAPE: <10% (Sangat Baik), 10-20% (Baik), 20-50% (Cukup), >50% (Buruk) [6], [7].
2. Root Mean Square Error (RMSE), yang mengukur besarnya galat prediksi dalam satuan yang sama dengan data asli.

2.3. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

1. Identifikasi Masalah : Permasalahan yang dihadapi dalam penelitian ini adalah adanya fluktuasi nilai Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) pada setiap rekening pendapatan dan belanja daerah dari tahun ke tahun
 2. Pengumpulan Data : Data APBD tahun 2005–2025 dikumpulkan dari BKAD Provinsi Sumatera Utara.
 3. Preprocessing Data : Data dibersihkan dari karakter non-numerik (koma, spasi) dan dikonversi ke tipe numerik. Variabel tahun ditransformasi menjadi $X = \text{Tahun} - 2005$.
 4. Data Splitting : Data dibagi secara kronologis menjadi data latih (tahun 2005–2021) dan data uji (tahun 2022–2025).
 5. Penerapan Polynomial Regression : Model dibangun dengan derajat polinomial 1, 2, dan 3 menggunakan data latih.
 6. Evaluasi Nilai Akurasi : Model diuji pada data uji, dan derajat terbaik dipilih berdasarkan nilai MAPE terkecil.
 7. Prediksi Masa Depan : Model terbaik digunakan untuk memproyeksikan nilai APBD tahun 2026–2030.
 8. Pengambilan Keputusan : Pada tahap ini, seluruh hasil prediksi yang telah dihitung untuk periode masa depan (2026 dan seterusnya) dianalisis untuk ditarik kesimpulannya.
- Proses implementasi dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan *library* scikit-learn, pandas, dan numpy untuk efisiensi komputasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Implementasi Polynomial Regression

Implementasi metode *Polynomial Regression* dilakukan dengan menggunakan data historis APBD Provinsi Sumatera Utara tahun 2005–2025. Data dibagi secara kronologis menjadi data latih (2005–2021) dan data uji (2022–2025). Variabel independen adalah tahun yang ditransformasi menjadi $X = \text{Tahun} - 2005$ untuk mempermudah perhitungan, sedangkan variabel dependen adalah nilai masing-masing rekening APBD dalam miliar rupiah.

Sebagai contoh implementasi, rekening Pendapatan Asli Daerah (PAD) diuraikan secara rinci. Data latih PAD disajikan pada Tabel 1.

Data Latih Pendapatan Asli Daerah (miliar Rp)

Tabel 1. Data Latih Pendapatan Asli Daerah (miliar Rp)

Tahun	X	Pendapatan Asli Daerah
2005	0	2,053,783,020,000
2006	1	1,377,138,220,000
2007	2	1,502,955,444,000
2008	3	1,897,496,352,000
...	...	...
2021	16	5,991,151,365,658

Pendugaan Parameter Model dengan Metode Least Squares

Model Derajat 1 (Linear)

Persamaan model linear:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X$$

Parameter diestimasi dengan rumus:

$$\beta_1 = \frac{\sum(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sum(X - \bar{X})^2}$$

$$\beta_0 = \bar{Y} - \beta_1 \bar{X}$$

Dari data latih diperoleh:

$$\sum X = 0 + 1 + \dots + 16 = 136$$

$$\sum X^2 = 0^2 + 1^2 + \dots + 16^2$$

Untuk $n = 16$:

$$\sum X^2 = \frac{16 \times 17 \times (2 \times 16 + 1)}{6} = \frac{16 \times 17 \times 33}{6} = 1.496$$

$n = 17$, $\bar{X}^2 = 64$, sehingga $n\bar{X}^2 = 17 \times 64 = 1088$

Dan,

$$\sum(X - \bar{X})(Y - \bar{Y}) = 139.501,6237725$$

Diperoleh dari :

$$\sum(X - \bar{X})(Y - \bar{Y}) = \sum X Y - n\bar{X}\bar{Y}$$

Jumlah hasil kali X dan Y:

untuk menghitung $\sum XY$ diperlukan perkalian antara setiap nilai X dan Y.

$$\sum X Y = 679.833,497982739$$

Selanjutnya, hitung rata-rata Y:

$$\bar{Y} = \frac{67.541,484276337}{17} = 3.973,02848684 \text{ miliar Rupiah}$$

Kemudian hitung $n\bar{X}\bar{Y}$:

$$n\bar{X}\bar{Y} = 17 \times 8 \times 3.973,02848684 = 136 \times 3.973,02848684 = 540.331,87421024$$

Maka :

$$\begin{aligned}\Sigma(X-\bar{X})(Y-\bar{Y}) &= \Sigma XY - n\bar{X}\bar{Y} \\ &= 679.833,497982739 - 540.331,87421024 \\ &= 139.501,623772499\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan maka didapatkan lah nilai dari β_0 dan β_1 :

$$\beta_1 = \frac{139.501,6237725}{408} = 341,9158$$

$$\beta_0 = 3.973,02848684 - 341,9158 \times 8 = 1.237,7021$$

Sehingga persamaan regresi linear yang terbentuk adalah:

$$Y = 1.237,7021 + 341,9158 X$$

Model Derajat 2 (Kuadratik)

Persamaan model kuadratik:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2$$

Untuk mengestimasi parameter, digunakan sistem persamaan normal yang memanfaatkan jumlah-jumlah berikut dari data latih:

$$\Sigma X^2 = 1.496$$

$$\Sigma X^3 = 18.496$$

$$\Sigma X^4 = 243.848$$

$$\Sigma Y = 67.541,484276337$$

$$\Sigma XY = 679.833,497982739$$

$$\Sigma X^2 Y = 8.147.452,930446965$$

Sistem persamaan normal untuk model $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2$

$$\begin{cases} 17\beta_0 + 136\beta_1 + 1.496\beta_2 = 67.541,484276337 & (1) \\ 136\beta_0 + 1.496\beta_1 + 18.496\beta_2 = 679.833,497982739 & (2) \\ 1.496\beta_0 + 18.496\beta_1 + 243.848\beta_2 = 8.147.452,930446965 & (3) \end{cases}$$

Langkah 1: Eliminasi β_0 dari (2) dan (3) menggunakan (1).

a. Untuk (2), kalikan (1) dengan 136 17 = 8:

$$8(1): 136\beta_0 + 1.088\beta_1 + 11.968\beta_2 = 540.331,874210696$$

Kurangi dari (2):

$$(2) - 8(1): (136 - 136)\beta_0 + (1.496 - 1.088)\beta_1 + (18.496 - 11.968)\beta_2 = 679.833,497982739 - 540.331,874210696. \text{ Diperoleh:}$$

$$408\beta_1 + 6.528\beta_2 = 139.501,623772043 \quad (2')$$

b. Untuk (3), kalikan (1) dengan 1.496 17 = 88:

$$88(1): 1.496\beta_0 + 11.968\beta_1 + 131.684\beta_2 = 5.943.650,616317656 \text{ Kurangi dari (3):}$$

$$(3) - 88(1): (1.496 - 1.496)\beta_0 + (18.496 - 11.968)\beta_1 + (243.848 - 131.684)\beta_2 =$$

$$8.147.452,930446965 - 5.943.650,616317656. \text{ Diperoleh:}$$

$$6.528\beta_1 + 112.200\beta_2 = 2.203.802,29309 \quad (3')$$

Langkah 2: Eliminasi β_1 dari (3') menggunakan (2').

a. Kalikan (2') dengan 6.528 408 = 16:

$$16(2'): 6.528\beta_1 + 104.448\beta_2 = 2.232.025,980352688 \text{ Kurangi dari (3'):$$

$$(3') - 16(2'): (6.528 - 6.528)\beta_1 + (112.200 - 104.448)\beta_2 = 2.203.802,29309 - 2.232.025,980352688$$

Diperoleh:

$$\begin{aligned}
 7.752\beta_2 &= -28.223666223379 \\
 \beta_2 &= -28.223666223379 / 7.752 \\
 &= -3,6408
 \end{aligned}$$

Langkah 3: Substitusi balik.

a. Substitusi β_2 ke (2'):

$$\begin{aligned}
 408\beta_1 + 6.528(-3,6408) &= 139.501,623772043 \text{ Hitung } 6.528 \times 3,6408 = 23.767,1424, \text{ maka:} \\
 408\beta_1 &= 139.501,623772043 + 23.767,142 = 163.268,766172043 \\
 \beta_1 &= \frac{163.268,766172043}{408} = 400,169
 \end{aligned}$$

b. Substitusi β_1 dan β_2 ke (1):

$$17\beta_0 + 136(400,169) + 1.496(-3,6408) = 67.541,484276337$$

Hitung :

$$\begin{aligned}
 136 \times 400,169 &= 54.422,984 \\
 1.496 \times 3,6408 &= 5.446,6368 \text{ (Perhatikan Tanda Negatif)} \\
 136\beta_1 + 1.496\beta_2 &= 54.422,984 - 5.446,6368 = 48.976,3472 \\
 17\beta_0 &= 67.541,484276337 - 48.976,3472 = 18.565,137076337 \\
 17\beta_0 &= 18.565,137076337 \\
 \beta_0 &= \frac{18.565,137076337}{17} \\
 &= 1.092,07
 \end{aligned}$$

Jadi persamaan kuadratik:

$$Y = 1.092,07 + 400,169X - 3,6408X^2$$

Model Derajat 3 (Kubik)

Persamaan model kubik:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \beta_3 X^3$$

Sistem persamaan normal untuk derajat 3 (4 persamaan) diselesaikan dengan eliminasi Gauss (prosedur yang sama seperti pada derajat 2), diperoleh koefisien sebagai berikut:

$$\beta_3 = -3,1261, \beta_2 = 71,385, \beta_1 = -65,6195, \beta_0 = 1.617,254$$

Sehingga persamaan kubik yang terbentuk adalah:

$$Y = 1.617,254 - 65,6195X + 71,385X^2 - 3,1261X^3$$

Ketiga model kemudian digunakan untuk memprediksi nilai PAD pada data uji (tahun 2022–2025). Hasil prediksi dibandingkan dengan nilai aktual untuk menghitung MAPE dan RMSE. Perbandingan nilai aktual dan prediksi untuk PAD disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Prediksi Data Uji PAD Berdasarkan Persamaan Derajat

X	Tahun	Y _{aktual} (miliar Rp)	Y _{pred 1} (miliar Rp)	Y _{pred 2} (miliar Rp)	Y _{pred 3} (miliar Rp)
17	2022	6819,01	7050,27	6842,75	5773,60
18	2023	7857,57	7392,19	7115,49	5333,59
19	2024	8972,33	7734,11	7380,95	4698,73
20	2025	7249,50	8076,02	7639,13	3850,26

Berdasarkan Tabel 2, dihitung nilai MAPE dan RMSE untuk setiap model. Rumus MAPE dan RMSE adalah sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i} \right| \times 100\% \text{ dan } RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}$$

Contoh Perhitungan untuk Model Derajat 1 (Linear) pada Tahun 2022:

Nilai aktual (Y_{aktual}) = 6.819,01 miliar Rp

Nilai Prediksi ($\hat{Y}_{\text{pred}}$) = 7.050,27 miliar Rp

Selisih absolut = $|6.819,01 - 7.050,27| = 231,26$

Kesalahan relatif = $\frac{231,26}{6.819,01} = 0,0339$

Persentase kesalahan = $0,0339 \times 100\% = 3,39\%$, atau

Tahun 2022

$$\frac{|6.819,01 - 7.050,27|}{6.819,01} = \frac{231,26}{6.819,01} = 0,0339 \times 100\% = 3,39\%$$

setelah didapat persentase kesalahan nya dari jumlah tahun data uji tersebut kemudian dihitung Mape nya untuk Derajat 1:

dengan $n = 4$ (jumlah tahun data uji).

Jumlahkan seluruh persentase kesalahan:

$$3,39\% + 5,92\% + 13,80\% + 11,40\% = 34,51\%$$

Bagi dengan jumlah data (4):

$$MAPE = \frac{34,51\%}{4} = 8,6275\% \approx 8,63\%$$

Perhitungan serupa dilakukan untuk tahun 2023, 2024, dan 2025

Jumlah kuadrat error = $53.484,79 + 216.578,54 + 1.533.188,77 + 683.135,31$
 $= 2.486.387,41$

MSE (Jumlah/4) = $\frac{2.486.387,41}{4} = 621.596,85$

RMSE = $\sqrt{MSE} = \sqrt{621.596,85} = 788,42$ miliar rupiah

Ringkasan Hasil Perhitungan MAPE dan RMSE untuk Pendapatan Asli Daerah bisa dilihat dari Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan MAPE dan RMSE Model Derajat 1, 2, dan 3

Derajat	MAPE (%)	RMSE (miliar Rp)
1(Linear)	8,63	788,42
2(Kuadrat)	8,23	899,38
3(Kubik)	35,50	3.053,76

Dari Tabel 3, terlihat bahwa model derajat 2 memberikan MAPE terendah (8,23%), namun RMSE-nya sedikit lebih tinggi dibanding model linear. Meskipun demikian, MAPE lebih relevan untuk mengukur akurasi dalam persentase, sehingga model derajat 2 tetap dipilih sebagai model terbaik.

Setelah diperoleh model terbaik yaitu polinomial derajat 2 (kuadratik) dengan persamaan:

$$Y = 1.092,07 + 400,169X - 3,6408X^2$$

di mana X = Tahun – 2005 dan Y dalam miliar rupiah, maka model ini dapat digunakan untuk memprediksi nilai Pendapatan Asli Daerah Provinsi Sumatera Utara untuk tahun-tahun mendatang di luar periode data uji. Prediksi dilakukan untuk tahun 2026 hingga 2030 dengan menghitung nilai X yang sesuai dan mensubstitusikannya ke dalam persamaan. Hasil Prediksi Pendapatan Asli Daerah 2026-2030 disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Prediksi Pendapatan Asli Daerah Tahun 2026–2030

Tahun	X	Y_{pred} (miliar Rp)	Hasil
2026	21	$1092,07 + 400,169 \times 21 - 3,6408 \times (21)^2$	7890,03
2027	22	$1092,07 + 400,169 \times 22 - 3,6408 \times (22)^2$	8133,64

2028	23	$1092,07 + 400,169 \times 23 - 3,6408 \times (23)^2$	8370,57
2029	24	$1092,07 + 400,169 \times 24 - 3,6408 \times (24)^2$	8600,83
2030	25	$1092,07 + 400,169 \times 25 - 3,6408 \times (25)^2$	8820,80

3.2. Pengujian Sistem

Setelah implementasi metode *Polynomial Regression* dilakukan secara manual pada rekening Pendapatan Asli Daerah (PAD) sebagai contoh, langkah selanjutnya adalah menerapkan prosedur yang sama pada keenam rekening lainnya menggunakan program Python. Pengujian sistem bertujuan untuk memilih model terbaik bagi setiap rekening berdasarkan nilai MAPE terkecil, serta mengevaluasi kemampuan model dalam memprediksi nilai APBD pada data uji.

1. Hasil Pemilihan Model Derajat Terbaik Dan Akurasi

Untuk setiap rekening APBD, data latih tahun 2005–2021 digunakan untuk melatih model *Polynomial Regression* derajat 1, 2, dan 3. Model kemudian diuji pada data uji tahun 2022–2025. Derajat dengan nilai MAPE terkecil dipilih sebagai model terbaik. Ringkasan hasil pemilihan model terbaik untuk seluruh rekening disajikan pada Gambar 5.

===== TABEL RINGKASAN MODEL TERBAIK =====

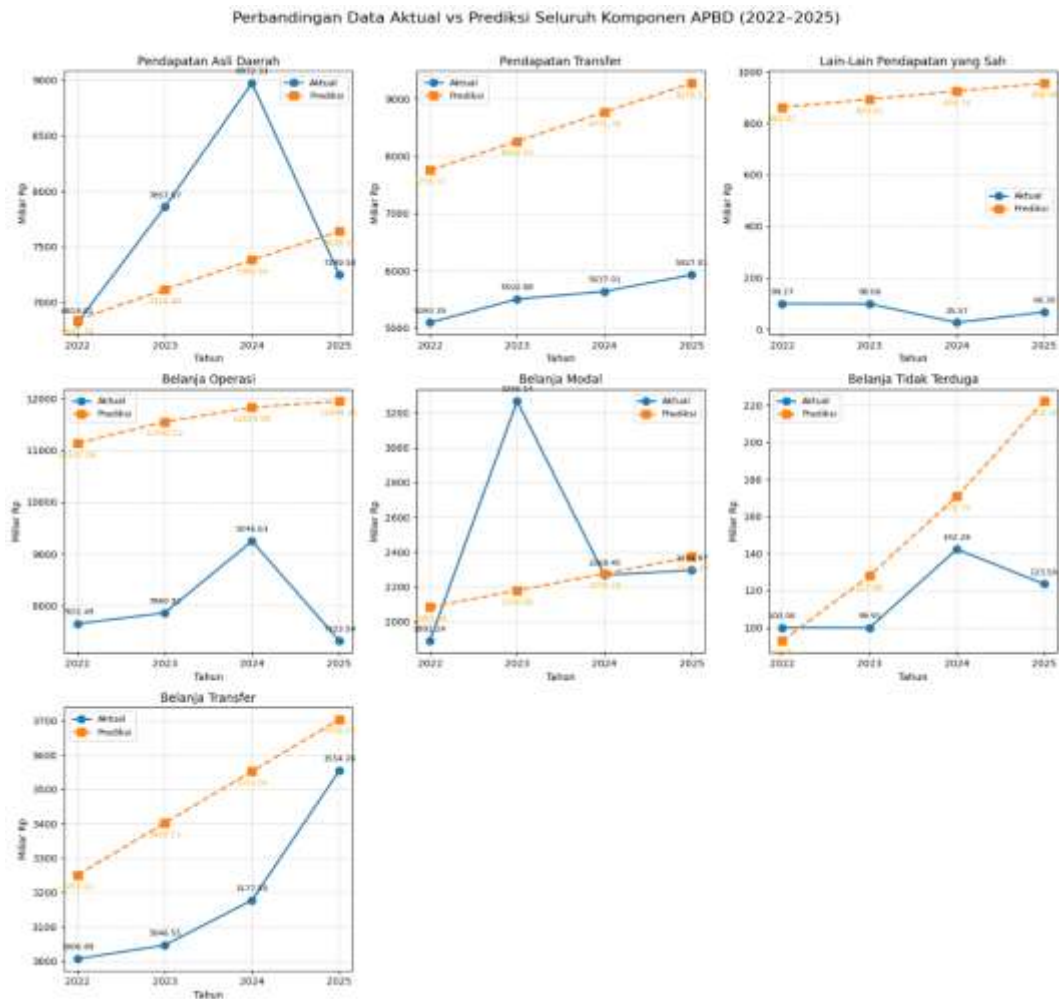
No	Rekening	Derajat	MAPE (%)	RMSE (miliar Rp)	Persamaan Regresi
1	Pendapatan Asli Daerah	2	8.23	899.38	$Y = 1.092,07 + 400,1689X - 3,6408X^2$
2	Pendapatan Transfer	1	53.65	2990.32	$Y = -883,16 + 508,1333X$
3	Lain-Lain Pendapatan yang Sah	1	1609.59	838.85	$Y = 329,39 + 31,3344X$
4	Belanja Operasi	3	45.90	3668.88	$Y = 1.024,27 - 186,0199X + 98,7601X^2 - 3,1073X^3$
5	Belanja Modal	1	11.79	552.88	$Y = 449,43 + 96,1477X$
6	Belanja Tidak Terduga	3	33.76	53.32	$Y = 4,30 + 13,0524X - 2,4608X^2 + 0,1176X^3$
7	Belanja Transfer	1	8.96	295.61	$Y = 685,56 + 150,9201X$

Gambar 2. Ringkasan Model Terbaik Seluruh Rekening APBD

Berdasarkan Gambar 2, rekening dengan MAPE di bawah 20% (PAD, Belanja Modal, Belanja Transfer) menunjukkan bahwa model polinomial cukup andal untuk memprediksi komponen tersebut. Sebaliknya, rekening Lain-Lain Pendapatan yang Sah memiliki MAPE sangat tinggi (1.609,59%) karena data historisnya mengandung fluktuasi ekstrem dan pencilan (outliers) yang tidak dapat ditangkap oleh polinomial derajat rendah[8]. Untuk rekening dengan MAPE antara 20–50% (Belanja Operasi dan Belanja Tidak Terduga), model masih dapat digunakan untuk perencanaan dengan tingkat kepercayaan terbatas.

2. Perbandingan Data Aktual dan Prediksi

Untuk mengevaluasi secara visual sejauh mana model polinomial terbaik mampu menangkap pola fluktuasi setiap komponen APBD, dilakukan perbandingan antara nilai prediksi dan data aktual pada periode uji 2022–2025. Hasil perbandingan untuk seluruh rekening disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan Aktual vs Prediksi Seluruh Rekening APBD Tahun 2022–2025

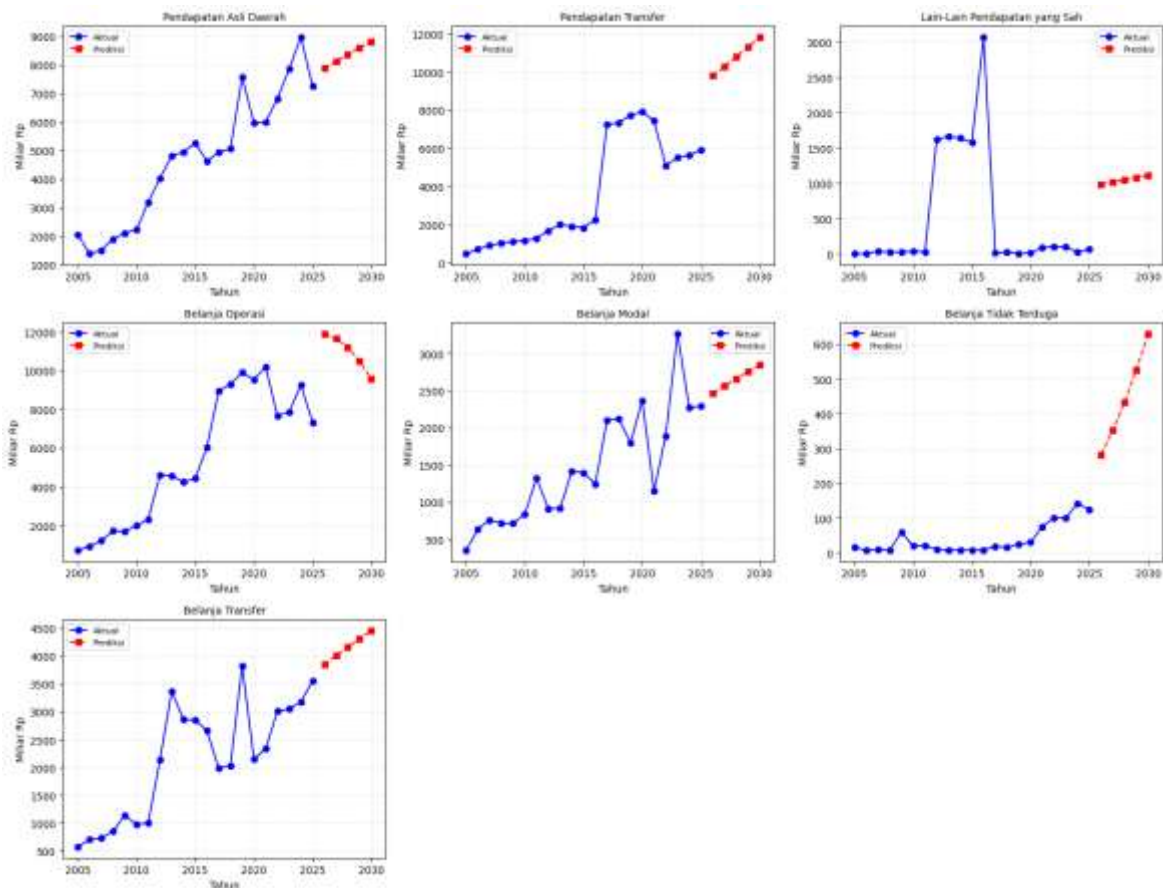
Dari Gambar 3, terlihat bahwa secara umum model memberikan prediksi yang mendekati nilai aktual untuk sebagian besar rekening, terutama pada komponen yang memiliki pola tren stabil seperti Pendapatan Asli Daerah dan Belanja Transfer. Namun, pada rekening Lain-Lain Pendapatan yang Sah terdapat deviasi yang cukup signifikan, yang mengindikasikan bahwa data tersebut memiliki fluktuasi ekstrem sehingga tidak dapat ditangkap sepenuhnya oleh polinomial derajat rendah. Hal ini sejalan dengan nilai MAPE yang sangat tinggi pada rekening tersebut.

3. Prediksi Masa Depan (2026-2030)

Model terbaik kemudian digunakan untuk memproyeksikan nilai APBD hingga tahun 2030. Hasil prediksi untuk tahun 2026 hingga 2030 disajikan pada Gambar 4. Perlu diingat bahwa proyeksi ini didasarkan pada pola historis data tahun 2005–2021, sehingga hasilnya dapat menjadi bahan pertimbangan dalam perencanaan anggaran daerah dengan tetap memperhatikan faktor-faktor eksternal yang mungkin memengaruhi pendapatan dan belanja daerah di masa mendatang. Secara umum, seluruh rekening diproyeksikan mengalami peningkatan dari tahun ke tahun.

===== PREDIKSI APBD 2026–2030 (dalam miliar rupiah) =====					
Tahun	2026	2027	2028	2029	2030
Rekening					
Belanja Modal	2.468,53	2.564,68	2.660,83	2.756,98	2.853,13
Belanja Operasi	11.894,05	11.644,84	11.182,99	10.489,84	9.546,76
Belanja Tidak Terduga	282,59	352,99	433,99	526,30	630,63
Belanja Transfer	3.854,89	4.005,81	4.156,73	4.307,65	4.458,57
Lain-Lain Pendapatan yang Sah	987,41	1.018,74	1.050,08	1.081,41	1.112,75
Pendapatan Asli Daerah	7.890,01	8.133,63	8.369,96	8.599,01	8.820,78
Pendapatan Transfer	9.787,64	10.295,78	10.803,91	11.312,04	11.820,18

Gambar 4. Prediksi Nilai APBD Tahun 2026–2030



Gambar 5. Visualisasi Prediksi APBD per Rekening 2026–2030

Visualisasi pada Gambar 5, menyajikan perbandingan antara data aktual historis dan hasil prediksi model regresi polinomial terbaik untuk masing-masing rekening APBD Provinsi Sumatera Utara periode 2026–2030, yang secara umum menunjukkan bahwa seluruh rekening memiliki tren peningkatan dari tahun ke tahun, baik pada data aktual maupun prediksi, mengindikasikan bahwa model mampu menangkap pola historis dengan cukup baik meskipun tingkat akurasi bervariasi antar rekening.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai penerapan metode *Polynomial Regression* untuk memproyeksikan Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) Provinsi Sumatera Utara periode 2005–2025, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode *Polynomial Regression* berhasil diterapkan untuk memprediksi nilai APBD Provinsi Sumatera Utara periode 2005–2025 melalui transformasi variabel waktu ($\$X = \text{Tahun} - 2005\$$) serta pengujian perbandingan model derajat 1, 2, dan 3 guna memperoleh persamaan yang paling representatif terhadap pola data historis. Perhitungan manual pada rekening Pendapatan Asli Daerah (PAD) sebagai contoh, diperoleh model terbaik yaitu derajat 2 (kuadratik) dengan persamaan $Y = 1.092,07 + 400,169X - 3,6408X^2$ dan nilai MAPE sebesar 8,23% serta RMSE 899,38 miliar rupiah.
2. Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan program Python, diperoleh model terbaik untuk masing-masing rekening APBD dengan pemilihan model didasarkan pada nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) terkecil pada data uji periode 2022–2025. Adapun model terbaik yang diperoleh adalah sebagai berikut:
 1. Pendapatan Asli Daerah: derajat 2, MAPE 8,23%, RMSE 899,38 miliar rupiah
 2. Pendapatan Transfer: derajat 1, MAPE 53,65%, RMSE 2.990,32 miliar rupiah
 3. Lain-Lain Pendapatan yang Sah: derajat 1, MAPE 1.609,59%, RMSE 838,85 miliar rupiah
 4. Belanja Operasi: derajat 3, MAPE 45,91%, RMSE 3.669,61 miliar rupiah
 5. Belanja Modal: derajat 1, MAPE 11,79%, RMSE 552,88 miliar rupiah
 6. Belanja Tidak Terduga: derajat 3, MAPE 33,76%, RMSE 53,32 miliar rupiah
 7. Belanja Transfer: derajat 1, MAPE 8,96%, RMSE 295,61 miliar rupiah

Rekening dengan MAPE di bawah 20% (PAD, Belanja Modal, dan Belanja Transfer) menunjukkan bahwa model polinomial cukup andal untuk memprediksi komponen tersebut. Sementara rekening dengan MAPE sangat tinggi mengindikasikan pola data yang tidak dapat ditangkap secara optimal oleh polinomial derajat rendah.

REFERENSI

- [1] R. I. Menteri Dalam Negeri, “Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 77 Tahun 2020 Tentang Pedoman Teknis Pengelolaan Keuangan Daerah,” *Permendagri No 77 Tahun 2020*, pp. 1–445, 2020.
- [2] M. Marizal, “Analisis Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah Provinsi Riau,” *Kutubkhanah*, vol. 23, no. 1, pp. 71–81, 2023, doi: 10.24014/kutubkhanah.v23i1.18353.
- [3] S. A. L. Satriyo, Adi Rizky Pratama, and Rahmat, “Perbandingan metode linear regresi dan polynomial regresi untuk memprediksi harga saham studi kasus Bank BCA,” *INFOTECH J. Inform. Teknol.*, vol. 4, no. 1, pp. 59–70, 2023, doi: 10.37373/infotech.v4i1.602.
- [4] U. Rohman, J. Sunupurwa Asri, H. D. Ariessanti, and S. Wahyu, “Perbandingan Algoritma Regresi Linear Sederhana dan Regresi Polinomial Dalam Prediksi Jumlah Penumpang Kereta Api Di Wilayah Jabodetabek,” *ProTekInfo(Pengembangan Ris. dan Obs. Tek. Inform.)*, vol. 12, no. 1, pp. 7–15, 2025, doi: 10.30656/protekinf.v12i1.9842.
- [5] A. Sudiarjo and Y. Sumaryana, “Prediksi Upah_Minimum_Provinsi_10_Tahun_Kedepan_De,” vol. 8, no. 4, pp. 7666–7673, 2024.
- [6] I. Nabillah and I. Ranggadara, “Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut,” *JOINS (Journal Inf. Syst.)*, vol. 5, no. 2, pp. 250–255, 2020, doi: 10.33633/joins.v5i2.3900.
- [7] H. G. Simanullang, A. P. Silalahi, and D. Sartika, “PREDIKSI JUMLAH PASIEN COVID-19 DI INDONESIA MENGGUNAKAN LEAST SQUARE METHOD BERBASIS ANDROID,” *INFORMATIKA*, vol. 14, no. 1, pp. 86–93, 2022.
- [8] A. Zheng, *Offline Evaluation Mechanisms: Hold-Out Validation, Cross- Validation, and Bootstrapping*. 2015.