

Komparasi Metode Peramalan *Grey* dan *Grey-Markov* untuk mengetahui Peramalan PNBP di Universitas Udayana

I Dewa Nyoman Anom Manuaba¹, Ida Bagus Gede Manuaba², Made Sudarma³

[Submission: 29-12-2021, Accepted: 26-02-2022]

Abstract — Forecasting is the process of estimating a future value using data from the past or data from the present as a reference. Forecasting is a critical component of an organization's short- and long-term planning as a reference for management decision making. Identifying the data pattern in the time series data utilized is a crucial step in identifying the best forecasting approach for the data pattern. The Gray Prediction Model is a forecasting technique that can be used with partial data or a little amount of data. The Grey-Markov forecasting approach may be used to make very accurate forecasts using Udayana University education acceptance data, which is limited, with only five historical data and data patterns classed as horizontal data patterns with modest fluctuations.

Intisari — Teknik dalam memprediksikan suatu nilai pada masa mendatang berdasarkan data pada masa lampau ataupun data di masa sekarang sebagai acuan dapat disebut sebagai peramalan. Peramalan menjadi bagian yang sangat vital untuk sebuah organisasi sebagai acuan untuk pengambilan keputusan tingkat manajemen dalam perencanaan jangka pendek maupun jangka panjang suatu perusahaan. Penentuan pola dari data pada data deret waktu yang digunakan merupakan langkah terpenting dalam menentukan metode untuk peramalan yaitu dengan menyesuaikan pola data yang digunakan. Model Prediksi *Grey* merupakan salah satu metode peramalan dengan jumlah data yang tersedia sedikit dan data yang tidak lengkap atau data dengan jumlah yang tersedia sedikit. Data penerimaan pendidikan Universitas Udayana yang terbatas, yaitu hanya dengan lima data historis dan pola data yang tergolong pola data horizontal dengan fluktuasi rendah, dapat menggunakan metode peramalan *Grey-Markov* untuk menghasilkan peramalan yang sangat akurat.

Kata Kunci — Peramalan, Pola Data, *Grey*, *Grey-Markov*

I. PENDAHULUAN

Teknik dalam memprediksikan suatu nilai pada masa mendatang yang didasarkan pada data di masa lampau ataupun data pada masa kini sebagai acuan dapat disebut sebagai peramalan. [1][2][3][4][5][6][7][8][9]. Metode peramalan berdasarkan teknik penerapannya secara umum dibagi menjadi

2 (dua) pendekatan yaitu secara konvensional yang menggunakan perhitungan matematika serta menggunakan metode yang berdasarkan kecerdasan buatan [7]. Metode kualitatif dan metode kuantitatif merupakan dua kualifikasi dari pengkategorian metode peramalan [1][4][10][11]. Prediksi dengan data yang tidak dapat direpresentasikan dengan angka atau nilai secara eksplisit, berdasarkan informasi, pendapat, intuitif, perkiraan logis yang diperoleh seseorang disebut sebagai metode peramalan kualitatif. Prediksi berdasarkan data masa lalu yang dapat dibuat dalam bentuk angka disebut sebagai metode peramalan kuantitatif [10][11]. Model deret waktu dan model regresi merupakan model dari metode kuantitatif yang dibagi menjadi dua [1][11]. Model deret waktu atau bisa juga disebut time series dipengaruhi hubungan dengan satu atau lebih variabel [10]. Data historis yang kemudian dilakukan ekstrapolasi pola data dan model deret waktu meramalkan kondisi pada masa mendatang [3]. Variabel yang disusun berdasarkan urutan waktu atau variabel yang dikumpulkan dari kurun waktu ke waktu disebut dengan variabel *time series*. Waktu yang digunakan dapat berupa harian, minggu, bulan, tahun, maupun ukuran waktu lainnya [12]. *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), *Moving Average and Exponential Smoothing* disebut sebagai deret waktu (*time series*) klasik dan merupakan beberapa model dari deret waktu [1][13]. Melakukan analisis deret waktu memiliki tujuan agar dapat memprediksi peristiwa yang akan datang dengan memahami, menafsirkan dan mengevaluasi perubahan yang terjadi [14].

Peramalan menjadi bagian yang sangat vital untuk sebuah organisasi sebagai acuan untuk pengambilan keputusan tingkat manajemen dalam perencanaan jangka pendek maupun jangka panjang suatu perusahaan [2][15][16][17]. Meningkatnya peluang tercapainya investasi yang menguntungkan dapat dipengaruhi oleh ketepatan hasil peramalan bisnis karena semakin tinggi akurasi peramalan dalam suatu perusahaan, akan memberikan arah yang tepat dalam perencanaan pada perusahaan tersebut, seperti perencanaan penjualan barang, perencanaan produk unggulan dan pemasaran, perencanaan bidang keuangan, perencanaan produksi [2]. Peramalan dapat diterapkan pada berbagai bidang, seperti administrasi negara, pendidikan, meteorologi, geofisika, kependudukan, keuangan, ekonomi, pemasaran produk, produksi, dan riset operasional [11].

Penerimaan pada negara yang bukan penerimaan pajak biasa disebut dengan PNBP menurut UU RI No. 20 pada Tahun 1997 meliputi penerimaan atas pemanfaatan sumber daya alam, penerimaan atas pelayanan pemerintah, pendapatan

¹Staf Bagian Perencanaan Universitas Udayana, Mahasiswa Pasca Sarjana Program Studi Magister Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana, Gedung Pascasarjana Jalan P.B. Sudirman Denpasar-Bali 80232 INDONESIA Phone: (0361) 261182 / (0361) 255345; email: anom.manuaba@unud.ac.id

^{2, 3} Dosen Program Studi Magister Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana, Gedung Pascasarjana Jalan P.B. Sudirman Denpasar-Bali 80232 Phone: (0361) 261182 / (0361) 255345; email: ²ibgmanuaba@unud.ac.id, ³msudarma@unud.ac.id

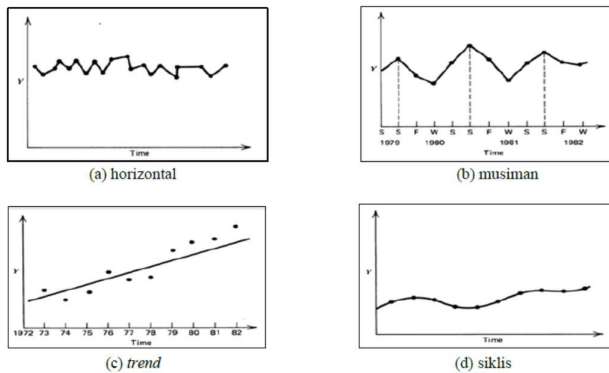


dari pengelolaan pendapatan pemerintah seperti kerjasama, pendapatan hasil pengelolaan dari asset yang dipisahkan, pendapatan atas hasil putusan yang merupakan pendapatan pemerintah Pusat yang bukan dari pendapatan pajak dan hasil penerimaan dari denda administrasi, penerimaan hak Pemerintah berupa hibah, serta penerimaan lainnya yang diatur oleh Undang-undang tersendiri [18].

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Pola Data

Penentuan pola dari data pada data deret waktu yang digunakan dalam penelitian merupakan langkah terpenting dalam memilih metode peramalan yang sesuai berdasarkan pola data yang digunakan. Empat jenis pola data yang dapat didefinisikan seperti yang terlihat pada Gambar 1, yaitu Pola Data Tipe Horizontal, Pola Data Tipe Musiman, Pola Data Tipe *Trend*, dan Pola Data Tipe Siklis [4][11]. Data yang stasioner terhadap nilai rata-ratanya atau berfluktuasi secara konstan di sekitar nilai rata-rata merupakan Pola Data Tipe Horizontal, seperti terlihat pada Gambar 1.a. Deret data yang terpengaruh oleh faktor musiman seperti kuartal tahunan, bulanan atau harian pada minggu-minggu tertentu disebut Pola Data Tipe Musiman, seperti terlihat pada Gambar 1.b. Pola Data Tipe *Trend* merupakan pola data yang terjadi bilamana terjadi kenaikan atau terjadi penurunan dalam jangka yang panjang, seperti terlihat pada Gambar 1.c. Sedangkan data yang disebut Pola Data Tipe Siklis adalah pola data yang dipengaruhi oleh fluktuasi nilai ekonomi jangka panjang memiliki hubungan dengan siklus suatu bisnis [4], seperti terlihat pada Gambar 1.d.



Gambar 1. Pola data (a) horizontal, (b) musiman, (c) *Trend*, dan (d) siklis

B. Tingkat Akurasi

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan salah satu model perhitungan yang dapat digunakan untuk menghitung tingkat akurasi suatu peramalan [1]. Evaluasi keakuratan suatu perkiraan populasi paling sering menggunakan metode MAPE sebagai pengukur tingkat akurasinya. Karena memberikan petunjuk seberapa besar nilai aktual atau nilai sebenarnya dibandingkan kesalahan peramalannya. Rata-rata persentase absolut kesalahan dinyatakan dengan metode MAPE dan lebih sering digunakan untuk membandingkan data yang mempunyai nilai skala interval waktu yang berbeda. Semakin kecil nilai MAPE, maka hasil peramalan dikatakan semakin akurat [19]. Perhitungan akurasi menggunakan MAPE dapat dilihat pada persamaan (1) [19][20][16][21].

$$MAPE = \left(\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y(t) - y'(t)}{y(t)} \right| \right) \times 100 \quad (1)$$

Nilai MAPE didapat dari penjumlahan total nilai aktual dikurangi nilai prediksi, kemudian dibagi dengan nilai aktual dan hasilnya dikalikan dengan 100, dimana $y(t)$ merupakan nilai aktual dan $y'(t)$ merupakan nilai prediksi. Hasil yang didapat merupakan nilai persentase MAPE yang menunjukkan tingkat akurasi. Nilai MAPE di bawah 10% berarti tingkat akurasi tergolong sangat akurat. Nilai MAPE berkisar antara 10% sampai 20% berarti tingkat akurasi tergolong akurat. Nilai MAPE berkisar antara 20% sampai 50% berarti tingkat akurasi tergolong kurang akurat dan nilai MAPE diatas 50% berarti tingkat akurasi tergolong tidak akurat, seperti terlihat pada Tabel 1.

TABEL I
TINGKAT AKURASI MAPE

MAPE (%)	Tingkat Akurasi
< 10	Sangat Akurat
10 - 20	Akurat
20 - 50	Kurang Akurat
> 50	Tidak Akurat

Sumber: [1][19][21]

C. Model Grey

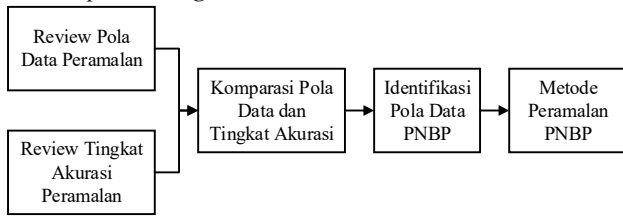
Model Prediksi *Grey* merupakan sebuah metode untuk melakukan peramalan yang dapat dilakukan dengan kelengkapan data yang tidak lengkap atau ketersediaan jumlah data yang sedikit [1][10][18][22][23][24][25]. Model ini menggunakan satu variabel penelitian di dalam persamaan diferensial orde satu [1]. Untuk menghasilkan peramalan yang valid, tidak dibutuhkan pertimbangan pada distribusi statistik apabila menggunakan model ini [10][22]. Dibutuhkan minimal empat data historis di dalam interval yang sama apabila menggunakan Model *Grey* dan tidak memerlukan seluruh data historis. Model ini memiliki fokus pada sampel data kecil untuk melakukan peramalan dimana data yang kurang lengkap dapat diatasi secara efektif [24]. Model *Grey* pada umumnya dikenal sebagai Model *Grey* (1,1), yang menunjukkan 1 jumlah variabel yang digunakan dan dilakukan 1 kali diferensial [18].

D. Model Grey-Markov

Model *Grey-Markov* adalah pengembangan dari Model *Grey* yang dikombinasikan dengan menerapkan analisis Rantai *Markov* [18][26]. Model *Grey-Markov* menggunakan konsep perpindahan keadaan dimana kepastian perubahan data dari waktu ke waktu tidak dapat dipastikan. Analisis Rantai *Markov* membantu menyelesaikan peramalan dari sifat ketidakpastian datanya pada Model *Grey* ini [18].

III. METODE PENELITIAN

Skematik penelitian pada penelitian ini dirancang dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu review pola data peramalan, review tingkat akurasi peramalan, komparasi pola data dan tingkat akurasi peramalan, identifikasi pola data PNBPN, dan menentukan metode peramalan PNBPN, seperti terlihat pada Gambar 2.



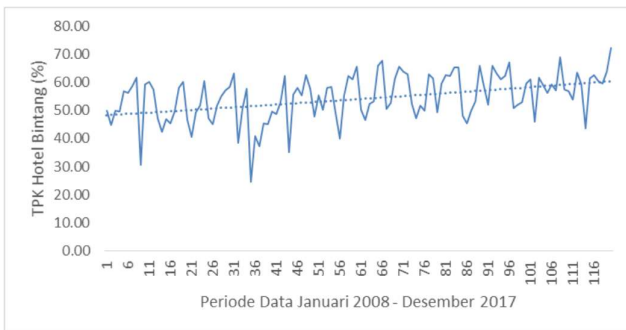
Gambar 2. Skematik Penelitian

Penelitian ini mengumpulkan referensi dari beberapa sumber mengenai peramalan dengan metode *Grey* dan *Grey-Markov*, melakukan *review* tipe pola data yang digunakan di dalam penelitiannya dan melakukan *review* tingkat akurasi yang didapat dari hasil penelitian yang dilakukan. Data tersebut kemudian dibandingkan sehingga dapat dilihat metode peramalan dan pola data yang digunakan, serta tingkat akurasi yang didapat dari penelitiannya. Selanjutnya melakukan identifikasi pola data PNBP di Universitas Udayana. Pola data tersebut dibandingkan dengan hasil *review* penelitian sebelumnya sehingga bisa didapatkan metode yang paling tepat untuk melakukan peramalan PNBP di Universitas Udayana.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Review Pola Data dan Tingkat Akurasi Peramalan

Penelitian pertama [20] yang didapatkan membahas tentang pengoptimalan parameter yang terdapat pada metode peramalan *Grey Holt – Winter Exponential Smoothing* dengan *Golden Section*. Penelitian ini menggunakan data Tingkat Penghunian Kamar (TPK) Hotel Bintang di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta periode Januari 2008 sampai Desember 2017 yang memiliki pola data *Trend* dan musiman dengan data sebanyak 116, seperti terlihat pada Gambar 3.



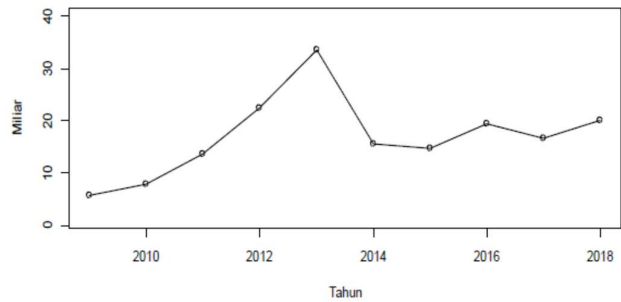
Gambar 3. Pola Data TPK Hotel DIY Januari 2008 - Desember 2017 [20]

Tingkat akurasinya dihitung menggunakan model MAPE. Hasil peramalannya didapatkan nilai MAPE sebesar 16,06% dengan menggunakan metode konvensional *Grey Holt Winter Exponential Smoothing*, sedangkan dengan metode *Grey Holt Winter Exponential Smoothing* dengan *Golden Section* didapatkan nilai MAPE sebesar 13,92%.

Penelitian kedua [1] membahas tentang peramalan penerimaan asli dari Daerah Provinsi Kalimantan Timur menggunakan Model *Grey-Markov* (1,1). Membentuk barisan data yang sesungguhnya merupakan tahap awal dalam

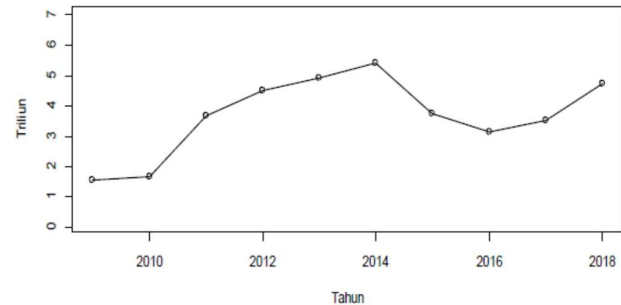
Anom Manuaba: Komparasi Metode Peramalan *Grey* ...

penelitian ini, tahap kedua menghitung nilai *Accumulated Generating Operation* (AGO), tahap ketiga menghitung nilai *Mean Generating Operation* (MGO), tahap keempat menentukan nilai dari parameter model *Grey* (1,1), tahap kelima menghitung nilai hasil prediksi model *Grey* (1,1), tahap selanjutnya dilakukan pengkombinasian hasil peramalan model *Grey* (1,1) dengan rantai Markov, sehingga menghasilkan model peramalan *Grey-Markov* (1,1). Variabel penerimaan yang digunakan, antara lain penerimaan retribusi dengan pola data seperti terlihat pada Gambar 4, penerimaan pajak dengan pola data seperti terlihat pada Gambar 5, penerimaan hpk dengan pola data seperti terlihat pada Gambar 6, dan penerimaan lain-lain dengan pola data seperti terlihat pada Gambar 7. Pola data penelitian ini berfluktuasi secara horizontal.



Gambar 4. Pola Data Penerimaan Retribusi [1]

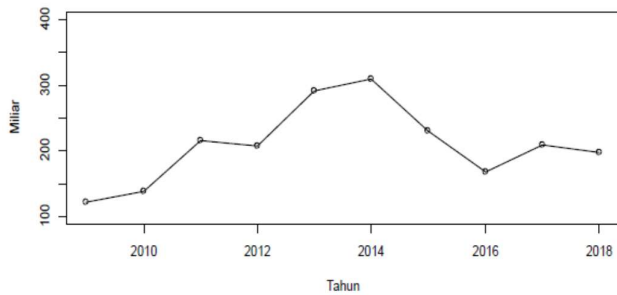
Pola data pada penerimaan retribusi, terlihat pada Gambar 4 menunjukkan pola data horizontal dengan fluktuasi yang tinggi karena pada tahun 2013 terjadi peningkatan yang cukup signifikan dan kembali ke garis horizontal pada tahun 2014.



Gambar 5. Pola Data Penerimaan Pajak [1]

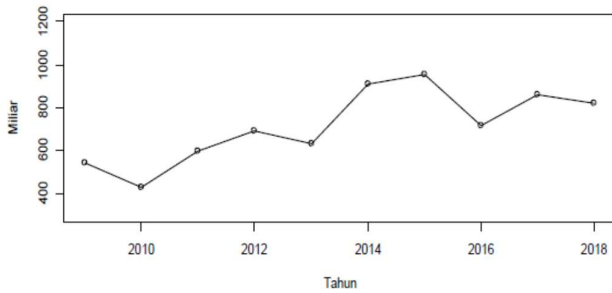
Pola data pada penerimaan pajak, terlihat pada Gambar 5 menunjukkan pola data horizontal dengan fluktuasi yang tinggi karena pada tahun 2014 terjadi peningkatan dan berangsur kembali ke garis horizontal mulai tahun 2015.





Gambar 6. Pola Data Penerimaan HPK [1]

Pola data pada penerimaan HPK, terlihat pada Gambar 6 menunjukkan pola data horizontal dengan fluktuasi yang rendah karena peningkatan dan penurunan nilai penerimaan setiap tahunnya tidak signifikan dari garis horizontalnya.

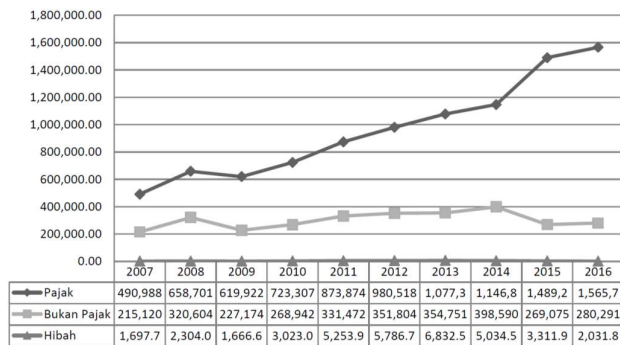


Gambar 7. Pola Data Penerimaan Lain-lain [1]

Pola data pada penerimaan lain-lain, terlihat pada Gambar 6 menunjukkan pola data horizontal dengan fluktuasi yang rendah karena peningkatan dan penurunan nilai penerimaan setiap tahunnya tidak signifikan dari garis horizontalnya.

Hasil penelitian mendapatkan variabel pajak dan variabel retribusi memiliki nilai MAPE $\leq 20\%$, yang berarti bahwa peramalan mendapatkan hasil yang akurat. Variabel hpk dan variabel lain lain mendapatkan hasil nilai MAPE $\leq 10\%$, artinya hasil peramalan sangat akurat.

Penelitian ketiga [18] membahas mengenai Model *Grey* (1,1) dan *Grey-Markov* pada peramalan penerimaan negara yang terrealisasi. Variabel penerimaan yang digunakan, antara lain penerimaan atas pajak, penerimaan yang bukan pajak, dan penerimaan atas hibah dengan pola data yang terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pola Data Penerimaan Pajak, Bukan Pajak, dan Hibah [18]

Pola data pada penerimaan pajak, terlihat pada Gambar 8 menunjukkan pola data *trend* meningkat karena nilai penerimaannya meningkat setiap tahunnya. Pola data pada penerimaan bukan pajak menunjukkan pola data horizontal dengan fluktuasi yang rendah karena peningkatan dan penurunan nilai penerimaan setiap tahunnya tidak signifikan dari garis horizontalnya. Penerimaan hibah juga memiliki pola data yang sama dengan penerimaan bukan pajak, yaitu menunjukkan pola data horizontal dengan fluktuasi yang rendah karena peningkatan dan penurunan nilai penerimaan setiap tahunnya tidak signifikan dari garis horizontalnya.

Hasil penelitian yang diperoleh pada peramalan realisasi penerimaan pajak. Jika dibandingkan, model *Grey-Markov* tidak lebih baik daripada model *Grey* dalam menunjukkan hasil peramalan. Data perubahan realisasi penerimaan pajak yang tidak terlalu berfluktuasi dari tahun ke tahun merupakan faktor penyebabnya, sehingga dengan menggunakan model *Grey* (1,1) dipandang sudah cukup memberikan hasil yang baik. Kedua model bisa digunakan untuk melakukan peramalan data dengan nilai yang tidak terlalu fluktuatif karena nilai absolut rata-rata dari relatif eror cukup kecil untuk model *Grey-Markov* dan selisih yang didapat tidak terlalu besar dibandingkan model *Grey* (1,1). Model *Grey-Markov* memberikan hasil yang lebih baik dalam meramalkan realisasi penerimaan bukan pajak dan hibah, dibandingkan model *Grey* (1,1). Data pada masing-masing jenis penerimaan cukup berfluktuasi yang menjadi faktor penyebabnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa secara umum model *Grey* (1,1) dan model *Grey-Markov* bisa digunakan untuk data dengan pola data yang tidak terlalu berfluktuasi dan model *Grey-Markov* memberikan hasil prediksi yang lebih baik apabila data yang digunakan memiliki nilai fluktuasi yang cukup besar.

B. Komparasi Pola Data dan Tingkat Akurasi

Perbandingan hasil penelitian dari referensi penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2. Pola data horizontal dengan fluktuasi data rendah, dapat dilakukan peramalan yang sangat akurat cukup dengan metode *Grey*. Pola data horizontal dengan fluktuasi data yang tinggi, dapat dilakukan peramalan dengan sangat akurat dengan metode *Grey* dengan kombinasi rantai Markov. Pola data *Trend* yang bersifat musiman, dengan metode *Grey Holt - Winter Exponential Smoothing* menghasilkan peramalan yang akurat.

TABEL II
PERBANDINGAN VARIABEL, METODE, POLA DATA, DAN AKURASI

Variabel	Metode	Pola Data	Keterangan	Akurasi
Tingkat Penghunian Kamar Hotel Bintang [20]	<i>Grey Holt - Winter Exponential Smoothing</i>	Trend dan Musiman	Trend Meningkat	Akurat
Penerimaan Retribusi [1]	<i>Grey-Markov</i>	Horizontal	Fluktuasi tinggi	Akurat
Penerimaan Pajak [1]	<i>Grey-Markov</i>	Horizontal	Fluktuasi tinggi	Akurat
Penerimaan Hpk [1]	<i>Grey-Markov</i>	Horizontal	Fluktuasi rendah	Sangat Akurat

Penerimaan Lain-lain [1]	Grey-Markov	Horizontal	Fluktuasi rendah	Sangat Akurat
Penerimaan Pajak [18]	Grey	Trend	Trend Meningkat	Sangat Akurat
Penerimaan Bukan Pajak [18]	Grey-Markov	Horizontal	Fluktuasi rendah	Sangat Akurat
Penerimaan Hibah [18]	Grey-Markov	Horizontal	Fluktuasi rendah	Sangat Akurat

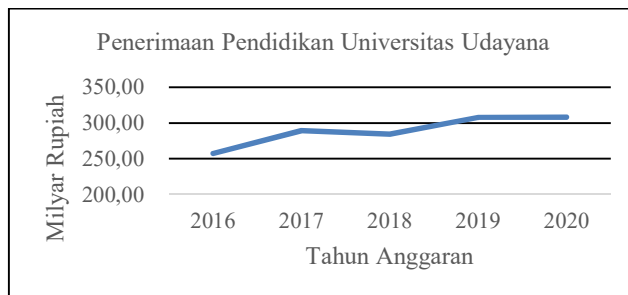
C. Identifikasi Pola Data PNBP di Universitas Udayana

Variabel PNBP pada Universitas Udayana antara lain penerimaan pendidikan, penerimaan kerjasama, penerimaan perbankan dan penerimaan jasa badan layanan umum. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah penerimaan pendidikan dari tahun 2016 sampai 2020 yang didapat dari Bagian Keuangan Universitas Udayana. Data penerimaan pendidikan Universitas Udayana tahun 2016 sampai 2020 dapat dilihat pada Tabel 3.

TABEL III
PENERIMAAN PENDIDIKAN UNIVERSITAS UDAYANA

	2016	2017	2018	2019	2020
Penerimaan Pendidikan (dalam milyar rupiah)	257	289	284	308	308

Penerimaan pendidikan Universitas Udayana tahun 2016 mencapai nilai 257 milyar rupiah, tahun 2017 mencapai nilai 289 milyar rupiah, tahun 2018 mencapai nilai 284 milyar rupiah, tahun 2019 dan 2020 mencapai nilai 308 milyar rupiah, dapat dilihat dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Penerimaan Pendidikan Universitas Udayana

Data penerimaan pendidikan Universitas Udayana tahun 2016 sampai 2020 dilihat dari grafik Gambar 9, termasuk ke dalam pola data horizontal karena memiliki kecenderungan di dalam garis horizontal yang sama dan dengan fluktuasi rendah karena mengalami peningkatan dan penurunan yang tidak signifikan dari garis horizontalnya.

V. KESIMPULAN

Komparasi pola data dan tingkat akurasi dari penelitian mengenai peramalan menggunakan metode *Grey* dan *Grey-Markov* menunjukkan bahwa data penelitian yang memiliki pola data horizontal dengan fluktuasi rendah, dengan menggunakan metode peramalan *Grey-Markov* akan menghasilkan peramalan dengan tingkat akurasi yang sangat akurat. Data penelitian yang Anom Manuaba: Komparasi Metode Peramalan *Grey* ...

memiliki pola data horizontal dengan fluktuasi tinggi, dengan menggunakan metode peramalan *Grey-Markov* akan menghasilkan peramalan dengan tingkat akurasi yang akurat. Data penelitian yang memiliki pola data *trend* dengan kecenderungan meningkat, dengan menggunakan metode peramalan *Grey* akan menghasilkan peramalan dengan tingkat akurasi yang sangat akurat.

Hasil identifikasi pola data PNBP di Universitas Udayana dengan data penelitian berupa data penerimaan pendidikan dari tahun 2016 sampai tahun 2020, mengarah pada pola data horizontal karena memiliki kecenderungan di dalam garis horizontal yang sama dan dengan fluktuasi rendah karena mengalami peningkatan dan penurunan yang tidak signifikan dari garis horizontalnya.

Pemilihan metode yang tepat untuk melakukan peramalan penerimaan pendidikan di Universitas Udayana berdasarkan data yang telah disampaikan, mengarah kepada metode *Grey-Markov*, karena data penerimaan pendidikan Universitas Udayana yang terbatas, yaitu hanya dengan lima data historis [24]. Pola data yang tergolong pola data horizontal dengan fluktuasi rendah, dapat menggunakan metode peramalan *Grey-Markov* untuk dapat menghasilkan peramalan yang sangat akurat [1][18].

REFERENSI

- [1] L. Latipah, S. Wahyuningsih, and S. Syaripuddin, "Peramalan Pendapatan Asli Daerah Provinsi Kalimantan Timur Menggunakan Model Grey-Markov (1,1)," *Jambura J. Math.*, vol. 1, no. 2, pp. 89–103, 2019, doi: 10.34312/jjom.v1i2.2347.
- [2] Ida Ayu Masyuni, "Peramalan Menggunakan Metode Holt-Winters Untuk Pengujian Kendaraan Bermotor (Studi Kasus: Pengujian Kendaraan Bermotor Kabupaten Tabanan)," *J. SPEKTRUM*, vol. 6, no. 3, pp. 27–34, 2019.
- [3] A. Aryati, I. Purnamasari, and Y. N. Nasution, "Peramalan dengan Menggunakan Metode Holt-Winters Exponential Smoothing (Studi Kasus: Jumlah Wisatawan Mancanegara yang Berkunjung Ke Indonesia) Forecasting using the method of Holt-Winters Exponential Smoothing (Case Study: Number of Foreign Tourists Visi)," *J. EKSPONENSIAL*, vol. 11, no. 1, pp. 99–105, 2020.
- [4] F. A. Widjajati and E. Fani, "Menentukan Penjualan Produk Terbaik di Perusahaan X Dengan Metode Winter Eksponensial Smoothing Dan Metode Event Based," *Limits J. Math. Its Appl.*, vol. 14, no. 1, pp. 25–35, 2017, [Online]. Available: <http://iptek.its.ac.id/index.php/limits/article/view/2127>.
- [5] W. Handoko, "Prediksi Jumlah Penerimaan Mahasiswa Baru Dengan Metode Single Exponential Smoothing (Studi Kasus: Amik Royal Kisanan)," *JURTEKSI (Jurnal Teknol. dan Sist. Informasi)*, vol. 5, no. 2, pp. 125–132, 2019, doi: 10.33330/jurteksi.v5i2.356.
- [6] Y. Asri and D. Permana, "Peramalan Penerimaan Pajak Negara Indonesia Tahun 2019 Menggunakan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Tipe Brown," *UNP J. Math.*, pp. 70–74, 2019, [Online]. Available: <http://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/mat/article/view/6321%0A> <http://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/mat/article/viewFile/6321/3228>.
- [7] I. G. N. R. D. Widhura, M. Sudarma, and R. S. Hartati, "Penentuan Target Pajak Kendaraan Bermotor Di Provinsi Bali Menggunakan ARIMA Dan Algoritma Genetik," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 17, no. 3, pp. 345–352, 2018, doi: 10.24843/mite.2018.v17i03.p07.
- [8] Y. Pramana, R. S. Hartati, and K. Oka Saputra, "Peramalan Penerbitan Ijin Mendirikan Bangunan Dengan Single Moving Average Dan Exponential Smoothing," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 18, no. 2, pp. 241–248, 2019, doi: 10.24843/mite.2019.v18i02.p13.
- [9] T. N. Putri, A. Yordan, and D. H. Lamkaruna, "Peramalan Penerimaan Mahasiswa Baru Universitas Samudra Menggunakan Metode Regresi



- Linear Sederhana,” *J-TIFA (Jurnal Teknol. Inform.,* vol. 2, no. 1, pp. 21–27, 2019.
- [10] A. Muqtadir, S. Suryono, and V. Gunawan, “The Implementation of Grey Forecasting Model for Forecast Result’s Food Crop Agricultural,” *Sci. J. Informatics*, vol. 3, no. 2, pp. 159–166, 2016, doi: 10.15294/sji.v3i2.7912.
- [11] D. A. Setiawan, S. Wahyuningsih, and R. Goejantoro, “Peramalan Produksi Kelapa Sawit Menggunakan Winter’s dan Pegel’s Exponential Smoothing dengan Pemantauan Tracking Signal,” *Jambura J. Math.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–14, 2020, doi: 10.34312/jjom.v2i1.2320.
- [12] R. Assakhiy, S. Anwar, and F. Ar, “Peramalan Realisasi Penerimaan Zakat Pada Baitulmal Aceh Dengan Mempertimbangkan Efek Dari Variasi Kalender,” *J. Ekon. dan Pembang.*, vol. 27, no. 2, pp. 27–45, 2019.
- [13] L. H. Zulkieflimansyah, Muhammad Nurjihadi, Diah Anggeraini Hasri, Nova Adhitya Ananda, “Proyeksi Dinamika Pendapatan Asli Daerah Nusa Tenggara Barat,” *J. Maneksi*, vol. 10, no. 2, pp. 231–245, 2021.
- [14] D. N. Adli, “Prediksi Harga Jagung Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Dengan Atau Tanpa Menggunakan Markov Chain,” *J. Nutr. Ternak Trop.*, vol. 4, no. 1, pp. 49–54, 2021, doi: 10.21776/ub.jnt.2021.004.01.6.
- [15] I. Fitri, M. S. K. Alam, and S. Subchan, “Perbandingan Metode ARIMA dan Exponential Smoothing pada Peramalan Harga Saham LQ45 Tiga Perusahaan dengan Nilai Earning Per Share (EPS) Tertinggi,” *Limits J. Math. Its Appl.*, vol. 14, no. 2, pp. 113–125, 2017, doi: 10.12962/limits.v14i2.3060.
- [16] Y. Surya Bhakti, A. Budiman Kusdinar, D. Asril, and A. Sunarto, “Model Peramalan Penerimaan Calon Mahasiswa Menggunakan Metode Regresi,” *J. Ilm. Komput.*, vol. 16, no. 2, pp. 113–120, 2020.
- [17] A. R. Lasri Nijal, Roki Hardianto, “Peramalan Penerimaan Karyawan PT. Cipta Persada Infrastruktur Menggunakan Monte Carlo,” *J. Sist. Inf.*, vol. 3, no. 2, pp. 98–115, 2020.
- [18] A. Ahdika, “Model Grey (1,1) dan Grey-Markov pada Peramalan Realisasi Penerimaan Negara,” *J. Fourier*, vol. 7, no. 1, pp. 1–12, 2018, doi: 10.14421/fourier.2018.71.1-12.
- [19] I. G. B. Ngurah Diksa, “Peramalan Gelombang Covid 19 Menggunakan Hybrid Nonlinear Regression Logistic – Double Exponential Smoothing di Indonesia dan Prancis,” *Jambura J. Math.*, vol. 3, no. 1, pp. 37–51, 2021, doi: 10.34312/jjom.v3i1.7771.
- [20] H. W. Tresnani, A. Sihabuddin, and K. Mustofa, “Optimasi Parameter Pada Metode Peramalan Grey Holt - Winter Exponential Smoothing Dengan Golden Section,” *Berk. MIPA*, vol. 25, no. 3, pp. 312–325, 2018.
- [21] D. I. Purnama and O. P. Hendarsin, “Peramalan Jumlah Penumpang Berangkat Melalui Transportasi Udara di Sulawesi Tengah Menggunakan Support Vector Regression (SVR),” *Jambura J. Math.*, vol. 2, no. 2, pp. 49–59, 2020, doi: 10.34312/jjom.v2i2.4458.
- [22] I. Sidiq, E. Febianti, and P. F. Ferdinant, “Peramalan Kebutuhan Konsumsi Listrik Menggunakan Grey Prediction Model,” *J. Tek. Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2013, [Online]. Available: <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jti/article/view/109>.
- [23] I. N. Z. S. M. Nurfitri Imro’ah, “Peramalan Harga Emas Batangan Menggunakan Metode Grey Double Exponential Smoothing,” *Bimaster Bul. Ilm. Mat. Stat. dan Ter.*, vol. 9, no. 4, pp. 497–504, 2020, doi: 10.26418/bbimst.v9i4.42280.
- [24] G. F. Fitri, F. Agustina, and R. Marwati, “Penerapan Metode Grey System Pada Peramalan Produk Olefins (Studi Kasus PT. Chandra Asri Petrochemical Tbk),” *EurekaMatika*, vol. 6, no. 2, pp. 52–63, 2018.
- [25] A. Fitro, Rudianto, and H. Prasetyo, “Implementasi Metode Grey Verhulst Untuk Mendukung Kebijakan Dalam Mengantisipasi Mahasiswa Dropout,” vol. 3, no. 02, pp. 180–187, 2021.
- [26] L. D. Immawan and A. Ahdika, “Comparison of Grey-Markov (1,1), Grey-Markov (2,1), and moving average methods in forecasting small sized data of the unit price of materials in batam,” *AIP Conf. Proc.*, vol. 2021, no. 2018, 2018, doi: 10.1063/1.5062783.