

PERAMALAN PENERIMAAN BEA BALIK NAMA KENDARAAN BERMOTOR DI PROVINSI BANGKA BELITUNG MENGGUNAKAN METODE *NEURAL NETWORK AUTOREGRESSIVE*

Muhamad Al Hafiz^{1*}, Nicu Rahmat Adil², Sri Ulina Kaban³, Danil⁴, Rolenci⁵, Izma Fahria⁶

^{1,2,3,4,5,6}Program Studi Matematika, Jurusan Sains dan Ilmu Formal, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bangka Belitung,
Balunijuk, Kabupaten Bangka, 33172, Indonesia

*Penulis Korespondensi: hafizdcl@gmail.com¹

Abstrak

Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor (BBNKB) adalah pajak yang dikenakan atas perubahan kepemilikan kendaraan bermotor, baik melalui transaksi jual beli, hibah, warisan, maupun peralihan lainnya. Perubahan ekonomi makro, kebijakan fiskal, inflasi, serta dinamika sosial masyarakat menyebabkan ketidakpastian dalam proyeksi pendapatan dari BBNKB. Diperlukan peramalan yang mampu memberikan gambaran tren masa depan berdasarkan pola historis. Metode *Neural Network AutoRegressive* (NNAR) dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola nonlinier dan musiman, serta tidak memerlukan asumsi statistik yang terlalu ketat. Penelitian ini menggunakan metode NNAR untuk melakukan peramalan terkait data Penerimaan BBNKB di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Metode NNAR mempertimbangkan kombinasi *lag* non-musiman, *lag* musiman, dan neuron di *hidden layer* dalam interval tertentu. Model NNAR optimum diperoleh berdasarkan nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) minimum sebesar 1.382.735.914 dengan model terbaik *p* (*lag* non-musiman) sebesar 3, *P* (*lag* musiman) sebesar 3, dengan *Size* (Neuron) sebesar 10. Model terbaik menunjukkan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) sebesar 2,28% yang menunjukkan bahwa model prediksi yang diperoleh memiliki akurasi yang sangat baik, berarti model NNAR yang digunakan akurat untuk melakukan peramalan Penerimaan BBNKB di Provinsi Bangka Belitung. Dengan model yang akurat dan akurasi peramalan yang sangat baik, sehingga dapat bermanfaat bagi berbagai pemangku kepentingan terkait penerimaan BBNKB di masa mendatang.

Kata Kunci: Peramalan, bea balik nomor kendaraan bermotor, *neural network autoregressive*.

Abstract

*Motor Vehicle Transfer Tax (BBNKB) was a tax imposed on changes in motor vehicle ownership, whether through sale and purchase transactions, grants, inheritance, or other transfers. Macroeconomic changes, fiscal policy, inflation, and social dynamics caused uncertainty in BBNKB revenue projections. Forecasting that can provide an overview of future trends based on historical patterns is needed. The Neural Network AutoRegressive (NNAR) method can be used to identify nonlinear and seasonal patterns, and does not require overly strict statistical assumptions. This study used the NNAR method to forecast BBNKB revenue data in the Bangka Belitung Islands Province. The NNAR method considered a combination of non-seasonal lags, seasonal lags, and neurons in the hidden layer within a certain interval. The optimal NNAR model was obtained based on a minimum RMSE (Root Mean Square Error) value of 1,382,735,914 with the best model *p* (non-seasonal lag) of 3, *P* (seasonal lag) of 3, and *Size* (Neuron) of 10. The best model showed a MAPE (Mean Absolute Percentage Error) value of 2.28%, which indicated that the prediction model obtained had excellent accuracy, meaning that the NNAR model used was accurate for forecasting BBNKB revenue in the Province of Bangka Belitung. With an accurate model and excellent forecasting accuracy, it was useful for various stakeholders related to BBNKB revenue in the future.*

Keywords: Forecasting, motor vehicle registration fee, *neural network autoregressive*.

Pendahuluan

Pembangunan daerah yang berkelanjutan sangat bergantung pada kemampuan suatu pemerintah daerah dalam mengelola sumber-sumber pendapatan secara efektif. salah satu pilar penting dalam pembiayaan pembangunan tersebut adalah Pendapatan Asli Daerah (PAD), yaitu pendapatan yang diperoleh daerah dari sumber-sumber dalam wilayahnya sendiri, yang digunakan untuk membiayai kegiatan pemerintah dan pelayanan publik secara mandiri (Kuncoro, 2018). PAD terdiri dari berbagai komponen, antara lain pajak daerah, retribusi daerah, hasil pengelolaan kekayaan daerah yang dipisahkan, dan lain-lain. Di antara komponen pajak daerah, pajak atas kendaraan bermotor dan BBNKB merupakan salah satu yang paling signifikan kontribusinya (Badan Pusat Statistik Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, 2023).

BBNKB adalah pajak yang dikenakan atas perubahan kepemilikan kendaraan bermotor, baik melalui transaksi jual beli, hibah, warisan, maupun peralihan lainnya. Pajak ini telah diatur dalam Undang-Undang No. 28 Tahun 2009 tentang Pajak Daerah dan Retribusi Daerah, dan dikelola langsung oleh pemerintah provinsi melalui Unit Pelaksana Teknis (UPT) Samsat. Di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, BBNKB memberikan kontribusi yang sangat besar terhadap PAD. Berdasarkan data dari Badan Keuangan Daerah Provinsi Bangka Belitung (2024), penerimaan BBNKB mengalami fluktuasi dari tahun ke tahun, meskipun secara umum menunjukkan tren meningkat. Fenomena ini selaras dengan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor di wilayah tersebut, yang tercermin dalam data Badan Pusat Statistik dan Laporan Tahunan Kepolisian Daerah.

Namun demikian, perubahan ekonomi makro, kebijakan fiskal, inflasi, serta dinamika sosial masyarakat menyebabkan ketidakpastian dalam proyeksi pendapatan dari BBNKB. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem peramalan (*forecasting*) yang dapat memberikan gambaran tren masa depan berdasarkan pola historis, sehingga dapat menjadi acuan dalam penyusunan APBD dan kebijakan fiskal daerah yang lebih akurat dan responsif (Makridakis, Spiliotis, & Assimakopoulos, 2018). Salah satu pendekatan peramalan modern yang dapat digunakan adalah model NNAR. Model ini merupakan bentuk jaringan saraf tiruan (*Artificial Neural Network*) yang dikembangkan khusus untuk data *time series*, dengan memanfaatkan nilai-nilai masa lalu sebagai input untuk memprediksi nilai masa depan (Hyndman & Athanasopoulos, 2018). Model NNAR unggul dalam mengidentifikasi pola nonlinier dan musiman, serta tidak memerlukan asumsi statistik yang terlalu ketat seperti pada model ARIMA klasik.

Penelitian ini memberikan kontribusi utama dalam bentuk penerapan metode NNAR untuk peramalan penerimaan BBNKB di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Berbeda dari penelitian sebelumnya yang umumnya menggunakan pendekatan linier seperti ARIMA atau regresi klasik, penelitian ini menggunakan pendekatan nonlinier yang mampu menangkap pola *fluktuasi* dan tren musiman secara lebih akurat. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah mengenai pemanfaatan metode NNAR dalam peramalan pendapatan daerah di Indonesia.

Kajian Teoritis dan Hipotesis

Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor (BBNKB)

BBNKB merupakan pajak daerah yang dikenakan atas penyerahan hak milik kendaraan bermotor akibat perjanjian dua pihak, perbuatan sepihak, maupun keadaan seperti jual beli, tukar menukar, hibah, atau warisan (Irsan, Sanjaya & Astari, 2024). Pajak ini dikelola oleh pemerintah provinsi dan dihitung berdasarkan Nilai Jual Kendaraan Bermotor (NJKB) yang telah ditetapkan secara resmi. BBNKB dibayarkan saat terjadi perubahan kepemilikan kendaraan guna memastikan legalitas dan ketertiban administrasi. Selain sebagai kewajiban perpajakan, pembayaran BBNKB juga penting untuk memperbarui data kendaraan agar sesuai dengan pemilik yang sebenarnya. Pajak ini berperan penting dalam meningkatkan Pendapatan Asli Daerah (PAD) karena menjadi salah satu sumber penerimaan utama dari sektor perpajakan daerah (Putri, Fauziyah & Srikalimah, 2024).

Forecasting

Peramalan merupakan proses memperkirakan nilai di masa yang akan datang berdasarkan data masa lampau yang telah diamati (Makridakis *et al.*, 2018). Dalam konteks keuangan daerah, peramalan berperan penting untuk mendukung penyusunan anggaran dan kebijakan fiskal yang berbasis data (Hyndman & Athanasopoulos, 2018). Model peramalan dapat bersifat linier seperti ARIMA atau nonlinier seperti *Neural Network*. Pemilihan model yang tepat bergantung pada pola data dan tingkat kompleksitas hubungan antar variabel.

Artificial Neural Network (ANN)

Artificial Neural Network (ANN) merupakan sebuah sistem yang melakukan pemrosesan informasi yang dirancang sedemikian rupa, sehingga menyerupai jaringan saraf biologis manusia (Fausett, 1994). Pendekatan ini dapat membantu manusia dalam berbagai bidang ilmu, antara lain pengolahan citra, peralatan sensor di rumah, tempat kerja, dan rumah sakit, metode peramalan statistik, dan lain-lain. Secara umum, ANN terdiri dari *input*, proses, dan *output* (Pontoh *et al.*, 2022). Secara umum, ANN terdiri dari tiga komponen utama, yaitu lapisan *input*, lapisan tersembunyi (*hidden layer*), dan lapisan *output*. Setiap neuron dalam jaringan berfungsi untuk memproses informasi dan menyesuaikan bobot berdasarkan kesalahan prediksi guna meningkatkan akurasi.

Neural Network Autoregressive (NNAR)

Metode *Neural Network Autoregressive* (NNAR) merupakan salah satu pendekatan dalam peramalan (*forecasting*) deret waktu yang menggabungkan model jaringan saraf tiruan (*Artificial Neural Network*) dengan pendekatan *Autoregressive* (AR). Model ini secara khusus dirancang untuk menangani data time series dengan memanfaatkan nilai historis dari variabel yang diamati sebagai *input* dalam jaringan saraf (Hyndman & Athanasopoulos, 2018). NNAR bekerja dengan membentuk struktur jaringan saraf yang terdiri dari tiga lapisan utama, yaitu lapisan *input*, lapisan tersembunyi (*hidden layer*), dan lapisan *output*. Keunggulan dari metode NNAR dibandingkan model *time series* konvensional seperti ARIMA adalah kemampuannya dalam menangkap pola non-linear dalam data dan tidak memerlukan asumsi stasioneritas secara ketat, sehingga lebih fleksibel dalam menangani data dengan tren atau pola musiman (Shahid, Zameer & Muneeb, 2020).

Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data penerimaan BBNKB di Kepulauan Bangka Belitung periode Januari 2015 sampai dengan Desember 2024. Data penerimaan BBNKB di Kepulauan Bangka Belitung diperoleh dari Badan Keuangan Daerah (BAKUDA) Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Selanjutnya metode yang digunakan merupakan metode NNAR merupakan model *feed-forward neural network* yang menggunakan data satu variabel dengan *lag* sebanyak p pada *input layer*. Kelebihan metode ini berupa kemampuannya dalam menangkap pola nonlinier dan hubungan kompleks dalam data deret waktu tanpa memerlukan asumsi *stasioneritas* yang ketat, dan lebih fleksibel dalam menyesuaikan bobot dan bias jaringan untuk meminimalkan kesalahan prediksi. Model ini dirancang untuk jaringan saraf *feed-forward* dengan estimasi y dan satu lapisan tersembunyi, dan dilambangkan dengan NNAR ($p, k, 1$), dengan k menyatakan jumlah neuron pada lapisan tersembunyi dan p adalah *lag* sebanyak p sebagai masukan, sedangkan angka 1 menyatakan banyaknya neuron pada lapisan *output* yang hanya berjumlah 1. Model yang digunakan untuk data musiman ditunjukkan sebagai model NNAR (p, P, k) m , yang mana P adalah *seasonal delays* dan m adalah durasi periode musiman. Untuk data musiman, model yang dipasang NNAR identik dengan ARIMA ($p, 0, 0$) ($P, 0, 0$) m . Persamaan di bawah ini menunjukkan hubungan keterkaitan antara model *output* dan *input*:

$$y_t = w_0 + \sum_{j=1}^h w_j g \left(w_{0j} + \sum_{i=1}^n w_{ij} y_{t-1} \right) + \varepsilon_t$$

Dengan keterangan w_{ij} ($i = 0, 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, h$) dan w_j ($j = 0, 1, 2, \dots, h$) menyatakan parameter atau bobot pada model; n adalah banyaknya neuron pada lapisan *input*; dan h menyatakan banyaknya neuron pada lapisan tersembunyi (*hidden layer*).

Pemilihan Model Terbaik

Dalam melakukan peramalan terdapat unsur ketidakpastian, sehingga perlu menghitung tingkat akurasi dalam sebuah peramalan (Yusril, Kusnandar, & Andani, 2024). Berbagai indikator akurasi yang sering digunakan dalam melakukan peramalan, antara lain RMSE (*Root Mean Square Error*) dan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) (Ardesfira *et al.*, 2022). RMSE merupakan sebuah metode penjumlahan kuadrat *error* atau selisih antara nilai riil dan nilai prediksi, dihitung dengan dikuadratkan *error*, dibagi dengan jumlah data rata-rata lalu diakarkan dengan persamaannya yakni (Chai & Draxler, 2014).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i)^2}$$

Uji Keakuratan Model

Uji keakuratan model yang digunakan dalam penelitian ini adalah MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). MAPE digunakan untuk menggambarkan besarnya kesalahan rata-rata antara data aktual dan hasil prediksi (Yanti, Sari, & Defiyanti, 2024). Ditunjukkan persamaan untuk menghitung MAPE, yakni:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i} \right] \times 100$$

Komponen dalam rumus tersebut adalah:

n : jumlah data yang diteliti

Y_i : nilai data aktual

\hat{Y}_i : nilai hasil prediksi

Pada MAPE, terdapat kategori persentase yang dibedakan menjadi beberapa kriteria. Semakin rendah nilai MAPE, maka semakin akurat pula prediksi yang dilakukan (Nurani, Setiawan & Susanto, 2023). Berikut merupakan kriteria nilai MAPE ditunjukkan pada Tabel 1.

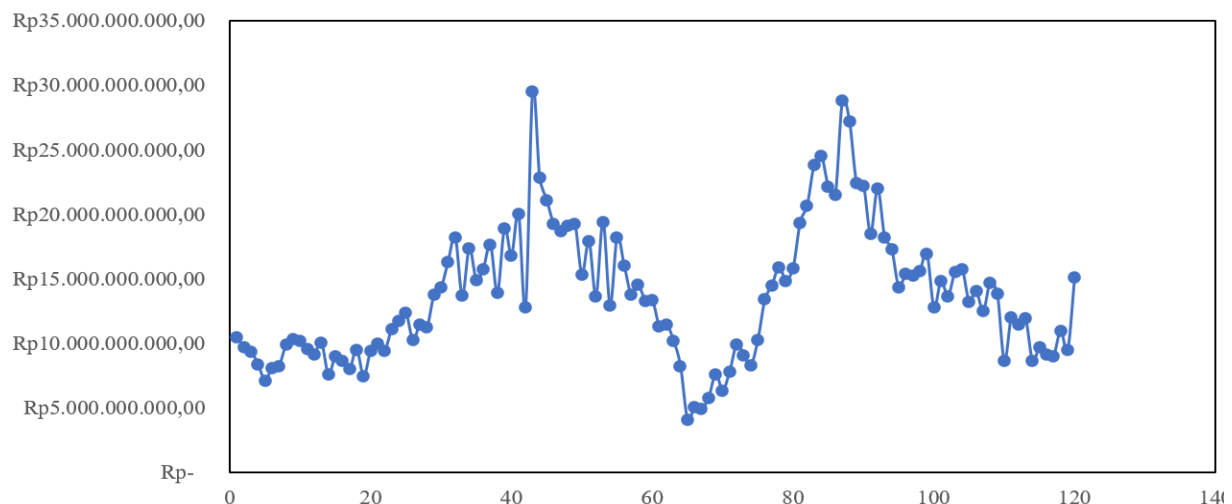
Tabel 1
Signifikansi Nilai MAPE

Nilai MAPE	Kemampuan Model
< 10%	Kemampuan Model Peramalan Sangat Baik
10% –20%	Kemampuan Model Peramalan Baik
20%–50%	Kemampuan Model Peramalan Layak
≥ 50%	Kemampuan Model Peramalan Buruk

Hasil dan Pembahasan

Statistika Deskriptif

Analisis deskriptif digunakan untuk melihat ciri-ciri dari data yang digunakan. Data tersebut diambil dari periode Januari 2015 hingga Desember 2024. Informasi berikut ini didasarkan pada grafik hubungan antara waktu dan Penerimaan BBNKB, seperti ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Plot grafik penerimaan BBNKB periode Januari 2015 – Desember 2024

Sumber: Badan Keuangan Daerah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, 2024

Berdasarkan Gambar 1 data BBNKB tahun 2015–2024, terlihat pola fluktuatif yang dipengaruhi faktor ekonomi, sosial dan eksternal seperti pandemi COVID-19. Nilai BBNKB meningkat stabil pada 2015–2019 dengan rata-rata kenaikan 8–12% per tahun, dari Rp 2,5 triliun menjadi Rp 4,2 triliun, seiring pertumbuhan ekonomi, penjualan kendaraan, dan urbanisasi. Tahun 2020 terjadi penurunan tajam sekitar 25–30% akibat pandemi yang menekan aktivitas ekonomi dan mobilitas, sehingga nilai turun menjadi Rp 3,0 triliun. Namun, sejak 2021 hingga 2024, BBNKB kembali meningkat 15–20% per tahun, mencapai Rp 5,5 triliun pada 2024, didorong oleh pemulihan ekonomi, kebijakan stimulus pemerintah, serta meningkatnya permintaan kendaraan bekas dan kendaraan listrik. Tabel 2 menunjukkan ringkasan statistik dari data penerimaan BBNKB mulai Januari 2015 sampai Desember 2024.

Tabel 2
Statistika Deskriptif Penerimaan BBNKB Periode Januari 2015 – Desember 2024

Kategori	BBNKB
<i>N</i>	120
<i>Minimum</i>	Rp 4.077.166.500
<i>Maximum</i>	Rp 29.520.605.500
<i>Mean</i>	Rp 13.700.000.000
Std. Deviasi	Rp 5127089503
Varians	Rp $2,629 \times 10^{19}$

Pemodelan NNAR

Pemilihan model NNAR optimal dilakukan dengan *trial–error* yang dimana akan menghasilkan nilai kombinasi *lag* non-musiman, *lag* musiman, dan neuron di *hidden layer* dalam interval tertentu hingga diperoleh nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) minimum, nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) yang terkecil dari hasil running model NNAR dengan nilai *p* (*lag* non-musiman) sebesar 3, *P* (*lag* musiman) sebesar 3, dan *Size* (Neuron) sebesar 10. Disajikan beberapa model terbaik yang terbentuk pada Tabel 3.

Tabel 3
Kombinasi Model NNAR

<i>p</i> (<i>lag</i> non-musiman)	<i>P</i> (<i>lag</i> musiman)	<i>Size</i> (Neuron)	RMSE
3	3	10	1.382.735.914
3	3	12	1.481.506.688
4	3	9	1.517.058.443
2	7	1	1.606.776.183
3	1	12	1.665.972.437
3	2	5	1.676.527.901
3	2	7	1.783.644.566
4	2	5	1.785.018.265
2	2	10	1.853.848.165
4	4	2	1.887.624.663

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa model terbaik dengan *p* (*lag* non-musiman) sebesar 3, *P* (*lag* musiman) sebesar 3, dengan *Size* (Neuron) sebesar 10, dan memiliki RMSE (*Root Mean Square Error*) minimum sebesar 1.382.735.914, sehingga model terbaik inilah yang akan digunakan untuk melakukan peramalan Penerimaan BBNKB

Model NNAR Terbaik

Model terbaik dipilih berdasarkan nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) minimum dari beberapa kombinasi *lag* non-musiman, *lag* musiman, dan neuron di *hidden layer* yang telah dilakukan sebelumnya dari model NNAR disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4
Model NNAR Terbaik

<i>p</i> (<i>lag</i> non-musiman)	<i>P</i> (<i>lag</i> musiman)	<i>Size</i> (Neuron)	RMSE
3	3	10	1.382.735.914

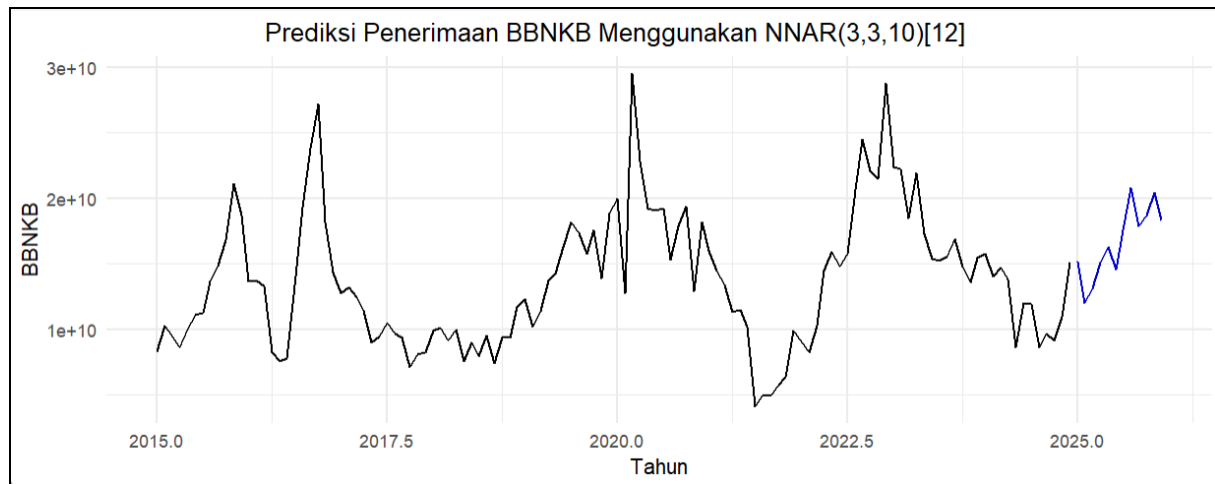
Berdasarkan Tabel 4 model NNAR terbaik memiliki nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) sebesar 1.382.735.914 dengan p (*lag non-musiman*) sebesar 3, P (*lag musiman*) sebesar 3, dan *Size* (Neuron) sebesar 10, sehingga angka ramalan Penerimaan BBNKB yang digunakan adalah hasil ramalan dari model NNAR terbaik.

Prediksi Penerimaan BBNKB

Hasil prediksi dari data penerimaan BBNKB di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung dengan menggunakan model NNAR dapat dilihat pada Tabel 5 BBNKB tertinggi diprediksi terjadi pada bulan Agustus 2025, dengan total Penerimaan BBNKB sebesar 20.840.331.724, dengan data Penerimaan BBNKB aktual dari bulan Januari 2015–Desember 2024. Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat grafik berupa prediksi Penerimaan BBNKB menggunakan NNAR untuk 1 tahun yang akan datang.

Tabel 5
Hasil Peramalan Penerimaan BBNKB Menggunakan Model NNAR

Tahun	Bulan	BBNKB
2025	Januari	Rp 15.186.276.131
	Februari	Rp 12.001.874.497
	Maret	Rp 13.103.718.264
	April	Rp 15.120.445.629
	Mei	Rp 16.315.048.630
	Juni	Rp 14.579.575.999
	Juli	Rp 17.599.501.872
	Agustus	Rp 20.840.331.724
	September	Rp 17.856.037.956
	Oktober	Rp 18.691.142.729
	November	Rp 20.456.749.743
	Desember	Rp 18.354.808.692



Gambar 2. Grafik prediksi penerimaan BBNKB menggunakan NNAR

Selanjutnya setelah didapatkan hasil peramalan Penerimaan BBNKB Menggunakan NNAR untuk 1 tahun yang akan datang diperlukan uji keakuratan model untuk mengetahui tingkat keakuratan model yang digunakan dalam peramalan. Uji keakuratan model penelitian ini menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*), hasilnya MAPE dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6
Nilai MAPE Hasil Prediksi

BBNKB	MAPE
NNAR (3, 3, 10) [12]	2,28%

Dilihat dari Tabel 6 diperoleh nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dalam memprediksi Penerimaan BBNKB dengan metode NNAR menunjukkan keakuratan model yang menghasilkan peramalan sangat baik.

Simpulan, Keterbatasan, dan Saran

Simpulan

Hasil analisis menunjukkan bahwa model NNAR dapat memprediksi Penerimaan BBNKB di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, dapat lebih akurat dengan menggunakan model NNAR (3, 3, 10) [12]. Selain itu, model NNAR (3, 3, 10) [12] juga memiliki nilai RMSE (Root Mean Square Error) terkecil di antara model NNAR lainnya sebesar 1.382.735.914. Hasil dari prediksi menggunakan metode NNAR menunjukkan prediksi yang akurat, dengan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) sebesar 2,28% yang termasuk dalam kategori peramalan yang sangat baik. Dengan model yang akurat, sehingga dapat bermanfaat bagi berbagai pemangku kepentingan terkait penerimaan BBNKB di masa mendatang.

Keterbatasan

Dalam penelitian yang dilakukan masih banyak keterbatasan yang terjadi seperti kurangnya jumlah data yang digunakan dan kurangnya variabel lain yang dapat mempengaruhi BBNKB, di mana dapat mempengaruhi akurasi hasil peramalan/prediksi. Penelitian ini juga hanya memperhitungkan satu variabel utama (BBNKB), tanpa mempertimbangkan faktor eksternal lain yang dapat memengaruhi BBNKB.

Saran

Adapun untuk penelitian selanjutnya perlu adanya pengembangan terkait jumlah data dan metode yang digunakan, seperti menggunakan metode *deep learning* lainnya yang lebih baik dalam melakukan peramalan/prediksi tuntuk data non-linear, serta menambahkan variabel lainnya yang mempengaruhi penerimaan BBNKB, sehingga memungkinkan hasil peramalan/prediksi yang diperoleh lebih akurat.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami ucapkan kepada dosen fasilitator dalam kegiatan magang kampus berdampak dalam membimbing penelitian ini sampai selesai dan ucapan terima kasih juga kepada pihak-pihak lain yang sudah berkontribusi dalam proses pembuatan jurnal.

Referensi

- Ardesfira, G., Zedha, H. F., Fazana, I., Rahmadhiyanti, J., Rahima, S., & Anwar, S. (2022). Peramalan nilai tukar rupiah terhadap dollar Amerika dengan menggunakan metode autoregressive integrated moving average (ARIMA). *Jambura Journal of Probability and Statistics*, 3(2), 71–84. <https://doi.org/10.34312/jjps.v3i2.15469>
- Badan Keuangan Daerah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. (2024). *Data penerimaan bea balik nama kendaraan bermotor (BBNKB) tahun 2015–2024* [Unpublished internal document]. Pangkalpinang, Indonesia.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. (2023). *Provinsi Kepulauan Bangka Belitung dalam angka 2023*. Pangkalpinang: Badan Pusat Statistik.
- Chai, T., & Draxler, R. R. (2014). Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)? – Arguments against avoiding RMSE in the literature. *Geoscientific Model Development*, 7(3), 1247–1250. <https://doi.org/10.5194/gmd-7-1247-2014>
- Fausett, L. V. (1994). *Fundamentals of neural networks: Architectures, algorithms, and applications*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: Principles and practice* (2nd ed.). Melbourne: OTexts.
- Irsan, M., Sanjaya, S., & Astari, N. (2024). Analisis efektivitas pajak kendaraan bermotor dan bea balik nama terhadap pendapatan asli daerah. *Jurnal Riset Akuntansi dan Bisnis*, 24(1), 81–86. <https://doi.org/10.30596/20012>
- Kuncoro, M. (2018). *Perencanaan pembangunan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Makridakis, S., Spiliotis, E., & Assimakopoulos, V. (2018). Statistical and machine learning forecasting methods: Concerns and ways forward. *PLOS ONE*, 13(3), e0194889. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194889>
- Nurani, A. T., Setiawan, A., & Susanto, B. (2023). Perbandingan kinerja regresi decision tree dan regresi linear berganda untuk prediksi BMI pada dataset Asthma. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, 6(1), 34–43. <https://doi.org/10.24246/juses.v6i1p34-43>

- Pontoh, R. S., Toharudin, T., Ruchjana, B. N., Gumelar, F., Putri, F. A., Agisya, M. N., & Caraka, R. E. (2022). Jakarta pandemic to endemic transition: Forecasting COVID-19 using NNAR and LSTM. *Applied Sciences*, 12(12), 5771. <https://doi.org/10.3390/app12125771>
- Putri, M. R., Fauziyah, F., & Srikalimah, S. (2024). Pengaruh tingkat efektivitas dan kontribusi PKB dan BBNKB terhadap pendapatan asli daerah. *Musyteri: Jurnal Manajemen, Akuntansi, dan Ekonomi*, 8(11), 101–110. <https://doi.org/10.8734/musyteri.v8i11.6069>
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2009 tentang Pajak Daerah dan Retribusi Daerah*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 130. Jakarta: Kementerian Sekretariat Negara.
- Shahid, F., Zameer, A., & Muneeb, M. (2020). Predictions for COVID-19 with deep learning models of LSTM, GRU and Bi-LSTM. *Chaos, Solitons & Fractals*, 140, 110212. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.110212>
- Yanti, F., Sari, B. N., & Defiyanti, S. (2024). Implementasi algoritma LSTM pada peramalan stok obat (Studi kasus: Puskesmas Beber). *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 8(4), 6082–6089. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i4.10068>
- Yusril, A., Kusnandar, D., & Andani, W. (2024). Perbandingan metode ARIMA dan NNAR untuk meramalkan suhu udara di Kota Pontianak. *Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya (BIMASTER)*, 13(2), 277–284. <https://doi.org/10.26418/bbimst.v13i2.77243>