

## Aplikasi *Radial Basis Function Network* (Rbfn) Pada Prediksi Jumlah Penduduk Kabupaten Banjarnegara

Cherryana Cesta Sandira<sup>1</sup>, Noor Sofiyati<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Matematika, Universitas Jenderal Soedirman

Jl. DR. Soeparno No.61, Kec. Purwokerto Utara, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah 53122

Email: [cherryana.sandira@mhs.unsoed.ac.id](mailto:cherryana.sandira@mhs.unsoed.ac.id)<sup>1</sup>, [noor.sofiyati@unsoed.ac.id](mailto:noor.sofiyati@unsoed.ac.id)<sup>2</sup>

Korespondensi penulis : [noor.sofiyati@unsoed.ac.id](mailto:noor.sofiyati@unsoed.ac.id)

Submitted : 14 April 2025

Accepted : 12 Agustus 2025

Published : 13 Agustus 2025

### Abstrak

Kabupaten Banjarnegara memiliki tantangan dalam mengantisipasi pertumbuhan jumlah penduduk guna mendukung perencanaan kebijakan yang lebih efektif dan sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi jumlah penduduk di Kabupaten Banjarnegara dengan menggunakan metode *Radial Basis Function Network* (RBFN), yaitu salah satu jenis jaringan syaraf tiruan yang efektif dalam menangani data non-linier. Data yang digunakan merupakan data historis jumlah penduduk selama 10 tahun terakhir yang kemudian dibagi menjadi data latih dan data uji untuk melatih model RBFN. Model ini dievaluasi menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk mengukur tingkat akurasi hasil prediksi. Berdasarkan hasil analisis, metode RBFN menunjukkan kemampuan yang baik dalam memprediksi jumlah penduduk dengan tingkat akurasi yang tinggi. Hasil prediksi menunjukkan jumlah penduduk Kabupaten Banjarnegara pada tahun 2024 sebanyak 1.059.211 jiwa dengan nilai MAPE 0.391033%. Informasi yang dihasilkan diharapkan dapat mendukung perencanaan pembangunan yang lebih efektif dan efisien.

**Kata Kunci:** prediksi penduduk, deret waktu, jaringan syaraf tiruan.

### Abstract

Banjarnegara regency faces challenges in anticipating population growth to support more effective and community-centered policy planning. This study aims to predict the population of Banjarnegara regency using the *Radial Basis Function Network* (RBFN) method, a type of artificial neural network that is effective in handling nonlinear data. The data used includes historical population figures from the past 10 years, which were divided into training and testing sets for the RBFN model. This model is evaluated using the *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) to measure prediction accuracy. Based on the analysis results, the RBFN method demonstrates good capability in predicting population numbers with a high level of accuracy. According to the forecasting results, the population of Banjarnegara Regency is predicted to be 1,059,211 in 2024 with a MAPE value of 0.391033%. The information is expected to support more effective and efficient development planning.

**Keywords:** population forecasting, time series, artificial neural network.

## 1. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk yang cukup tinggi merupakan salah satu masalah yang dihadapi oleh Indonesia saat ini [1]. Seiring dengan besarnya jumlah penduduk, kepadatan penduduk juga terus meningkat dan menyebabkan permasalahan seperti kemiskinan, pengangguran, dan kualitas sumber daya manusia yang masih rendah. Pengendalian pertumbuhan penduduk merupakan hal penting sebagai dasar dalam perencanaan ataupun sasaran pembangunan di segala bidang pada masa yang akan datang. Jumlah penduduk suatu wilayah dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk tingkat kelahiran, tingkat kematian, migrasi dan faktor-faktor sosial ekonomi lainnya. Data tentang jumlah penduduk biasanya dikumpulkan dan dicatat oleh lembaga statistik atau badan pemerintah terkait untuk tujuan perencanaan pembangunan, kebijakan publik, penelitian sosial, dan pengambilan keputusan [2].

Berkurang atau bertambahnya jumlah penduduk di suatu daerah berperan penting karena data jumlah penduduk dapat dijadikan sebagai penunjang dalam perencanaan pembangunan. Pertumbuhan penduduk yang tinggi dianggap sebagai penghambat pembangunan oleh sebagian ahli ekonomi [3]. Jumlah penduduk di Kabupaten Banjarnegara berdasarkan sensus penduduk yang dilakukan BPS, dari tahun 2014 – 2023 terus meningkat secara signifikan. Untuk mengetahui jumlah penduduk di masa yang akan datang dapat dilakukan dengan melakukan peramalan yang bertujuan untuk memprediksi jumlah penduduk pada tahun berikutnya. Prediksi merupakan metode yang digunakan untuk memperkirakan suatu kejadian masa depan berdasarkan data historis sebagai upaya untuk mengambil suatu keputusan yang lebih baik [4]. Prediksi jumlah penduduk dapat dijadikan sebagai acuan untuk menganalisis kebutuhan lapangan pekerjaan serta pembangunan untuk masa selanjutnya [2]. Penelitian tentang prediksi penduduk pernah dilakukan oleh [5] dengan metode estimasi regresi linear berganda. Kemudian oleh [6] menggunakan *Single Moving Average* dan [7] menggunakan metode *Box-Jenkins* untuk memprediksi jumlah penduduk. Selain itu prediksi penduduk juga pernah dilakukan oleh [8] menggunakan metode *exponential smoothing* dan [9] menggunakan analisis *time series* untuk prediksi jumlah penduduk miskin di Kabupaten Cilacap. Kabupaten Banjarnegara memiliki tantangan dalam mengantisipasi pertumbuhan jumlah penduduk guna mendukung perencanaan kebijakan yang lebih efektif dan sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Dalam penelitian ini, digunakan metode *Radial Basis Function Network* (RBFN) untuk memprediksi jumlah penduduk Kabupaten Banjarnegara tahun 2024 karena pertumbuhan penduduk tidak mengikuti tren linier, misalnya dipengaruhi faktor kompleks seperti migrasi, kebijakan pemerintah, atau bencana alam sehingga metode RBFN dapat menangkap hubungan non-linier tersebut lebih baik.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Data dan sumber data

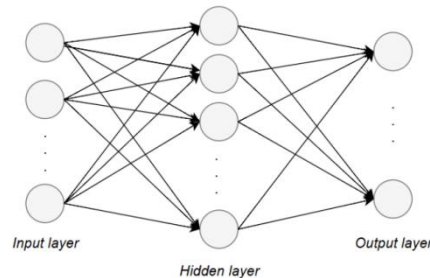
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data bulanan jumlah penduduk setiap kecamatan di Kabupaten Banjarnegara tahun 2014 sampai dengan tahun 2023. Data diperoleh dari Buku Banjarnegara dalam Angka tahun 2015-2024 [10].

## 2.2 Metode dan Langkah Analisis Data

Metode yang digunakan untuk memprediksi jumlah penduduk Banjarnegara adalah metode *Radial Basis Function Network*.

### 2.2.1 Metode RBFN

*Radial Basis Function Network* (RBFN) merupakan sebuah metode dalam jaringan saraf tiruan yang memanfaatkan fungsi aktivasi berbasis radial. Metode ini sering digunakan untuk menyelesaikan masalah klasifikasi serta prediksi atau peramalan [11]. RBFN mentransformasikan input secara *non-linear* menggunakan fungsi aktivasi Gaussian pada lapisan tersembunyi sebelum diproses secara linier pada lapisan output [12]. RBFN merupakan arsitektur jaringan syaraf tiruan yang dikenal sangat cepat dalam melakukan proses pembelajaran atau *training* data [11]. RBFN memiliki arsitektur yang relatif sederhana dengan tiga lapisan utama yaitu lapisan input, lapisan tersembunyi atau *hidden layer* yang berisi *neuron* dengan fungsi dasar radial, dan lapisan *output* [12]. Jumlah *neuron* pada *output layer* sama dengan jumlah data target. Arsitektur RBFN digambarkan seperti berikut [13].



Gambar 1. Arsitektur RBFN

Output dari setiap *neuron* pada *hidden layer* dihitung dengan menggunakan fungsi *radial basis Gaussian* berikut [13] :

$$G(\|x - \mu_i\|) = \exp\left(-\frac{\|x - \mu_i\|^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

Keterangan:

$x$  : sampel pelatihan

$\mu_i$  : pusat dari *neuron* ke- $i$  pada hidden layer

$\sigma$  : lebar penyebaran *neuron* atau *spread*

Sedangkan *neuron output* didefinisikan oleh fungsi penjumlahan berikut [13] :

$$Y(x) = \sum_{i=1}^n w * G(\|x - \mu_i\|) + b \quad (2)$$

Di mana  $b$  adalah bobot bias dan  $w$  adalah vektor bobot yang dihitung menggunakan rumus  $W = (G^T G)^{-1} G^T d$ , dengan  $d$  adalah vektor target dari *training* data.

Dalam pemrograman RBFN, setiap iterasi akan membentuk 1 *neuron*. *Neuron* yang memiliki total *error* terkecil akan diterima sebagai *neuron* baru. Kemudian *error* pada jaringan akan diperiksa kembali, jika *error* jaringan sudah cukup kecil maka iterasi dihentikan. Tetapi jika *error* jaringan masih cukup besar, maka akan ditambahkan *neuron* berikutnya, demikian seterusnya [14].

Keunggulan utama dari RBFN adalah kemampuannya dalam menangani data yang memiliki pola *non-linear*, sehingga cocok digunakan dalam prediksi yang kompleks seperti prediksi jumlah penduduk. Jaringan syaraf tiruan dengan metode RBFN memiliki kelebihan yaitu komputasi kecepatan iterasi jika dibandingkan dengan metode jaringan syaraf tiruan lainnya [15]. Metode ini mampu menghasilkan prediksi yang lebih akurat, terutama ketika data inputnya mencakup banyak variabel

### 2.2.2 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE merupakan nilai rata-rata perbedaan absolut yang ada diantara nilai dari prediksi dan nilai realisasi yang disebutkan sebagai hasil persentase dari nilai relalisasi [16]. MAPE mengukur seberapa besar rata-rata kesalahan (*error*) dalam bentuk persentase dari nilai aktual. MAPE sering digunakan karena menghasilkan angka yang lebih intuitif dan mudah dipahami dalam konteks seberapa jauh prediksi menyimpang dari nilai sebenarnya. Rumus untuk menghitung nilai MAPE adalah sebagai berikut [17]:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} \times 100 \% \quad (3)$$

dengan keterangan:

$Y_t$  : nilai aktual pada periode t

$\hat{Y}_t$  : nilai peramalan untuk periode t

$n$  : banyaknya data

Nilai MAPE yang diperoleh, kemudian dikonversi ke dalam kriteria MAPE sesuai dengan [18] pada tabel di bawah ini :

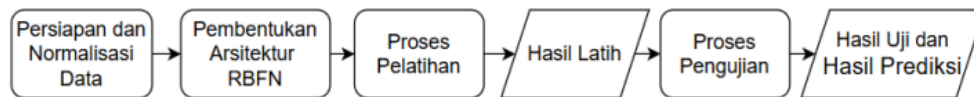
**Tabel 1. Kriteria MAPE**

| Nilai MAPE (%)      | Hasil Prediksi |
|---------------------|----------------|
| $0 \leq MAPE < 10$  | Sangat akurat  |
| $10 \leq MAPE < 20$ | Akurat         |
| $20 \leq MAPE < 50$ | Kurang akurat  |
| $MAPE \geq 50$      | Tidak akurat   |

### 2.2.3 Analisis data

Langkah-langkah yang dilakukan dalam analisis data adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan data jumlah penduduk ;
2. Menormalisasi data agar perhitungannya tidak terlalu besar. Normalisasi data pada rentang nilai 0 sampai dengan 1;
3. Pembentukan arsitektur RBFN;
4. Menyiapkan data latih dan target latih;
5. Mulai proses pelatihan data sehingga memperoleh hasil latih;
6. Menyiapkan data uji dan target uji, kemudian dilakukan pengujian untuk melihat hasil dari proses pelatihan sehingga diperoleh hasil uji;
7. Diperoleh hasil prediksi dari hasil pelatihan dan pengujian;
8. Hasil latih, hasil uji, dan hasil prediksi disajikan dalam bentuk grafik dan tabel.



Gambar 2. Flowchart untuk prediksi dengan metode RBFN

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Menyiapkan Data

Data yang digunakan yaitu jumlah penduduk di Banjarnegara tahun 2014-2023 yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 2. Data jumlah penduduk tahun 2014-2023

| Kecamatan    | Tahun |       |     |       |
|--------------|-------|-------|-----|-------|
|              | 2014  | 2015  | ... | 2023  |
| Susukan      | 60221 | 53607 | ... | 64997 |
| Klampok      | 46603 | 41237 | ... | 49246 |
| Mandiraja    | 64477 | 64918 | ... | 81411 |
| Purwanegara  | 70098 | 68053 | ... | 85123 |
| Bawang       | 52601 | 55105 | ... | 65420 |
| Banjarnegara | 58430 | 66734 | ... | 70332 |
| Pagedongan   | 35452 | 34858 | ... | 43586 |
| Sigaluh      | 29500 | 30077 | ... | 32640 |
| Madukara     | 40903 | 42517 | ... | 46982 |
| Banjarmangu  | 39695 | 42140 | ... | 47537 |
| Wanadadi     | 28726 | 29138 | ... | 34520 |
| Rakit        | 49842 | 47131 | ... | 55171 |
| Punggelan    | 70049 | 73906 | ... | 89659 |
| Karangkoar   | 27839 | 29435 | ... | 32257 |
| Pagentan     | 35926 | 35577 | ... | 38844 |
| Pejawaran    | 41619 | 41268 | ... | 45334 |
| Batur        | 37283 | 38179 | ... | 41477 |
| Wanayasa     | 44782 | 46298 | ... | 51562 |
| Kalibening   | 43578 | 41430 | ... | 47636 |
| Pandanarum   | 60221 | 53607 | ... | 64997 |

#### 3.2 Normalisasi Data

Data yang diolah pada kasus ini merupakan data yang cukup besar, untuk memudahkan perhitungan komputasi dilakukan normalisasi data antara 0 sampai dengan 1 menggunakan persamaan berikut:

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij}-b}{a-b} \quad (4)$$

dengan  $i = 1, 2, \dots, 10$  dan  $j = 1, 2, \dots, 20$ .

Keterangan:

$X'_{ij}$  : data hasil normalisasi

- $X_{ij}$  : data asli atau data awal
- $a$  : nilai maksimum data asli
- $b$  : nilai minimum data asli
- $i$  : banyaknya tahun
- $j$  : banyaknya kecamatan

### 3.3 Pembentukan arsitektur RBFN

Pembangunan model jaringan RBFN pada prediksi *time series* dengan *software* Matlab menggunakan parameter-parameter, yaitu *spread* atau parameter penyebaran, *neuron*, toleransi kesalahan, dan fungsi pelatihan atau *training function*.

### 3.4 Menentukan data latih dan target latih

Data latih yang akan digunakan adalah data jumlah penduduk dari tahun 2014 sampai 2021. Data latih diambil dari data ke-1 sampai data ke-179 yang merupakan data jumlah penduduk seluruh kecamatan di Kabupaten Banjarnega dari Januari tahun 2014 sampai bulan November 2022 [10]. Dari data latih tersebut akan diperoleh target latih berupa data ke-21 sampai dengan data ke-180 yang merupakan jumlah penduduk seluruh kecamatan di Kabupaten Banjarnegara pada tahun 2015-2022. Proses pelatihan akan membantu program dalam mengenali pola dari data yang ada. Pada tabel 3 ditunjukkan pola data latih dan target latih yang akan digunakan.

**Tabel 3. Pola data latih dan target latih**

| Pola | Data Latih                   | Target Latih |
|------|------------------------------|--------------|
| 1    | Data ke-1 s.d. data ke-20    | Data ke 21   |
| 2    | Data ke-2 s.d. data ke-21    | Data ke 22   |
| 3    | Data ke-3 s.d. data ke-22    | Data ke 23   |
| ⋮    | ⋮                            | ⋮            |
| 160  | Data ke-160 s.d. data ke-179 | Data ke 180  |

### 3.5 Menentukan data uji dan target uji

Pada saat menentukan data uji dan target uji, jumlah penduduk diprediksi berdasarkan data yang sudah ada. Data uji diambil dari data ke-161 sampai data ke-199 supaya diperoleh target uji berupa data ke-181 sampai dengan data ke-200 yang merupakan jumlah penduduk seluruh kecamatan di Kabupaten Banjarnegara pada tahun 2023. Pada proses pengujian, target uji digunakan untuk memastikan hasil pengujian. Berikut tabel pola data uji dan target uji:

**Tabel 4. Pola data uji dan target uji**

| Pola | Data uji                     | Target uji  |
|------|------------------------------|-------------|
| 1    | Data ke-161 s.d. data ke-180 | Data ke-181 |
| 2    | Data ke-162 s.d. data ke-181 | Data ke-182 |
| 3    | Data ke-163 s.d. data ke-182 | Data ke-183 |
| ⋮    | ⋮                            | ⋮           |
| 160  | Data ke-180 s.d. data ke-199 | Data ke-200 |



Dari beberapa nilai *spread* yang telah diambil secara acak dengan bantuan *software* Matlab, diperoleh hasil seperti yang tampak pada tabel berikut :

**Tabel 5. Uji coba nilai *spread***

| <b>Spread</b> | <b>error</b> |
|---------------|--------------|
| 0.6           | 0.639308     |
| 0.9           | 1.065482     |
| 1.3           | 0.391033     |
| 2             | 1.528228     |
| 2.2           | 1.49519      |

Dari percobaan tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengaruh *spread* bersifat acak. Peningkatan nilai *spread* cenderung mengurangi risiko *underfitting*. Namun jika nilainya terlalu besar, model mungkin kehilangan kemampuan untuk menangkap pola spesifik dalam data atau dengan kata lain mengalami *overfitting* [19]. Oleh karena itu, pemilihan nilai *spread* harus dilakukan dengan hati-hati. Dari data tersebut maka digunakan nilai *spread* 1.3 karena memiliki nilai *error* terkecil. Selanjutnya adalah uji coba dari jumlah *neuron* yang terlihat pada tabel berikut :

**Tabel 6. Uji coba jumlah *neuron***

| <b>Jumlah <i>neuron</i></b> | <b>Error</b> |
|-----------------------------|--------------|
| 2                           | 1.42548      |
| 10                          | 0.391033     |
| 15                          | 0.53274      |

Jika jumlah *neuron* tersembunyi terlalu sedikit maka model tidak cukup kompleks untuk menangkap pola dalam data yang dapat menyebabkan *underfitting*. Namun jika jumlah *neuron* terlalu banyak maka dapat menyebabkan *overfitting*. Dari data tersebut, digunakan *neuron* dengan *error* terkecil yaitu sebanyak 10 *neuron*. Dari program Matlab yang telah dijalankan, diperoleh hasil ujinya seperti yang disajikan pada tabel berikut:

**Tabel 7. Data hasil uji**

| <b>Kecamatan</b> | <b>Data Asli</b> | <b>Hasil Uji</b> | <b>MAPE</b> |
|------------------|------------------|------------------|-------------|
| Susukan          | 64997            | 61493            | 5.391018    |
| Klampok          | 49246            | 48751            | 1.005158    |
| Mandiraja        | 81411            | 79219            | 2.692511    |
| Purwanegara      | 85123            | 84101            | 1.200616    |
| Bawang           | 65420            | 64564            | 1.308468    |
| Banjarnegara     | 70332            | 72172            | 2.616163    |
| Pagedongan       | 43586            | 43505            | 0.185839    |
| Sigaluh          | 32640            | 34496            | 5.686275    |
| Madukara         | 46982            | 47491            | 1.083394    |
| Banjarmangu      | 47537            | 47741            | 0.429139    |
| Wanadadi         | 34520            | 36032            | 4.38007     |
| Rakit            | 55171            | 54714            | 0.828334    |
| Punggelan        | 89659            | 95286            | 6.276001    |

|             |       |       |          |
|-------------|-------|-------|----------|
| Karangkobar | 32257 | 32455 | 0.61382  |
| Pagentan    | 38844 | 40650 | 4.649367 |
| Pejawaran   | 45334 | 46093 | 1.67424  |
| Batur       | 41477 | 41155 | 0.776334 |
| Wanayasa    | 51562 | 49989 | 3.050696 |
| Kalibening  | 47636 | 46124 | 3.17407  |
| Pandanarum  | 23492 | 25290 | 7.653669 |

### 3.6 Hasil prediksi jumlah penduduk

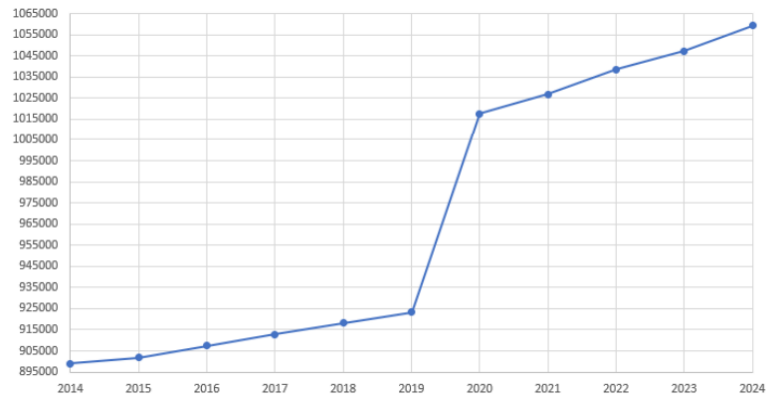
Hasil prediksi jumlah penduduk di Kabupaten Banjarnegara tahun 2024 berdasarkan output yang dihasilkan dari *software* Matlab menggunakan metode RBFN ditampilkan pada tabel berikut :

**Tabel 8. Data Hasil Prediksi**

| Kecamatan    | Jumlah Penduduk |
|--------------|-----------------|
| Susukan      | 59887           |
| Klampok      | 48469           |
| Mandiraja    | 78069           |
| Purwanegara  | 84136           |
| Bawang       | 64524           |
| Banjarnegara | 75695           |
| Pagedongan   | 43637           |
| Sigaluh      | 36730           |
| Madukara     | 47433           |
| Banjarmangu  | 48459           |
| Wanadadi     | 37012           |
| Rakit        | 54934           |
| Punggelan    | 101530          |
| Karangkobar  | 32751           |
| Pagentan     | 41475           |
| Pejawaran    | 45388           |
| Batur        | 40971           |
| Wanayasa     | 47574           |
| Kalibening   | 45356           |
| Pandanarum   | 25181           |
| Total        | 1059211         |

Diperoleh hasil prediksi jumlah penduduk Kabupaten Banjarnegara pada tahun 2024 sebanyak 1059211 jiwa. Berdasarkan hasil prediksi, pada beberapa kecamatan terjadi kenaikan jumlah penduduk, sedangkan pada beberapa kecamatan lainnya mengalami penurunan jumlah penduduk.





**Gambar 3. Grafik jumlah penduduk Kabupaten Banjarnegara**

Dari grafik dapat dilihat bahwa jumlah penduduk di Kabupaten Banjarnegara mengalami kenaikan dari 1.051.321 jiwa di tahun 2023 menjadi 1.059.211 jiwa di tahun 2024.

#### 4. Kesimpulan

Metode RBFN menghasilkan prediksi jumlah penduduk Kabupaten Banjarnegara sebanyak 1.059.211 jiwa dengan MAPE 0.391033% (kategori sangat akurat). Penelitian selanjutnya dapat dilakukan kombinasi RBFN dengan teknik lain seperti integrasi RBFN dengan metode dekomposisi sinyal atau dengan LSTM/GRU (jika data berbasis *time-series* panjang).

#### Daftar Pustaka

- [1] A. P. Sari, G. Rahmadini, H. Carlina, M. I. Ramadan, and Z. E. Pradani, "Analisis Masalah Kependudukan Di Indonesia.," *J. Econ. Educ.*, vol. 2, no. 1, pp. 29-37., 2023, [Online]. Available: <https://online-journal.unja.ac.id/JEec/article/view/23180>
- [2] S. Khotijah, S. Samaniyah, L. Sarifah, and F. Faisol, "Peramalan Jumlah Penduduk Kecamatan Pragaan Menggunakan Metode Statistical Staight Line," *Zeta - Math J.*, vol. 8, no. 2, pp. 55-59, 2023, doi: 10.31102/zeta.2023.8.2.55-59.
- [3] A. Azulaidin, "Pengaruh Pertumbuhan Penduduk Terhadap Pertumbuhan Ekonomi," *Juripol*, vol. 4, no. 1, pp. 30-34, 2021, doi: 10.33395/juripol.v4i1.10961.
- [4] R. N. Gurianto, I. Purnamasari, and D. Yuniarti, "Peramalan Jumlah Penduduk Kota Samarinda dengan Menggunakan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda dan Tripel dari Brown," *J. Eksponensial*, vol. 7, no. 1, Mei 2016, pp. 23-32, 2016.
- [5] P. Kurniawan *et al.*, "Prediksi Jumlah Penduduk Jakarta Selatan Menggunakan Metode Regresi Linear Berganda," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 10, no. 4, p. 518, 2022, doi: 10.26418/justin.v10i4.48331.
- [6] Mira tania, Ruri Ashari Dalimunthe, and Sri Rezki Maulina Azmi, "Penerapan Metode Single Moving Average Untuk Memprediksi Jumlah Pertumbuhan Penduduk," *Decod. J. Pendidik. Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 2, pp. 452-465, 2024, doi: 10.51454/decode.v4i2.490.
- [7] E. N. Sari and T. Mahatma, "Peramalan Jumlah Penduduk Kabupaten Semarang dengan Metode Box-Jenkins," *J. Stat. dan Apl.*, vol. 5, no. 1, pp. 71-79, 2021.
- [8] I. Maemanah, N. Sofiyati, U. Purwokerto-Jl Sultan Agung No, P. Selatan, and J.

- Tengah, "Peramalan Jumlah Penduduk Desa Pandak Tahun 2022 Dengan Metode Exponential Smoothing Forecasting the Number of Population of Pandak Village in 2022 Using Exponential Smoothing Method," *Sci.Line*, vol. 2, pp. 97–105, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.unupurwokerto.ac.id/index.php/sciline>
- [9] R. Aspriyani and N. Istikaanah, "Analisis time series untuk memprediksi jumlah penduduk miskin di Cilacap," *Delta-Pi J. Mat. dan Pendidik. Mat.*, vol. 12, no. 2, pp. 61–75, 2023, doi: 10.33387/dpi.v12i2.6707.
- [10] "Kabupaten Banjarnegara Dalam Angka 2024 - Badan Pusat Statistik Kabupaten Banjarnegara." Accessed: Jul. 28, 2025. [Online]. Available: <https://banjarnegarakab.bps.go.id/id/publication/2024/02/28/af2dd9a8f8e3365a5342a130/kabupaten-banjarnegara-dalam-angka-2024.html>
- [11] V. Wahyuningrum, "Penerapan Radial Basis Function Neural Network dalam Pengklasifikasian Daerah Tertinggal di Indonesia," *J. Apl. Stat. Komputasi Stat.*, vol. 12, no. 1, p. 37, 2020, doi: 10.34123/jurnalasks.v12i1.250.
- [12] I. Ambarwati, "Metode Radial Basis Function Neural Network (RBFNN) untuk Peramalan Kunjungan Wisatawan dengan Perbandingan Kombinasi Fungsi Pelatihan. PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika 6," *Prisma*, vol. 6, pp. 687–693, 2023, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/>
- [13] T. Sitamahalakshmi, A. V. Babu, M. Jagadeesh, and K. V. V. C. Mouli, "Performance Comparison of Radial Basis Function Networks and," no. February, 2016.
- [14] B. Warsito, H. Yasin, and A. R. Hakim, "Komputasi Model Generalized Space Time Autoregressive–Radial Basis Function Network (Gstar-Rbfn)," *Pros. Semin. Nas. VARIANSI*, pp. 60–66, 2020.
- [15] F. Azmi, "Analisis Learning Jaringan Rbf (Radial Basis Function Network) Pada Pengenalan Pola Alfanumerik," *J. TIMES*, vol. 5, no. 2, pp. 32–34, 2017, doi: 10.51351/jtm.5.2.2016554.
- [16] 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.
- [17] V. Reis and Q. Leithardt, "Insulators Using Enhanced Time Series Forecasting Models," pp. 1–22, 2022.
- [18] 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, Mar. 2020, doi: 10.34312/jjom.v2i2.4458.
- [19] Simon Haykin, "Neural Networks - A Comprehensive Foundation - Simon Haykin.pdf," 2005.