

Artificial Neural Network Model for Estimating the Poor Population in Indonesia as an Effort to Alleviate Poverty

Febiola Putri, Atus Amadi Putra*, Yenni Kurniawati, Zamahsary Martha

Departemen Statistika, Universitas Negeri Padang, Indonesia

* Corresponding author: atusamadiputra@fmipa.unp.ac.id

Submitted : 12 Februari 2024

Revised : 29 Mei 2024

Accepted : 30 Mei 2024

ABSTRACT

Forecasting the poverty rate in Indonesia is one of the activities that is considered to be able to help various parties, such as being able to help the government in planning more effective and efficient poverty alleviation programs. In this study, forecasting the poverty rate in Indonesia was carried out using the backpropagation artificial neural network method. The purpose of this research is to model and predict the poverty rate using the backpropagation artificial neural network model, and to determine the accuracy of the forecasting results produced by this method. This research is an applied research. The data used is annual data on poverty in Indonesia from 2017-2021. The data is then divided into two parts, namely training data and test data. The results show that the best artificial network model is BP (7,7,2) with 7 neurons in the input layer, 7 neurons in the hidden layer, and 2 neurons in the output layer. The accuracy of this model is good with a MAPE value of 0.07633%. The forecasting results in the next period show that the highest number of poor people is East Java province with a value of 3604.1698 thousand people in the first semester (March) of 2022 and has increased in the second semester period (September) of 2022 with a value of 3698.822 thousand people.

Keywords: *Backpropagation Artificial Neural Network, Forecasting, Poverty Level.*



This is an open access article under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2022 by author and Universitas Negeri Padang.

I. PENDAHULUAN

Kemiskinan adalah keadaan kekurangan barang makanan, sandang, papan dan air minum yang umumnya dimiliki penduduk. Kemiskinan adalah masalah yang cukup serius di Indonesia. Masalah utama yang coba diatasi keadaan kemiskinan saat ini tidak lepas dari distribusi pertumbuhan ekonomi yang tidak merata. Kemiskinan juga berarti kurangnya akses terhadap pendidikan dan pekerjaan yang dapat menyelesaikan masalah kemiskinan dan mencapai rasa hormat yang layak bagi seorang warga negara (Sudiar, 2017).

Kemiskinan dapat disebabkan oleh empat alasan: pertama, rendahnya tingkat pendidikan. Rendahnya tingkat pendidikan menghambat pribadi dan membatasi kesempatan kerja. Pendidikan penting ketika bersaing untuk mendapatkan pekerjaan tersedia. Tingkat pendidikan yang rendah juga membatasi kemampuan untuk mengidentifikasi dan memanfaatkan peluang. Kedua, kesehatan yang buruk. Kesehatan dan pola makan yang buruk mengurangi kesehatan fisik, keterampilan berpikir dan inisiatif. Ketiga, terbatasnya lapangan kerja. Terbatasnya kesempatan kerja memperburuk kemiskinan di bidang pendidikan dan kesehatan. Keempat, kondisi karantina. Banyak masyarakat miskin yang tidak berdaya secara ekonomi karena terisolasi dan terpencil (Nizar, 2013).

Kemiskinan memiliki dampak negatif sebagai berikut: pertama, meningkatkan angka kriminalitas di suatu daerah. Artinya, orang miskin seringkali ingin kebutuhan dasarnya dipenuhi dengan cara apapun, termasuk melalui kriminal. Kedua, angka kematian meningkat, masyarakat miskin akan sulit memperoleh kesehatan yang memadai, yang akan menyebabkan meningkatnya angka kematian penduduk. Ketiga adalah menerima pendidikan tertutup. Orang miskin tidak mampu membiayai pendidikan yang cukup tinggi untuk memperparah kemiskinan di suatu wilayah atau negara. Keempat, tingkat pengangguran meningkat. Orang miskin sulit mendapatkan pendidikan yang layak. Oleh karena itu, akan sulit bagi orang miskin untuk bersaing mendapatkan pekerjaan. Kelima, timbul konflik antar

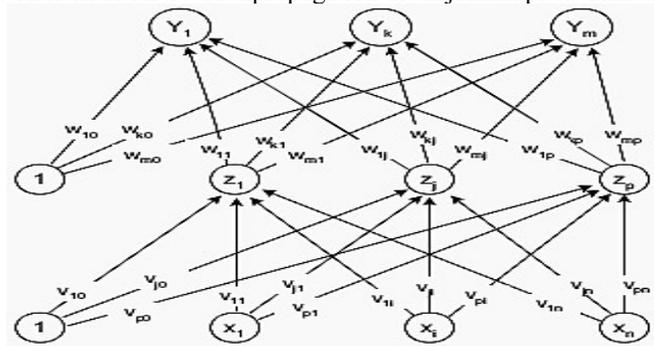
masyarakat. Pembagian sosial menimbulkan konflik dalam kehidupan sosial karena menimbulkan kecemburuan (Wulandari, 2022). Pada Gambar 1 ditampilkan gambar data kemiskinan di Indonesia tahun 2017-2021.



Gambar 1. Data Penduduk Miskin di Indonesia Tahun 2017-2021

Berdasarkan Gambar 1, kita dapat melihat perubahan jumlah penduduk miskin di Indonesia pada tahun 2017 hingga tahun 2021. Upaya pemerintah dan masyarakat untuk terus mengentaskan kemiskinan semakin membuahkan hasil yang positif. BPS mencatat jumlah penduduk miskin terendah pada September 2019 sebanyak 24,79 juta orang atau 9,22%. Jumlah penduduk miskin tertinggi terjadi pada bulan Maret 2017 sebanyak 27,77 juta jiwa atau sebesar 10,64%. Upaya pengentasan kelaparan dan kemiskinan dilakukan untuk mewujudkan cita-cita bangsa yaitu mewujudkan masyarakat adil dan makmur. Aspek penting untuk mendukung strategi pengentasan kemiskinan adalah tersedianya data kemiskinan yang akurat (BPS, 2021).

Peramalan adalah suatu kegiatan yang bertujuan untuk meramalkan seakurat mungkin kejadian-kejadian yang akan terjadi di masa yang akan datang (Montgomery, 2015 : 1). Perkembangan teknologi saat ini semakin pesat, sehingga memungkinkan manusia dapat dengan mudah, efektif dan efisien melakukan segala aktivitas yang sulit dilakukan manusia. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah jaringan saraf tiruan (ANN). ANN adalah model *nonlinier* yang melacak struktur dan fungsi otak manusia serta neuronnnya untuk menyelesaikan masalah kompleks dengan lebih cepat dan dengan tingkat kesalahan yang lebih rendah. ANN dapat digunakan di berbagai bidang termasuk pemodelan, analisis deret waktu, pengenalan pola, pemrosesan sinyal, dan kontrol sistem. Model JST lebih efektif dalam peramalan data deret waktu dibandingkan model *nonlinier*. Hal ini berbeda dengan model ARIMA, karena ARIMA mengasumsikan bahwa data mempunyai model *linier* sehingga mungkin kurang tepat jika diterapkan pada data *nonlinier*. Arsitektur ANN backpropagation di tunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Arsitektur jaringan saraf tiruan backpropagation

Arsitektur ANN backpropagation mencakup tiga jenis lapisan, yaitu lapisan input (menerima informasi), lapisan tersembunyi (mengumpulkan bobot, menghubungkan lapisan input dan output) dan lapisan output (yang menghasilkan output), yang terdiri dari n blok input (plus bias), blok p merupakan bagian dari unit lapisan tersembunyi (plus bias), dan m blok merupakan unit dari lapisan output. Dalam arsitektur jaringan, bobot merupakan koneksi antar neuron (Siang, 2005: 2). Berdasarkan arsitektur ANN propagasi balik yang dilatih, jaringan BP (n, p, m) akan digunakan

sebagai model prediksi. Keunggulan yang utama dari sistem ANN adalah adanya kemampuan untuk belajar dari contoh yang diberikan atau data training, sedangkan untuk kelemahan utamanya dari ANN yaitu dibutuhkan pelatihan untuk pengoperasiannya dan dibutuhkan waktu yang lama untuk memproses ANN.

II. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data tersebut merupakan data kemiskinan tiap provinsi di Indonesia periode 2017 hingga 2021 sebanyak 340 observasi. Data tersebut berasal dari Badan Pusat Statistik. Perangkat lunak yang digunakan adalah Rstudio dengan paket *Neuralnet*.

Langkah analisis penelitian ini diawali dengan mempersiapkan data yang akan digunakan, khususnya data penduduk miskin di Indonesia tahun 2017 hingga tahun 2021, dan melakukan data mining untuk menemukan deskripsi dan mengidentifikasi pola dalam data. Oleh karena itu, datanya harus dinormalisasi terlebih dahulu. Normalisasi data bertujuan untuk memfasilitasi pemrosesan dengan menskalakan data mentah tanpa kehilangan konten data. Normalisasi sering digunakan untuk menghilangkan data yang tidak diinginkan. Normalisasi yang digunakan pada penelitian ini adalah normalisasi minmax sehingga data berkisar antara 0 sampai 1. Rumusnya adalah sebagai berikut (Wahyuni dkk, 2021).

$$x_i' = \frac{0.8(x_i - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})} + 0.1$$

Keterangan:

x_i' : nilai data kemiskinan di Indonesia pada waktu ke-t yang telah dinormalisasi

x_i : nilai data kemiskinan di Indonesia pada waktu ke-i

x_{\min} : nilai data kemiskinan di Indonesia terendah

x_{\max} : nilai data kemiskinan di Indonesia tertinggi

Kemudian data tersebut dibagi menjadi 50% data training dan 50% data testing. Selanjutnya menentukan lapisan input dan output. Penentuan jumlah unit input layer tersebut didasarkan pada jumlah semester yang ada dalam satu periode (tahun) yakni 7 semester dalam empat tahun. Sehingga unit input layer ($x_i, i = 1, 2, 3, \dots, 7$) yang akan digunakan berjumlah dengan ($y_{t-1} + y_{t-2} + \dots + y_{t-7}$). Namun jika data yang digunakan adalah data perhari, maka dapat dilakukan sistem trial and error dalam menentukan unit inputnya dengan terlebih dahulu mengecek batas jumlah lag yang signifikan dengan menggunakan bantuan grafik PACF.

Dalam menentukan jumlah lapisan tersembunyi atau jumlah neuron pada setiap lapisan tersembunyi, tidak ada aturan baku mengenai jumlah tersebut, sehingga tidak ada batasan jumlah yang digunakan. Sedangkan lapisan output merupakan nilai penduduk miskin di Indonesia pada periode ke t. Selanjutnya membangun arsitektur ANN dari neuron masukan dan keluaran terlebih dahulu menentukan jumlah lapisan tersembunyi dan jumlah neuron pada lapisan tersembunyi. Neuron yang ditugaskan pada setiap lapisan diterapkan secara iteratif ke algoritma propagasi mundur hingga model yang diinginkan diperoleh. Setelah mendapatkan jaringan berdasarkan prosedur validasi menggunakan data pengujian untuk mendapatkan model terbaik. Validasi model dapat dihitung menggunakan metrik kesalahan prediksi seperti persentase kesalahan absolut rata-rata (MAPE). Semakin rendah nilai MAPE yang diperoleh maka semakin baik mode yang digunakan untuk prediksi. Nilai MAPE dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Montgomery dkk, 2015: 67).

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \times 100\%$$

MAPE mempunyai rentang nilai yang bisa digunakan sebagai ukuran kualitas model dalam prediksi. Tabel 1 menunjukkan kisaran MAPE sebagai berikut.

MAPE	Akurasi Peramalan
<10%	Sangat Baik

MAPE	Akurasi Peramalan
10-20%	Baik
20-50%	Cukup
>50%	Tidak Baik

Setelah mendapatkan model yang optimal, maka model tersebut akan digunakan untuk memprediksi data penduduk miskin di Indonesia.

Terdapat tiga tahap dalam proses pelatihan *backpropagation*, tahap pertama adalah *feedforward* dari masukan pelatihan. Langkah kedua adalah menghitung dan *backpropagation* dari kesalahan terkait. Langkah ketiga adalah menyesuaikan bobot untuk meminimalkan kesalahan. Ketiga langkah ini diulangi hingga kondisi terminasi terpenuhi. Langkah-langkah proses pelatihan jaringan *backpropagation* adalah sebagai berikut (Fausett, 1994 : 294).

Langkah 0. Inisialisasi bobot secara acak, konstanta laju pelatihan (α), toleransi kesalahan, atau nilai bobot (jika menggunakan nilai bobot sebagai kondisi penghentian) atau atur epoch maksimum (jika menggunakan epoch sebagai kondisi spesifik).

Langkah 1. Hingga kondisi berhenti tercapai, lakukan langkah 2 hingga 9.

Feedforward (umpan maju)

Langkah 3. Setiap neuron masukan x_i ($i=1,2,3,\dots,n$) menerima sinyal masukan dan meneruskannya ke semua jaringan pada lapisan di sebelumnya. Pada penelitian ini x_i merupakan nilai data kemiskinan tiap semester yang telah dinormalisasi.

Langkah 4. Setiap neuron pada lapisan tersembunyi, jumlahkan dengan:

$$z_{in_j} = \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} + v_{0j} \cdot \text{Kemudian hitung fungsi aktivasi : } z_j = f(z_{in_j}) = \frac{1}{1 + e^{-z_{in_j}}} \text{ dan sebarkan ke semua neuron pada lapisan didepannya.}$$

Langkah 5. Setiap neuron pada lapisan output, jumlahkan dengan: $y_{in_j} = \sum_{i=1}^n z_j w_{jk} + w_{0k}$. Kemudian hitung fungsi

$$\text{aktivasi : } y_k = f(y_{in_k}) = \frac{1}{1 + e^{-y_{in_k}}}$$

Backpropagation of error

Langkah 6. Menghitung galat (δ) pada setiap jaringan lapisan keluaran:

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k})$$

$$f'(y_{in_k}) = f(y_{in_k})[1 - f(y_{in_k})]$$

$$\text{Menghitung kenaikan nilai bobot (untuk menghitung } w_{jk} \text{): } \Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j$$

$$\text{Menghitung kenaikan nilai bobot neuron bias (untuk menghitung } w_{0k} \text{): } \Delta w_{0k} = \alpha \delta_k$$

Langkah 7. Menghitung galat (δ) pada masing-masing jaringan lapisan tersembunyi:

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}) = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} f'(z_{in_j})$$

$$f'(z_{in_j}) = f(z_{in_j})[1 - f(z_{in_j})]$$

$$\text{Menghitung kenaikan nilai bobot (untuk menghitung } v_{ij} \text{): } \Delta v_{ij} = \alpha \delta_j y_i$$

$$\text{Menghitung kenaikan nilai bobot neuron bias (untuk menghitung } v_{0j} \text{): } \Delta v_{0j} = \alpha \delta_j$$

Perubahan bobot

Langkah 8. Melakukan perubahan pada semua bobot antara lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran:

$$w_{jk}(\text{new}) = w_{jk}(\text{old}) + \Delta w_{jk}$$

$$w_{0k}(\text{new}) = w_{0k}(\text{old}) + \Delta w_{0k}$$

Melakukan perubahan pada semua bobot antara *input layer* dan *hidden layer*:

$$v_{ij}(new) = v_{ij}(old) + \Delta v_{ij}$$

$$v_{0j}(new) = v_{0j}(old) + \Delta v_{0j}$$

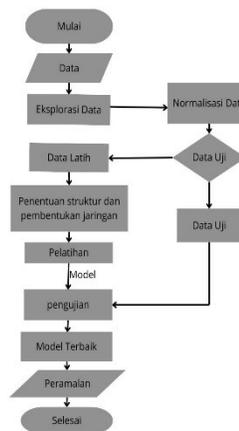
Langkah 9. Kondisi dihentikan ketika sama dengan jumlah maksimum *iterasi* pelatihan atau jika error yang diperoleh lebih kecil dari *error* yang ditentukan.

Model ANN dari algoritma backpropagation sistematis adalah sebagai berikut (Adebeyi dkk, 2014).

$$y_t = w_0 + \sum_{j=1}^p w_j \cdot g \left(v_{0j} + \sum_{i=1}^n v_{ij} \cdot y_t - i \right) + \varepsilon_t$$

Dimana, v_{ij} ($i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, p$) dan w_j ($j=1, 2, \dots, p$) merupakan bobot penghubung, p merupakan banyak neuron pada lapisan masukan dan q adalah jumlah neuron lapisan tersembunyi.

Berikut diagram alir penelitian ini disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum melakukan prediksi, periksa dulu datanya. Data mining dilakukan untuk menampilkan deskripsi dan identifikasi data. Pratinjau data dapat dilihat dari grafik data. Lihat Gambar 1, grafik data time series yang menunjukkan perubahan jumlah penduduk miskin di Indonesia pada tahun 2017 hingga tahun 2021. Upaya pemerintah dan masyarakat untuk terus mengentaskan kemiskinan semakin membuahkan hasil yang positif. BPS mencatat jumlah penduduk miskin terendah pada September 2019 sebanyak 24,79 juta orang atau 9,22%. Jumlah penduduk miskin tertinggi terjadi pada bulan Maret 2017 sebanyak 27,77 juta orang atau sebesar 10,64%.

Selanjutnya dilakukan proses normalisasi untuk memastikan data yang digunakan antara 0 dan 1. Data tersebut kemudian dibagi menjadi dua bagian, yaitu 50% data training dan 50% data testing. Pembuatan model menggunakan data pelatihan dan prediksi model serta proses validasi menggunakan data pengujian. Data training berjumlah 270 observasi dan data testing berjumlah 270 observasi.

Kemudian, perlu dilakukan beberapa langkah untuk membentuk JST yang optimal. Penentuan Jumlah unit *input layer* tersebut didasarkan pada jumlah semester yang ada dalam satu periode (tahun) yakni 7 semester dalam empat tahun. Sehingga unit input layer $(x_i, i = 1, 2, 3, \dots, 7)$ yang akan digunakan berjumlah dengan $(y_{t-1} + y_{t-2} + \dots + y_{t-7})$. Sedangkan penentuan jumlah unit *hidden layer* dilakukan dengan pemanfaatan teknik *trial and error* karena tidak ada aturan baku yang mengatur jumlah *hidden layer* optimal di JST. Jumlah unit *output layer* yang digunakan adalah dua unit karena terdiri dari dua variabel. Selain itu, parameter yang digunakan adalah *epoch* maksimum (pengulangan), *learning rate* 0,1, dan batas kesalahan 0,0001. Kombinasi nilai parameter dipilih berdasarkan kecepatan perhitungan dan kecilnya kesalahan yang dihasilkan. Tabel 2 menyajikan 11 jaringan yang dilatih menggunakan metode ANN *backpropagation*.

Tabel 2. Model Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*

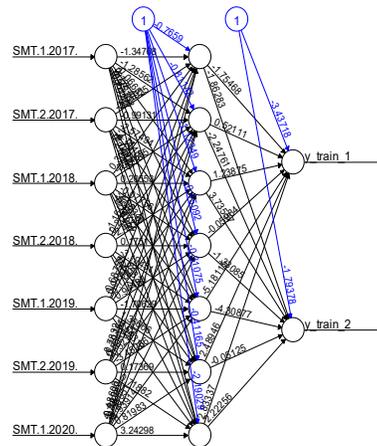
Jaringan	MAPE(%)	Epoch
BP(7,1,2)	0,16414	290892
BP(7,2,2)	0,07866	139903
BP(7,3,2)	0,07772	118470
BP(7,4,2)	0,07691	121342
BP(7,5,2)	0,07994	102544
BP(7,6,2)	0,07826	121560
BP(7,7,2)*	0,07558	142534
BP(7,9,2)	0,08655	110957
BP(7,10,2)	0,08033	143365
BP(7,11,2)	0,08221	109920
BP(7,12,2)	0,07911	124990

*model jaringan saraf tiruan terbaik

Jaringan optimal yang di tunjukkan pada Tabel 2 digunakan untuk memperkirakan tingkat kemiskinan di Indonesia. Jaringan yang dipilih didasarkan pada nilai kriteria akurasi terendah. Dalam penelitian ini MAPE menjadi standar pengukuran akurasi. Jaringan yang paling cocok untuk memprediksi kemiskinan di Indonesia adalah jaringan yang nilai MAPE-nya paling kecil.

Dilihat dari nilai MAPE, jaringan BP (7,7,2) memiliki nilai terendah diantara 11 jaringan yang tercipta dengan total 0,07558%. Nilai MAPE data latih 1 jaringan BP (7,7,2) sebesar 0,09757 dan nilai MAPE data latih 2 jaringan BP (7,7,2) sebesar 0,10619. Dengan 10 jaringan lain yang dapat dipilih, jaringan BP (7,7,2) dinilai unggul. Jadi, jaringan BP (7,7,2) sangat prediktif. Berikut adalah defenisi matematis dari jaringan BP (7,7,2).

$$y_t = w_0 + \sum_{j=1}^7 w_j \cdot q \left(v_{0j} + \sum_{i=1}^7 v_{ij} \cdot y_{t-i} \right) + \varepsilon_t$$

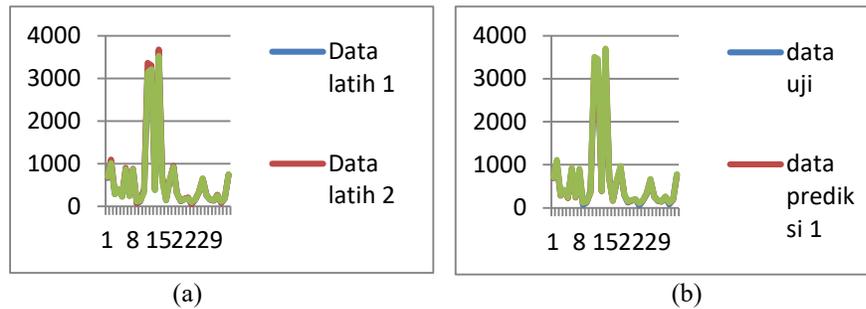


Gambar 3. Arsitektur Jaringan BP (7,7,2)

Gambar 4 menunjukkan arsitektur jaringan BP (7,7,2) dengan tujuh lapisan masukan, yaitu $y_{t-1} + y_{t-2} + \dots + y_{t-7}$. Tujuh neuron pada paison tersembunyi menghubungkan lapisan masukan dan keluaran. Gambar 4 juga menunjukkan nilai bobot yang menghubungkan neuron masukan ke lapisan tersembunyi dan neuron

lapisan tersembunyi ke lapisan keluaran. Bobot ini dihasilkan dengan cara mengacak angka yang dihasilkan pada *software* Rstudio.

Selanjutnya adalah prediksi BP (7,7,2) menggunakan model JST terbaik yang diperoleh sebelumnya yaitu data uji. Hal ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan prediksi menggunakan teknik JST backpropagation. Gambar 5(a) menunjukkan perbandingan data eksperimen dengan hasil peramalan tingkat kemiskinan di Indonesia periode 2017-2021. Pola data seringkali didasarkan pada nilai aktual dalam teknik ANN yang digunakan untuk prediksi, selain menampilkan grafik. MAPE model BP (7,7,2) setara dengan 0,07558% seperti dinyatakan sebelumnya. *Backpropagation* ANN merupakan metode yang efektif untuk meramalkan kemiskinan di Indonesia. Perbandingan hasil prediksi dengan data latih ditinjau dari nilai tingkat kemiskinan juga ditunjukkan pada Gambar 5(b). gambar 5(b) menunjukkan bahwa meskipun data kemiskinan sangat tidak stabil, hasil pelatihan jaringan BP (7,7,2) dapat mengikuti pola data sebenarnya. Berikut dapat dilihat pada Gambar 5 prediksi model ANN dengan data latih (a) dan data uji (b).



Gambar 4. Prediksi Model ANN dengan Data Latih (a) dan Data Uji (b)

Sebelum melakukan peramalan periode berikutnya, terlebih dahulu dilakukan postpreprocessing terhadap data tersebut. Pada tahap ini, data dinormalisasi ke nilai awalnya. Tabel 3 menunjukkan hasil prediksi tingkat kemiskinan di Indonesia untuk periode tahun 2022 menggunakan model JST BP (7,7,2).

Tabel 3. Hasil Peramalan Tingkat Kemiskinan di Indonesia Semester 1 (Maret) Tahun 2022 dan Semester 2 (September) Tahun 2022

No	Provinsi	Semester 1(Maret) 2022	Semester 2 (September) 2022	No	Provinsi	Semester 1(Maret) 2022	Semester 2(September) 2022
1	Aceh	690,915	707,3438	18	Nusa Tenggara Barat	617,268	629,3768
2	Sumatera Utara	1038,5419	1113,4362	19	Nusa Tenggara Timur	924,8571	973,596
3	Sumatera Barat	285,3419	295,3666	20	Kalimantan Barat	298,1334	307,0522
4	Riau	407,6479	414,3412	21	Kalimantan Tengah	134,8629	145,9957
5	Jambi	225,6856	236,5619	22	Kalimantan Selatan	167,4086	179,3116
6	Sumatera Selatan	883,9439	928,6171	23	Kalimantan Timur	187,802	199,2512
7	Bengkulu	240,8801	251,061	24	Kalimantan Utara	101,1347	110,6782
8	Lampung	866,2127	907,3066	25	Sulawesi Utara	164,5475	175,9301
9	Kep. Bangka Belitung	107,8492	117,8641	26	Sulawesi Tengah	329,2279	337,2897
10	Kep. Riau	133,733	144,9333	27	Sulawesi Selatan	655,3823	667,4312
11	DKI Jakarta	352,5375	356,3225	28	Sulawesi Tenggara	245,387	256,1405
12	Jawa Barat	3373,8052	3509,9705	29	Gorontalo	161,5957	172,8929
13	Jawa Tengah	3338,7065	3459,1344	30	Sulawesi Barat	143,4162	154,7197
14	DI Yogyakarta	391,3155	398,0396	31	Maluku	254,3386	264,4165
15	Jawa Timur	3604,5824	3705,4352	32	Maluku Utara	112,9762	123,2665
16	Banten	649,3527	659,1125	33	Papua Barat	177,3213	188,8069
17	Bali	156,5483	168,5737	34	Papua	754,7072	776,8611

IV. KESIMPULAN

Setelah melalui seluruh tahapan penerapan algoritma *backpropagation* pada tingkat penduduk miskin di Indonesia, diperoleh model BP (7,7,2) terbaik dengan MAPE 10,35 dan akurasi 89,65%. Model BP (7,7,2) tergolong model dengan kemampuan prediksi yang baik, di tunjukkan dengan nilai error antara 0 hingga 10%. Model JST yang dihasilkan terlihat seperti ini:

$$y_t = w_0 + \sum_{j=1}^7 w_j \cdot g \left(v_{0j} + \sum_{i=1}^7 v_{ij} \cdot y_i - i \right) + 0,001$$

Dapat disimpulkan bahwa model JST BP (7,7,2) sangat cocok digunakan sebagai acuan untuk memprediksi data tingkat kemiskinan di Indonesia di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adebiyi, A. A., Adewumi, A. O., & Ayo, C. K. (2014). Comparison of ARIMA and artificial neural networks models for stock price prediction. *Journal of Applied Mathematics*, 2014.
- Badan Pusat Statistika. (2021). Jumlah Penduduk Miskin di Indonesia. 2017-2021.
- D. Montgomery, C. Jennings, and M. Kulahci, *Time Series Analysis and Forecasting Methods*. New Jersey: Wiley, 2015.
- Fausett, L. V. (2006). *Fundamentals of neural networks: architectures, algorithms and applications*. Pearson Education India.
- Khashei, M., & Bijari, M. (2010). An artificial neural network (p, d, q) model for timeseries forecasting. *Expert Systems with applications*, 37(1), 479-489.
- Nizar, C., Hamzah, A., & Syahnur, S. (2013). Pengaruh investasi dan tenaga kerja terhadap pertumbuhan ekonomi serta hubungannya terhadap tingkat kemiskinan di indonesia. *Jurnal Ilmu Ekonomi ISSN*, 2302, 172.
- Siang, J. J. (2005). Jaringan syaraf tiruan dan pemrogramannya menggunakan Matlab. *Penerbit Andi, Yogyakarta*, 11.
- Sudiar, S. (2017). Konsolidasi Potensi Pembangunan: Studi Tentang Penanganan Kemiskinan di Kecamatan Muara Muntai-Kutai Kartanegara. *Jurnal Paradigma (JP)*, 4(2), 69-79.
- Wahyuni, T., Indahwati, I., & Sadik, K. (2021). Perbandingan ARIMA dan Artificial Neural Networks Dalam Peramalan Jumlah Positif Covid-19 di DKI Jakarta. *Xplore: Journal of Statistics*, 10(3), 289-302.
- Wulandari, Sari, et al. "Kebijakan Anti Kemiskinan Program Pemerintah dalam Penanggulangan Kemiskinan di Indonesia." *Jurnal Inovasi Penelitian* 2.10 (2022): 3209-3218.