

TUGAS AKHIR - KA 184801

**ANALISIS PERAMALAN ANGKA KEMISKINAN
BERDASARKAN INTERPOLASI *CUBIC SPLINE*
MENGUNAKAN METODE *BACKPROPAGATION*
NEURAL NETWORK
(Studi Kasus: Provinsi Jawa Timur)**

INDIRA MAHARANI HARYONO PUTRI

NRP 06311840000050

Dosen Pembimbing

Ulil Azmi, S.Si, M.Si

NIP 1990201912069

PROGRAM STUDI SARJANA SAINS AKTUARIA

DEPARTEMEN AKTUARIA

FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2022



TUGAS AKHIR - KA 184801

**ANALISIS PERAMALAN ANGKA KEMISKINAN
BERDASARKAN INTERPOLASI *CUBIC SPLINE*
MENGUNAKAN METODE *BACKPROPAGATION*
NEURAL NETWORK
(Studi Kasus: Provinsi Jawa Timur)**

INDIRA MAHARANI HARYONO PUTRI

NRP 06311840000050

Dosen Pembimbing

Ulil Azmi, S.Si, M.Si

NIP 1990201912069

PROGRAM STUDI SARJANA SAINS AKTUARIA

DEPARTEMEN AKTUARIA

FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2022



FINAL PROJECT - KA 184801

**FORECASTING ANALYSIS OF POVERTY RATE BASED
ON CUBIC SPLINE INTERPOLATION USING
BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK METHOD
(Case Study: East Java Province)**

INDIRA MAHARANI HARYONO PUTRI

NRP 06311840000050

Advisor

Ulil Azmi, S.Si, M.Si

NIP 1990201912069

UNDERGRADUATE STUDY PROGRAM OF ACTUARIAL SCIENCE

DEPARTMENT OF ACTUARIAL SCIENCE

FACULTY OF SCIENCE AND DATA ANALYTICS

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2022

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERAMALAN ANGKA KEMISKINAN BERDASARKAN INTERPOLASI *CUBIC SPLINE* MENGGUNAKAN METODE *BACKPROPAGATION NEURAL* *NETWORK*

(Studi Kasus: Provinsi Jawa Timur)

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Ilmu Aktuaria pada
Program Studi Sarjana Sains Aktuaria
Departemen Aktuaria
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh: **INDIRA MAHARANI HARYONO PUTRI**
NRP. 063118 4000 0050

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Ulil Azmi, S.Si, M.Si

Pembimbing

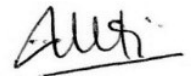
()

2. Dr. Drs Soehardjoepri, M.Si

Penguji

()

3. Pratnya Paramitha Oktaviana, S.Si, M.Si, M.Sc Penguji

()

SURABAYA

Juli, 2022

APPROVAL SHEET

FORECASTING ANALYSIS OF POVERTY RATE BASED ON CUBIC SPLINE INTERPOLATION USING BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK METHOD (Case Study: East Java Province)

FINAL PROJECT

Submitted to fulfill one of the requirements
for obtaining a degree Bachelor of Actuarial Science at
Undergraduate Study Program of Actuarial Science
Department of Actuarial Science
Faculty of Science and Data Analytics
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

By: **INDIRA MAHARANI HARYONO PUTRI**
NRP. 063118 4000 0050

Approved by Final Project Examiner Team:

1. Ulil Azmi, S.Si, M.Si

Advisor

()

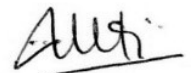
2. Dr. Drs Soehardjoepri, M.Si

Examiner

()

3. Pratnya Paramitha Oktaviana, S.Si, M.Si, M.Sc

Examiner

()

SURABAYA

July, 2022

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Indira Maharani Haryono Putri / 06311840000050
Departemen : Aktuaria
Dosen Pembimbing / NIP : Ulil Azmi, S.Si, M.Si / 1990201912069

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “Analisis Peramalan Angka Kemiskinan berdasarkan Interpolasi *Cubic Spline* Menggunakan Metode *Backpropagation Neural Network* (Studi Kasus: Provinsi Jawa Timur)” adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, Juli 2022

Mengetahui

Dosen Pembimbing



(Ulil Azmi, S.Si, M.Si)

NIP. 1990201912069

Mahasiswa,



(Indira Maharani Haryono Putri)

NRP. 06311840000050

STATEMENT OF ORIGINALITY

The undersigned below:

Name of student / NRP : Indira Maharani Haryono Putri / 06311840000050
Department : Actuarial Science
Advisor / NIP : Ulil Azmi, S.Si, M.Si / 1990201912069

hereby declare that the Final Project with the title of “Forecasting Analysis of Poverty Rate Based on Cubic Spline Interpolation Using Backpropagation Neural Network Method (Case Study: East Java Province)” is the result of my own work, is original, and is written by following the rules of scientific writing.

If in the future there is a discrepancy with statement then I am willing to accept sanctions in accordance with the provisions that apply at Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, July 2022

Acknowledge

Advisor



(Ulil Azmi, S.Si, M.Si)

NIP. 1990201912069

Student,



(Indira Maharani Haryono Putri)

NRP. 06311840000050

**ANALISIS PERAMALAN ANGKA KEMISKINAN BERDASARKAN INTERPOLASI
CUBIC SPLINE MENGGUNAKAN METODE BACKPROPAGATION NEURAL
NETWORK**

(Studi Kasus: Provinsi Jawa Timur)

Nama Mahasiswa / NRP : Indira Maharani Haryono Putri / 063118 4000 0050

Departemen : Aktuaria FSAD - ITS

Dosen Pembimbing : Ulil Azmi, S.Si, M.Si

Abstrak

Kemiskinan merupakan salah satu permasalahan global dan nasional yang masih terus berlangsung dan menjadi perhatian banyak pihak. Indonesia adalah salah satu negara dengan angka kemiskinan yang cukup tinggi. Menurut Badan Pusat Statistik, pada Maret 2021 jumlah penduduk miskin terbanyak masih berada di Pulau Jawa dengan penduduk miskin paling banyak ditemukan di Provinsi Jawa Timur. Berdasarkan permasalahan tersebut, salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk membantu pemerintah dalam melakukan antisipasi terhadap kemungkinan bertambahnya jumlah penduduk miskin adalah dengan melakukan peramalan (*forecasting*) pada jumlah penduduk miskin. Pada penelitian ini, digunakan metode peramalan *Backpropagation Neural Network* untuk meramalkan angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur di masa mendatang. Data yang digunakan untuk peramalan yaitu data *time series* jumlah penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur berupa data tahunan pada periode tahun 2002 sampai 2021. Dengan unit penelitian yaitu tiap kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur yang terdiri atas 38 kota/kabupaten. Di dalam analisis penelitian, dilakukan interpolasi data dengan metode *Cubic Spline*. Dari hasil penelitian, hasil interpolasi data angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur berhasil didapatkan menggunakan metode *Cubic Spline* dengan penambahan titik sebanyak 1 dan 3 titik sehingga data yang awalnya hanya berjumlah 20 periode data bertambah menjadi 39 data dengan periode semester dan 77 data dengan periode kuartal. Dalam pemodelan BPNN, didapatkan model terbaik dengan arsitektur jaringan BPNN (4-9-1) pada hasil interpolasi semester dan arsitektur jaringan BPNN (4-12-1) pada hasil interpolasi kuartal. Berdasarkan hasil *training* dan *testing*, baik data hasil interpolasi semester maupun kuartal memiliki kinerja yang sangat baik dengan kisaran nilai MAPE di bawah 10%. Dari kedua hasil peramalan pada masing-masing hasil interpolasi baik semester maupun kuartal, didapatkan persamaan hasil bahwa terdapat 5 kota di Provinsi Jawa Timur yang mengalami kenaikan angka kemiskinan untuk 5 tahun ke depan, yaitu pada Kota Blitar, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, dan Kota Batu.

Kata Kunci: Peramalan, Angka Kemiskinan, Interpolasi *Cubic Spline*, *Artificial Neural Network*, *Backpropagation*

**FORECASTING ANALYSIS OF POVERTY RATE BASED ON CUBIC SPLINE
INTERPOLATION USING BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK METHOD
(Case Study: East Java Province)**

Student Name / NRP : Indira Maharani Haryono Putri / 063118 4000 0050
Department : Actuarial Science FSAD - ITS
Advisor : Ulil Azmi, S.Si, M.Si

Abstract

Poverty is one of the global and national problems that is still ongoing and is the concern of many parties. Indonesia is one of the countries with a fairly high poverty rate. According to the Central Statistics Agency, in March 2021 the highest number of poor people will still be on the island of Java with the most poor people found in East Java Province. Based on these problems, one solution that can be done to assist the government in anticipating the possibility of increasing the number of poor people is by forecasting the number of poor people. In this study, the Backpropagation Neural Network forecasting method is used to predict the poverty rate in East Java Province in the future. The data used for forecasting is time series data on the number of poor people in East Java Province in the form of annual data for the period from 2002 to 2021. The research unit is each city/district in East Java Province which consists of 38 cities/districts. In the research analysis, data interpolation is carried out using the Cubic Spline method. From the results of the study, the results of interpolation of data on poverty rates in East Java Province were successfully obtained using the Cubic Spline method with the addition of 1 and 3 points so that the data which initially only amounted to 20 data periods increased to 39 data with semester periods and 77 data with quarter periods. In BPNN modeling, the best model is obtained with the BPNN network architecture (4-9-1) on the semester interpolation results and the BPNN network architecture (4-12-1) on the quarterly interpolation results. Based on the results of training and testing, both semester and quarterly interpolated data have excellent performance with a range of MAPE values below 10%. From the two forecasting results in each interpolation result, both semester and quarter, it is found that there are 5 cities in East Java Province that experience an increase in poverty rates for the next 5 years, namely Blitar City, Pasuruan City, Mojokerto City, Madiun City, and Batu City.

Keywords: *Forecast, Number of Poor People, Cubic Spline Interpolation, Artificial Neural Network, Backpropagation*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Peramalan Angka Kemiskinan berdasarkan Interpolasi *Cubic Spline* Menggunakan Metode *Backpropagation Neural Network* (Studi Kasus: Provinsi Jawa Timur)” dengan tepat waktu.

Keberhasilan penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT. yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Drs. Soehardjoepri, M.Si selaku Kepala Departemen Aktuaria ITS, yang telah menyediakan fasilitas terbaik.
3. Ibu Ulil Azmi, S.Si, M.Si, selaku dosen pembimbing tugas akhir yang sudah bersedia meluangkan waktu dan telah banyak membantu dalam memberikan ilmu, arahan, saran, motivasi dalam membimbing penulis selama menyelesaikan Tugas Akhir ini. Serta Bapak Dr. Drs. Soehardjoepri, M.Si dan Ibu Pratnya Paramitha Oktaviana S.Si, M.Si, selaku tim penguji yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Pratnya Paramitha Oktaviana S.Si, M.Si selaku dosen wali yang senantiasa memberikan arahan selama masa perkuliahan.
5. Seluruh dosen di Program Studi S1 Sains Aktuaria, Fakultas Sains dan Analitika Data (FSAD), ITS yang telah membimbing dan memberikan pengajaran selama perkuliahan, serta seluruh karyawan yang membantu dalam proses perkuliahan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
6. Kedua orang tua serta segenap keluarga atas segala doa, motivasi, dan segala dukungan baik moral maupun materi yang diberikan kepada penulis.
7. Seluruh teman-teman mahasiswa Aktuaria angkatan 2018 yang telah memberikan saran, bantuan, serta dukungan moril yang diberikan kepada penulis.
8. Serta semua pihak yang telah membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yang penulis tidak bisa sebutkan satu persatu.

Terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Semoga Allah SWT. senantiasa memberikan kesehatan, keselamatan, karunia dan nikmat-Nya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih belum sempurna dengan segala kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak.

Surabaya, Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
APPROVAL SHEET	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
STATEMENT OF ORIGINALITY	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Hasil Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Teori Dasar.....	7
2.2.1 Kemiskinan.....	7
2.2.2 Statistika Deskriptif.....	7
2.2.3 Deret Waktu (<i>Time Series</i>).....	8
2.2.4 Peramalan (<i>Forecasting</i>).....	8
2.2.5 Interpolasi <i>Cubic Spline</i>	8
2.2.6 Uji Linieritas.....	9
2.2.7 Transformasi Data.....	9
2.2.8 <i>Artificial Neural Network</i>	10
2.2.9 <i>Backpropagation Neural Network</i>	13
2.2.10 Metode Evaluasi Peramalan.....	15

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Sumber Data	17
3.2 Variabel Penelitian	17
3.3 Langkah Analisis	19
3.4 Diagram Metodologi	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Karakteristik Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur	23
4.2 <i>Pre-processing</i> Data	25
4.3 Interpolasi Data	26
4.3.1 Interpolasi menjadi Periode Semester	27
4.3.2 Interpolasi menjadi Periode Kuartal	28
4.4 Uji Linieritas Data	29
4.5 Transformasi Data	29
4.6 Pembagian Proporsi Data	29
4.6.1 Pola Data <i>Input</i> pada Hasil Interpolasi Semester	30
4.6.2 Pola Data <i>Input</i> pada Hasil Interpolasi Kuartal	31
4.7 Pemodelan dengan BPNN	31
4.7.1 Pemodelan pada Hasil Interpolasi Data Semester	33
4.7.2 Pemodelan pada Hasil Interpolasi Periode Kuartal	36
4.8 Peramalan Angka Kemiskinan	39
4.8.1 Peramalan pada Hasil Interpolasi Periode Semester	39
4.8.2 Peramalan pada Hasil Interpolasi Periode Kuartal	41
4.9 Perbandingan Pemodelan dan Peramalan BPNN pada Hasil Interpolasi Semester dan Kuartal	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	49
BIODATA PENULIS	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Arsitektur <i>Single Layer Network</i>	11
Gambar 2.2	Arsitektur <i>Multilayer Network</i>	11
Gambar 2.3	Arsitektur <i>Competitive Layer Network</i>	12
Gambar 2.4	Arsitektur Model <i>Backpropagation</i>	13
Gambar 3.1	Diagram Alir Metodologi.....	20
Gambar 4.1	Diagram Batang Angka Kemiskinan Tahun 2002-2021	23
Gambar 4.2	Plot Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur Tahun 2002-2006	27
Gambar 4.3	Plot Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur Hasil Interpolasi Semester pada S1 2002 – S2 2006.....	27
Gambar 4.4	Plot Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur Hasil Interpolasi Kuartal pada Q1 2002 - Q4 2006.....	28
Gambar 4.5	Arsitektur Jaringan BPNN pada Analisis Penelitian.....	32
Gambar 4.6	Arsitektur Jaringan BPNN dengan 9 Neuron pada 1 <i>Hidden Layer</i>	34
Gambar 4.7	Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Prediksi dalam Proses <i>Training</i> pada Periode S1 2004-S2 2008	35
Gambar 4.8	Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Prediksi dalam Proses <i>Testing</i> pada Hasil Interpolasi Semester	35
Gambar 4.9	Arsitektur Jaringan BPNN dengan 12 Neuron pada 1 <i>Hidden Layer</i>	37
Gambar 4.10	Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Prediksi dalam Proses <i>Training</i> pada Periode Q1 2003-Q4 2007.....	38
Gambar 4.11	Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Prediksi dalam Proses <i>Testing</i> pada Hasil Interpolasi Kuartal	38
Gambar 4.12	Plot Hasil Peramalan dari Tujuh Kota yang Mengalami Kenaikan pada Interpolasi Semester	40
Gambar 4.13	Plot Hasil Peramalan dari Lima Kota yang Mengalami Kenaikan pada Interpolasi Kuartal	42

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2.2	Skala Pengukuran Kinerja Model	16
Tabel 3.1	Struktur Data Awal	17
Tabel 3.2	Struktur Data Hasil Interpolasi Semester	17
Tabel 3.3	Struktur Data Hasil Interpolasi Kuartal	18
Tabel 3.4	Vektor <i>Input</i> dan <i>Output</i> dalam Pemodelan BPNN (Data Interpolasi Semester)..	19
Tabel 3.5	Vektor <i>Input</i> dan <i>Output</i> dalam Pemodelan BPNN (Data Interpolasi Kuartal)	19
Tabel 4.1	Statistika Deskriptif Data Angka Kemiskinan pada Tahun 2002-2021.....	23
Tabel 4.2	Nilai Minimum dan Maksimum Angka Kemiskinan dari Masing-Masing Kota/Kabupaten	24
Tabel 4.3	Hasil Pemeriksaan <i>Missing Values</i>	25
Tabel 4.4	Ilustrasi Proses Interpolasi Data menjadi Periode Semester.....	27
Tabel 4.5	Ilustrasi Proses Interpolasi Data menjadi Periode Kuartal	28
Tabel 4.6	Uji Terasvirta pada Data Interpolasi Semester dan Kuartal	29
Tabel 4.7	Pola <i>Input</i> Data <i>Training</i> pada Hasil Interpolasi Semester	30
Tabel 4.8	Pembagian Proporsi Data pada Hasil Interpolasi Semester.....	30
Tabel 4.9	Pola <i>Input</i> Data <i>Training</i> pada Hasil Interpolasi Kuartal	31
Tabel 4.10	Pembagian Proporsi Data pada Hasil Interpolasi Kuartal	31
Tabel 4.11	Rincian Perancangan Arsitektur BPNN.....	33
Tabel 4.12	Hasil Uji Coba Variasi Jumlah Neuron pada Data Interpolasi Semester	33
Tabel 4.13	Hasil Uji Coba Variasi Jumlah Neuron pada Data Interpolasi Kuartal	36
Tabel 4.14	Hasil Peramalan Data Angka Kemiskinan pada Hasil Interpolasi Periode Semester.....	39
Tabel 4.15	Hasil Peramalan Data Angka Kemiskinan pada Hasil Interpolasi Periode Kuartal	41
Tabel 4.16	Perbandingan Nilai <i>Error</i> pada Hasil Interpolasi Semester dan Kuartal.....	43

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Mentah Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur pada Tahun 2002-2021	49
Lampiran 2. Diagram Batang Data Angka Kemiskinan pada Tahun 2002-2021 untuk Masing-Masing Kota/Kabupaten	54
Lampiran 3. Grafik Plot Data Awal Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur	56
Lampiran 4. Hasil Interpolasi Data menjadi Periode Semester	547
Lampiran 5. Grafik Plot Data Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur Hasil Interpolasi Semester	61
Lampiran 6. Hasil Interpolasi Data menjadi Periode Kuartal.....	612
Lampiran 7. Grafik Plot Data Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur Hasil Interpolasi Kuartal	616
Lampiran 8. Hasil Transformasi Data Angka Kemiskinan Periode Semester.....	667
Lampiran 9. Hasil Transformasi Data Angka Kemiskinan Periode Kuartal	70
Lampiran 10. Nilai Bobot dan Bias Model BPNN dengan Arsitektur (4-9-1).....	73
Lampiran 11. Plot Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi dalam Proses <i>Training</i> pada Hasil Interpolasi Semester.....	735
Lampiran 12. Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi pada Hasil Interpolasi Semester.....	76
Lampiran 13. Nilai Bobot dan Bias Model BPNN dengan Arsitektur (4-12-1).....	81
Lampiran 14. Plot Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi dalam Proses <i>Training</i> pada Hasil Interpolasi Kuartal	83
Lampiran 15. Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi pada Hasil Interpolasi Kuartal .	84
Lampiran 16. Syntax <i>Software</i> R pada Proses Interpolasi.....	89
Lampiran 17. Syntax <i>Software</i> R dalam Proses Pemodelan BPNN Periode Semester	90
Lampiran 18. Syntax <i>Software</i> R dalam Proses Pemodelan BPNN Periode Kuartal	92

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemiskinan merupakan salah satu permasalahan global dan nasional yang masih terus berlangsung dan menjadi perhatian banyak pihak. Kemiskinan dipandang sebagai ketidakmampuan dari sisi ekonomi untuk memenuhi kebutuhan dasar makanan dan bukan makanan yang diukur dari sisi pengeluaran (Badan Pusat Statistik, 2021). Berdasarkan Perpres Nomor 18 Tahun 2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2020 – 2024, strategi pengurangan tingkat kemiskinan menjadi salah satu prioritas pembangunan nasional.

Indonesia adalah salah satu negara dengan angka kemiskinan yang cukup tinggi. Menurut Badan Pusat Statistik (2021), jumlah penduduk miskin di Indonesia pada Maret 2021 sebesar 27,54 juta orang (10,14 persen), naik dibanding Maret 2020 yang sebesar 26,42 juta orang (9,78 persen) dan jumlah penduduk miskin terbanyak masih berada di Pulau Jawa yakni sebanyak 14,75 juta orang dengan penduduk miskin paling banyak ditemukan di Provinsi Jawa Timur, yakni sebanyak 4,56 juta jiwa. Oleh karena itu, berbagai kebijakan dan perencanaan perlu dilakukan untuk mengurangi kemiskinan yang ada dari tahun ke tahun. Berdasarkan permasalahan tersebut, salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk membantu pemerintah dalam melakukan antisipasi terhadap kemungkinan bertambahnya jumlah penduduk miskin adalah dengan melakukan peramalan (*forecasting*) pada jumlah penduduk miskin. Peramalan memandu keputusan, dan peramalan yang baik membantu menghasilkan keputusan yang baik (Diebold, 2017).

Dalam peramalan, peneliti biasanya bekerja dengan data historis dalam upaya untuk memprediksi atau meramalkan masa depan yang tidak pasti (Hanke dan Wichern, 2005). Kemampuan untuk meramalkan masa depan berdasarkan data masa lalu adalah alat utama untuk mendukung dalam pengambilan keputusan pemerintah. Tujuan dari *Time Series Forecasting* (TSF) adalah untuk memprediksi perilaku kompleks sistem dengan hanya melihat pola masa lalu dari fenomena yang sama (Kochak dan Sharma, 2015). Dalam membuat prediksi tidaklah mudah, membutuhkan data, metode, dan tahapan yang tepat (Wanto dan Hardinata, 2020).

Bidang pengembangan *Artificial Intelligence* mencoba untuk menduplikasi proses otak manusia dan sistem saraf menggunakan komputer, yaitu dengan mengembangkan metode jaringan saraf tiruan (*Artificial Neural Network*) yang memiliki banyak aplikasi, termasuk dalam peramalan. ANN menangkap berbagai hubungan masa lalu di antara semua variabel yang mungkin mempengaruhi hasil dari variabel respon yang kemudian diprogram ke dalam komputer. Program jaringan saraf kemudian mengasimilasi variabel-variabel ini dan mencoba mengembangkan hubungan yang mendasarinya dengan "belajar" seiring berjalannya waktu. Proses pembelajaran ini, juga disebut proses *training* (Hanke dan Wichern, 2005). ANN ditandai dengan pola hubungan antara neuron (arsitektur), algoritma untuk menentukan bobot penghubung (*training*, atau belajar, algoritma), dan fungsi aktivasi (Fausett, 1994). Metode peramalan konvensional memiliki keterbatasan dalam menentukan pola data yang dapat mempengaruhi keakuratan peramalan. Sedangkan menurut Hanke dan Wichern (2005), ANN sebagai alat peramalan tidak perlu menentukan hubungan pola data terlebih dahulu, karena metode ini melibatkan pembelajaran tentang hubungan menggunakan contoh yang diberikan dan juga ANN tidak memerlukan asumsi tentang distribusi populasi yang mendasarinya. Menurut Sudarsono (2016), *Artificial Neural Network* merupakan permodelan data yang mampu dan kuat mewakili dan menangkap hubungan *input-output* yang kompleks karena kemampuannya untuk memecahkan beberapa masalah, relatif mudah digunakan, ketahanan

untuk menginput data, dan kecepatan untuk eksekusi. Salah satu algoritma pada metode ANN adalah algoritma *Backpropagation*. Standar *Backpropagation Neural Network* terdiri dari *input layer*, satu atau lebih *hidden layer*, dan *output layer*. Secara umum, BPNN dengan satu *hidden layer* dapat menghasilkan akurasi yang diinginkan untuk aplikasi peramalan runtun waktu (Wang dkk, 2018).

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan metode *Backpropagation Neural Network* (BPNN). Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Pakaja, dkk (2012) yang menggunakan BPNN untuk meramalkan penjualan mobil, mendapatkan hasil bahwa metode Jaringan Syaraf Tiruan mempunyai sifat yang adaptif yaitu jaringan berusaha mencapai kestabilan data untuk mencapai nilai *output* yang diharapkan. Selain itu, terdapat penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Sudarsono (2016), dimana penelitian dengan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* untuk memprediksi laju pertumbuhan penduduk mendapatkan kesimpulan bahwa Jaringan Syaraf Tiruan dengan algoritma *Backpropagation* dapat memprediksi jumlah laju pertumbuhan penduduk dengan error yang cukup kecil, yakni dengan nilai MSE akhir *training* sebesar 0,075491.

Adapun penelitian terdahulu mengenai peramalan dalam topik kemiskinan pernah dilakukan oleh Laksana (2013), dimana dalam penelitiannya melakukan perbandingan algoritma *Neural Network* (NN) dan *Support Vector Machines* (SVM) dalam peramalan penduduk miskin di Indonesia yang mendapatkan kesimpulan bahwa nilai validitas yang diperoleh Algoritma *Neural Network* (NN) lebih sesuai diterapkan dalam peramalan penduduk miskin Indonesia. Lalu Mulyani pada tahun 2016 melakukan penelitian menggunakan metode *Artificial Neural Network* dengan algoritma *Backpropagation*, memberikan hasil yang lebih akurat dalam peramalan pada perhitungan tingkat kemiskinan di Indonesia karena metode ini melakukan *training* yang berulang-ulang untuk mendapatkan model terbaik.

Di dalam penelitian ini, data angka kemiskinan diambil dari tahun 2002 sampai dengan tahun 2021 dengan periode tahunan. Karena keterbatasan jumlah data, perlu dilakukan interpolasi data yang tujuannya untuk mengembangkan data sampel asli menjadi titik-titik baru dalam suatu jangkauan tertentu dan untuk memperhalus garis plot pada grafik. Pada topik interpolasi, terdapat beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Yulianto, dkk (2017) yang membandingkan metode interpolasi *Spline* linear, kuadratik, dan kubik pada penentuan kadar garam, yang mendapatkan kesimpulan bahwa kadar garam dengan kondisi lebih *smooth* pada *spline* kubik dengan *error* sebesar 0. Kemudian, terdapat penelitian yang dilakukan oleh Septiani, dkk pada tahun 2019 yang telah berhasil menerapkan interpolasi dengan metode *Cubic Spline* pada nilai Produk Domestik Bruto menjadi data bulanan. Serta penelitian yang dilakukan oleh Zhao, dkk (2019), yang mendapatkan hasil dari perbandingan metode interpolasi *Lagrange*, *Newton*, *Piecewise Linear*, dan *Cubic Spline* mendapatkan kesimpulan bahwa metode terbaik dalam melakukan interpolasi data *Direct Economic Losses of Marine Disasters* adalah dengan metode interpolasi *Cubic Spline*.

Berdasarkan uraian tersebut, dilakukan analisis untuk meramalkan angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur dengan menggunakan metode *Backpropagation Neural Network*. Dengan unit penelitian yaitu tiap kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur yang terdiri atas 38 kota/kabupaten. Di dalam analisis penelitian, dilakukan interpolasi data yang tujuannya untuk mengembangkan data sampel asli menjadi titik-titik baru dalam suatu jangkauan tertentu dan untuk memperhalus garis plot pada grafik. Merujuk dari penelitian-penelitian terdahulu yang telah dilakukan, metode interpolasi *Cubic Spline* memberikan hasil terbaik dibandingkan metode-metode lainnya. Oleh karena itu, dalam penelitian ini interpolasi data dilakukan dengan

metode *Cubic Spline*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan kepada pemerintah khususnya di Provinsi Jawa Timur dalam rangka pengambilan keputusan sehingga dapat menetapkan kebijakan yang tepat dalam mengatasi masalah kemiskinan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana hasil interpolasi angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur menggunakan metode *Cubic Spline*?
2. Bagaimana menentukan model dalam meramalkan angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur dengan metode *Backpropagation Neural Network*?
3. Bagaimana hasil peramalan angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur menggunakan metode *Backpropagation Neural Network*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengukur hasil interpolasi angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur menggunakan metode *Cubic Spline*.
2. Merancang arsitektur dan algoritma pada metode *Backpropagation Neural Network* untuk meramalkan angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur.
3. Mengidentifikasi hasil peramalan angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur dengan menggunakan metode *Backpropagation Neural Network*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat kepada berbagai pihak. Adapun di antaranya adalah sebagai berikut.

1. Memberikan informasi kepada pemerintah khususnya Provinsi Jawa Timur mengenai hasil peramalan angka kemiskinan pada periode yang akan datang sehingga diharapkan dapat memberikan masukan kepada pemerintah dalam rangka pengambilan keputusan.
2. Penelitian ini dapat dijadikan bahan referensi untuk peneliti lain dengan penyelesaian kasus yang sama.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini berfokus pada penggunaan metode *Backpropagation Neural Network* dengan satu *hidden layer* untuk meramalkan angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur maksimal lima tahun ke depan berdasarkan interpolasi dengan metode *Cubic Spline*.
2. Data angka kemiskinan Provinsi Jawa Timur yang digunakan merupakan data sekunder yang dikutip dari Badan Pusat Statistik Indonesia dengan periode tahunan pada periode tahun 2002 sampai dengan tahun 2021.
3. Penelitian ini hanya menggunakan lag data sebagai variabel *input* dalam pemodelan *Backpropagation Neural Network* tanpa melihat adanya pengaruh variabel lain yang tujuannya untuk melihat pergerakan dari pola data historis.
4. Peramalan dilakukan menggunakan bantuan *software R*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hasil Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian-penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai acuan dalam pengerjaan tugas akhir ini disajikan pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Judul	Penulis (Tahun)	Teknik Analisis	Kesimpulan
1	Peramalan Penjualan Mobil Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dan <i>Certainty Factor</i>	Fachrudin Pakaja, Agus Naba dan Purwanto (2012)	Analisis Peramalan dengan <i>Backpropagation Neural Network</i>	<p>Metode Jaringan Syaraf Tiruan mempunyai sifat yang adaptif yaitu jaringan berusaha mencapai kestabilan data untuk mencapai nilai <i>output</i> yang diharapkan.</p> <p>Kemampuan Jaringan Syaraf Tiruan dapat diterapkan pada bentuk fungsi hubungan antara variabel-variabel bebas terhadap variabel terikat walaupun hubungannya tidak diketahui dengan baik atau sulit diketahui.</p>
2	Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode <i>Backpropagation</i> (Studi Kasus di Kota Bengkulu)	Aji Sudarsono (2016)	Analisis Peramalan dengan <i>Backpropagation Neural Network</i>	<p>Algoritma <i>Backpropagation</i> dapat melakukan proses prediksi jumlah laju pertumbuhan penduduk dengan <i>error</i> yang cukup kecil, yakni dengan nilai MSE akhir <i>training</i> sebesar 0,075491.</p> <p>Baik atau tidaknya nilai yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh penentuan parameter dan jumlah neuron pada <i>Hidden Layer</i>.</p>

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Judul	Penulis (Tahun)	Teknik Analisis	Kesimpulan
3	Perbandingan Algoritma <i>Neural Network</i> (NN) dan <i>Support Vector Machines</i> (SVM) dalam Peramalan Penduduk Miskin di Indonesia	Tri Ginanjar Laksana (2013)	Analisis Perbandingan <i>Neural Network</i> dan <i>Support Vector Machines</i>	Nilai validitas yang diperoleh Algoritma <i>Neural Network</i> (NN) lebih sesuai diterapkan dalam peramalan penduduk miskin Indonesia.
4	Analisis <i>Neural Network</i> Struktur <i>Backpropagation</i> sebagai Metode Peramalan pada Perhitungan Tingkat Kemiskinan di Indonesia	Astriana Mulyani (2016)	Analisis Peramalan dengan <i>Backpropagation Neural Network</i>	Metode <i>Neural Network</i> struktur <i>Backpropagation</i> merupakan metode yang cukup baik dalam hal peramalan, sehingga metode <i>Neural Network</i> struktur <i>Backpropagation</i> dapat memberikan pemecahan untuk permasalahan peramalan pada perhitungan tingkat kemiskinan di Indonesia.
5	Penentuan Kadar Garam Menggunakan Metode Interpolasi Spline di Madura	Tony Yulianto, Moh. Sofyan, Nur Ita Ulfaniyah (2017)	Analisis Perbandingan Metode Interpolasi Spline Linear, Kuadratik, dan Kubik	Hasil perhitungan masing-masing interpolasi spline baik spline linear, spline kuadratik dan spline kubik dapat diramalkan kadar garam dengan kondisi lebih <i>smooth</i> pada spline kubik dengan $error = 0$.
6	<i>Vector Autoregressive X (VARX) Modeling for Indonesian Macroeconomic Indicators and Handling Different Time Variations with Cubic Spline Interpolation</i>	Ayu Septiani, I Made Sumertajaya, Muhammad Nur Aidi (2019)	Pemodelan dengan <i>Vector Autoregressive X (VARX)</i> dengan Interpolasi Menggunakan <i>Cubic Spline</i>	Interpolasi dengan metode <i>Cubic Spline</i> berhasil diterapkan pada nilai Produk Domestik Bruto menjadi data bulanan.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan 2)

No.	Judul	Penulis (Tahun)	Teknik Analisis	Kesimpulan
7	<i>Research and Application of a Hybrid System based on Interpolation for Forecasting Direct Economic Losses of Marine Disasters</i>	Xin Zhao, Hui Li, Lili Ding, Mengxi Liu (2019)	Analisis Peramalan dengan Sistem <i>Hybrid</i> antara <i>Adaboost Algorithm</i> dan <i>Backpropagation Neural Network</i> dengan Perbandingan Interpolasi antara Metode <i>Lagrange</i> , <i>Newton</i> , <i>Piecewise Linear</i> , dan <i>Cubic Spline</i>	Metode terbaik dalam melakukan interpolasi data <i>Direct Economic Losses of Marine Disasters</i> adalah dengan metode interpolasi <i>Cubic Spline</i> .

2.2 Teori Dasar

Subbab ini berisi dasar teori yang mendukung dan berkaitan dengan penelitian tugas akhir yang sedang dikerjakan.

2.2.1 Kemiskinan

Menurut Badan Pusat Statistik (2021), secara asal penyebab, kemiskinan terbagi menjadi dua macam, yaitu kemiskinan kultural dan kemiskinan struktural.

1. Kemiskinan kultural adalah kemiskinan yang disebabkan oleh adanya faktor-faktor adat atau budaya suatu daerah tertentu yang membelenggu seseorang atau sekelompok masyarakat tertentu sehingga membuatnya tetap melekat dengan kemiskinan.
2. Kemiskinan struktural adalah kemiskinan yang terjadi sebagai akibat ketidakberdayaan seseorang atau sekelompok masyarakat tertentu terhadap sistem atau tatanan sosial yang tidak adil.

Secara konseptual, kemiskinan dibedakan menjadi kemiskinan relatif dan kemiskinan absolut (Badan Pusat Statistik, 2021).

1. Kemiskinan relatif merupakan kondisi miskin karena pengaruh kebijakan pembangunan yang belum mampu menjangkau seluruh lapisan masyarakat sehingga menyebabkan ketimpangan pada distribusi pendapatan.
2. Kemiskinan absolut atau mutlak berkaitan dengan standar hidup minimum suatu masyarakat yang diwujudkan dalam bentuk garis kemiskinan.

2.2.2 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna. Penyusunan tabel, diagram, grafik, dan besaran-besaran lain termasuk dalam kategori statistika deskriptif (Walpole, 1995). Menurut Hanke dan Wichern (2005), tujuan dari statistika deskriptif adalah untuk menggambarkan secara singkat informasi dari data yang didapat.

2.2.3 Deret Waktu (*Time Series*)

Menurut Hanke dan Wichern (2005), *time series* merupakan serangkaian pengamatan terhadap suatu peristiwa, kejadian, gejala atau perubahan yang terjadi dari waktu ke waktu. Misalkan sekumpulan data yang diambil per menit, per jam, per hari, per minggu, per bulan dan per tahun. Gerakan atau variasi data berkala terdiri dari empat macam atau empat komponen, yaitu sebagai berikut.

1. Gerak jangka panjang atau *trend*
Pola data tren menunjukkan pergerakan data cenderung meningkat atau menurun dalam waktu yang lama.
2. Gerak Siklis
Gerakan siklis merupakan gerakan jangka panjang yang berlaku untuk data tahunan. Gerakan siklis ini bisa berulang dalam jangka waktu yang sama.
3. Gerak Musiman
Gerak musiman adalah gerakan yang berulang. Gerakan ini dipengaruhi oleh faktor musiman.
4. Gerak atau variasi yang tidak teratur (*irregular or random movements*)
Pola ini terjadi jika data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata secara acak tanpa membentuk pola yang jelas.

2.2.4 Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan didefinisikan sebagai proses peramalan suatu kejadian di masa yang akan datang dengan berdasarkan data variabel yang bersangkutan pada masa sebelumnya. Keakuratan yang tinggi terhadap peramalan dipengaruhi oleh metode yang digunakan dan peramalan yang akan datang terhadap waktu. Terdapat 5 tahapan atau langkah-langkah dalam melakukan peramalan (Hanke dan Wichern, 2005), antara lain sebagai berikut.

1. Perumusan masalah dan pengumpulan data.
2. Manipulasi dan pembersihan data.
3. Pembuatan model dan evaluasi.
4. Implementasi model (peramalan nilai aktual).
5. Evaluasi hasil peramalan.

2.2.5 Interpolasi *Cubic Spline*

Menurut Zhao dkk (2019), interpolasi adalah proses mendefinisikan fungsi yang mengambil nilai tertentu pada titik tertentu. Tujuan interpolasi adalah untuk mengembangkan data sampel asli menjadi titik-titik baru dalam suatu jangkauan tertentu dan memperhalus plot pada grafik. Terdapat beberapa macam metode interpolasi, namun dalam penelitian ini digunakan metode interpolasi *Cubic Spline*.

Menurut Anton dan Rorres (2013), *Cubic Spline* adalah metode aproksimasi dengan melakukan interpolasi pada titik-titik x yang terletak diantara dua titik dan dengan mengasumsikan bahwa fungsi berbentuk polinomial berpangkat tiga. Jika diberikan n titik data $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ dengan $i = 1, 2, \dots, n - 1$ maka spline kubik yang menginterpolasi titik-titik tersebut ditampilkan pada persamaan berikut.

$$S_i(x) = a_i(x - x_i)^3 + b_i(x - x_i)^2 + c_i(x - x_i) + d_i, \quad x_i \leq x \leq x_{i+1} \quad (2.1)$$

Dimana

$S_i(x)$ = Fungsi polinomial kubik yang mewakili kurva pada domain $x_i \leq x \leq x_{i+1}$

n = Jumlah titik data observasi (ada $n - 1$ interpolasi polinomial kubik)

a_i, b_i, c_i, d_i = Koefisien *Cubic Spline* yang tidak diketahui dalam selang ke- i untuk sembarang titik x dalam selang tersebut.

Dalam menentukan nilai koefisien a, b, c, d untuk $i = 1, 2, \dots, n - 1$ perlu memenuhi kondisi-kondisi seperti yang ditunjukkan pada persamaan (2.2) sampai (2.5) berikut.

$$S(x_i) = f(x_i) \quad (2.2)$$

$$S_{i+1}(x_{i+1}) = S_i(x_{i+1}) \quad (2.3)$$

$$S'_{i+1}(x_{i+1}) = S'_i(x_{i+1}) \quad (2.4)$$

$$S''_{i+1}(x_{i+1}) = S''_i(x_{i+1}) \quad (2.5)$$

Dimana:

$S'_i(x)$ = Turunan pertama fungsi polinomial kubik

$S''_i(x)$ = Turunan kedua fungsi polinomial kubik

2.2.6 Uji Linieritas

Uji linieritas digunakan untuk mengetahui apakah antara variabel *input* dan variabel *output* memiliki hubungan yang linier atau tidak. Uji linieritas pada penelitian ini bertujuan untuk memilih fungsi aktivasi. Salah satu pengujian linieritas adalah uji Terasvirta. Uji Terasvirta adalah uji deteksi non-linieritas yang juga dikembangkan dari model *neural network* dan termasuk dalam kelompok uji tipe *Lagrange Multiplier* (LM). Hipotesis dalam uji Terasvirta adalah sebagai berikut (Terasvirta, dkk, 1993).

H0: $f(x)$ adalah fungsi linier dalam x atau model linier

H1: $f(x)$ adalah fungsi non-linier dalam x atau model non-linier

Prosedur uji Terasvirta tipe LM dengan statistik uji F adalah sebagai berikut.

1. Meregresikan Y_t pada $1, X_1, X_2, \dots, X_p$ dan menghitung nilai residual \hat{u}_t dan hitung jumlah kuadrat residual yaitu $SSR_0 = \sum \hat{u}_t^2$
2. Meregresikan \hat{u}_t pada $1, X_1, X_2, \dots, X_p$ dan m prediktor tambahan dan kemudian hitung residual \hat{v}_t dan jumlah kuadrat residual $SSR_1 = \sum \hat{v}_t^2$
3. Hitung nilai statistik uji F

$$F_{hitung} = \frac{(SSR_0 - SSR_1) / m}{SSR_1 / (n - 1 - p - m)} \quad (2.6)$$

Dimana

m = jumlah prediktor tambahan

n = banyak pengamatan

p = jumlah prediktor pada regresi awal

Keputusan: Tolak H0 jika nilai F_{hitung} melebihi nilai $F_{tabel}(\alpha; m, n - 1 - p - m)$ atau p -value kurang dari taraf signifikansi α .

2.2.7 Transformasi Data

Transformasi data dilakukan agar terjadi kestabilan dalam variasi data dan juga untuk menyesuaikan nilai data dengan *range* fungsi aktivasi yang digunakan dalam jaringan (Pakaja dkk, 2012). Menurut Zhao dkk (2019), metode transformasi data yang umum adalah dengan melakukan normalisasi, dengan kata lain, membagi sekumpulan data dengan selisih data, sedemikian rupa sehingga nilai data berada di antara 0 dan 1. Transformasi data dilakukan karena dengan melakukan transformasi akan meningkatkan akurasi dari ANN (Abror dkk,

2021). Transformasi data dilakukan menggunakan metode *Min-Max Normalization* dengan rumus persamaan sebagai berikut.

$$y_i = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (2.7)$$

Dimana x_{\max} adalah nilai maksimum dari kumpulan data, x_{\min} adalah nilai minimum dari kumpulan data, dan y_i adalah data ke- i yang dinormalisasi dari data aktual x_i . Sedangkan untuk proses denormalisasi atau mengembalikan kembali nilai ke bentuk data semula (sebelum normalisasi) menggunakan rumus yang dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$x_i = y_i(x_{\max} - x_{\min}) + x_{\min}, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (2.8)$$

2.2.8 Artificial Neural Network

Artificial Neural Network (ANN) adalah metode cerdas dalam komputasi tingkat lanjut yang secara kuantitatif menganalisis informasi dengan pembelajaran dan pelatihan, dengan cara yang sama seperti sistem saraf manusia beroperasi. Komposisi ANN mencakup susunan beberapa unit (neuron) yang terhubung bersama yang berfungsi sebagai sistem pemrosesan yang dapat digunakan untuk pemecahan masalah (Olawoyin, 2016).

Menurut Fausett (1994), ANN telah dikembangkan sebagai generalisasi model matematik dari kognisi manusia atau biologi *neural network* yang berbasis pada asumsi berikut:

1. Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana yang disebut neuron.
2. Sinyal diberikan antara neuron lewat jalinan koneksi.
3. Setiap jalinan koneksi mempunyai bobot yang mengalikan sinyal yang ditransmisikan.
4. Setiap neuron menerapkan fungsi aktivasi yang biasanya non-linier terhadap jumlah sinyal *input* terbobot yang menentukan sinyal *output*.

Pakaja dkk (2012) menyatakan bahwa jaringan neuron buatan terdiri atas kumpulan grup neuron yang tersusun dalam beberapa *layer*.

1. *Input Layer*: berfungsi sebagai penghubung jaringan ke dunia luar (sumber data).
2. *Hidden Layer*: Suatu jaringan dapat memiliki lebih dari satu *hidden layer* atau bahkan bisa juga tidak memilikinya sama sekali.
3. *Output Layer*: *output* dari neuron pada *layer* ini sudah dianggap sebagai hasil dari proses dan merupakan solusi dari ANN terhadap suatu permasalahan.

Dalam pengaplikasiannya ANN dibagi menjadi metode pembelajaran terawasi (*Supervised Learning*) dan metode pembelajaran tak terawasi (*Unsupervised Learning*) (Fausett, 1994), seperti penjelasan berikut.

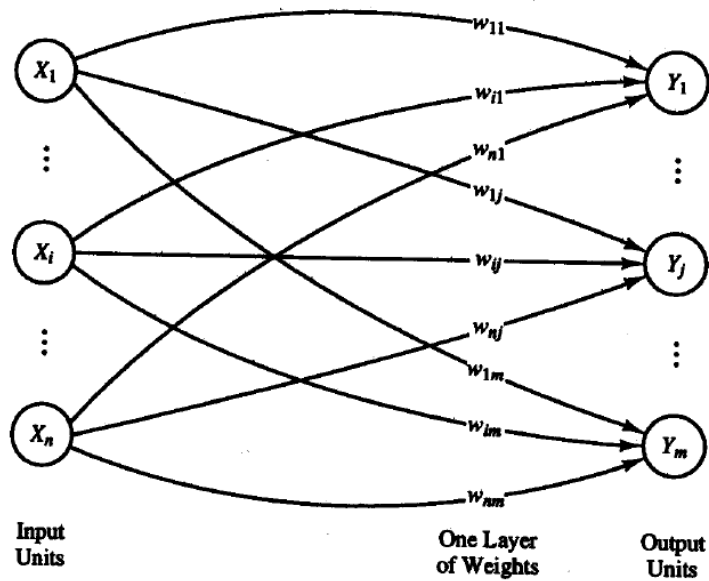
1. *Supervised Learning* menggunakan sekumpulan data *input* dan terdapat contoh keluaran (*output/target*) yang diharapkan.
2. *Unsupervised Learning* hanya menggunakan sekumpulan data *input* tanpa terdapat contoh keluaran (*output*).

A. Arsitektur Jaringan

Menurut Fausett (1994), arsitektur *Artificial Neural Network* digolongkan menjadi tiga model, yaitu sebagai berikut.

1. Jaringan Lapisan Tunggal (*Single Layer Network*)

Dalam jaringan ini, sekumpulan *input* neuron dihubungkan langsung dengan sekumpulan *output*-nya seperti yang ditunjukkan Gambar 2.1.

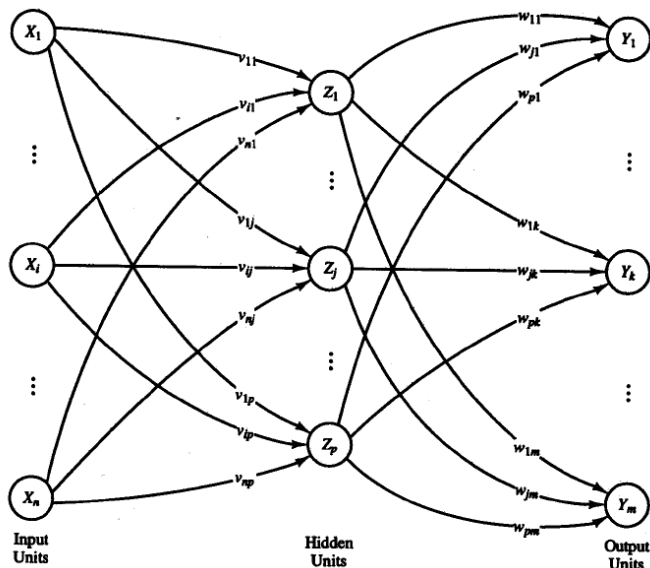


Gambar 2.1 Arsitektur *Single Layer Network*
(Sumber: Fausett, 1994)

Dalam *Single Layer Network*, hanya memiliki satu lapis bobot yang terkoneksi (w_{ij}). Seringkali, neuron dapat dibedakan sebagai neuron *input* (x_i), yang menerima sinyal dari dunia luar, dan neuron *output* (y_j), yang merupakan *output* jaringan. Dalam jaring lapisan tunggal tipikal yang ditunjukkan pada Gambar 2.1, neuron *input* sepenuhnya terhubung ke neuron *output* tetapi tidak terhubung ke neuron *input* lain, dan neuron *output* tidak terhubung ke neuron *output* lainnya (Fausett, 1994).

2. Jaringan Lapisan Jamak (*Multilayer Network*)

Multilayer network merupakan perluasan dari *Single Layer Network*. Dalam jaringan ini, selain *input* dan *output*, ada neuron-neuron lain (sering disebut sebagai *hidden layer*). Arsitektur *multilayer network* dapat dilihat pada Gambar 2.2.

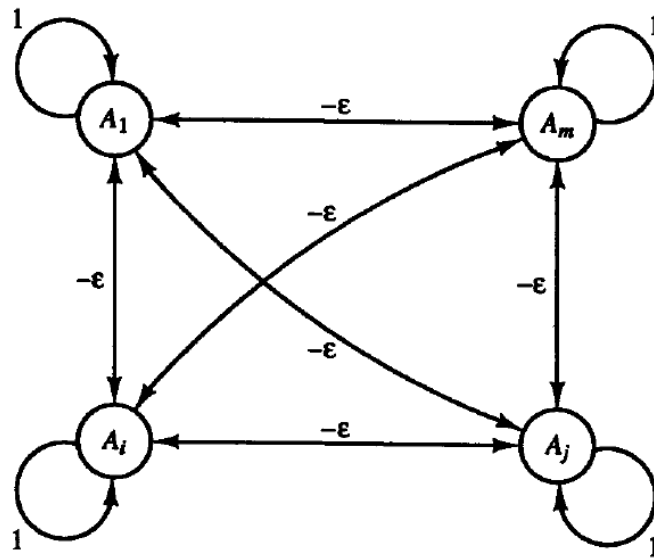


Gambar 2.2 Arsitektur *Multilayer Network*
(Sumber: Fausett, 1994)

Jaringan *multilayer* adalah jaringan dengan satu atau lebih *hidden layer* yang berada di antara neuron *input* dan neuron *output*. Terdapat lapisan bobot antara dua tingkat neuron yang berdekatan (*input*, *hidden*, atau *output*). Jaringan *multilayer* dapat memecahkan masalah yang lebih rumit daripada jaringan *single-layer*, tetapi *training* mungkin lebih sulit (Fausett, 1994).

3. Jaringan Lapisan Kompetitif (*Competitive Layer Network*)

Menurut Fausett (1994), model jaringan *competitive* mirip dengan *single layer network* ataupun *multilayer network*. Hanya saja, ada neuron *output* yang memberikan sinyal pada neuron *input* (sering disebut *feedback loop*). Dengan kata lain, sinyal mengalir dua arah, yaitu maju dan mundur dimana terdapat bobot $-\epsilon$ yang menghubungkannya. Arsitektur jaringan dari *competitive network* ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Arsitektur *Competitive Layer Network*
(Sumber: Fausett, 1994)

B. Fungsi Aktivasi

Menurut Abror dkk (2021), fungsi aktivasi merupakan fungsi (persamaan matematis) yang digunakan untuk menghasilkan *output* yang sesuai dengan target dari *input* yang diberikan. Berikut ini merupakan fungsi aktivasi yang terdapat pada model *Neural Network*.

- a) Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner, digunakan untuk metode backpropagation. Fungsi ini memiliki nilai *output* yang terletak pada interval 0 hingga 1. Formula perhitungan dengan aktivasi *binary sigmoid* didefinisikan pada persamaan berikut.

$$y = f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (2.9)$$

- b) Fungsi Aktivasi Identitas/Linier, fungsi ini mampu memprediksi nilai yang diluar rentang data *training*. Fungsi ini memiliki nilai *output* yang sama dengan nilai *input*nya. Persamaan untuk fungsi identitas adalah sebagai berikut.

$$f(x) = x \quad (2.10)$$

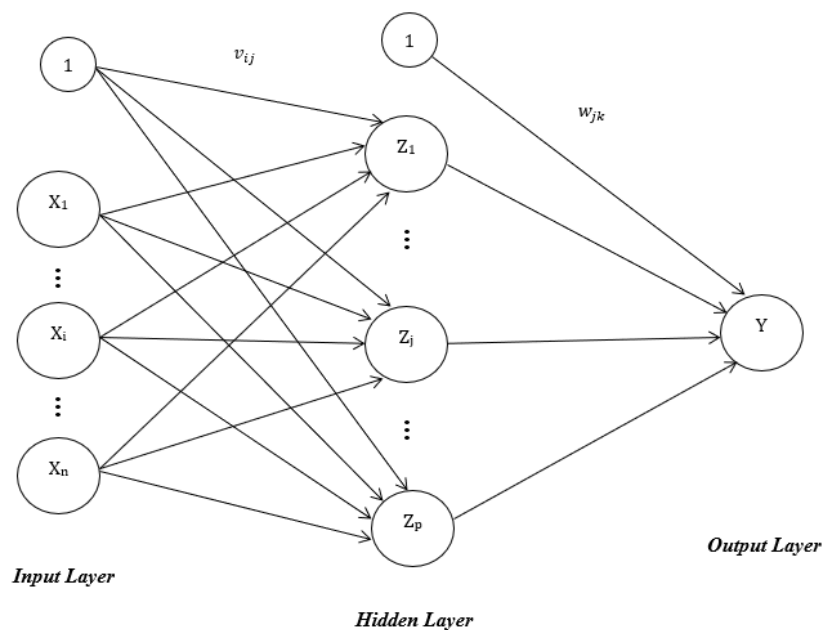
- c) Fungsi Aktivasi Sigmoid Bipolar, fungsi ini hampir sama dengan fungsi sigmoid biner, namun fungsi ini memiliki nilai *output* yang terletak pada interval 1 hingga -1.

Persamaan untuk fungsi sigmoid bipolar adalah sebagai berikut.

$$y = f(x) = \frac{1 - e^{-x}}{1 + e^{-x}} \quad (2.11)$$

2.2.9 Backpropagation Neural Network

Backpropagation merupakan salah satu algoritma yang digunakan pada ANN *Multi-Layer Network* dengan pembelajaran terawasi dimana dilakukan penyesuaian bobot secara berulang untuk mendapatkan nilai *error* terendah antara hasil prediksi dengan target yang diinginkan. BPNN didasarkan pada data *training* sampel untuk mendapatkan bobot koneksi antara node saraf, dan *error* yang terkecil antara nilai yang diprediksi dan nilai sebenarnya yang dihasilkan dari *output* jaringan saraf (Zhao dkk, 2019). Arsitektur algoritma *Backpropagation* digambarkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Arsitektur Model *Backpropagation*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4, arsitektur algoritma *Backpropagation Neural Network* memiliki tiga *layer*, yaitu terdapat *input layer* yang terdiri dari beberapa neuron *input* (X_i) yang menerima sinyal dari dunia luar, terdapat *hidden layer* yang terdiri dari beberapa neuron *hidden* (Z_j), dan neuron *output* (Y), yang merupakan *output* jaringan. Kemudian terdapat bobot koneksi (v_{ij}) yang menghubungkan *input layer* dengan *hidden layer*. Sedangkan antara *hidden layer* dengan *output layer* terkoneksi dengan bobot (w_{jk}).

Menurut Fausett (1994), *training* pada *backpropagation* terdiri dari 3 fase, yaitu (1) Propogasi maju, (2) Propogasi mundur, (3) Perubahan bobot. Penjabaran dari ketiga fase algoritma *training backpropagation* tersebut adalah sebagai berikut.

- a) Langkah 0: Inisialisasi semua bobot dengan membangkitkan bilangan acak kecil.
- b) Langkah 1: Jika kondisi penghentian belum terpenuhi, lakukan langkah 2 – 9.
- c) Langkah 2: untuk setiap pasang data *training*, lakukan langkah 3 – 8

Fase 1: Propogasi maju

- d) Langkah 3: Tiap neuron *input* ($X_i, i = 1, \dots, n$) menerima sinyal dan meneruskannya ke neuron *hidden* di atasnya (*hidden layer*).

e) Langkah 4: Hitung semua *output* di neuron *hidden* ($Z_j, j = 1, \dots, p$)

$$z_net_j = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad (2.12)$$

$$z_j = f(z_net_j) = \frac{1}{1 + e^{-z_net_j}} \quad (2.13)$$

Keterangan:

z_net_j = nilai neuron *hidden* ke- j

v_{0j} = bobot bias pada *input layer* ke neuron *hidden* ke- j

x_i = neuron *input* ke- i

v_{ij} = bobot neuron *input* ke- i ke neuron *hidden* ke- j

z_j = nilai neuron *hidden* ke- j menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner

e = nilai konstanta -2,718

f) Langkah 5: Hitung semua *output* jaringan di *output layer* ($Y_k, k = 1$)

$$y_net_k = w_{0k} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk} \quad (2.14)$$

$$y_k = f(y_net_k) = \frac{1}{1 + e^{-y_net_k}} \quad (2.15)$$

Keterangan:

y_net_k = nilai neuron *output* ke- k

w_{0k} = bobot bias pada *hidden layer* ke neuron *output* ke- k

w_{jk} = bobot neuron *hidden* ke- j ke neuron *output* ke- k

y_k = nilai neuron *output* ke- k menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner

Fase II: Propogasi mundur

g) Langkah 6: Hitung faktor δ neuron *output* berdasarkan *error* disetiap neuron *output*

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_net_k) = (t_k - y_k) y_k (1 - y_k) \quad (2.16)$$

δ merupakan unit kesalahan yang akan dipakai dalam perubahan bobot *layer* di bawahnya (langkah 7). Lalu hitung suku perubahan bobot w_{jk} (yang akan dipakai nanti untuk mengubah bobot w_{jk}) dengan *learning rate* α . *Learning rate* merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menghitung nilai perubahan bobot dengan *range* antara 0 sampai dengan 1.

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \quad (2.17)$$

Keterangan:

δ_k = faktor *error* neuron pada *output layer*

t_k = nilai target *output*

α = *learning rate*

Δw_{jk} = perubahan bobot neuron *hidden* ke- j ke neuron *output* ke- k

h) Langkah 7: Hitung faktor δ neuron *hidden* berdasarkan kesalahan di setiapp neuron *hidden* ($Z_j, j = 1, \dots, p$)

$$\delta_net_j = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \quad (2.18)$$

Faktor δ neuron *hidden*:

$$\delta_j = \delta_{net_j} f'(z_{net_j}) = \delta_{net_j} z_j(1 - z_j) \quad (2.19)$$

Hitung suku perubahan bobot v_{ij} (yang akan dipakai nanti untuk mengubah bobot v_{ij}) dengan *learning rate* α .

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i \quad (2.20)$$

Keterangan:

δ_{net_j} = jumlah *error* dari neuron *hidden*

δ_j = faktor *error* neuron pada *hidden layer*

Δv_{ij} = perubahan bobot neuron *input* ke- i ke neuron *hidden* ke- j

Fase III: Perubahan bobot

i) Langkah 8: Hitung semua perubahan bobot

Perubahan bobot garis yang menuju ke neuron *output*:

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \quad (2.21)$$

Perubahan bobot garis yang menuju ke neuron *hidden*:

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \quad (2.22)$$

j) Langkah 9: Kondisi berhenti

Ketiga fase tersebut diulang-ulang hingga kondisi penghentian dipenuhi. Umumnya kondisi penghentian yang sering dipakai adalah jumlah iterasi atau kesalahan. Iterasi akan dihentikan jika jumlah iterasi yang dilakukan sudah melebihi jumlah maksimum iterasi yang ditetapkan, atau jika kesalahan yang terjadi sudah lebih kecil dari batas toleransi yang diizinkan. Iterasi merupakan rangkaian langkah dalam pembelajaran jaringan syaraf tiruan. Satu iterasi diartikan sebagai satu kali pembelajaran yang dilakukan pada langkah 2 sampai 8. Algoritma di atas merupakan algoritma standar *Backpropagation* dimana menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner dengan arsitektur satu lapis *hidden layer*.

2.2.10 Metode Evaluasi Peramalan

(Hanke dan Wichern, 2005) mengatakan bahwa di dalam teknik peramalan yang menggunakan data kuantitatif sering terdapat data berupa runtun waktu tertentu. Yang dimana biasa terdapat *error* / kesalahan yang dilakukan oleh teknik peramalan. Oleh sebab itu, perlu adanya evaluasi hasil peramalan dan *testing* tingkat keakuratan dari hasil peramalan dengan menghitung nilai *error* sebelum mengambil keputusan. Metode yang digunakan untuk mengevaluasi hasil prediksi pada penelitian ini adalah dengan *Mean Squared Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

A. Mean Squared Error (MSE)

Mean Squared Error (MSE) merupakan metode perhitungan error dengan mengkuadratkan nilai error pada tiap periode kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah pengamatan. Dalam kasus pencarian model ANN, dengan nilai MSE yang lebih kecil, mengindikasikan model yang lebih stabil (Abror dkk, 2021). MSE dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2 \quad (2.23)$$

Dimana

Y_t = Nilai aktual pada periode ke- t

\hat{Y}_t = Nilai peramalan pada periode ke- t

n = Jumlah periode peramalan yang terlibat

B. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Pengukuran performa peramalan penggunaan ANN dapat diukur dengan melihat skor *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) hasil peramalan. MAPE dihitung dengan menjumlahkan setiap kesalahan absolut pada tiap periode dengan mengurangkan nilai aktual dengan nilai hasil peramalan dibagi dengan nilai aktual periode tersebut baru kemudian dipersentasekan (Hanke dan Wichern, 2005). Formula perhitungannya dijelaskan pada persamaan berikut.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right| \times 100\% \quad (2.24)$$

Keterangan:

Y_t = Nilai aktual pada periode ke- t

\hat{Y}_t = Nilai peramalan pada periode ke- t

n = Jumlah periode peramalan yang terlibat

Intreprestasi dari nilai MAPE untuk pengukuran kinerja model ditunjukkan pada Tabel 2.2 sebagai berikut.

Tabel 2.2 Skala Pengukuran Kinerja Model

MAPE	Hasil Peramalan
<10%	Sangat Baik
10-20%	Baik
20-50%	Cukup
>50%	Buruk

Dapat dilihat pada Tabel 2.2, suatu model dikatakan memiliki kinerja sangat baik apabila memiliki nilai MAPE dibawah 10% dan memiliki kinerja baik apabila nilai MAPE berkisar antara 10% - 20% dan dikatakan cukup apabila nilai MAPE berkisar antara 20% - 50% dan apabila lebih dari itu dikatakan berkinerja buruk (Moreno dkk, 2013).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini merupakan data sekunder yang bersumber dari website resmi Badan Pusat Statistik Indonesia. Dari hasil pengumpulan data didapatkan data angka kemiskinan Provinsi Jawa Timur berupa data tahunan pada periode tahun 2002 sampai dengan tahun 2021. Dengan unit penelitian yaitu tiap kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur yang terdiri atas 38 kota/kabupaten.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah penduduk miskin berdasarkan kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur (A_i) yang memiliki skala rasio. Struktur data pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Struktur Data Awal

Periode (t)	Tahun	Kota/Kabupaten	Observasi (i)	A_i
1	2002	1	1	A_1
		2	2	A_2
		⋮	⋮	⋮
		38	38	A_{38}
2	2003	1	39	A_{39}
		2	40	A_{40}
		⋮	⋮	⋮
		38	76	A_{76}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
20	2021	1	723	A_{723}
		2	724	A_{724}
		⋮	⋮	⋮
		38	760	A_{760}

Di dalam analisis penelitian, dilakukan interpolasi data dengan metode *Cubic Spline* yang tujuannya untuk mengembangkan data sampel asli menjadi titik-titik baru dalam suatu jangkauan tertentu dan memperhalus plot pada grafik. Berdasarkan data asli awal $\{A_t\}_{t=1}^{20}$, dilakukan interpolasi untuk memperluasnya dan mendapatkan data baru $\{A_t\}_{t=1}^N$. Data semula yang memiliki periode tahunan akan diubah menjadi data dengan periode semester $\{A_t\}_{t=1}^{39}$ dan kuartal $\{A_t\}_{t=1}^{77}$. Dimana, struktur data pada data hasil interpolasi semester ditunjukkan dalam Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Struktur Data Hasil Interpolasi Semester

Periode (t)	Semester	Kota/Kabupaten	Observasi (i)	A_i
1	S1 2002	1	1	A_1
		2	2	A_2
		⋮	⋮	⋮
		38	38	A_{38}

Tabel 3.2 Struktur Data Hasil Interpolasi Semester (Lanjutan)

Periode (t)	Semester	Kota/Kabupaten	Observasi (i)	A_i
2	S2 2002	1	39	A_{39}
		2	40	A_{40}
		⋮	⋮	⋮
		38	76	A_{76}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
39	S1 2021	1	1445	A_{1445}
		2	1446	A_{1446}
		⋮	⋮	⋮
		38	1482	A_{1482}

Sedangkan, struktur data pada data hasil interpolasi kuartal ditampilkan dalam Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Struktur Data Hasil Interpolasi Kuartal

Periode (t)	Kuartal	Kota/Kabupaten	Observasi (i)	A_i
1	Q1 2002	1	1	A_1
		2	2	A_2
		⋮	⋮	⋮
		38	38	A_{38}
2	Q2 2002	1	39	A_{39}
		2	40	A_{40}
		⋮	⋮	⋮
		38	76	A_{76}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
77	Q1 2021	1	2889	A_{2889}
		2	2890	A_{2890}
		⋮	⋮	⋮
		38	2926	A_{2926}

Dalam melakukan pemodelan BPNN, variabel *input* merupakan lag 1, 2, 3, dan 4 dari data (mulai dari 1 periode sebelumnya ($N-1$) hingga 4 periode sebelumnya ($N-4$)) dan terdapat satu neuron pada *output layer*. Dimana setiap set periode (1, 2, ..., N) mewakili 38 kota/kabupaten yang ada di Provinsi Jawa Timur. Pemilihan jumlah lag data sebagai variabel *input* ditentukan atas pertimbangan dari periode data setelah dilakukan interpolasi. Sehingga, nilai *output* (Y) akan disebabkan oleh pergerakan data historis. Selain itu, dengan penentuan 4 lag data tersebut nilai *output* (Y) nantinya adalah data aktualnya sendiri (bukan hasil interpolasi).

Variabel *input* dan *output* dalam pemodelan BPNN pada hasil interpolasi semester selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Vektor *Input* dan *Output* dalam Pemodelan BPNN (Data Interpolasi Semester)

<i>Input (X_i)</i>				<i>Output (Y)</i>
<i>X₁</i>	<i>X₂</i>	<i>X₃</i>	<i>X₄</i>	
<i>A₁</i>	<i>A₃₉</i>	<i>A₇₇</i>	<i>A₁₁₅</i>	<i>A₁₅₃</i>
<i>A₂</i>	<i>A₄₀</i>	<i>A₇₈</i>	<i>A₁₁₆</i>	<i>A₁₅₄</i>
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
<i>A₁₃₃₀</i>	<i>A₁₃₆₈</i>	<i>A₁₄₀₆</i>	<i>A₁₄₄₄</i>	<i>A₁₄₈₂</i>

Sedangkan pada hasil interpolasi kuartal, variabel *input* dan *output* dalam pemodelan BPNN selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3.5 Vektor *Input* dan *Output* dalam Pemodelan BPNN (Data Interpolasi Kuartal)

<i>Input (X_i)</i>				<i>Output (Y)</i>
<i>X₁</i>	<i>X₂</i>	<i>X₃</i>	<i>X₄</i>	
<i>A₁</i>	<i>A₃₉</i>	<i>A₇₇</i>	<i>A₁₁₅</i>	<i>A₁₅₃</i>
<i>A₂</i>	<i>A₄₀</i>	<i>A₇₈</i>	<i>A₁₁₆</i>	<i>A₁₅₄</i>
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
<i>A₂₇₇₄</i>	<i>A₂₈₁₂</i>	<i>A₂₈₅₀</i>	<i>A₂₈₈₈</i>	<i>A₂₉₂₆</i>

3.3 Langkah Analisis

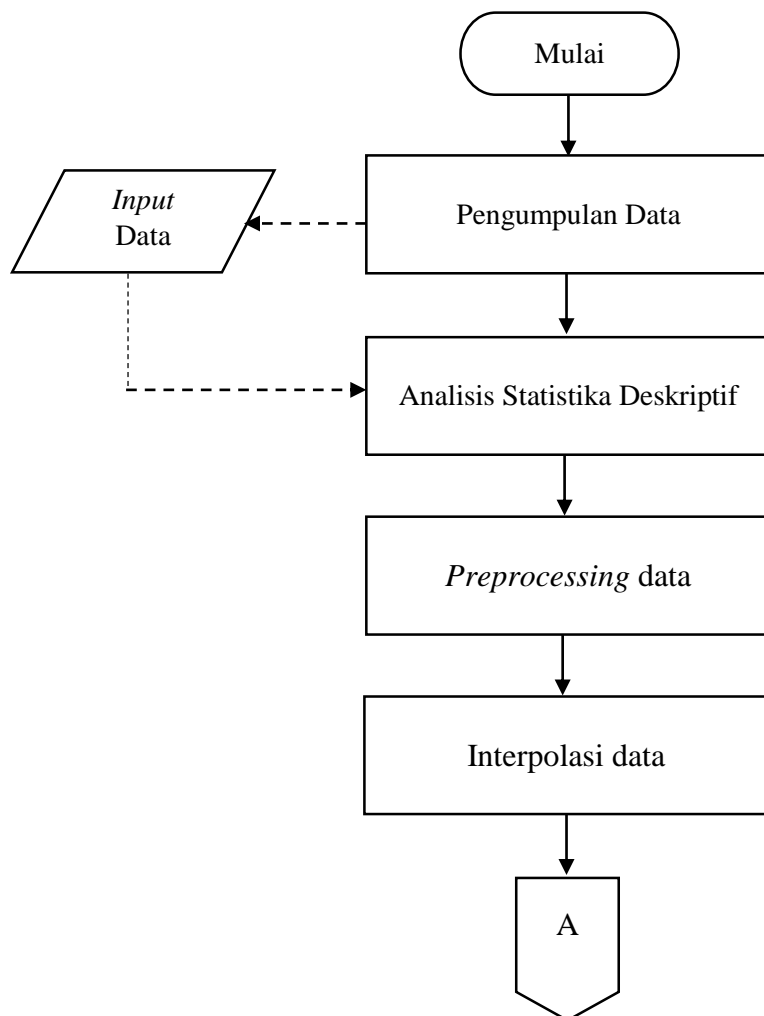
Langkah analisis yang digunakan dalam angka kemiskinan Provinsi Jawa Timur menggunakan *Backpropagation Neural Network* (BPNN) adalah sebagai berikut.

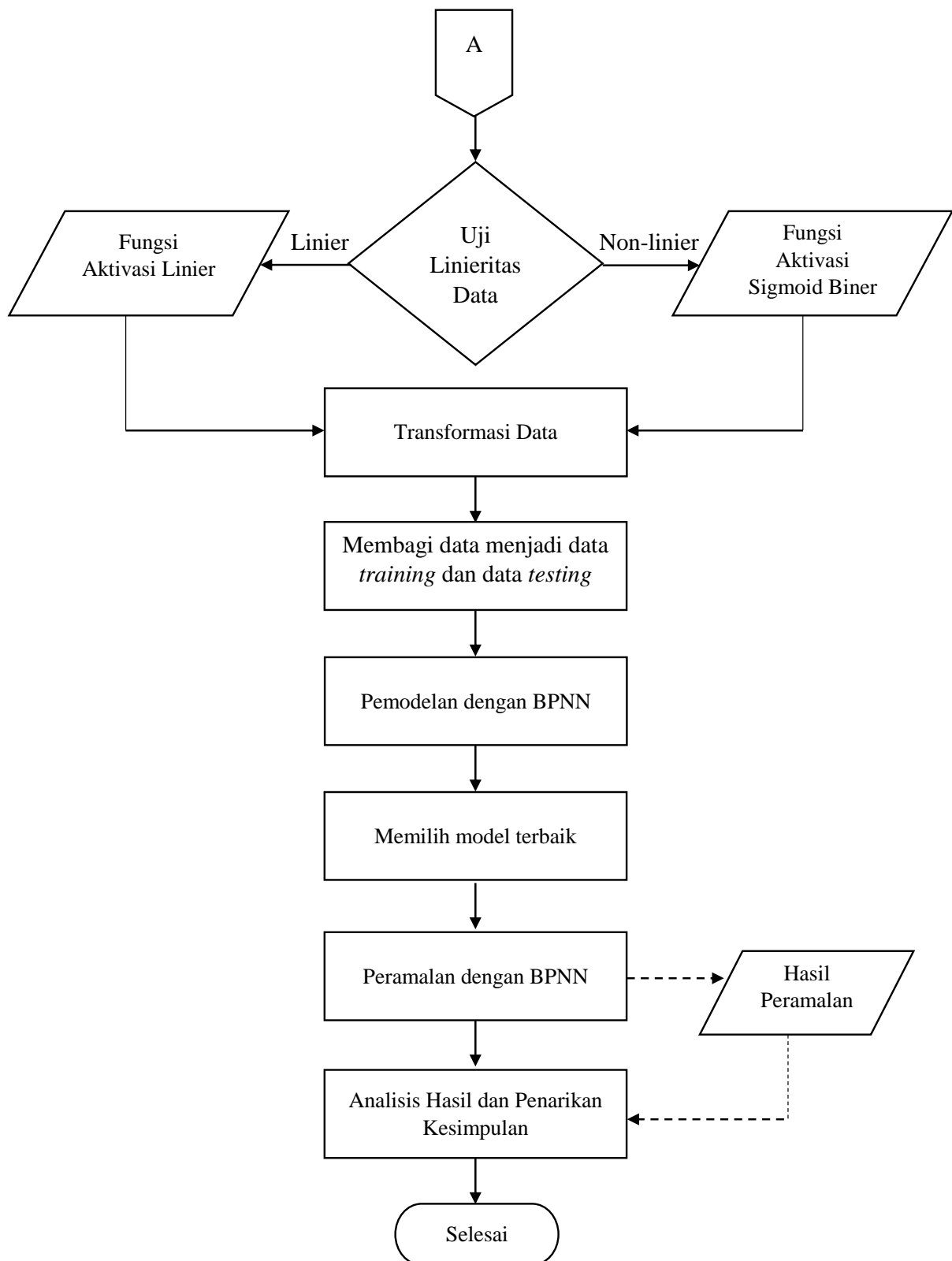
- Melakukan pengumpulan data angka kemiskinan berdasarkan kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur.
- Menganalisis karakteristik angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur dengan melakukan analisis statistika deskriptif berdasarkan nilai *mean*, varians, minimum, dan maksimum per tahun serta memvisualisasikan pola data tiap kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur menggunakan diagram batang.
- Melakukan *pre-processing* data yang telah didapat dengan mengatasi *missing values*.
- Melakukan interpolasi data dengan metode interpolasi *Cubic Spline* menjadi data dengan periode semester dan kuartal.
- Melakukan uji linieritas data pada masing-masing data hasil interpolasi semester dan kuartal menggunakan uji Terasvirta yang bertujuan untuk mengetahui apakah ada pola non-linier pada data angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur. Dimana, hasil dari uji linieritas akan menentukan fungsi aktivasi yang akan digunakan dalam pemodelan BPNN.
- Melakukan transformasi data menggunakan metode *Min-Max Normalization* dengan mengubah *range* data menjadi interval 0 hingga 1 agar terjadi kestabilan dalam variasi data dan juga untuk menyesuaikan nilai data dengan *range* fungsi aktivasi sigmoid biner.
- Membagi data menjadi data *training* dan data *testing* dengan proporsi sebesar 80:20. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mulyani (2016), dengan proporsi 80:20 dalam pembagian data *training* dan *testing* untuk meramalkan penduduk miskin di Indonesia menggunakan metode BPNN menghasilkan nilai MSE yang cukup kecil. Selain itu, menurut Achmalia, dkk (2020), berdasarkan *trial and error* diperoleh bahwa komposisi pembagian data yang digunakan untuk membangun jaringan BPNN, yaitu 80% untuk data latih dan 20% untuk data uji memberikan hasil paling optimal.

- h. Melakukan pemodelan data pada masing-masing hasil interpolasi semester dan kuartal menggunakan metode *Backpropagation Neural Network* (BPNN) dengan membuat variasi model pada jumlah neuron pada satu *hidden layer* dengan melakukan pembelajaran pada data *training* yang selanjutnya model akan diuji pada data *testing*.
- i. Menetapkan model yang terbaik berdasarkan nilai MSE dan MAPE yang dihasilkan dari proses *training* dan *testing*.
- j. Melakukan peramalan angka kemiskinan berdasarkan kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur untuk periode 5 tahun ke depan dengan model terbaik yang telah dibentuk pada masing-masing hasil interpolasi semester dan kuartal.
- k. Melakukan analisis hasil dan menarik kesimpulan.

3.4 Diagram Metodologi

Gambar 3.1 merupakan diagram alir yang memuat tahapan pelaksanaan dari penelitian tugas akhir menggunakan metode *Backpropagation Neural Network* (BPNN).





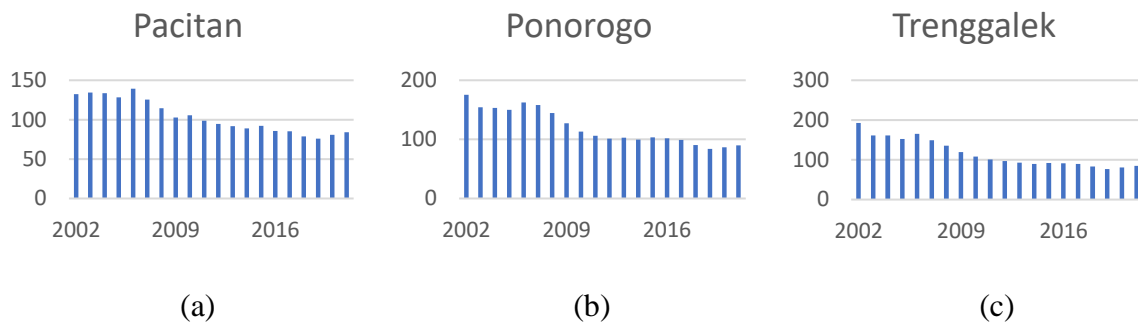
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur

Pada penelitian ini, digunakan metode peramalan *Backpropagation Neural Network* untuk meramalkan angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur di masa mendatang. Data yang digunakan untuk peramalan yaitu data *time series* jumlah penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur dari tahun 2002 sampai dengan 2021. Dengan unit penelitian yaitu tiap kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur yang terdiri atas 38 kota/kabupaten. Seluruh data angka kemiskinan berdasarkan kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur dari periode tahun 2002 sampai 2021 terdapat dalam Lampiran 1. Gambar 4.1 berikut merupakan pola data yang ditampilkan dalam diagram batang untuk Kabupaten Pacitan, Ponorogo, dan Trenggalek pada tahun 2002 hingga 2021. Diagram Batang untuk masing-masing kota/kabupaten lainnya di Provinsi Jawa Timur selengkapnya dapat dilihat dalam Lampiran 2.



Gambar 4.1 Diagram Batang Angka Kemiskinan Tahun 2002-2021: (a) Kabupaten Pacitan; (b) Kabupaten Ponorogo; (c) Kabupaten Trenggalek

Dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Lampiran 2, pola data angka kemiskinan dari tahun 2002 hingga 2021 untuk masing-masing kota/kabupaten yang ada di Provinsi Jawa Timur cukup berfluktuatif dari tahun ke tahun. Kemudian untuk mengetahui karakteristik dari angka kemiskinan berdasarkan kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur, peneliti terlebih dahulu melakukan analisis deskriptif dari variabel yang digunakan. Analisis deskriptif dalam penelitian ini digunakan untuk menjelaskan secara singkat mengenai gambaran umum dan mengidentifikasi karakteristik dari angka kemiskinan berdasarkan kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur. Data yang digunakan dideskripsikan menurut statistika deskriptif yaitu berdasarkan nilai rata-rata (*mean*), nilai varians (keragaman data), dan nilai minimum serta maksimum dari data. Untuk melihat gambaran umum data yang digunakan dalam penelitian pada tahun 2002 hingga 2021 dapat dilihat dalam Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Data Angka Kemiskinan pada Tahun 2002-2021

Angka Kemiskinan (dalam Ribu Jiwa)				
Tahun	Rata-Rata	Varians	Minimum	Maksimum
2002	203,27	13347,17	13,7	464,8
2003	199,43	13562,02	13,2	440,7
2004	192,44	12336,99	12,1	386,1
2005	187,89	12137,79	11,9	408
2006	202,06	14023,81	12	423,3

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Data Angka Kemiskinan pada Tahun 2002-2021 (Lanjutan)

Angka Kemiskinan (dalam Ribu Jiwa)				
Tahun	Rata-Rata	Varians	Minimum	Maksimum
2007	188,29	12547,64	11,5	417
2008	172,35	11042,31	9,8	399,5
2009	154,23	9116,32	7,9	348,1
2010	146,83	7857,42	8,9	311,8
2011	137,55	6909,18	8,3	292,1
2012	131,39	6398,39	8	280
2013	128,76	6222,01	8,3	288,6
2014	124,96	5852,84	8	280,3
2015	126,03	6011,35	7,72	292,87
2016	123,77	5825,56	7,24	293,74
2017	121,50	5638,29	7,28	283,96
2018	114,02	4923,18	7,04	268,49
2019	108,22	4423,73	6,63	246,6
2020	116,29	5146,63	8,09	265,56
2021	120,34	5528,35	8,37	276,58

Berdasarkan Tabel 4.1, dapat dilihat bahwa di antara 38 kota/ kabupaten di Provinsi Jawa Timur, rata-rata jumlah penduduk miskin dari tahun 2002 hingga 2019 mengalami penurunan angka kemiskinan. Namun, saat menginjak tahun 2020 sampai tahun terbaru yakni tahun 2021 rata-rata angka kemiskinan mengalami peningkatan. Begitu pula dengan nilai varians dari angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur. Sedangkan untuk nilai maksimum dan minimum dari tahun 2002 hingga 2021 cukup berfluktuatif. Berdasarkan data angka kemiskinan pada tahun terbaru, yakni 2021, terdapat 20 kabupaten/kota yang memiliki jumlah penduduk miskin yang masih melebihi rata-rata provinsi. Lalu, nilai varians menunjukkan bahwa jumlah penduduk miskin antar kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur cukup bervariasi. Selain itu, diketahui pula bahwa selama periode dari tahun 2002 hingga tahun 2021, daerah dengan jumlah penduduk miskin terbanyak terdapat di Kabupaten Malang, sedangkan jumlah penduduk miskin paling sedikit terdapat di Kota Mojokerto. Secara rinci nilai minimum dan maksimum jumlah penduduk miskin untuk tiap kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Nilai Minimum dan Maksimum Angka Kemiskinan dari Masing-Masing Kota/Kabupaten

Kota/Kabupaten	Minimum	Maksimum
Pacitan	75,86	139,2
Ponorogo	83,97	175,3
Trenggalek	76,44	193
Tulungagung	70,01	189
Blitar	103,75	197,9
Kediri	163,95	289,2
Malang*	246,6	464,8*
Lumajang	98,88	216,5
Jember	226,57	440,7
Banyuwangi	121,37	274,9
Bondowoso	103,33	183,6

Tabel 4.2 Nilai Minimum dan Maksimum Angka Kemiskinan dari Masing-Masing Kota/Kabupaten (Lanjutan)

Kota/Kabupaten	Minimum	Maksimum
Situbondo	76,44	144,1
Probolinggo	207,22	305,1
Pasuruan	141,09	314,4
Sidoarjo	119,29	239,1
Mojokerto	108,81	187,5
Jombang	116,44	289,9
Nganjuk	118,51	269,1
Madiun	71,91	167,3
Magetan	60,43	113,3
Ngawi	119,43	217,3
Bojonegoro	154,64	350,9
Tuban	170,8	325,8
Lamongan	157,11	351,8
Gresik	148,61	287,5
Bangkalan	186,11	306,7
Sampang	202,21	353,1
Pamekasan	122,43	271,5
Sumenep	211,92	351,1
Kota Kediri	20,54	41,6
Kota Blitar	9,1	16,2
Kota Malang	35,39	71,8
Kota Probolinggo	16,37	51,3
Kota Pasuruan	12,92	28,7
Kota Mojokerto*	6,63*	13,7
Kota Madiun	7,69	18,5
Kota Surabaya	130,55	253,6
Kota Batu	7,89	23

4.2 Pre-processing Data

Sebelum dilakukannya analisis peramalan menggunakan metode *Backpropagation Neural Network*, peneliti terlebih dahulu melakukan pemeriksaan *missing values* dari variabel yang digunakan. Pemeriksaan *missing values* ini untuk memastikan ada tidaknya informasi atau data yang hilang. Jika ada data yang *missing*, hal ini dapat menyebabkan menurunnya keakuratan pada saat data diolah, maka dari itu perlu adanya pemeriksaan data *missing*. Dimana hasil pemeriksaan *missing values* disajikan dalam Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Hasil Pemeriksaan *Missing Values*

Periode (Tahun)	Angka Kemiskinan		
	Valid	Missing	Persentase Valid
2002	37	1	97,30%
2003	38	0	100%
2004	38	0	100%
2005	38	0	100%
2006	38	0	100%

Tabel 4.3 Hasil Pemeriksaan *Missing Values* (Lanjutan)

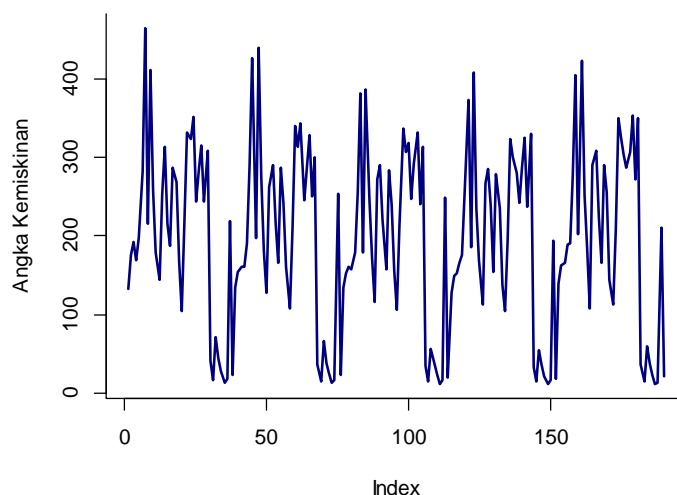
Angka Kemiskinan			
Periode (Tahun)	Valid	Missing	Persentase Valid
2007	38	0	100%
2008	38	0	100%
2009	38	0	100%
2010	38	0	100%
2011	38	0	100%
2012	38	0	100%
2013	38	0	100%
2014	38	0	100%
2015	38	0	100%
2016	38	0	100%
2017	38	0	100%
2018	38	0	100%
2019	38	0	100%
2020	38	0	100%
2021	38	0	100%

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang disajikan dalam Tabel 4.3, diketahui bahwa terdapat 1 data *missing* pada tahun 2002, yaitu tepatnya tidak ada data pada Kota Batu. Hal ini disebabkan karena pada tahun tersebut Kota Batu baru terbentuk, sehingga data angka kemiskinan belum tercatat pada Badan Pusat Statistik. Untuk mengatasi *missing values* tersebut, data yang hilang diatasi dengan memasukkan nilai yang sama dengan tahun berikutnya. Karena nilai tersebut adalah nilai yang paling sesuai untuk digunakan dalam merepresentasikan angka kemiskinan pada tahun tersebut. Angka kemiskinan Kota Batu dari tahun 2002 hingga 2021 cukup bervariasi, sehingga apabila menggunakan nilai *mean* atau standar deviasi untuk mengisi *missing values*, nilainya akan terlalu berbeda sehingga tidak bisa merepresentasikan angka kemiskinan yang sebenarnya.

4.3 Interpolasi Data

Karena keterbatasan data, dilakukan interpolasi data menggunakan metode *Cubic Spline* yang tujuannya untuk mengembangkan data sampel asli menjadi titik-titik baru dalam suatu jangkauan tertentu. Berdasarkan data asli awal $\{A_t\}_{t=1}^{20}$, dilakukan interpolasi untuk memperluasnya dan mendapatkan data baru $\{A_t\}_{t=1}^N$ yang didapatkan dengan persamaan (2.1). Data semula yang memiliki periode tahunan akan diubah menjadi data dengan periode semester dan kuartal. Selengkapnya dirangkum pada subbab 4.3.1 dan 4.3.2.

Plot data angka kemiskinan per kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur dengan periode tahunan mulai dari tahun 2002 sampai tahun 2006 sebelum dilakukan interpolasi ditunjukkan oleh Gambar 4.2 berikut. Plot data angka kemiskinan awal selebihnya dapat dilihat pada Lampiran 3.



Gambar 4.2 Plot Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur Tahun 2002-2006

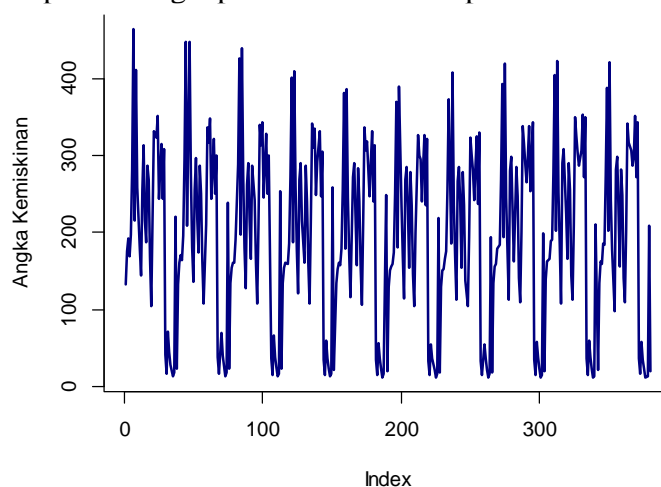
4.3.1 Interpolasi menjadi Periode Semester

Dalam proses interpolasi menjadi periode semester, data asli awal $\{A_t\}_{t=1}^{20}$ diubah menjadi data dengan penambahan 1 titik baru $\{A_t\}_{t=1}^{39}$. Jumlah sampel data yang awalnya sebanyak 20 data dengan periode tahunan berubah menjadi 39 data dengan periode semesteran. Dimana untuk setiap set periode (1, 2, ..., 39) mewakili 38 kota/kabupaten yang ada di Provinsi Jawa Timur. Ilustrasi dalam proses interpolasi data menjadi periode semester dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Ilustrasi Proses Interpolasi Data menjadi Periode Semester

2002		2003		...	2021
Data Asli	Data Interpolasi	Data Asli	Data Interpolasi	...	Data Asli
X_1	$X_{1(int)}$	X_2	$X_{2(int)}$...	X_{20}
Semester 1	Semester 2	Semester 1	Semester 2	...	Semester 1

Seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 4.4, dapat dilihat bahwa X_1, X_2, \dots, X_{20} merupakan data angka kemiskinan awal yang ditetapkan sebagai periode semester 1 pada tahun tersebut. Kemudian didapatkan satu nilai interpolasi pada setiap dua titik data asli, dimana nilai interpolasi tersebut ditetapkan sebagai periode semester 2 pada tahun tersebut.



Gambar 4.3 Plot Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur Hasil Interpolasi Semester pada S1 2002 – S2 2006

Hasil interpolasi data menjadi periode semester dapat dilihat pada Lampiran 4 dan ditampilkan pada Gambar 4.3. Gambar 4.3 merupakan grafik data angka kemiskinan per kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur dalam periode semesteran mulai dari semester 1 2002 sampai semester 2 2006 setelah dilakukan interpolasi menggunakan bantuan *software* R. Plot data angka kemiskinan hasil interpolasi semester selebihnya dapat dilihat pada Lampiran 5. Berdasarkan grafik pada Gambar 4.3, dapat dilihat bahwa interpolasi yang dilakukan dengan data angka kemiskinan per kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur tidak terlalu mengubah bentuk garis plot. Dari perbandingan kedua data, baik data awal maupun data yang sudah diinterpolasi memiliki pola data yang sama-sama berfluktuatif dari waktu ke waktu. Namun, setelah data diinterpolasi garis plot dalam data angka kemiskinan tersebut menjadi lebih halus (*smooth*) dibandingkan dengan grafik plot data angka kemiskinan awal.

4.3.2 Interpolasi menjadi Periode Kuartal

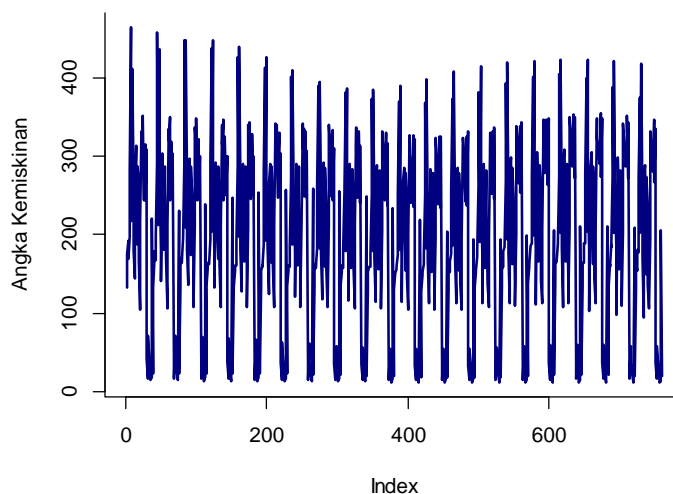
Sedangkan dalam proses interpolasi menjadi periode kuartal, data asli awal $\{A_t\}_{t=1}^{20}$ diubah menjadi data dengan penambahan 3 titik baru $\{A_t\}_{t=1}^{77}$. Jumlah sampel data yang awalnya sebanyak 20 data dengan periode tahunan berubah menjadi 77 data dengan periode kuartalan. Dimana untuk setiap set periode (1, 2, ..., 77) mewakili 38 kota/kabupaten yang ada di Provinsi Jawa Timur. Ilustrasi dalam proses interpolasi data menjadi periode semester dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Ilustrasi Proses Interpolasi Data menjadi Periode Kuartal

	2002			2003	...	2021
Data Asli	Data Interpolasi	Data Interpolasi	Data Interpolasi	Data Asli	...	Data Asli
X_1	$X_{1(int)}$	$X_{2(int)}$	$X_{3(int)}$	X_2	...	X_{20}
Kuartal 1	Kuartal 2	Kuartal 3	Kuartal 4	Kuartal 1	...	Kuartal 1

Seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 4.5, dapat dilihat bahwa X_1, X_2, \dots, X_{20} merupakan data angka kemiskinan awal yang ditetapkan sebagai periode kuartal 1 pada tahun tersebut. Kemudian didapatkan tiga nilai interpolasi pada setiap dua titik data asli, dimana nilai interpolasi tersebut ditetapkan sebagai periode kuartal 2, 3, dan 4 pada tahun tersebut.

Hasil interpolasi data menjadi periode kuartal dapat dilihat pada Lampiran 6 dan ditampilkan pada Gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.4 Plot Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur Hasil Interpolasi Kuartal pada Q1 2002 - Q4 2006

Gambar 4.4 merupakan grafik data angka kemiskinan per kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur dalam periode kuartalan mulai dari kuartal 1 2002 sampai dengan kuartal 4 2006 setelah dilakukan interpolasi menggunakan bantuan *software* R. Plot data angka kemiskinan hasil interpolasi semester selebihnya dapat dilihat pada Lampiran 7. Pada grafik yang ditampilkan dalam Gambar 4.4, dapat dilihat bahwa hasil interpolasi yang dilakukan dengan data angka kemiskinan per kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur tidak terlalu mengubah bentuk garis plot. Dari perbandingan ketiga data, baik data awal, data hasil interpolasi semester maupun data hasil interpolasi kuartal memiliki pola data yang sama-sama berfluktuatif dari waktu ke waktu. Namun dari ketiga data tersebut, setelah data diinterpolasi menjadi periode kuartal garis plot dalam data angka kemiskinan tersebut menjadi jauh lebih halus (*smooth*) dan padat dibandingkan dengan grafik plot data angka kemiskinan awal dan hasil interpolasi semester.

4.4 Uji Linieritas Data

Uji linieritas data dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat pola linier pada data. Pada penelitian ini uji linieritas bertujuan untuk memilih fungsi aktivasi. Uji linieritas data angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur dalam penelitian ini menggunakan Uji Terasvirta dengan hipotesis sebagai berikut.

H0: $f(x)$ adalah fungsi linier dalam x atau model linier

H1: $f(x)$ adalah fungsi non-linier dalam x atau model non-linier

Keputusan: Tolak H0 jika nilai F_{hitung} melebihi nilai F_{tabel} ($0,05; m, n - 1 - p - m$) atau p -value kurang dari taraf signifikansi $\alpha=0,05$.

Tabel 4.6 Uji Terasvirta pada Data Interpolasi Semester dan Kuartal

Data	F_{hitung}	df_1	df_2	F_{tabel}	p -value	Keputusan
Interpolasi Semester	14,709	30	1.296	1,468	0,000	Tolak H0
Interpolasi Kuartal	33,807	30	2.740	1,463	0,000	Tolak H0

Berdasarkan hasil uji Terasvirta yang ditunjukkan dalam Tabel 4.6, baik pada data interpolasi semester maupun kuartal memiliki nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ sehingga mendapatkan keputusan Tolak H0. Dapat disimpulkan bahwa data angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur memiliki pola non-linier. Oleh karena itu, fungsi aktivasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi aktivasi non-linier, yaitu fungsi aktivasi sigmoid biner.

4.5 Transformasi Data

Sebelum dilakukan pemodelan BPNN, data perlu ditransformasi menjadi data dengan nilai data berada di antara 0 dan 1 terlebih dahulu agar terjadi kestabilan dalam variasi data dan juga untuk menyesuaikan nilai data dengan *range* fungsi aktivasi sigmoid biner. Transformasi data dilakukan menggunakan metode *Min-Max Normalization* yang dihitung dengan rumus persamaan (2.7). Hasil transformasi data pada hasil interpolasi semesteran dan kuartalan terlampir pada Lampiran 8 dan Lampiran 9.

4.6 Pembagian Proporsi Data

Data yang digunakan untuk analisis peramalan dibagi menjadi dua, yaitu data *training* dan data *testing*. Data *training* digunakan untuk proses pembelajaran dalam melakukan pemodelan BPNN yang selanjutnya model yang telah diperoleh diujikan kepada data *testing*. Dari keseluruhan data, 80% data digunakan sebagai data *training* dan 20% sisanya digunakan sebagai data *testing*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mulyani (2016), dengan

proporsi 80:20 dalam pembagian data *training* dan *testing* untuk meramalkan penduduk miskin di Indonesia menggunakan metode BPNN menghasilkan nilai MSE yang cukup kecil. Selain itu, menurut Achmalia dkk (2020), berdasarkan *trial and error* diperoleh bahwa komposisi pembagian data yang digunakan untuk membangun jaringan BPNN, yaitu 80% untuk data latih dan 20% untuk data uji memberikan hasil paling optimal.

4.6.1 Pola Data *Input* pada Hasil Interpolasi Semester

Data *input* untuk proses *training* pada data angka kemiskinan berdasarkan kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur hasil interpolasi semester ditunjukkan pada Tabel 4.7 sebagai berikut.

Tabel 4.7 Pola *Input* Data *Training* pada Hasil Interpolasi Semester

Pola ke-	<i>Input</i>				<i>Output</i>
	X_1	X_2	X_3	X_4	Y
1	0,27429	0,28643	0,29435	0,30807	0,30449
2	0,36814	0,34832	0,34043	0,35242	0,35177
3	0,40677	0,36952	0,35656	0,37153	0,37169
4	0,35548	0,35589	0,35402	0,36443	0,36353
5	0,41747	0,42718	0,42452	0,42877	0,41464
6	0,60058	0,65381	0,65098	0,63648	0,59680
7	1	1	0,96636	0,94897	0,89920
8	0,45806	0,45664	0,43995	0,43230	0,41560
9	0,88476	0,99871	1	0,96917	0,91072
10	0,55213	0,61173	0,61803	0,61058	0,57184
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1060	0,01770	0,01876	0,01939	0,01973	0,01817
1061	0,00181	0,00138	0,00136	0,00156	0,00149
1062	0,00478	0,00547	0,00544	0,00497	0,00404
1063	0,34340	0,34895	0,34959	0,35539	0,34092
1064	0,00582	0,00547	0,00531	0,00514	0,00419

Berdasarkan Tabel 4.7, X_1 , X_2 , X_3 , dan X_4 adalah nilai *input* dari data yang digunakan yang berjumlah sebanyak 4 neuron *input* yang merupakan lag 1, 2, 3, dan 4 dari data (mulai dari 1 periode sebelumnya ($N-1$) hingga 4 periode sebelumnya ($N-4$)). Dimana setiap set periode (1, 2, ..., 39) mewakili 38 kota/kabupaten yang ada di Provinsi Jawa Timur. Sedangkan, nilai dari Y adalah nilai target yang ada pada proses *training*. Hasil persentase pembagian proporsi data angka kemiskinan hasil interpolasi semester ditampilkan pada Tabel 4.8 sebagai berikut.

Tabel 4.8 Pembagian Proporsi Data pada Hasil Interpolasi Semester

Proporsi Data	Persentase	Pola Data
Data <i>Training</i>	80%	1.064
Data <i>Testing</i>	20%	266
Total	100%	1.330

4.6.2 Pola Data *Input* pada Hasil Interpolasi Kuartal

Data *input* untuk proses *training* pada data angka kemiskinan berdasarkan kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur hasil interpolasi kuartal ditunjukkan pada Tabel 4.9 sebagai berikut.

Tabel 4.9 Pola *Input* Data *Training* pada Hasil Interpolasi Kuartal

Pola ke-	<i>Input</i>				<i>Output</i>
	X_1	X_2	X_3	X_4	Y
1	0,27436	0,27955	0,28650	0,28776	0,29443
2	0,36820	0,35493	0,34838	0,33925	0,34050
3	0,40683	0,38299	0,36958	0,35638	0,35662
4	0,35554	0,35440	0,35596	0,35120	0,35409
5	0,41752	0,42203	0,42724	0,42243	0,42458
6	0,60062	0,63195	0,65384	0,65102	0,65101
7	1	1	1	0,97542	0,96637
8	0,45812	0,45745	0,45670	0,44474	0,44001
9	0,88477	0,95281	0,99871	1	1
10	0,55218	0,58640	0,61177	0,61379	0,61807
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2200	0,01838	0,01874	0,01903	0,01868	0,01839
2201	0,00136	0,00141	0,00151	0,00157	0,00161
2202	0,00540	0,00533	0,00516	0,00478	0,00444
2203	0,33414	0,33616	0,33950	0,33483	0,33498
2204	0,00523	0,00521	0,00518	0,00494	0,00463

Berdasarkan Tabel 4.9, X_1 , X_2 , X_3 , dan X_4 adalah nilai *input* dari data yang digunakan yang berjumlah sebanyak 4 neuron *input* yang merupakan lag 1, 2, 3, dan 4 dari data (mulai dari 1 periode sebelumnya ($N-1$) hingga 4 periode sebelumnya ($N-4$)). Dimana setiap set periode (1, 2, ..., 77) mewakili 38 kota/kabupaten yang ada di Provinsi Jawa Timur. Pemilihan jumlah lag data sebagai variabel *input* ditentukan atas pertimbangan dari periode data setelah dilakukan interpolasi. Sehingga, nilai *output* (Y) akan disebabkan oleh pergerakan data historis. Sedangkan, nilai dari Y adalah nilai target yang ada pada proses *training*. Hasil persentase pembagian proporsi data angka kemiskinan hasil interpolasi kuartal ditampilkan pada Tabel 4.10 sebagai berikut.

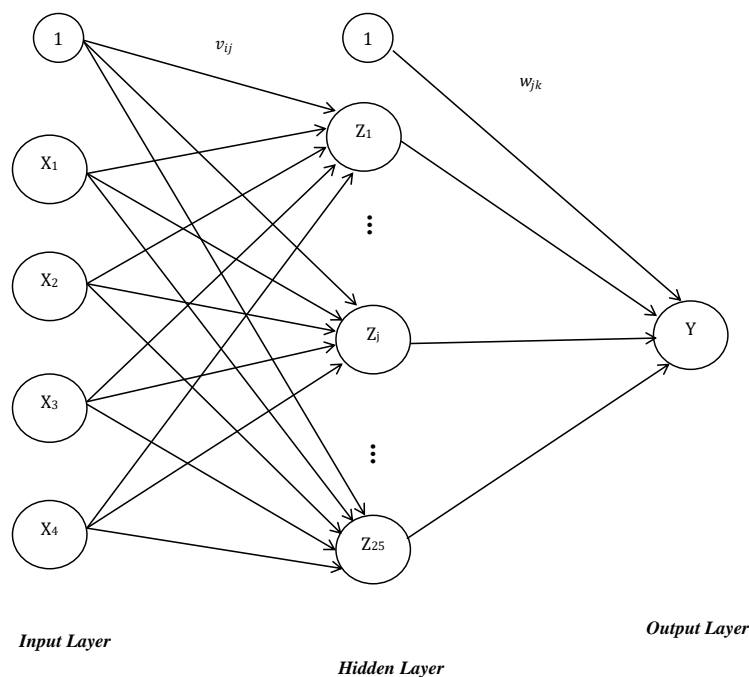
Tabel 4.10 Pembagian Proporsi Data pada Hasil Interpolasi Kuartal

Proporsi Data	Persentase	Pola Data
Data <i>Training</i>	80%	2.204
Data <i>Testing</i>	20%	570
Total	100%	2.774

4.7 Pemodelan dengan BPNN

Arsitektur jaringan pada *Backpropagation Neural Network* mempunyai arsitektur yang tersusun dari jumlah neuron pada *input layer*, jumlah neuron pada *hidden layer*, dan jumlah neuron pada *output layer*. Menurut Fausett (1994), dengan jumlah *hidden layer* sebanyak satu

saja cukup memadai untuk menghasilkan *output* yang sesuai target. *Input layer* model BPNN pada penelitian ini terdiri dari 4 neuron, yaitu lag 1, 2, 3, dan 4 dari data (mulai dari 1 periode sebelumnya ($N-1$) hingga 4 periode sebelumnya ($N-4$)). Dimana setiap set periode (1, 2, ..., N) mewakili 38 kota/kabupaten yang ada di Provinsi Jawa Timur. Pemilihan jumlah lag data sebagai variabel *input* ditentukan atas pertimbangan dari periode data setelah dilakukan interpolasi. Sehingga, nilai *output* (Y) akan disebabkan oleh pergerakan data historis. Selain itu, dengan penentuan 4 lag data tersebut nilai *output* (Y) nantinya adalah data aktualnya sendiri (bukan hasil interpolasi). Kemudian *hidden layer* pada penelitian ini terdiri dari satu *layer* dimana dilakukan *trial and error* pada jumlah neuron yaitu dari 1 neuron sampai 25 neuron. Penentuan variasi jumlah neuron pada *hidden layer* ditentukan hanya sampai 25 neuron karena untuk jumlah di atas 25, nilai *error* menunjukkan hasil yang konvergen. Lalu *output layer* terdiri dari satu *layer* yang berisi 1 neuron yaitu jumlah penduduk miskin. Arsitektur jaringan BPNN ditampilkan pada Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Arsitektur Jaringan BPNN pada Analisis Penelitian

Proses *training* menggunakan metode BPNN dilakukan dengan memberikan batasan iterasi pada setiap proses *training* dimana dalam penelitian jumlah iterasi ditetapkan sebanyak 100.000 dan nilai *learning rate* sebesar 0,1. Batas iterasi sebanyak 100.000 telah mencakup seluruh proses *training* untuk mencapai nilai *error* yang diharapkan. *Learning rate* merupakan laju kecepatan jaringan dalam melakukan proses *training* dengan *range* nilai antara 0 sampai dengan 1. Apabila nilai *learning rate* terlalu besar hingga mendekati 1 maka proses *training* yang dilakukan akan terlalu cepat yang dapat menyebabkan model menghasilkan *error* yang cukup tinggi sedangkan apabila nilai *learning rate* terlalu kecil maka proses *training* akan terlalu lama untuk dilakukan sehingga pada penelitian ini nilai *learning rate* ditetapkan sebesar 0,1. Kemudian berdasarkan uji linieritas Terasvirta, didapatkan kesimpulan bahwa data angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur merupakan data non-linier sehingga fungsi aktivasi yang digunakan pada penelitian ini adalah fungsi aktivasi sigmoid biner.

Rincian perancangan arsitektur BPNN yang dibangun pada penelitian ini disajikan pada Tabel 4.11 berikut.

Tabel 4.11 Rincian Perancangan Arsitektur BPNN

Parameter	Deskripsi
<i>Input Layer</i>	4 neuron (lag 1, 2, 3, 4)
<i>Hidden Layer</i>	1-25 neuron (<i>trial and error</i>)
<i>Output Layer</i>	1 neuron (angka kemiskinan)
Iterasi	100.000
<i>Learning Rate</i>	0,1
Fungsi Aktivasi	sigmoid biner

Kemudian dalam menetapkan model yang terbaik dilihat berdasarkan nilai MSE dan MAPE yang dihasilkan dari proses *training* dan *testing* dimana dihitung dengan rumus persamaan (2.23) dan (2.24).

4.7.1 Pemodelan pada Hasil Interpolasi Data Semester

Pemodelan data menggunakan metode *Backpropagation Neural Network* (BPNN) dilakukan dengan membuat variasi model pada jumlah neuron pada satu *hidden layer* dimana dilakukan *trial and error* pada jumlah neuron dari 1 neuron sampai 25 neuron. Hasil pemodelan pada data interpolasi semester selengkapnyanya dapat dilihat pada Tabel 4.12 berikut.

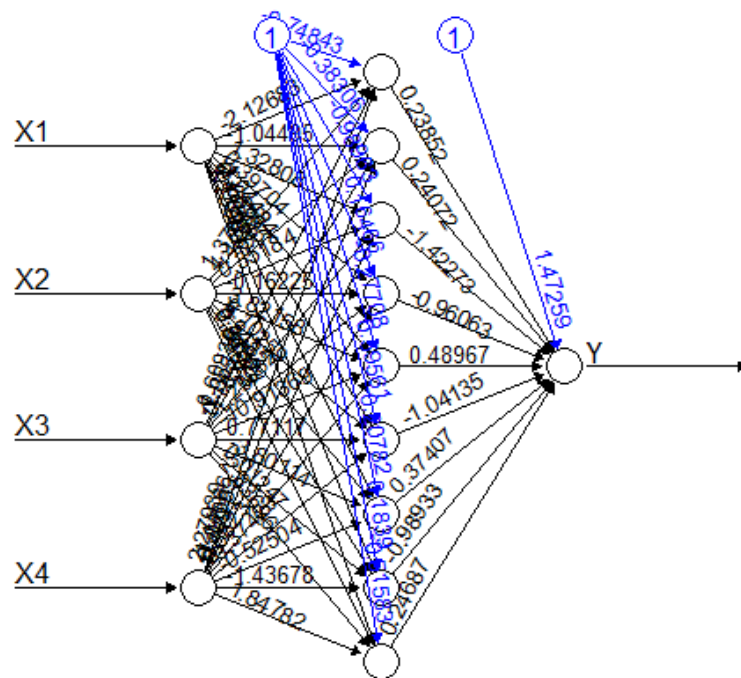
Tabel 4.12 Hasil Uji Coba Variasi Jumlah Neuron pada Data Interpolasi Semester

Jumlah Neuron pada <i>Hidden</i> <i>Layer</i>	MSE		MAPE (%)	
	Training	Testing	Training	Testing
1	14,24019	7,430774	3,593710	4,434604
2	14,72262	7,986382	2,601932	2,957009
3	18,51731	7,936133	2,499561	2,631792
4	19,54147	8,062618	2,000568	1,956487
5	16,73465	8,709262	2,315218	2,406334
6	15,74919	6,768582	2,134789	2,514395
7	18,86847	10,80182	2,574993	2,960106
8	14,93156	6,926784	2,036786	2,153174
9*	11,21321	5,094883	1,735119	1,830570
10	13,96788	7,199545	1,648748	1,799967
11	19,52049	8,811944	1,902636	1,683741
12	12,27568	5,890520	1,973692	2,321844
13	13,61014	7,598625	1,611738	1,971038
14	15,56852	8,271499	1,789676	2,005766
15	11,91357	6,223628	1,780473	2,090499
16	11,78250	5,976586	1,542429	1,791932
17	16,49801	6,308825	1,824822	1,678646
18	22,63835	9,636288	2,201244	2,062603
19	11,99485	7,967299	1,731900	2,152891
20	12,95675	5,800033	1,614487	1,762136
21	17,30888	8,464255	1,815114	1,993185

Tabel 4.12 Hasil Uji Coba Variasi Jumlah Neuron pada Data Interpolasi Semester (Lanjutan)

Jumlah Neuron pada <i>Hidden</i> <i>Layer</i>	MSE		MAPE (%)	
	Training	Testing	Training	Testing
22	16,31892	8,926087	1,875233	2,271928
23	13,60532	6,553617	1,513619	1,701237
24	12,21667	7,860753	1,618291	1,996061
25	14,28874	7,031930	1,605452	1,761122

Untuk memilih model terbaik, pemilihan didasarkan pada hasil MSE pada proses *testing* yang kemudian disesuaikan dengan hasil MSE pada proses *training* dan nilai MAPE yang dihasilkan. Hasil uji coba variasi neuron yang disajikan pada Tabel 4.12 menunjukkan bahwa jumlah *neuron* sebanyak 9 menghasilkan nilai *error* yang paling kecil dibandingkan dengan nilai *error* jumlah *neuron* yang lainnya dengan nilai MSE sebesar 11,21321 dan 5,094883 pada masing-masing proses *training* dan *testing* serta nilai MAPE sebesar 1,735119% dan 1,83057% pada masing-masing proses *training* dan *testing*. Sehingga didapatkan arsitektur jaringan BPNN terbaik adalah (4-9-1), artinya jumlah neuron pada *input layer* sebanyak 4, jumlah neuron pada *hidden layer* sebanyak 9, dan jumlah neuron pada *output layer* adalah sebanyak 1. Arsitektur jaringan BPNN yang terbentuk dari model terbaik disajikan pada Gambar 4.6 berikut.



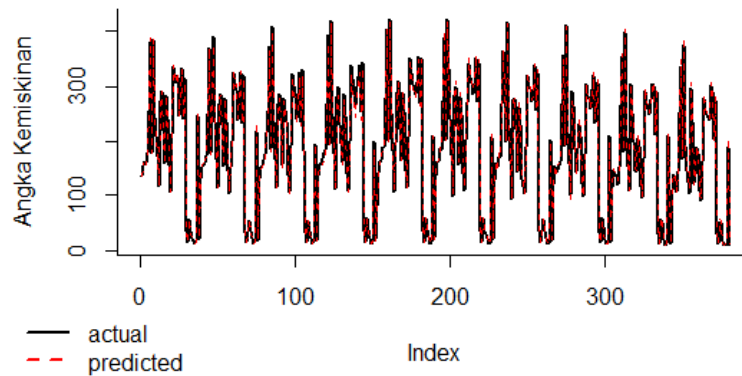
Gambar 4.6 Arsitektur Jaringan BPNN dengan 9 Neuron pada 1 *Hidden Layer*

Masing-masing bobot yang menghubungkan neuron pada *input layer* terhadap *hidden layer* maupun bobot yang menghubungkan neuron pada *hidden layer* terhadap *output layer* diinisialisasi dengan membangkitkan bilangan acak kecil. Kemudian dilakukan proses *training* secara berulang sehingga didapatkan bobot akhir seperti yang terlihat pada Gambar 4.6. Nilai masing-masing bobot awal dan akhir pada pemodelan BPNN selengkapnya dapat dilihat dalam Lampiran 10. Berdasarkan Gambar 4.6, diperoleh persamaan model untuk hasil perhitungan

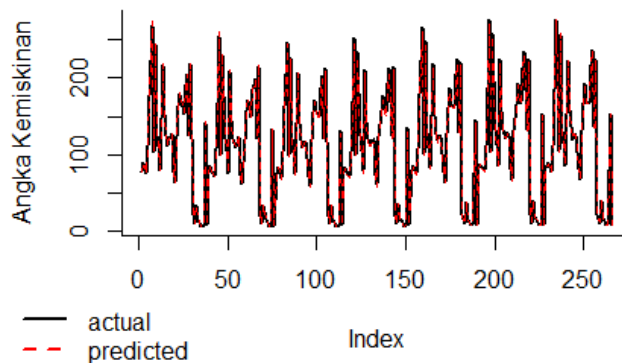
pada *output layer* (Y). Persamaan model BPNN (4-9-1) pada data angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur adalah sebagai berikut.

$$Y = \frac{1}{1 + e^{-(1,472587+0,238518Z_1+0,240723Z_2-1,42273Z_3+\dots+0,246868Z_9)}}$$

Hasil dari prediksi data angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur dalam peramalan menggunakan bantuan *software* R ditampilkan dengan menggunakan plot antara perbandingan data aktual dan prediksi untuk melihat kemiripan dan memperhitungkan nilai kesalahan pada peramalan. Plot perbandingan data aktual dan data prediksi pada proses *training* dan *testing* ditunjukkan pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 sebagai berikut.



Gambar 4.7 Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Prediksi dalam Proses *Training* pada Periode S1 2004-S2 2008



Gambar 4.8 Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Prediksi dalam Proses *Testing* pada Hasil Interpolasi Semester

Pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8, garis yang berwarna hitam merupakan garis yang merepresentasikan keadaan data angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur yang sesungguhnya. Lalu garis putus-putus yang berwarna merah merupakan garis yang mewakili hasil prediksi berdasarkan perhitungan model BPNN dengan arsitektur (4-9-1). Terdapat sumbu x yang merupakan indeks *time series* sedangkan, sumbu y merupakan nilai dari data angka kemiskinan dalam ribu jiwa. Gambar 4.7 merupakan plot perbandingan data aktual dengan data prediksi dalam proses *training* pada periode semester 1 2004 sampai semester 2 2008. Plot untuk interval periode selanjutnya dapat dilihat pada Lampiran 11. Berdasarkan Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 yang merupakan plot perbandingan data aktual dan data prediksi, dapat dilihat bahwa nilai aktual dan prediksi sangat berhimpitan. Hal ini menandakan bahwa nilai yang dihasilkan dari

model BPNN dengan arsitektur (4-9-1) hampir menyerupai nilai sesungguhnya pada data angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur (periode semester) dan dapat dikatakan data prediksi mengikuti pola dari data asli dengan sangat baik. Hasil perbedaan yang didapatkan antara nilai data aktual dan nilai hasil prediksi memberikan nilai *error* sebesar 1,83057% pada proses *testing*. Menurut Moreno, dkk (2013), apabila suatu model memiliki nilai MAPE dibawah 10% maka model tersebut memiliki kinerja yang sangat baik. Oleh sebab itu, dapat dikatakan bahwa metode BPNN dengan menggunakan arsitektur model (4-9-1) layak untuk meramalkan jumlah penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur. Untuk perbandingan hasil prediksi dengan data aktual pada proses *training* dan *testing*, lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 12.

4.7.2 Pemodelan pada Hasil Interpolasi Periode Kuartal

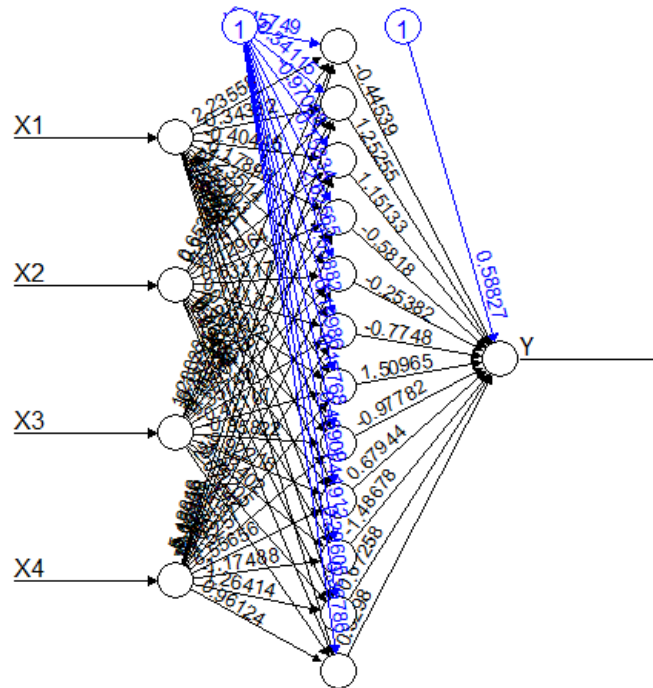
Pemodelan data menggunakan metode *Backpropagation Neural Network* (BPNN) dilakukan dengan membuat variasi model pada jumlah neuron pada satu *hidden layer* dimana dilakukan *trial and error* pada jumlah neuron dari 1 neuron sampai 25 neuron. Hasil pemodelan pada data interpolasi kuartal selengkapya dapat dilihat pada Tabel 4.13 berikut.

Tabel 4.13 Hasil Uji Coba Variasi Jumlah Neuron pada Data Interpolasi Kuartal

Jumlah Neuron pada <i>Hidden</i> <i>Layer</i>	MSE		MAPE (%)	
	Training	Testing	Training	Testing
1	2,518210	1,667903	2,200758	3,027152
2	1,966274	1,086039	1,278851	1,674923
3	2,954933	1,480251	1,161524	1,435740
4	3,310108	1,447896	1,095932	1,342041
5	3,518041	1,804556	1,127133	1,356226
6	1,356328	0,755547	0,526382	0,642375
7	1,922490	1,073344	0,641392	0,773637
8	1,766712	0,780802	0,822888	1,002649
9	1,427718	0,523271	1,086081	1,341114
10	3,320999	1,615737	0,965332	1,141104
11	1,711111	0,715846	0,804960	1,017070
12*	0,871618	0,470566	0,747770	0,989404
13	3,360058	2,230710	0,931751	1,132833
14	1,928660	1,249250	0,866483	1,127442
15	1,155609	0,566775	0,706819	0,925858
16	1,663797	0,831613	0,636092	0,680689
17	1,523161	0,628145	0,546406	0,566179
18	1,575434	0,748807	0,562369	0,667728
19	2,101235	1,761317	0,845161	1,130168
20	1,260215	0,645599	0,519909	0,626395
21	1,166764	0,505388	0,437660	0,468702
22	1,696929	0,976575	0,658927	0,794517
23	1,268773	0,869085	0,535199	0,699991
24	1,711026	1,169126	0,645967	0,821590
25	2,037440	0,555777	1,398617	1,697406

Untuk memilih model terbaik, pemilihan didasarkan pada hasil MSE pada proses *testing* yang kemudian disesuaikan dengan hasil MSE pada proses *training* dan nilai MAPE yang

dihasilkan. Hasil uji coba variasi neuron yang disajikan pada Tabel 4.13 menunjukkan bahwa jumlah *neuron* sebanyak 12 menghasilkan nilai *error* yang paling kecil dibandingkan dengan nilai *error* jumlah *neuron* yang lainnya dengan nilai MSE sebesar 0,871618 dan 0,470566 pada masing-masing proses *training* dan *testing* serta nilai MAPE sebesar 0,74777% dan 0,9894038% pada masing-masing proses *training* dan *testing*. Sehingga didapatkan arsitektur jaringan BPNN terbaik adalah (4-12-1), artinya jumlah neuron pada *input layer* sebanyak 4, jumlah neuron pada *hidden layer* sebanyak 12, dan jumlah neuron pada *output layer* adalah sebanyak 1. Arsitektur jaringan BPNN yang terbentuk dari model terbaik disajikan pada Gambar 4.9 berikut.

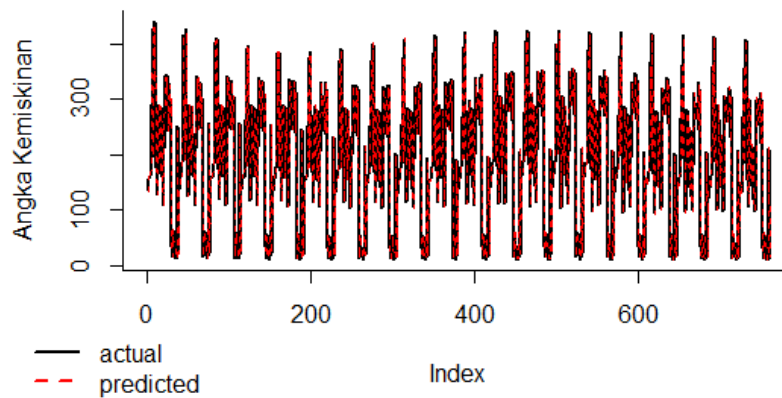


Gambar 4.9 Arsitektur Jaringan BPNN dengan 12 Neuron pada 1 *Hidden Layer*

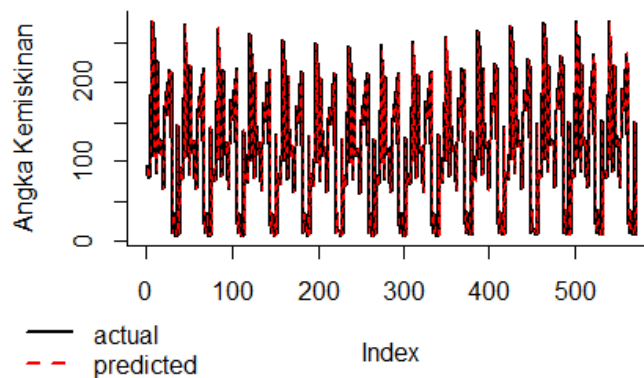
Masing-masing bobot yang menghubungkan neuron pada *input layer* terhadap *hidden layer* maupun bobot yang menghubungkan neuron pada *hidden layer* terhadap *output layer* diinisialisasi dengan membangkitkan bilangan acak kecil. Kemudian dilakukan proses *training* secara berulang sehingga didapatkan bobot akhir seperti yang terlihat pada Gambar 4.9. Nilai masing-masing bobot awal dan akhir pada pemodelan BPNN selengkapnya dapat dilihat dalam Lampiran 13. Berdasarkan Gambar 4.9, diperoleh persamaan model untuk hasil perhitungan pada *output layer* (*Y*). Persamaan model BPNN (4-12-1) pada data angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur adalah sebagai berikut.

$$Y = \frac{1}{1 + e^{-(0,58827 - 0,4454Z_1 + 1,25255Z_2 + 1,15133Z_3 + \dots + 0,3298Z_{12})}}$$

Hasil dari prediksi data angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur berdasarkan interpolasi periode kuartal dalam peramalan menggunakan bantuan *software* R ditampilkan dengan menggunakan plot antara perbandingan data aktual dan prediksi untuk melihat kemiripan dan memperhitungkan nilai kesalahan pada peramalan. Plot perbandingan data aktual dan data prediksi pada proses *training* dan *testing* ditunjukkan pada Gambar 4.10 dan Gambar 4.11 sebagai berikut.



Gambar 4.10 Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Prediksi dalam Proses *Training* pada Periode Q1 2003-Q4 2007



Gambar 4.11 Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Prediksi dalam Proses *Testing* pada Hasil Interpolasi Kuartal

Pada Gambar 4.10 dan Gambar 4.11, garis yang berwarna hitam merupakan garis yang merepresentasikan keadaan data angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur yang sesungguhnya. Lalu garis putus-putus yang berwarna merah merupakan garis yang mewakili hasil prediksi berdasarkan perhitungan model BPNN dengan arsitektur (4-12-1). Terdapat sumbu x yang merupakan indeks *time series* sedangkan sumbu y merupakan nilai dari data angka kemiskinan dalam ribu jiwa. Gambar 4.10 merupakan plot perbandingan data aktual dengan data prediksi dalam proses *training* pada periode kuartal 1 2003 sampai kuartal 4 2007. Plot untuk interval periode selebihnya dapat dilihat pada Lampiran 14. Berdasarkan Gambar 4.10 dan Gambar 4.11 yang merupakan plot perbandingan data aktual dan data prediksi, dapat dilihat bahwa nilai aktual dan prediksi sangat berhimpitan. Hal ini menandakan bahwa nilai yang dihasilkan dari model BPNN dengan arsitektur (4-12-1) hampir menyerupai nilai sesungguhnya pada data angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur (periode kuartal) dan dapat dikatakan bahwa data prediksi mengikuti pola dari data asli dengan sangat baik. Hasil perbedaan yang didapatkan antara nilai data aktual dan nilai hasil prediksi memberikan nilai *error* sebesar 0,9894038% pada proses *testing*. Menurut Moreno, dkk (2013), apabila suatu model memiliki nilai MAPE dibawah 10% maka model tersebut memiliki kinerja yang sangat baik. Oleh sebab itu, dapat dikatakan bahwa metode BPNN dengan menggunakan arsitektur model (4-12-1) layak untuk meramalkan jumlah penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur. Untuk perbandingan hasil prediksi dengan data aktual pada proses *training* dan *testing*, lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 15.

4.8 Peramalan Angka Kemiskinan

Setelah mendapatkan model BPNN terbaik, selanjutnya dilakukan peramalan pada jumlah penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur untuk periode lima tahun ke depan menggunakan model BPNN dengan arsitektur model terbaik.

4.8.1 Peramalan pada Hasil Interpolasi Periode Semester

Peramalan pada data angka kemiskinan hasil interpolasi menjadi periode semester akan dibuat menggunakan model terbaik dengan arsitektur (4-9-1) menggunakan rumus denormalisasi untuk mengembalikan nilai yang dihitung dengan rumus pada persamaan (2.8). Adapun hasil peramalannya dapat dilihat pada Tabel 4.14 berikut.

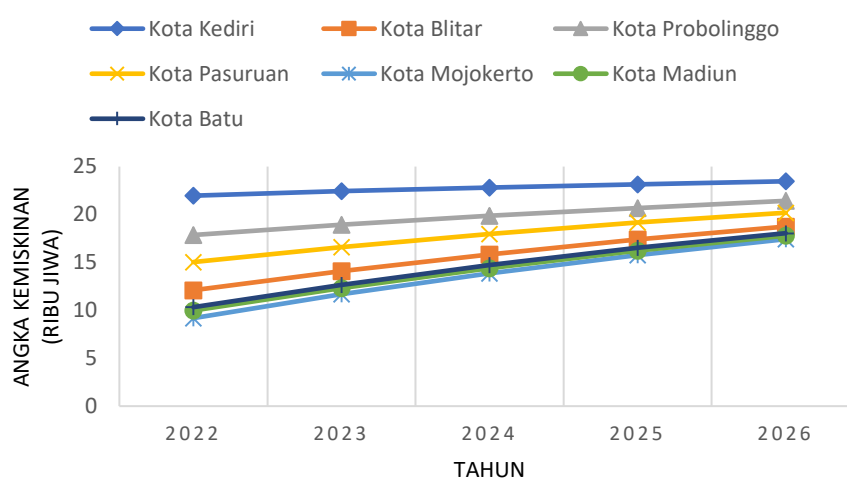
Tabel 4.14 Hasil Peramalan Data Angka Kemiskinan pada Hasil Interpolasi Periode Semester

No	Kota/Kabupaten	Hasil Peramalan (dalam Jiwa)				
		2022	2023	2024	2025	2026
1	Pacitan	80.741	75.873	71.328	66.701	62.313
2	Ponorogo	86.700	81.448	76.642	71.753	67.053
3	Trenggalek	81.027	76.154	71.618	66.953	62.552
4	Tulungagung	73.087	68.778	64.551	60.241	56.318
5	Blitar	107.635	101.786	96.389	90.696	85.178
6	Kediri	172.042	166.897	161.748	155.295	149.343
7	Malang	263.271	256.530	251.882	245.228	239.236
8	Lumajang	100.982	95.259	89.949	84.485	79.185
9	Jember	243.144	237.550	233.127	226.691	220.992
10	Banyuwangi	121.929	116.357	110.662	104.506	98.687
11	Bondowoso	109.816	103.981	98.580	92.809	87.230
12	Situbondo	81.771	76.999	72.386	67.621	63.191
13	Probolinggo	214.735	208.977	204.048	198.105	192.386
14	Pasuruan	154.011	147.580	142.162	135.993	129.853
15	Sidoarjo	135.401	128.483	122.961	117.018	110.907
16	Mojokerto	111.894	106.444	100.901	94.932	89.333
17	Jombang	118.674	113.100	107.460	101.367	95.608
18	Nganjuk	119.599	113.600	107.978	102.007	96.196
19	Madiun	76.690	72.159	67.798	63.306	59.159
20	Magetan	63.975	60.189	56.557	52.898	49.562
21	Ngawi	123.246	117.481	111.838	105.726	99.866
22	Bojonegoro	161.355	154.924	149.394	143.312	137.185
23	Tuban	181.859	176.495	171.421	165.133	159.224
24	Lamongan	158.844	153.024	147.433	141.191	135.114
25	Gresik	154.294	149.120	143.642	137.145	131.121
26	Bangkalan	209.211	202.613	197.915	192.049	186.219
27	Sampang	228.383	221.927	217.436	211.457	205.708
28	Pamekasan	134.777	128.044	122.431	116.472	110.381
29	Sumenep	217.407	211.438	206.409	200.566	194.840
30	Kota Kediri	21.964	22.451	22.820	23.142	23.467
31	Kota Blitar	12.100	14.098	15.843	17.396	18.743

Tabel 4.14 Hasil Peramalan Data Angka Kemiskinan pada Hasil Interpolasi Periode Semester (Lanjutan)

No	Kota/Kabupaten	Hasil Peramalan (dalam Jiwa)				
		2022	2023	2024	2025	2026
32	Kota Malang	39.247	37.670	36.113	34.576	33.220
33	Kota Probolinggo	17.861	18.942	19.858	20.681	21.427
34	Kota Pasuruan	15.037	16.592	17.960	19.160	20.185
35	Kota Mojokerto	9.185	11.680	13.844	15.763	17.426
36	Kota Madiun	9.982	12.336	14.390	16.214	17.789
37	Kota Surabaya	143.113	137.366	131.940	125.563	119.504
38	Kota Batu	10.333	12.662	14.722	16.528	18.048

Berdasarkan hasil peramalan terhadap data angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur (periode semester) untuk lima tahun ke depan yang tersajikan pada Tabel 4.14, terlihat bahwa terjadi peningkatan dan penurunan jumlah penduduk miskin pada kota/kabupaten tertentu. Hasil peramalan jumlah penduduk miskin untuk seluruh kabupaten di Provinsi Jawa Timur lima tahun ke depan mengalami penurunan yang cukup stabil. Sedangkan dari hasil peramalan 9 kota yang ada di Provinsi Jawa Timur, 7 kota mendapatkan hasil peramalan angka kemiskinan yang naik signifikan dari tahun-tahun sebelumnya, yaitu pada Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, dan Kota Batu. Plot hasil peramalan lima tahun ke depan dari 7 kota yang mengalami kenaikan dari tahun-tahun sebelumnya ditampilkan dalam Gambar 4.12 berikut.



Gambar 4.12 Plot Hasil Peramalan dari Tujuh Kota yang Mengalami Kenaikan pada Interpolasi Semester

Peramalan dilakukan sampai tahun 2026, yang artinya terdapat 5 periode yang diramalkan. Berdasarkan Gambar 4.12, terlihat bahwa hasil peramalan ketujuh kota yang mengalami kenaikan angka kemiskinan, memiliki laju pertumbuhan yang hampir sama. Namun peningkatan yang cukup signifikan dari tahun ke tahun terjadi di 6 kota, yaitu pada Kota Batu, Mojokerto, Madiun, Blitar, Pasuruan, dan Probolinggo. Sedangkan pada Kota Kediri, kenaikan yang terjadi dari periode peramalan tahun 2022 hingga tahun 2024 memiliki laju pertumbuhan yang lebih lambat dan saat menginjak periode peramalan 2025, angka kemiskinan tersebut mulai mengalami keterlambatan dengan tren yang semakin melambat hingga periode tahun 2026.

4.8.2 Peramalan pada Hasil Interpolasi Periode Kuartal

Peramalan pada data angka kemiskinan hasil interpolasi menjadi periode kuartal akan dibuat menggunakan model terbaik dengan arsitektur (4-12-1) menggunakan rumus denormalisasi untuk mengembalikan nilai yang dihitung dengan rumus pada persamaan (2.8). Adapun hasil peramalannya dapat dilihat pada Tabel 4.15 berikut.

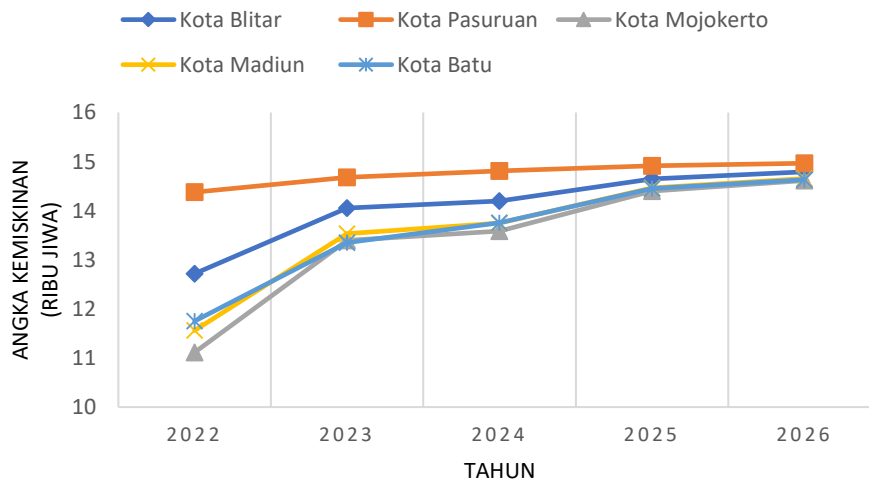
Tabel 4.15 Hasil Peramalan Data Angka Kemiskinan pada Hasil Interpolasi Periode Kuartal

No	Kota/Kabupaten	Hasil Peramalan (dalam Jiwa)				
		2022	2023	2024	2025	2026
1	Pacitan	78.000	70.314	63.156	55.073	46.886
2	Ponorogo	84.936	78.039	71.605	64.142	56.140
3	Trenggalek	78.349	70.788	63.686	55.612	47.425
4	Tulungagung	69.853	62.040	54.312	46.024	38.326
5	Blitar	108.580	105.288	102.345	98.661	94.532
6	Kediri	169.524	164.028	163.011	160.869	158.471
7	Malang	259.080	241.943	228.450	215.884	204.349
8	Lumajang	101.356	97.089	93.018	88.131	82.595
9	Jember	236.433	218.022	206.063	196.805	188.874
10	Banyuwangi	123.728	122.921	121.978	120.127	118.363
11	Bondowoso	110.788	107.774	105.188	101.838	98.120
12	Situbondo	79.443	72.468	65.473	57.462	49.296
13	Probolinggo	210.227	196.832	188.455	182.496	177.326
14	Pasuruan	155.468	152.445	151.465	150.209	148.806
15	Sidoarjo	137.682	135.054	134.133	133.281	132.162
16	Mojokerto	113.216	111.493	109.440	106.432	103.314
17	Jombang	120.341	119.204	117.938	115.783	113.650
18	Nganjuk	121.625	119.896	118.469	116.505	114.426
19	Madiun	73.619	65.915	58.432	50.148	42.144
20	Magetan	59.201	50.321	42.747	35.242	29.089
21	Ngawi	125.092	123.902	122.952	121.248	119.557
22	Bojonegoro	162.751	159.229	157.464	155.779	154.036
23	Tuban	178.990	171.639	169.114	166.361	163.413
24	Lamongan	159.547	156.781	155.718	154.063	152.393
25	Gresik	153.695	151.449	151.542	150.058	148.549
26	Bangkalan	206.118	193.032	185.088	179.822	175.164
27	Sampang	223.676	207.225	196.400	188.898	182.618
28	Pamekasan	137.161	134.907	133.979	133.074	131.961
29	Sumenep	213.459	200.013	190.766	184.242	178.792
30	Kota Kediri	19.064	17.493	16.719	15.928	15.634
31	Kota Blitar	12.718	14.055	14.199	14.650	14.792
32	Kota Malang	33.189	26.654	23.165	19.977	18.146
33	Kota Probolinggo	16.250	15.909	15.593	15.321	15.247
34	Kota Pasuruan	14.377	14.683	14.810	14.912	14.966

Tabel 4.15 Hasil Peramalan Data Angka Kemiskinan pada Hasil Interpolasi Periode Kuartal (Lanjutan)

No	Kota/Kabupaten	Hasil Peramalan (dalam Jiwa)				
		2022	2023	2024	2025	2026
35	Kota Mojokerto	11.114	13.394	13.587	14.402	14.614
36	Kota Madiun	11.561	13.532	13.745	14.463	14.655
37	Kota Surabaya	143.998	142.276	142.308	141.182	140.036
38	Kota Batu	11.752	13.349	13.757	14.452	14.632

Berdasarkan hasil peramalan terhadap data angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur (periode kuartal) untuk lima tahun ke depan yang tersajikan pada Tabel 4.15, dapat dilihat bahwa pada hasil peramalan jumlah penduduk miskin juga terjadi peningkatan dan penurunan di kota/kabupaten tertentu. Hasil peramalan jumlah penduduk miskin lima tahun ke depan untuk seluruh kabupaten di Provinsi Jawa Timur mengalami penurunan yang cukup stabil. Kemudian 4 dari 9 kota yang ada di Provinsi Jawa Timur turut mengalami penurunan. Sedangkan 5 kota sisanya mendapatkan hasil peramalan angka kemiskinan yang naik dari tahun-tahun sebelumnya, yaitu pada Kota Blitar, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, dan Kota Batu. Plot hasil peramalan lima tahun ke depan dari 5 kota yang mengalami kenaikan dari tahun-tahun sebelumnya ditampilkan dalam Gambar 4.13 berikut.



Gambar 4.13 Plot Hasil Peramalan dari Lima Kota yang Mengalami Kenaikan pada Interpolasi Kuartal

Peramalan dilakukan sampai tahun 2026, yang artinya terdapat 5 periode yang diramalkan. Berdasarkan Gambar 4.13, terlihat bahwa hasil peramalan kelima kota yang mengalami kenaikan angka kemiskinan, memiliki laju pertumbuhan yang berbeda-beda. Terjadi peningkatan yang cukup drastis dari tahun ke tahun di Kota Mojokerto, Madiun, Batu, dan Blitar. Sedangkan pada Kota Pasuruan mengalami kenaikan yang lebih lambat daripada keempat kota lainnya. Saat menginjak periode peramalan 2025, kelima kota tersebut mulai mengalami keterlambatan dengan tren yang semakin melambat hingga periode tahun 2026.

4.9 Perbandingan Pemodelan dan Peramalan BPNN pada Hasil Interpolasi Semeseter dan Kuartal

Didapatkan model terbaik untuk hasil interpolasi semester adalah jaringan dengan arsitektur model BPNN (4-9-1). Sedangkan untuk hasil interpolasi kuartal, didapatkan model terbaik adalah jaringan BPNN dengan arsitektur (4-12-1). Berikut perbandingan dari tingkat keakuratan hasil pemodelan antara interpolasi semester dan kuartal berdasarkan hasil dari nilai

Mean Squared Error (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang dihasilkan pada masing-masing proses *training* dan *testing*.

Tabel 4.16 Perbandingan Nilai *Error* pada Hasil Interpolasi Semester dan Kuartal

Arsitektur Jaringan	MSE		MAPE (%)	
	Training	Testing	Training	Testing
Semester (BPNN (4-9-1))	11,2132	5,09488	1,73512	1,83057
Kuartal (BPNN (4-12-1))	0,87162	0,47057	0,74777	0,9894

Dapat dilihat dari Tabel 4.16, berdasarkan hasil perbandingan nilai *Mean Squared Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada kedua pemodelan BPNN hasil interpolasi semester dan kuartal didapatkan bahwa arsitektur jaringan BPNN (4-12-1) pada interpolasi kuartal memiliki tingkat kesalahan yang lebih kecil dibandingkan dengan arsitektur jaringan BPNN (4-9-1) pada interpolasi semester. Dimana hal ini menunjukkan bahwa hasil peramalan angka kemiskinan pada interpolasi kuartal lebih akurat.

Dari kedua hasil peramalan pada masing-masing hasil interpolasi baik semester maupun kuartal, mendapatkan persamaan hasil bahwa terdapat 5 kota di Provinsi Jawa Timur yang mengalami kenaikan angka kemiskinan untuk 5 tahun ke depan, yaitu pada Kota Blitar, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, dan Kota Batu. Selain itu, perlu diperhatikan pula bahwa jumlah penduduk miskin terbanyak ada di Kabupaten Malang.

Di Kota Blitar, indikator kemiskinan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Harya (2017), di bidang pendidikan ditemukan ada 1 indikator yang masih bermasalah pada posisi relatif Kota Blitar terhadap capaian di tingkat provinsi yaitu indikator Angka Partisipasi Murni SD/MI lebih buruk dari capaian provinsi dan memburuk dalam 5 tahun terakhir. Kemudian di bidang ketahanan pangan, perkembangan harga beras dan perkembangan harga bahan pokok lainnya cenderung mengalami tren kenaikan harga.

Di Kota Pasuruan, menurut Berita Resmi Statistik oleh Badan Pusat Statistik (BPS) (2020), terdapat beberapa faktor yang diduga berpengaruh terhadap kenaikan tingkat kemiskinan selama periode 2019-2020, antara lain di sektor tenaga kerja terdapat 1.201 pengangguran dan terjadi penurunan pendapatan masyarakat karena ada pembatasan selama pandemi Covid-19. Menurut data BPS pada tahun 2021, persentase pengeluaran perkapita untuk makanan pada rumah tangga miskin (65,23%) lebih besar dibanding rumah tangga tidak miskin (48,02%). Hal ini menunjukkan karakteristik kesejahteraan rumah tangga miskin, cenderung lebih banyak pengeluaran mereka untuk memenuhi kebutuhan untuk makanan. Bila melihat pola pengeluaran rumah tangga miskin yang masih sekitar 70% dipergunakan untuk komoditas makanan, ada baiknya untuk terus menjaga konsistensi dan efisiensi bantuan pangan non-tunai yang sudah dilakukan. Hal ini diperlukan agar pengeluaran para penduduk miskin perlahan bisa dialihkan untuk belanja bahan non-makanan (Badan Pusat Statistik, 2021).

Di Kota Mojokerto, menurut publikasi BPS (2021), tingkat kepadatan penduduk Kota Mojokerto Tahun 2020 menempati urutan kedua setelah Surabaya. Dari kepadatan penduduk ini bisa dilihat bahwa kedua kota ini menjadi tujuan utama arus urbanisasi, hal ini dimungkinkan oleh para pencari kerja maupun penduduk yang ingin bersekolah di tempat yang mereka anggap lebih bagus dibandingkan dengan daerah asal mereka. Hal ini dapat menyebabkan lapangan pekerjaan menjadi jauh lebih sedikit bagi warga lokal Kota Mojokerto. Kemudian, perekonomian Kota Mojokerto tahun 2019 mengalami pertumbuhan walaupun sedikit melambat dibanding tahun sebelumnya. Pertumbuhan ekonomi semakin memburuk di tahun 2020, yakni mengalami pertumbuhan minus sebesar 3,69%. Hal tersebut merupakan dampak negatif Covid-19. Pandemi benar-benar membawa kontraksi yang buruk, hampir semua kategori lapangan usaha mengalami kontraksi di tahun 2020.

Di Kota Madiun, menurut publikasi BPS (2021), meskipun tidak signifikan, kepadatan penduduk Kota Madiun mengalami kenaikan dari tahun ke tahun seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Di lain sisi, pertumbuhan ekonomi Kota Madiun tahun 2020 mengalami perlambatan sebesar 9,08% bila dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Kemudian di bidang perbankan koperasi, sejak tahun 2017 hingga 2019, jumlah koperasi di Kota Madiun terus bertambah walaupun penambahannya sangat sedikit. Akan tetapi pada tahun 2020 hingga 2021 ini jumlah koperasi turun hampir 50% dari jumlah semula. Di bidang pendidikan, berdasarkan data Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Kota Madiun, pada tahun 2021 rasio murid sekolah untuk SD adalah 197,94, yang artinya sebuah SD di Kota Madiun menampung sebanyak 197 sampai 198 murid. Sementara itu, beban yang harus ditanggung oleh sekolah setara SMP dan SMA sangat besar dengan rasio murid/sekolah sebesar 419,17. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah sekolah untuk kedua jenjang ini masih perlu untuk ditingkatkan.

Di Kota Batu, menurut Berita Resmi Statistik yang dikeluarkan oleh BPS (2021), dalam setahun terakhir tingkat kemiskinan di Kota Batu mengalami kenaikan pada tahun 2021. Hal ini tentu saja tidak terlepas dari efek pandemi virus corona (Covid-19) yang melanda seluruh Negara di dunia mulai Desember 2019. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Astiyanti (2017), sektor pariwisata merupakan sektor utama yang mendukung ekonomi masyarakat Kota Batu. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa tingkat kunjungan wisatawan ke Kota Batu sejak tahun 2012 selalu mengalami peningkatan namun jumlah peningkatannya menurun. Pembangunan pariwisata di Kota Batu masih belum dapat secara signifikan mengentaskan masyarakat dari kemiskinan. Namun perkembangan pariwisata memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap manfaat ekonomi, sehingga dapat meningkatkan kemampuan masyarakat untuk keluar dari kemiskinan. Sesuai dengan teori lingkaran setan kemiskinan, pengentasan kemiskinan dapat dilakukan dengan memotong lingkaran tersebut. Perkembangan pariwisata dapat menciptakan lapangan pekerjaan sehingga meningkatkan produktivitas masyarakat miskin dan nantinya dapat berimbas pada peningkatan pendapatan. Peningkatan produktivitas ini merupakan salah satu upaya untuk memotong lingkaran setan kemiskinan.

Secara umum faktor yang diduga terkait dengan kondisi kemiskinan di kelima kota tersebut menurut Berita Resmi Statistik oleh BPS (2021), adalah aktifitas perekonomian masih belum pulih sebagai dampak pandemi Covid-19. Kemudian di bidang pendidikan, tingkat pendidikan kepala rumah tangga sebagian besar rumah tangga miskin dan sebagian besar penduduk miskin usia 15 tahun ke atas adalah Tamat SD dan SLTP/SLTA. Perkembangan tingkat kesejahteraan juga dapat dilihat dari besarnya pengeluaran non-makanan. Semakin tinggi pengeluaran non-makanan dapat menjadi indikasi adanya perbaikan tingkat kesejahteraan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Didapatkan hasil interpolasi data angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur menggunakan metode *Cubic Spline* dengan penambahan titik sebanyak 1 dan 3 titik sehingga data yang awalnya hanya berjumlah 20 periode data bertambah menjadi 39 data dengan periode semester dan 77 data dengan periode kuartal.
2. Didapatkan arsitektur model terbaik dalam pemodelan BPNN, yaitu:
 - a. Pada hasil interpolasi semester, data angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur berhasil dimodelkan dengan metode *Backpropagation Neural Network* (BPNN). Model terbaik yang memiliki nilai *error* terkecil yaitu model yang memiliki neuron di *hidden layer* sebanyak 9 neuron dimana arsitektur modelnya adalah BPNN (4-9-1). Dengan nilai MSE sebesar 11,21321 dan 5,094883 pada masing-masing proses *training* dan *testing* serta nilai MAPE sebesar 1,735119% dan 1,83057% pada masing-masing proses *training* dan *testing*.
 - b. Pada hasil interpolasi kuartal, data angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur berhasil dimodelkan dengan metode *Backpropagation Neural Network* (BPNN). Model terbaik yang memiliki nilai *error* terkecil yaitu model yang memiliki neuron di *hidden layer* sebanyak 12 neuron dimana arsitektur modelnya adalah BPNN (4-12-1). Dengan nilai MSE sebesar 0,871618 dan 0,470566 pada masing-masing proses *training* dan *testing* serta nilai MAPE sebesar 0,74777% dan 0,9894038% pada masing-masing proses *training* dan *testing*.
3. Hasil peramalan menggunakan data angka kemiskinan berdasarkan kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur untuk lima tahun mendatang dengan metode *Backpropagation Neural Network* (BPNN) didapatkan hasil yaitu baik pada interpolasi semester maupun kuartal, mengalami penurunan yang cukup stabil di seluruh kabupaten di Provinsi Jawa Timur. Dari 9 kota yang ada di Provinsi Jawa Timur, hasil peramalan pada interpolasi semester mendapatkan hasil bahwa 7 kota memiliki hasil peramalan yang naik signifikan dari tahun-tahun sebelumnya, yaitu pada Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, dan Kota Batu. Sedangkan pada hasil interpolasi kuartal, terdapat perbedaan dimana hanya ada 5 kota yang memiliki hasil peramalan yang naik dari tahun-tahun sebelumnya, yaitu pada Kota Blitar, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, dan Kota Batu.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut.

1. Bagi peneliti selanjutnya, diharapkan pada penelitian berikutnya dilakukan pengembangan data berupa tambahan periode data dan perlu menambahkan adanya kemungkinan variabel-variabel lain yang turut berpengaruh terhadap angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur sehingga untuk penelitian selanjutnya dapat menghasilkan peramalan yang lebih akurat.
2. Selain itu, diharapkan untuk kedepannya dengan adanya analisis peramalan ini, pemerintah dapat memiliki wawasan mengenai beberapa daerah yang perlu diberi perhatian lebih untuk menuntaskan kasus kemiskinan yang terjadi di Provinsi Jawa Timur.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Abror, H., Saputri, E. E. D., Triono, A., & Bakhti, H. D. 2021. Evaluasi Prediksi Konsumsi Gas Bumi Menggunakan Artificial Neural Network (Ann).
- Achmalia, A. F., Walid, W., & Sugiman, S. 2020. Peramalan penjualan semen menggunakan backpropagation neural network dan recurrent neural network. *UNNES Journal of Mathematics*, 9(1), 6-21.
- Anton, H., & Rorres, C. 2013. *Elementary linear algebra: applications version*. John Wiley & Sons.
- Astiyanti, Y. 2017. *Perkembangan Pariwisata Terhadap Pengentasan Kemiskinan (Studi: Kota Batu)* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2020. Profil Kemiskinan Kota Pasuruan Maret 2020. Pasuruan: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2021. Indikator Kesejahteraan Rakyat Kota Madiun 2021. Madiun: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2021. Indikator Kesejahteraan Rakyat Kota Mojokerto 2021. Mojokerto: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2021. Penghitungan dan Analisis Kemiskinan Makro Indonesia Tahun 2021. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2021. Profil Kemiskinan di Kota Batu Maret 2021. Batu: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2021. Profil Kemiskinan Kota Blitar Maret 2021. Blitar: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2021. Profil Kemiskinan Kota Pasuruan Maret 2021. Pasuruan: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2021. Statistik Daerah Kota Madiun 2021. Madiun: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2021. Statistik Daerah Kota Mojokerto 2021. Mojokerto: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2022. Kota Madiun Dalam Angka 2022. Madiun: Badan Pusat Statistik.
- Diebold, F. X. 2017. Forecasting in economics, business, finance and beyond. *Pennsylvania, University of Pennsylvania*.
- Fausett, L. 1994. Fundamentals of neural networks prentice hall. *Englewood Cliffs, NJ*.
- Hanke, J. E., & Wichern, D. W. 2005. Business forecasting 9th ed. *New Jersey: Pearson Education, Inc.*
- Harya, G. I. 2017. Strategi Penanggulangan Kemiskinan Daerah Kota Blitar Tahun 2016. *Jurnal Ilmiah Sosio Agribis*, 17(1).
- Kochak, A., & Sharma, S. 2015. Demand forecasting using neural network for supply chain management. *International journal of mechanical engineering and robotics research*, 4(1), 96-104.
- Laksana, T. G. 2013. Perbandingan Algoritma Neural Network (NN) dan Support Vector Machines (SVM) dalam Peramalan Penduduk Miskin di Indonesia. *Inf. Comput. Technol*, 1(1), 49-58.
- Moreno, J. J. M., Pol, A. L. P., Sesé Abad, A. J., & Cajal Blasco, B. 2013. Using the R-MAPE index as a resistant measure of forecast accuracy. *Psicothema*. Vol.25, No.4, hal. 500-506.

- Mulyani, A. 2016. Analisis Neural Network Struktur Backpropagation Sebagai Metode Peramalan Pada Perhitungan Tingkat Kemiskinan Di Indonesia. *Jurnal Techno Nusa Mandiri*, 13(1), 9-14.
- Olawoyin, R. 2016. Application of backpropagation artificial neural network prediction model for the PAH bioremediation of polluted soil. *Chemosphere*, 161, 145-150.
- Pakaja, F., Naba, A., & Purwanto, P. 2012. Peramalan Penjualan Mobil Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dan Certainty Factor. *Jurnal Eccis*, 6(1), 23-28.
- Peraturan Presiden Nomor 18 Tahun 2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2020 – 2024.
- Septiani, A., Sumertajaya, I. M., & Aidi, M. N. 2019. Vector autoregressive X (VARX) modeling for Indonesian macroeconomic indicators and handling different time variations with cubic spline interpolation. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology (IJSRSET)*, ISSN: 2456-3307, Volume 6 Issue 1, pp. 175-180, January-February 2019.
- Sudarsono, A. 2016. Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Bacpropagation (Studi Kasus Di Kota Bengkulu). *Jurnal Media Infotama*, 12(1).
- Terasvirta, T., Lin, C. F., & Granger, C. W. 1993. Power of the neural network linearity test. *Journal of time series analysis*, 14(2), 209-220.
- Walpole, R. E. 1995. Pengantar Statistika edisi ke-3. (Ir. Bambang Sumantri, Terjemahan). *Jakarta: Gramedia Pustaka Utama*.
- Wang, L., Wang, Z., Qu, H., & Liu, S. 2018. Optimal forecast combination based on neural networks for time series forecasting. *Applied soft computing*, 66, 1-17.
- Wanto, A., & Hardinata, J. T. 2020. Estimations of Indonesian poor people as poverty reduction efforts facing industrial revolution 4.0. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 725, No. 1, p. 012114). IOP Publishing.
- Yulianto, T., Sofyan, M., & Ulfaniyah, N. I. 2017. Penentuan Kadar Garam Menggunakan Metode Interpolasi Spline di Madura. *Zeta-Math Journal*, 3(1), 27-30.
- Zhao, X., Li, H., Ding, L., & Liu, M. 2019. Research and application of a hybrid system based on interpolation for forecasting direct economic losses of marine disasters. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 37, 101121.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Mentah Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur pada Tahun 2002-2021

Kota/Kabupaten	Jumlah Penduduk Miskin menurut Kabupaten/Kota di Jawa Timur (Ribuan Jiwa)						
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Pacitan	132,3	134,4	133,5	128,5	139,2	125,6	114,4
Ponorogo	175,3	154,4	153,2	150,1	162,6	157,9	144,5
Trenggalek	193	161,4	161,5	152,5	165,2	149,1	135,2
Tulungagung	169,5	160,3	158,1	165,8	189	170,5	119,1
Blitar	197,9	190,9	179,4	175,8	190,4	171,2	150,8
Kediri	281,8	289,2	255,3	255,9	277,2	267,4	265,5
Malang	464,8	426,1	381,3	373,7	404,8	365,3	353,3
Lumajang	216,5	197,6	179,8	186,1	201,9	199	180,7
Jember	412	440,7	386,1	408	423,3	417	399,5
Banyuwangi	259,6	274,9	244,9	236,1	251,9	227,3	206,8
Bondowoso	178,8	180,2	173	169,5	183,6	165,7	152,6
Situbondo	144,1	127,7	115,5	113,2	107,2	93,9	108,9
Probolinggo	254,8	261,7	272,9	267,4	289,7	277,1	305,1
Pasuruan	314,4	290,5	290,9	285,1	308,9	278,7	253,5
Sidoarjo	215,7	217,8	220	239,1	223,3	223,3	144,5
Mojokerto	187,5	166,1	157,5	154,3	165,4	143,8	142,6
Jombang	286,4	287,9	284,3	278,6	289,9	261,6	205,6
Nganjuk	269,1	241,9	240,6	235,8	255,4	230,5	191,9
Madiun	167,3	160,7	155,9	137,5	144,7	130,6	115,3
Magetan	105	107,9	106,7	104,6	113,3	102,2	95,1
Ngawi	217,3	211,4	212,5	193,4	209,1	188,7	169
Bojonegoro	332,7	340,9	336,9	323,9	350,9	321,5	292,7
Tuban	323,2	313,1	306,8	300,7	325,8	297,8	270,5
Lamongan	351,8	343,6	318,4	280,8	304,2	297,6	259,7
Gresik	244,2	245,3	247,5	242,5	287,5	273,6	248,8
Bangkalan	282,1	286,4	292,6	286,7	306,7	288,3	304
Sampang	316,2	328,3	332,6	325,9	353,1	338,9	302,8
Pamekasan	243,7	250,8	241,3	237,6	271,5	257,4	213,6

Lampiran 1. Data Data Mentah Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur pada Tahun 2002-2021 (Lanjutan)

Kota/Kabupaten	Jumlah Penduduk Miskin menurut Kabupaten/Kota di Jawa Timur (Ribu Jiwa)						
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Sumenep	308,8	300,7	314,1	331,2	351,1	325,5	290,6
Kota Kediri	41,6	36,4	34,3	33,6	36,4	35,3	30,7
Kota Blitar	16,2	15,3	14,5	14,2	15,4	15,2	12
Kota Malang	71,8	65,4	55,9	54,8	59,4	56,6	57,2
Kota Probolinggo	45,1	37,4	36,4	35,7	38,7	34,9	51,3
Kota Pasuruan	28,7	24	22,3	21,8	23,6	21,3	18,9
Kota Mojokerto	13,7	13,2	12,1	11,9	12	11,5	9,8
Kota Madiun	18,5	17,1	15,8	15,8	13,8	12,1	11,6
Kota Surabaya	219,9	253,6	248,2	194,6	210,8	203,7	209,9
Kota Batu	-	23	20,2	17,2	21,2	17,3	11,3

Kota/Kabupaten	Jumlah Penduduk Miskin menurut Kabupaten/Kota di Jawa Timur (Ribu Jiwa)						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Pacitan	102,9	105,4	98,7	94,5	91,7	88,9	92,08
Ponorogo	127,5	113	105,9	101,4	103	99,9	103,22
Trenggalek	119,6	108	101,2	96,9	92,8	90	92,17
Tulungagung	102	105,4	98,7	94,6	91,7	89	87,37
Blitar	136,8	135,5	126,9	121,6	120,3	116,7	114,12
Kediri	239,9	232,8	218,1	209	202,7	196,8	199,38
Malang	318,9	306,8	287,4	275,5	288,6	280,3	292,87
Lumajang	157,8	140,8	131,9	126,4	124,4	120,7	118,51
Jember	348,1	311,8	292,1	280	278,5	270,4	269,54
Banyuwangi	181	175,1	164	157,2	152,2	147,7	146
Bondowoso	138,7	131,9	123,6	118,5	115,3	111,9	113,72
Situbondo	96,8	105,2	98,6	94,5	90,3	87,7	91,17
Probolinggo	280,1	276,7	259,2	248,5	238,7	231,9	236,96
Pasuruan	219,4	199,3	186,7	179,1	175,7	170,7	169,19
Sidoarjo	120,9	145,5	136,3	130,5	138,2	133,8	136,13
Mojokerto	130,1	125,4	117,5	112,7	116,6	113,3	113,86
Jombang	182,5	166,5	156	149,6	137,5	133,5	133,75

Lampiran 1. Data Data Mentah Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur pada Tahun 2002-2021 (Lanjutan 2)

Kota/Kabupaten	Jumlah Penduduk Miskin menurut Kabupaten/Kota di Jawa Timur (Ribuk Jiwa)						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Nganjuk	167,3	151,7	142,1	136,1	140,8	136,5	132,04
Madiun	105,7	102,3	95,8	91,8	83,7	81,2	84,74
Magetan	84,7	80,3	75	71,8	76,3	74	71,16
Ngawi	154,1	149,2	137,8	131,7	127,5	123,2	129,32
Bojonegoro	262	227,2	212,9	203,9	196,8	190,9	193,99
Tuban	241	225,8	211,5	202,7	196,9	191,1	196,59
Lamongan	235,9	220,6	206,7	197,9	192	186,1	182,64
Gresik	225,8	193,9	181,7	174,4	171,6	166,9	170,76
Bangkalan	287,6	255,6	239,5	229,8	218,3	212,2	216,23
Sampang	285	285,5	267,5	253,4	248,2	239,6	240,35
Pamekasan	201	179,2	167,9	160,8	153,7	148,8	146,92
Sumenep	265	256,7	242,5	232,2	225,5	218,9	216,84
Kota Kediri	27,5	24,9	23,3	22,3	22,8	22,1	23,77
Kota Blitar	9,8	10,1	9,5	9,1	10,1	9,8	10,04
Kota Malang	44,4	48,5	45,4	43,5	41	40,6	39,1
Kota Probolinggo	47,1	41,4	38,8	24,3	19,2	19	18,66
Kota Pasuruan	15,8	16,8	15,7	15,1	14,6	14,2	14,52
Kota Mojokerto	7,9	8,9	8,3	8	8,3	8	7,72
Kota Madiun	10,3	10,4	9,7	9,3	8,7	8,5	8,55
Kota Surabaya	171,2	195,7	183,3	175,7	169,4	164,4	165,72
Kota Batu	8,8	9,7	9,1	8,7	9,4	9,1	9,43

Kota/Kabupaten	Jumlah Penduduk Miskin menurut Kabupaten/Kota di Jawa Timur (Ribuk Jiwa)					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Pacitan	85,53	85,26	78,64	75,86	80,82	84,19
Ponorogo	102,06	99,03	90,22	83,97	86,74	89,94
Trenggalek	91,49	89,77	83,5	76,44	81,06	84,89
Tulungagung	84,35	82,8	75,23	70,01	76,4	78,59
Blitar	113,51	112,93	112,4	103,75	108,55	112,62
Kediri	197,43	191,08	177,2	163,95	179,93	184,49

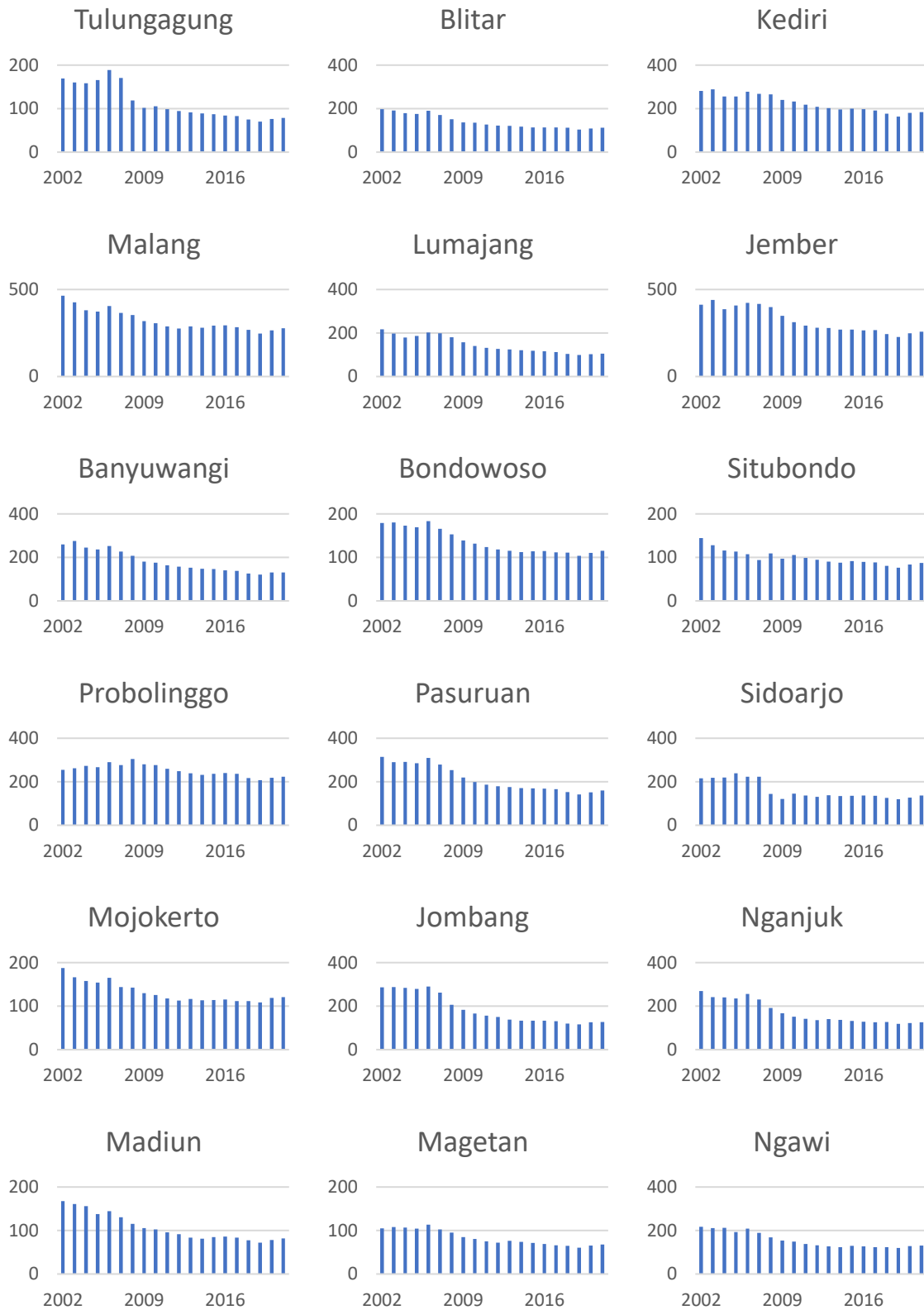
Lampiran 1. Data Data Mentah Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur pada Tahun 2002-2021 (Lanjutan 3)

Kota/Kabupaten	Jumlah Penduduk Miskin menurut Kabupaten/Kota di Jawa Timur (Ribuan Jiwa)					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Malang	293,74	283,96	268,49	246,6	265,56	276,58
Lumajang	115,91	112,65	103,69	98,88	102,6	105,25
Jember	265,1	266,9	243,42	226,57	247,99	257,09
Banyuwangi	140,45	138,54	125,5	121,37	130,37	130,93
Bondowoso	114,63	111,66	110,98	103,33	110,24	115,18
Situbondo	89,68	88,23	80,27	76,44	83,74	86,95
Probolinggo	240,47	236,72	217,06	207,22	218,35	223,32
Pasuruan	168,06	165,64	152,48	141,09	151,43	159,78
Sidoarjo	136,79	135,42	125,75	119,29	127,05	137,15
Mojokerto	115,38	111,79	111,55	108,81	118,8	120,54
Jombang	133,32	131,16	120,19	116,44	125,94	127,3
Nganjuk	127,9	125,52	127,28	118,51	122,73	125,53
Madiun	85,97	83,43	77,75	71,91	78,3	81,61
Magetan	69,24	65,87	64,86	60,43	65,09	67,75
Ngawi	126,65	123,76	123,09	119,43	128,19	130,81
Bojonegoro	180,99	178,25	163,94	154,64	161,1	166,52
Tuban	198,35	196,1	178,64	170,8	187,13	192,58
Lamongan	176,92	171,38	164	157,11	164,68	166,82
Gresik	167,12	164,08	154,02	148,61	164,05	166,35
Bangkalan	205,71	206,53	191,33	186,11	204	215,97
Sampang	227,8	225,13	204,82	202,21	224,74	237,23
Pamekasan	142,32	137,77	125,76	122,43	129,41	137,12
Sumenep	216,14	211,92	218,6	211,98	220,23	224,73
Kota Kediri	23,64	24,07	21,9	20,54	22,19	22,55
Kota Blitar	9,97	11,22	10,47	10,1	11,1	11,33
Kota Malang	37,03	35,88	35,49	35,39	38,77	40,62
Kota Probolinggo	18,37	18,23	16,9	16,37	17,72	17,91
Kota Pasuruan	14,93	14,85	13,45	12,92	13,4	13,97
Kota Mojokerto	7,24	7,28	7,04	6,63	8,09	8,37
Kota Madiun	9,05	8,7	7,92	7,69	8,83	9,06

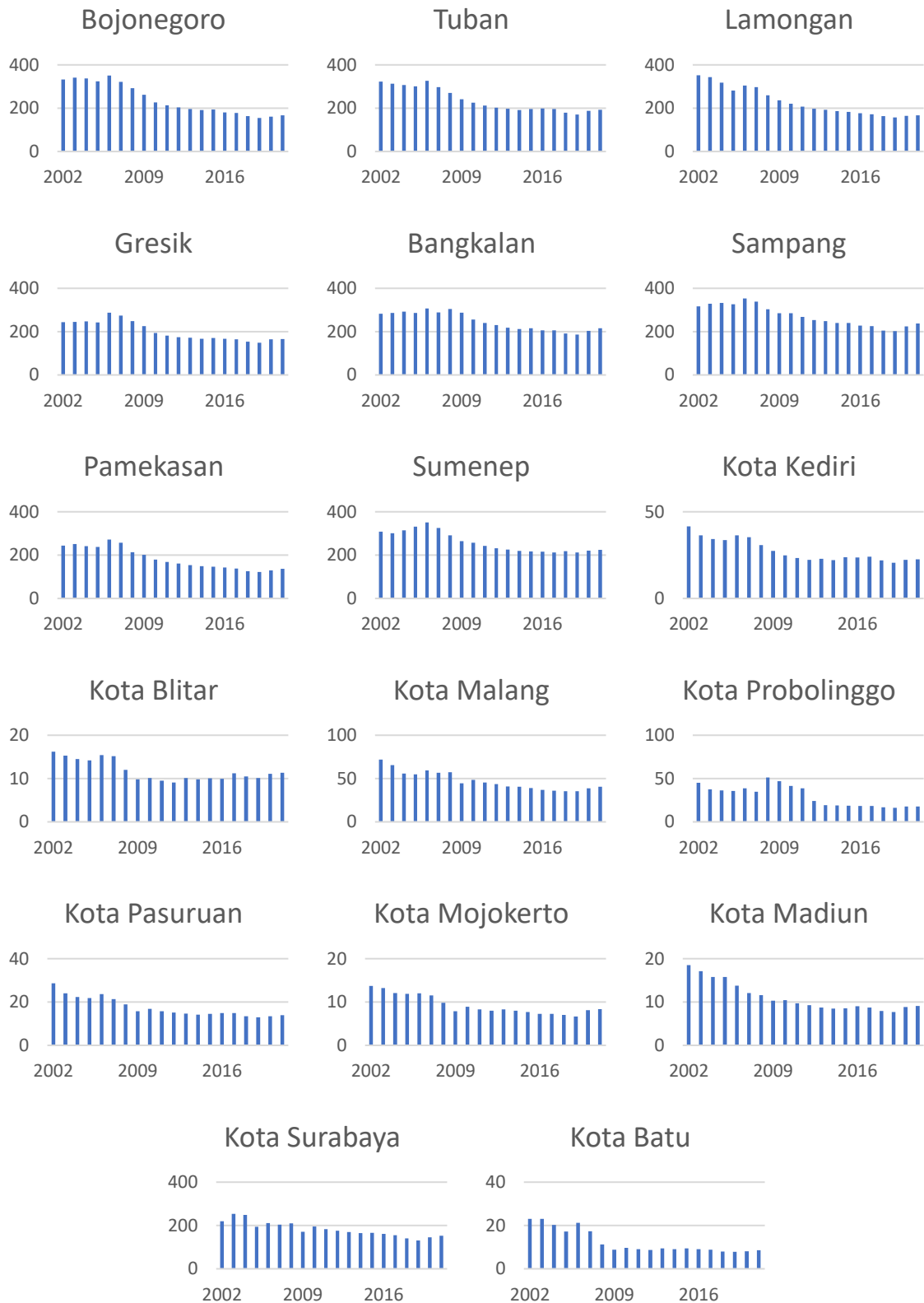
Lampiran 1. Data Data Mentah Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur pada Tahun 2002-2021 (Lanjutan 4)

Kota/Kabupaten	Jumlah Penduduk Miskin menurut Kabupaten/Kota di Jawa Timur (Ribu Jiwa)					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Kota Surabaya	161,01	154,71	140,81	130,55	145,67	152,49
Kota Batu	9,05	8,77	7,98	7,89	8,12	8,63

Lampiran 2. Diagram Batang Data Angka Kemiskinan pada Tahun 2002-2021 untuk Masing-Masing Kota/Kabupaten

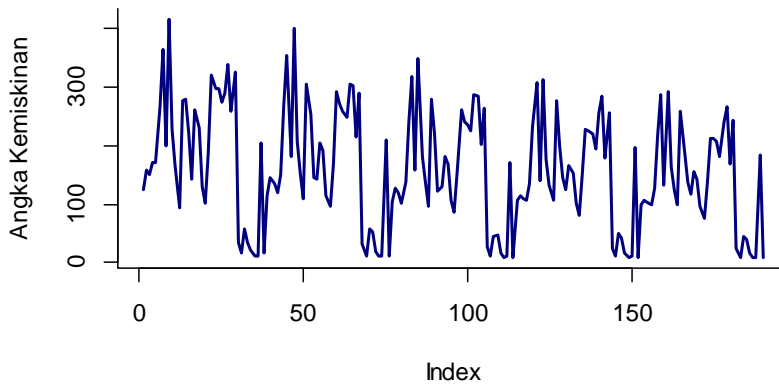


Lampiran 2. Diagram Batang Data Angka Kemiskinan pada Tahun 2002-2021 untuk Masing-Masing Kota/Kabupaten (Lanjutan)

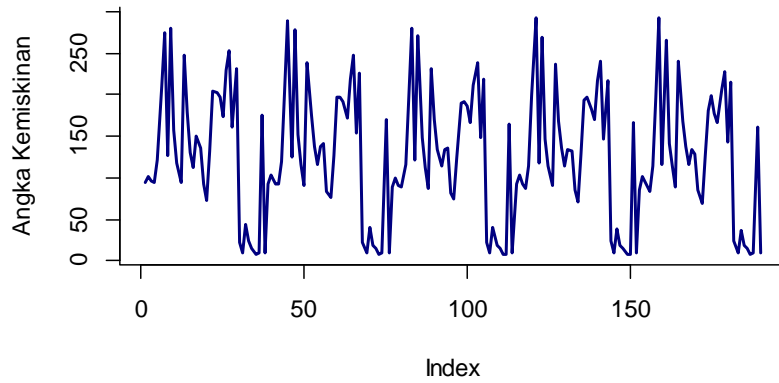


Lampiran 3. Grafik Plot Data Awal Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur

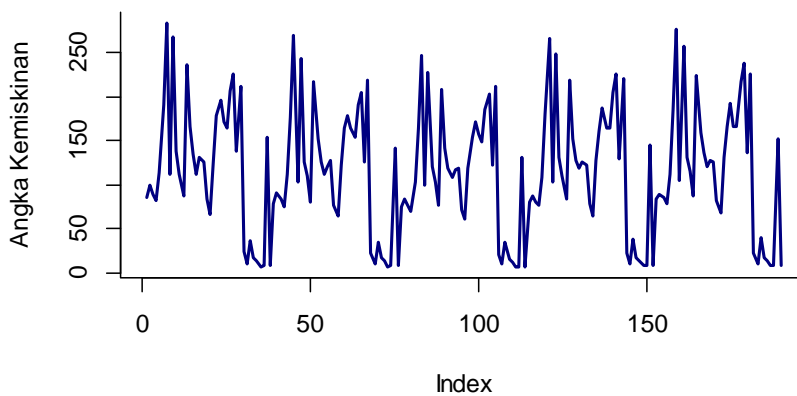
1. Plot Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur Tahun 2007-2011



2. Plot Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur Tahun 2012-2016



3. Plot Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur Tahun 2017-2021



Lampiran 4. Hasil Interpolasi Data menjadi Periode Semester

Kota/Kabupaten	Periode						
	Sem 1 2002	Sem 2 2002	Sem 1 2003	Sem 2 2003	Sem 1 2004	Sem 2 2004	Sem 1 2005
Pacitan	132,3	133,349	134,4	134,993	133,5	129,494	128,5
Ponorogo	175,3	160,728	154,4	153,471	153,2	150,493	150,1
Trenggalek	193	170,108	161,4	161,435	161,5	155,766	152,5
Tulungagung	169,5	164,081	160,3	158,478	158,1	159,377	165,8
Blitar	197,9	195,618	190,9	185,286	179,4	174,792	175,8
Kediri	281,8	295,878	289,2	271,831	255,3	250,046	255,9
Malang	464,8	449,038	426,1	402,038	381,3	369,833	373,7
Lumajang	216,5	208,652	197,6	186,758	179,8	180,047	186,1
Jember	412	448,467	440,7	410,455	386,1	390,188	408
Banyuwangi	259,6	277,266	274,9	261,040	244,9	235,466	236,1
Bondowoso	178,8	181,158	180,2	177,300	173	168,750	169,5
Situbondo	144,1	135,918	127,7	120,534	115,5	113,588	113,2
Probolinggo	254,8	255,604	261,7	269,550	272,9	268,200	267,4
Pasuruan	314,4	296,823	290,5	291,112	290,9	285,243	285,1
Sidoarjo	215,7	218,564	217,8	216,268	220	231,851	239,1
Mojokerto	187,5	174,539	166,1	161,266	157,5	153,692	154,3
Jombang	286,4	287,688	287,9	287,126	284,3	279,564	278,6
Nganjuk	269,1	249,896	241,9	241,120	240,6	236,018	235,8
Madiun	167,3	162,258	160,7	160,213	155,9	145,320	137,5
Magetan	105	106,979	107,9	107,962	106,7	104,356	104,6
Ngawi	217,3	210,922	211,4	214,510	212,5	201,076	193,4
Bojonegoro	332,7	337,810	340,9	341,602	336,9	326,563	323,9
Tuban	323,2	316,950	313,1	310,804	306,8	300,167	300,7
Lamongan	351,8	349,321	343,6	334,594	318,4	295,114	280,8
Gresik	244,2	243,228	245,3	248,485	247,5	240,401	242,5
Bangkalan	282,1	282,467	286,4	291,407	292,6	287,486	286,7
Sampang	316,2	322,365	328,3	332,824	332,6	326,557	325,9
Pamekasan	243,7	250,367	250,8	247,429	241,3	235,006	237,6
Sumenep	308,8	300,722	300,7	306,280	314,1	321,469	331,2
Kota Kediri	41,6	38,479	36,4	35,173	34,3	33,546	33,6
Kota Blitar	16,2	15,755	15,3	14,889	14,5	14,182	14,2

Lampiran 4. Hasil Interpolasi Data menjadi Periode Semester (Lanjutan)

Kota/Kabupaten	Periode						
	Sem 1 2002	Sem 2 2002	Sem 1 2003	Sem 2 2003	Sem 1 2004	Sem 2 2004	Sem 1 2005
Kota Malang	71,8	69,796	65,4	60,236	55,9	54,017	54,8
Kota Probolinggo	45,1	39,917	37,4	36,717	36,4	35,531	35,7
Kota Pasuruan	28,7	25,841	24	22,976	22,3	21,726	21,8
Kota Mojokerto	13,7	13,635	13,2	12,608	12,1	11,893	11,9
Kota Madiun	18,5	17,911	17,1	16,283	15,8	15,860	15,8
Kota Surabaya	219,9	239,559	253,6	259,117	248,2	218,448	194,6
Kota Batu	23	23,429	23	21,968	20,2	17,976	17,2

Kota/Kabupaten	Periode						
	Sem 2 2005	Sem 1 2006	Sem 2 2006	...	Sem 2 2016	Sem 1 2017	Sem 2 2017
Pacitan	134,483	139,2	134,455	...	85,194	85,26	82,539
Ponorogo	156,148	162,6	162,607	...	101,025	99,03	95,098
Trenggalek	159,116	165,2	159,824	...	90,911	89,77	87,323
Tulungagung	178,684	189	186,616	...	83,887	82,8	79,628
Blitar	184,399	190,4	184,056	...	113,001	112,93	113,567
Kediri	268,447	277,2	273,791	...	194,920	191,08	185,318
Malang	393,141	404,8	388,672	...	289,402	283,96	277,978
Lumajang	194,844	201,9	203,121	...	114,813	112,65	108,500
Jember	419,619	423,3	421,374	...	267,292	266,9	257,722
Banyuwangi	245,908	251,9	242,727	...	140,105	138,54	132,653
Bondowoso	177,843	183,6	177,179	...	113,003	111,66	111,920
Situbondo	112,070	107,2	98,114	...	89,358	88,23	84,750
Probolinggo	279,851	289,7	282,451	...	240,440	236,72	227,776
Pasuruan	298,779	308,9	298,259	...	167,714	165,64	160,249
Sidoarjo	231,233	223,3	228,267	...	136,826	135,42	131,292
Mojokerto	161,823	165,4	155,683	...	113,592	111,79	111,781
Jombang	285,193	289,9	282,233	...	133,133	131,16	126,116
Nganjuk	246,576	255,4	248,493	...	125,943	125,52	127,199
Madiun	140,396	144,7	140,197	...	85,111	83,43	81,071
Magetan	109,728	113,3	109,183	...	67,379	65,87	65,607
Ngawi	200,849	209,1	202,692	...	124,671	123,76	123,819

Lampiran 4. Hasil Interpolasi Data menjadi Periode Semester (Lanjutan 2)

Kota/Kabupaten	Periode						
	Sem 2 2005	Sem 1 2006	Sem 2 2006	...	Sem 2 2016	Sem 1 2017	Sem 2 2017
Bojonegoro	338,437	350,9	341,665	...	179,352	178,25	172,324
Tuban	314,901	325,8	316,627	...	198,676	196,1	188,369
Lamongan	289,017	304,2	307,382	...	174,161	171,38	168,159
Gresik	265,083	287,5	287,378	...	165,877	164,08	159,817
Bangkalan	298,215	306,7	297,995	...	206,205	206,53	200,302
Sampang	339,239	353,1	352,110	...	226,967	225,13	215,910
Pamekasan	254,567	271,5	272,150	...	140,702	137,77	131,950
Sumenep	344,211	351,1	342,912	...	213,095	211,92	215,650
Kota Kediri	34,955	36,4	36,539	...	23,961	24,07	23,228
Kota Blitar	14,731	15,4	15,684	...	10,633	11,22	11,038
Kota Malang	57,570	59,4	58,016	...	36,309	35,88	35,699
Kota Probolinggo	37,952	38,7	35,432	...	18,393	18,23	17,646
Kota Pasuruan	22,856	23,6	22,798	...	15,045	14,85	14,202
Kota Mojokerto	11,974	12	11,872	...	7,220	7,28	7,251
Kota Madiun	15,002	13,8	12,763	...	8,990	8,7	8,314
Kota Surabaya	198,752	210,8	208,431	...	158,378	154,71	148,683
Kota Batu	19,199	21,2	20,260	...	8,936	8,77	8,377

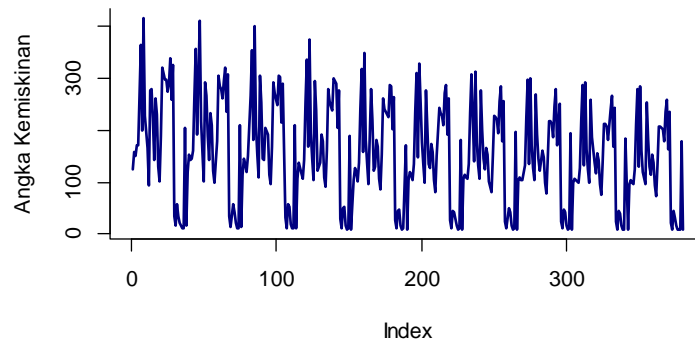
Kota/Kabupaten	Periode						
	Sem 1 2018	Sem 2 2018	Sem 1 2019	Sem 2 2019	Sem 1 2020	Sem 2 2020	Sem 1 2021
Pacitan	78,64	76,165	75,86	77,803	80,82	83,347	84,19
Ponorogo	90,22	86,123	83,97	84,561	86,74	88,913	89,94
Trenggalek	83,5	79,081	76,44	77,670	81,06	84,037	84,89
Tulungagung	75,23	71,391	70,01	72,372	76,4	79,179	78,59
Blitar	112,4	107,748	103,75	104,702	108,55	111,872	112,62
Kediri	177,2	168,100	163,95	169,704	179,93	186,706	184,49
Malang	268,49	254,901	246,6	252,385	265,56	275,877	276,58
Lumajang	103,69	100,201	98,88	100,096	102,6	104,736	105,25
Jember	243,42	230,927	226,57	234,470	247,99	257,783	257,09
Banyuwangi	125,5	121,382	121,37	125,271	130,37	133,192	130,93
Bondowoso	110,98	106,698	103,33	105,291	110,24	114,321	115,18

Lampiran 4. Hasil Interpolasi Data menjadi Periode Semester (Lanjutan 3)

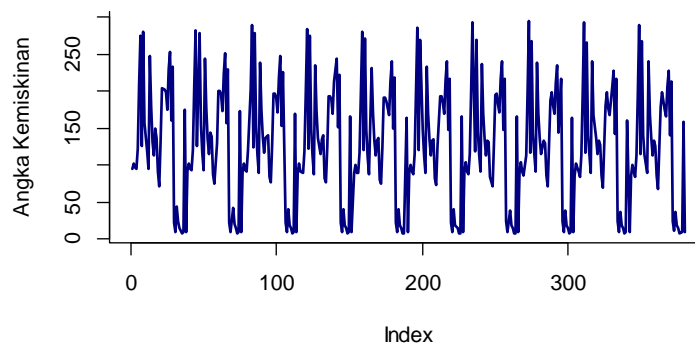
Kota/Kabupaten	Periode						
	Sem 1 2018	Sem 2 2018	Sem 1 2019	Sem 2 2019	Sem 1 2020	Sem 2 2020	Sem 1 2021
Situbondo	80,27	77,006	76,44	79,337	83,74	86,945	86,95
Probolinggo	217,06	209,441	207,22	211,356	218,35	223,524	223,32
Pasuruan	152,48	144,816	141,09	144,355	151,43	157,636	159,78
Sidoarjo	125,75	121,083	119,29	121,800	127,05	132,681	137,15
Mojokerto	111,55	109,433	108,81	112,866	118,8	122,323	120,54
Jombang	120,19	116,477	116,44	120,500	125,94	129,143	127,3
Nganjuk	127,28	122,862	118,51	119,175	122,73	125,556	125,53
Madiun	77,75	73,862	71,91	74,077	78,3	81,508	81,61
Magetan	64,86	62,291	60,43	61,879	65,09	67,569	67,75
Ngawi	123,09	120,538	119,43	122,813	128,19	131,711	130,81
Bojonegoro	163,94	157,400	154,64	156,608	161,1	165,138	166,52
Tuban	178,64	171,722	170,8	177,435	187,13	193,718	192,58
Lamongan	164	159,348	157,11	159,776	164,68	167,933	166,82
Gresik	154,02	149,068	148,61	155,072	164,05	169,327	166,35
Bangkalan	191,33	185,705	186,11	193,425	204	212,760	215,97
Sampang	204,82	199,641	202,21	212,015	224,74	234,632	237,23
Pamekasan	125,76	122,487	122,43	125,124	129,41	133,796	137,12
Sumenep	218,6	215,475	211,98	214,463	220,23	224,563	224,73
Kota Kediri	21,9	20,856	20,54	21,171	22,19	22,840	22,55
Kota Blitar	10,47	10,093	10,1	10,526	11,1	11,461	11,33
Kota Malang	35,49	35,148	35,39	36,813	38,77	40,262	40,62
Kota Probolinggo	16,9	16,392	16,37	16,942	17,72	18,176	17,91
Kota Pasuruan	13,45	13,018	12,92	13,085	13,4	13,732	13,97
Kota Mojokerto	7,04	6,686	6,63	7,232	8,09	8,608	8,37
Kota Madiun	7,92	7,644	7,69	8,183	8,83	9,223	9,06
Kota Surabaya	140,81	133,261	130,55	136,168	145,67	152,621	152,49
Kota Batu	7,98	7,846	7,89	7,980	8,12	8,335	8,63

Lampiran 5. Grafik Plot Data Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur Hasil Interpolasi Semester

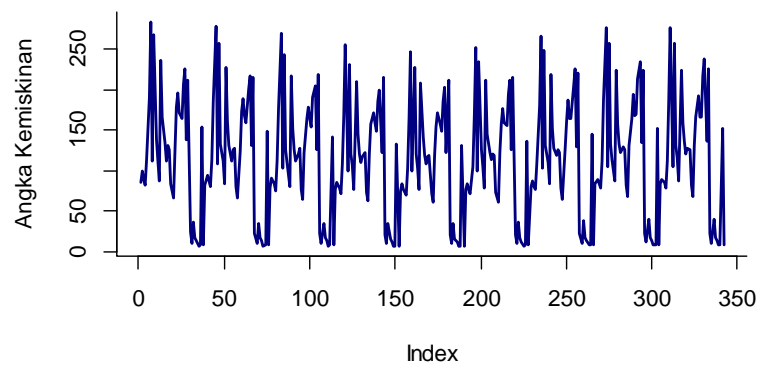
1. Plot Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur Hasil Interpolasi Semester pada S1 2007–S2 2011



2. Plot Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur Hasil Interpolasi Semester pada S1 2012–S2 2016



3. Plot Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur Hasil Interpolasi Semester pada S1 2017–S1 2021



Lampiran 6. Hasil Interpolasi Data menjadi Periode Kuartal

Kota/Kabupaten	Periode						
	Q1 2002	Q2 2002	Q3 2002	Q4 2002	Q1 2003	Q2 2003	Q3 2003
Pacitan	132,3	132,815	133,349	133,885	134,4	134,831	134,993
Ponorogo	175,3	166,853	160,728	156,666	154,4	153,544	153,471
Trenggalek	193	179,527	170,108	164,241	161,4	160,837	161,435
Tulungagung	169,5	166,617	164,081	161,950	160,3	159,176	158,478
Blitar	197,9	197,153	195,618	193,463	190,9	188,170	185,286
Kediri	281,8	291,944	295,878	294,585	289,2	281,197	271,831
Malang	464,8	458,139	449,038	438,098	426,1	413,999	402,038
Lumajang	216,5	213,150	208,652	203,332	197,6	191,974	186,758
Jember	412	436,832	448,467	448,971	440,7	426,790	410,455
Banyuwangi	259,6	271,376	277,266	278,118	274,9	268,865	261,040
Bondowoso	178,8	180,476	181,158	181,004	180,2	178,951	177,300
Situbondo	144,1	140,063	135,918	131,751	127,7	123,950	120,534
Probolinggo	254,8	254,395	255,604	258,153	261,7	265,722	269,550
Pasuruan	314,4	304,017	296,823	292,448	290,5	290,382	291,112
Sidoarjo	215,7	217,701	218,564	218,513	217,8	216,814	216,268
Mojokerto	187,5	180,421	174,539	169,781	166,1	163,393	161,266
Jombang	286,4	287,198	287,688	287,909	287,9	287,682	287,126
Nganjuk	269,1	257,919	249,896	244,678	241,9	241,016	241,120
Madiun	167,3	164,240	162,258	161,151	160,7	160,589	160,213
Magetan	105	106,141	106,979	107,551	107,9	108,053	107,962
Ngawi	217,3	213,071	210,922	210,499	211,4	213,042	214,510
Bojonegoro	332,7	335,523	337,810	339,595	340,9	341,681	341,602
Tuban	323,2	319,759	316,950	314,738	313,1	311,933	310,804
Lamongan	351,8	350,994	349,321	346,826	343,6	339,708	334,594
Gresik	244,2	243,280	243,228	243,944	245,3	247,015	248,485
Bangkalan	282,1	281,741	282,467	284,096	286,4	289,015	291,407
Sampang	316,2	319,281	322,365	325,399	328,3	330,886	332,824
Pamekasan	243,7	247,962	250,367	251,206	250,8	249,503	247,429
Sumenep	308,8	303,647	300,722	299,820	300,7	302,980	306,280
Kota Kediri	41,6	39,902	38,479	37,315	36,4	35,713	35,173
Kota Blitar	16,2	15,982	15,755	15,524	15,3	15,091	14,889

Lampiran 6. Hasil Interpolasi Data menjadi Periode Kuartal (Lanjutan)

Kota/Kabupaten	Periode						
	Q1 2002	Q2 2002	Q3 2002	Q4 2002	Q1 2003	Q2 2003	Q3 2003
Kota Malang	71,8	71,180	69,796	67,804	65,4	62,833	60,236
Kota Probolinggo	45,1	42,138	39,917	38,363	37,4	36,918	36,717
Kota Pasuruan	28,7	27,134	25,841	24,800	24	23,417	22,976
Kota Mojokerto	13,7	13,724	13,635	13,452	13,2	12,911	12,608
Kota Madiun	18,5	18,242	17,911	17,523	17,1	16,677	16,283
Kota Surabaya	219,9	230,332	239,559	247,399	253,6	257,778	259,117
Kota Batu	23	23,339	23,429	23,303	23	22,563	21,968

Kota/Kabupaten	Periode						
	Q4 2003	Q1 2004	Q2 2004	...	Q4 2018	Q1 2019	Q2 2019
Pacitan	134,633	133,5	131,560	...	75,709	75,86	76,603
Ponorogo	153,571	153,2	151,978	...	84,717	83,97	83,970
Trenggalek	162,055	161,5	159,060	...	77,340	76,44	76,625
Tulungagung	158,142	158,1	158,371	...	70,251	70,01	70,801
Blitar	182,324	179,4	176,719	...	105,292	103,75	103,647
Kediri	262,633	255,3	251,138	...	164,910	163,95	165,771
Malang	390,874	381,3	374,067	...	249,268	246,6	247,925
Lumajang	182,500	179,8	179,053	...	99,214	98,88	99,226
Jember	395,514	386,1	384,977	...	227,273	226,57	229,237
Banyuwangi	252,606	244,9	239,072	...	120,822	121,37	122,957
Bondowoso	175,292	173	170,621	...	104,509	103,33	103,692
Situbondo	117,643	115,5	114,221	...	76,285	76,44	77,534
Probolinggo	272,266	272,9	271,046	...	207,507	207,22	208,644
Pasuruan	291,648	290,9	288,312	...	142,156	141,09	141,957
Sidoarjo	217,036	220	225,462	...	119,680	119,29	120,061
Mojokerto	159,405	157,5	155,417	...	108,631	108,81	110,331
Jombang	286,053	284,3	281,906	...	115,910	116,44	118,074
Nganjuk	241,301	240,6	238,491	...	120,251	118,51	118,249
Madiun	158,881	155,9	151,009	...	72,432	71,91	72,544
Magetan	107,538	106,7	105,490	...	61,038	60,43	60,776
Ngawi	214,705	212,5	207,412	...	119,516	119,43	120,628

Lampiran 6. Hasil Interpolasi Data menjadi Periode Kuartal (Lanjutan 2)

Kota/Kabupaten	Periode						
	Q4 2003	Q1 2004	Q2 2004	...	Q4 2018	Q1 2019	Q2 2019
Bojonegoro	340,168	336,9	331,821	...	155,427	154,64	155,127
Tuban	309,247	306,8	303,375	...	170,296	170,8	173,354
Lamongan	327,663	318,4	306,903	...	157,679	157,11	157,919
Gresik	248,917	247,5	244,031	...	147,998	148,61	151,138
Bangkalan	292,853	292,6	290,370	...	185,004	186,11	189,052
Sampang	333,578	332,6	329,797	...	199,901	202,21	206,400
Pamekasan	244,654	241,3	237,720	...	122,064	122,43	123,493
Sumenep	310,158	314,1	317,747	...	213,227	211,98	212,508
Kota Kediri	34,721	34,3	33,881	...	20,579	20,54	20,760
Kota Blitar	14,692	14,5	14,320	...	10,040	10,1	10,272
Kota Malang	57,838	55,9	54,624	...	35,136	35,39	35,973
Kota Probolinggo	36,609	36,4	35,975	...	16,304	16,37	16,598
Kota Pasuruan	22,622	22,3	21,980	...	12,930	12,92	12,976
Kota Mojokerto	12,325	12,1	11,960	...	6,585	6,63	6,861
Kota Madiun	15,972	15,8	15,791	...	7,611	7,69	7,891
Kota Surabaya	256,338	248,2	234,553	...	130,937	130,55	132,473
Kota Batu	21,186	20,2	19,054	...	7,856	7,89	7,931

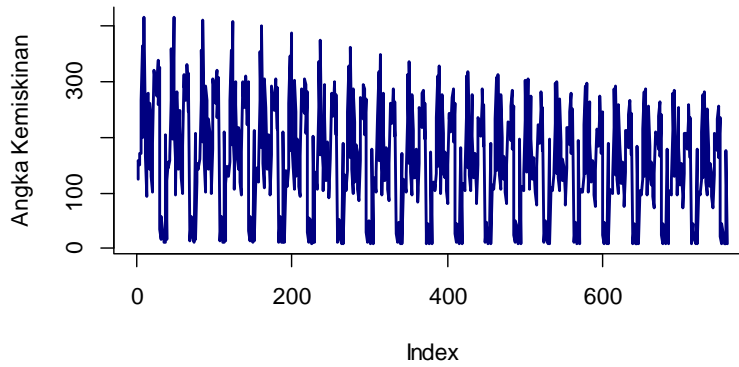
Kota/Kabupaten	Periode						
	Q3 2019	Q4 2019	Q1 2020	Q2 2020	Q3 2020	Q4 2020	Q1 2021
Pacitan	77,803	79,279	80,82	82,221	83,347	84,058	84,19
Ponorogo	84,561	85,556	86,74	87,903	88,913	89,642	89,94
Trenggalek	77,670	79,266	81,06	82,716	84,037	84,833	84,89
Tulungagung	72,372	74,370	76,4	78,084	79,179	79,437	78,59
Blitar	104,702	106,495	108,55	110,421	111,872	112,687	112,62
Kediri	169,704	174,785	179,93	184,116	186,706	187,060	184,49
Malang	252,385	258,733	265,56	271,534	275,877	277,838	276,58
Lumajang	100,096	101,294	102,6	103,795	104,736	105,276	105,25
Jember	234,470	241,144	247,99	253,794	257,783	259,170	257,09
Banyuwangi	125,271	127,898	130,37	132,242	133,192	132,875	130,93
Bondowoso	105,291	107,652	110,24	112,553	114,321	115,292	115,18

Lampiran 6. Hasil Interpolasi Data menjadi Periode Kuartal (Lanjutan 3)

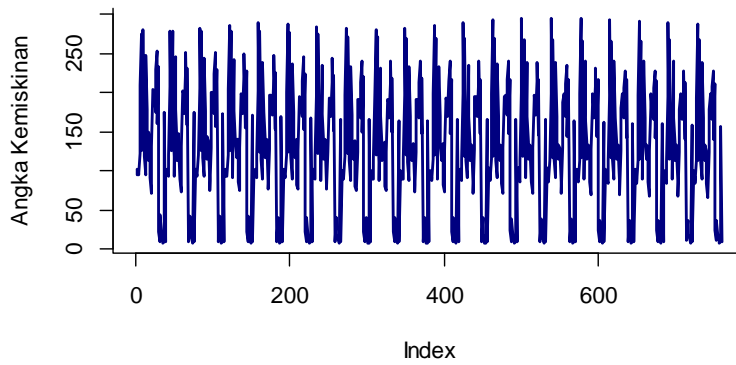
Kota/Kabupaten	Periode						
	Q3 2019	Q4 2019	Q1 2020	Q2 2020	Q3 2020	Q4 2020	Q1 2021
Situbondo	79,337	81,528	83,74	85,622	86,945	87,475	86,95
Probolinggo	211,356	214,802	218,35	221,394	223,524	224,321	223,32
Pasuruan	144,355	147,725	151,43	154,856	157,636	159,416	159,78
Sidoarjo	121,800	124,236	127,05	129,923	132,681	135,164	137,15
Mojokerto	112,866	115,887	118,8	121,055	122,323	122,270	120,54
Jombang	120,500	123,286	125,94	127,999	129,143	129,030	127,3
Nganjuk	119,175	120,836	122,73	124,385	125,556	126,020	125,53
Madiun	74,077	76,136	78,3	80,171	81,508	82,075	81,61
Magetan	61,879	63,432	65,09	66,529	67,569	68,040	67,75
Ngawi	122,813	125,511	128,19	130,354	131,711	131,968	130,81
Bojonegoro	156,608	158,732	161,1	163,320	165,138	166,302	166,52
Tuban	177,435	182,306	187,13	191,110	193,718	194,407	192,58
Lamongan	159,776	162,207	164,68	166,693	167,933	168,088	166,82
Gresik	155,072	159,660	164,05	167,445	169,327	169,153	166,35
Bangkalan	193,425	198,637	204	208,848	212,760	215,306	215,97
Sampang	212,015	218,387	224,74	230,322	234,632	237,141	237,23
Pamekasan	125,124	127,162	129,41	131,664	133,796	135,673	137,12
Sumenep	214,463	217,257	220,23	222,769	224,563	225,324	224,73
Kota Kediri	21,171	21,682	22,19	22,598	22,840	22,848	22,55
Kota Blitar	10,526	10,818	11,1	11,325	11,461	11,475	11,33
Kota Malang	36,813	37,791	38,77	39,619	40,262	40,626	40,62
Kota Probolinggo	16,942	17,340	17,72	18,014	18,176	18,159	17,91
Kota Pasuruan	13,085	13,232	13,4	13,571	13,732	13,871	13,97
Kota Mojokerto	7,232	7,669	8,09	8,419	8,608	8,609	8,37
Kota Madiun	8,183	8,514	8,83	9,078	9,223	9,230	9,06
Kota Surabaya	136,168	140,860	145,67	149,763	152,621	153,723	152,49
Kota Batu	7,980	8,042	8,12	8,217	8,335	8,473	8,63

Lampiran 7. Grafik Plot Data Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur Hasil Interpolasi Kuartal

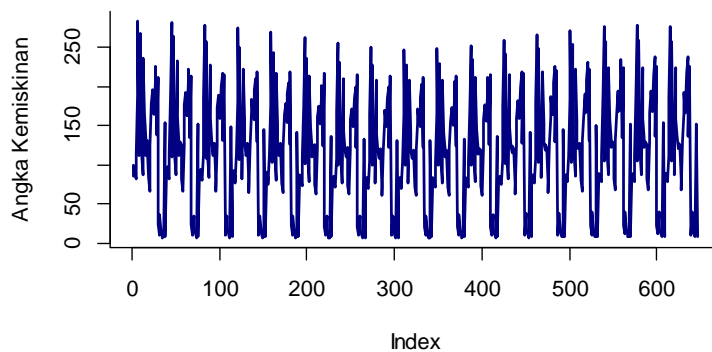
1. Plot Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur Hasil Interpolasi Kuartal pada Q1 2007–Q4 2011



2. Plot Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur Hasil Interpolasi Kuartal pada Q1 2012–Q4 2016



3. Plot Angka Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur Hasil Interpolasi Kuartal pada Q1 2017–Q1 2021



Lampiran 8. Hasil Transformasi Data Angka Kemiskinan Periode Semester

Pola ke-	<i>Input</i>				<i>Output</i>
	X1	X2	X3	X4	Y
1	0,27429	0,28643	0,29435	0,30807	0,30449
2	0,36814	0,34832	0,34043	0,35242	0,35177
3	0,40677	0,36952	0,35656	0,37153	0,37169
4	0,35548	0,35589	0,35402	0,36443	0,36353
5	0,41747	0,42718	0,42452	0,42877	0,41464
6	0,60058	0,65381	0,65098	0,63648	0,5968
7	1	1	0,96636	0,94897	0,8992
8	0,45806	0,45664	0,43995	0,4323	0,4156
9	0,88476	0,99871	1	0,96917	0,91072
10	0,55213	0,61173	0,61803	0,61058	0,57184
11	0,37578	0,3945	0,39987	0,40961	0,39928
12	0,30004	0,29224	0,27892	0,27337	0,26129
13	0,54165	0,56277	0,58762	0,631	0,63904
14	0,67174	0,65594	0,65397	0,68275	0,68224
15	0,45632	0,47905	0,48649	0,50313	0,51208
16	0,39477	0,37953	0,36738	0,37112	0,36209
17	0,61062	0,63529	0,64798	0,67318	0,6664
18	0,57287	0,54987	0,54201	0,56277	0,56152
19	0,35068	0,35178	0,35494	0,3686	0,35825
20	0,2147	0,22682	0,2333	0,24319	0,24017
21	0,45981	0,46177	0,47174	0,49891	0,49408
22	0,71168	0,74859	0,77008	0,80393	0,79264
23	0,69094	0,70143	0,70604	0,73001	0,7204
24	0,75337	0,7746	0,7763	0,78711	0,74824
25	0,51852	0,5348	0,54984	0,58045	0,57808
26	0,60124	0,62349	0,64453	0,68346	0,68632
27	0,67567	0,71367	0,74106	0,78286	0,78232
28	0,51743	0,55093	0,56251	0,57791	0,5632
29	0,65952	0,66475	0,67747	0,71915	0,73792
30	0,07633	0,07199	0,06858	0,0685	0,06641
31	0,02089	0,02063	0,01997	0,01982	0,01889
32	0,14224	0,14278	0,13539	0,12865	0,11825
33	0,08396	0,07524	0,07089	0,07221	0,07145
34	0,04817	0,04342	0,04002	0,03923	0,03761
35	0,01543	0,01583	0,01514	0,01435	0,01313
36	0,02591	0,0255	0,02412	0,02317	0,02201
37	0,46548	0,5265	0,56896	0,60597	0,57976
38	0,03573	0,03797	0,03771	0,03681	0,03257
39	0,27658	0,28881	0,29572	0,30449	0,29487

Lampiran 8. Hasil Transformasi Data Angka Kemiskinan Periode Semester (Lanjutan)

Pola ke-	<i>Input</i>				<i>Output</i>
	X1	X2	X3	X4	Y
40	0,33633	0,33401	0,33829	0,35177	0,34527
41	0,35681	0,34984	0,35663	0,37169	0,35792
42	0,34365	0,34735	0,34982	0,36353	0,36659
43	0,41248	0,41652	0,41158	0,41464	0,40358
44	0,63131	0,63871	0,61096	0,5968	0,58419
45	0,9656	0,94815	0,91093	0,8992	0,87168
46	0,44093	0,43166	0,41498	0,4156	0,4162
47	0,96435	0,98115	0,93032	0,91072	0,92053
48	0,59069	0,60639	0,5861	0,57184	0,5492
49	0,38092	0,39233	0,39319	0,39928	0,38908
50	0,28218	0,27366	0,26241	0,26129	0,2567
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1281	0,42126	0,44208	0,47316	0,52346	0,5472
1282	0,25287	0,26175	0,27298	0,29467	0,30519
1283	0,45582	0,46416	0,4788	0,51264	0,52303
1284	0,03105	0,03144	0,0335	0,03734	0,0389
1285	0,00756	0,00784	0,00898	0,01073	0,01159
1286	0,06224	0,06501	0,06953	0,07714	0,08072
1287	0,02131	0,02202	0,02376	0,02662	0,02771
1288	0,01394	0,01422	0,01487	0,01625	0,01705
1289	0,00012	0	0,00139	0,0035	0,00475
1290	0,00221	0,0024	0,00358	0,00528	0,00622
1291	0,27638	0,2801	0,29843	0,33369	0,35038
1292	0,00265	0,00285	0,00311	0,00358	0,00409
1293	0,1511	0,16088	0,17092	0,18412	0,18614
1294	0,1688	0,17615	0,18456	0,19748	0,19994
1295	0,15237	0,16058	0,17147	0,18577	0,18782
1296	0,13833	0,1486	0,16073	0,17412	0,1727
1297	0,21197	0,22168	0,2348	0,25258	0,25437
1298	0,34337	0,36861	0,39924	0,43218	0,42686
1299	0,52376	0,55549	0,59652	0,64619	0,64787
1300	0,20134	0,21127	0,22109	0,23545	0,23669
1301	0,48004	0,515	0,55604	0,60276	0,6011
1302	0,25043	0,26817	0,28507	0,30375	0,29832
1303	0,21106	0,22301	0,23869	0,25846	0,26052
1304	0,15237	0,16434	0,17764	0,19276	0,19277
1305	0,43781	0,46275	0,48776	0,52054	0,52005
1306	0,29347	0,31131	0,33359	0,36241	0,36756

Lampiran 8. Hasil Transformasi Data Angka Kemiskinan Periode Semester (Lanjutan 2)

Pola ke-	<i>Input</i>				<i>Output</i>
	X1	X2	X3	X4	Y
1307	0,24589	0,26032	0,27742	0,30252	0,31325
1308	0,22302	0,24013	0,25841	0,27766	0,27338
1309	0,23967	0,25739	0,27486	0,29403	0,28961
1310	0,24419	0,25439	0,26747	0,28542	0,28536
1311	0,14248	0,15245	0,16511	0,17971	0,17995
1312	0,11742	0,12488	0,13468	0,14625	0,14669
1313	0,2462	0,26261	0,28005	0,30019	0,29803
1314	0,32305	0,339	0,35586	0,38042	0,38373
1315	0,35832	0,38608	0,41583	0,44901	0,44628
1316	0,32844	0,34616	0,36411	0,38712	0,38445
1317	0,30988	0,33553	0,36266	0,39047	0,38332
1318	0,39173	0,42222	0,4547	0,49471	0,50241
1319	0,42687	0,46424	0,50248	0,5472	0,55344
1320	0,25274	0,26784	0,28286	0,30519	0,31317
1321	0,4482	0,46978	0,49209	0,52303	0,52344
1322	0,03036	0,03287	0,03585	0,0389	0,03821
1323	0,00757	0,00881	0,0103	0,01159	0,01128
1324	0,06277	0,06822	0,07404	0,08072	0,08158
1325	0,02126	0,02331	0,02555	0,02771	0,02707
1326	0,01373	0,01459	0,0156	0,01705	0,01762
1327	0	0,00136	0,00336	0,00475	0,00418
1328	0,00231	0,00351	0,00507	0,00622	0,00583
1329	0,27047	0,2928	0,32032	0,35038	0,35006
1330	0,00275	0,00305	0,00343	0,00409	0,0048

Lampiran 9. Hasil Transformasi Data Angka Kemiskinan Periode Kuartal

Pola ke-	<i>Input</i>				<i>Output</i>
	X1	X2	X3	X4	Y
1	0,2743588	0,2795463	0,2865032	0,2877579	0,2944273
2	0,3682011	0,3549262	0,3483843	0,3392531	0,340498
3	0,4068292	0,3829933	0,369584	0,3563776	0,3566227
4	0,3555433	0,3544023	0,355961	0,3511978	0,3540889
5	0,4175229	0,4220283	0,4272396	0,4224327	0,424577
6	0,6006245	0,6319493	0,6538406	0,6510155	0,6510145
7	1	1	1	0,9754211	0,9663684
8	0,4581152	0,4574531	0,4566984	0,4447407	0,4400107
9	0,8847704	0,9528132	0,9987101	1	1
10	0,5521757	0,5863989	0,6117747	0,6137932	0,6180739
11	0,3758395	0,385096	0,3945579	0,3942702	0,3999292
12	0,3001109	0,2955977	0,2923091	0,2829348	0,2789936
13	0,5417003	0,5487934	0,5628166	0,5686619	0,5876673
14	0,6717701	0,6586859	0,6559762	0,6461841	0,6540091
15	0,4563693	0,4675326	0,4790998	0,4790563	0,4865421
16	0,3948262	0,3849723	0,3795983	0,3689002	0,3674494
17	0,6106635	0,6214383	0,6353306	0,6359239	0,6480199
18	0,5729083	0,5565975	0,5499145	0,5382017	0,5420573
19	0,3507421	0,3491385	0,3518418	0,3493916	0,3550103
20	0,2147798	0,2204758	0,2269031	0,2282318	0,2333836
21	0,4598611	0,4572786	0,4618295	0,4609407	0,4717995
22	0,7117077	0,7284569	0,7486117	0,752758	0,7701072
23	0,6909751	0,6935481	0,7014656	0,6965703	0,706069
24	0,7533911	0,7627194	0,7746277	0,7691055	0,7763268
25	0,5185671	0,5241789	0,5348451	0,5365433	0,5498893
26	0,6012793	0,6093536	0,6235305	0,6273047	0,6445646
27	0,6756984	0,6924894	0,7137032	0,7206698	0,7410827
28	0,5174759	0,5345467	0,5509794	0,5529582	0,5625588
29	0,6595488	0,6578656	0,6647877	0,6628489	0,6775051
30	0,076417	0,0737838	0,0720865	0,0694661	0,0686809
31	0,0209845	0,0208112	0,0207258	0,0202084	0,0200763
32	0,1423248	0,1430508	0,1428659	0,1383853	0,1354834
33	0,0840553	0,0787359	0,0753362	0,0718331	0,0709844
34	0,0482643	0,0455089	0,0435212	0,0411759	0,0401171
35	0,0155286	0,0158116	0,0159352	0,0155242	0,0152389
36	0,026004	0,0258166	0,0255989	0,0247252	0,0242227
37	0,4655353	0,4955039	0,5265523	0,5443531	0,5690086
38	0,0358247	0,0371032	0,0380699	0,0377907	0,0378135
39	0,2754826	0,2807284	0,2877148	0,2889225	0,2954207

Lampiran 9. Hasil Transformasi Data Angka Kemiskinan Periode Kuartal (Lanjutan)

Pola ke-	<i>Input</i>				<i>Output</i>
	X1	X2	X3	X4	Y
40	0,3497668	0,3413622	0,3392022	0,3341318	0,3385251
41	0,3774259	0,3621346	0,3563241	0,3499551	0,3553257
42	0,3492505	0,3487862	0,3511451	0,3474686	0,3515003
43	0,4158934	0,418628	0,4223693	0,4166389	0,4182888
44	0,6227629	0,6406617	0,6509178	0,6388427	0,6325798
45	0,9854635	0,9798438	0,9752746	0,9483006	0,9384939
46	0,4508033	0,4474931	0,444674	0,431784	0,4270512
47	0,9389626	0,9785799	0,9998499	0,9813034	0,9679579
48	0,5778747	0,5994436	0,613701	0,6065181	0,604172
49	0,3794981	0,3866051	0,394211	0,3924519	0,3970512
50	0,2913007	0,2864173	0,2828923	0,2737774	0,2703562
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2725	0,4622336	0,4831209	0,5056743	0,5154932	0,5310943
2726	0,2631467	0,2720057	0,2826961	0,2875561	0,2973607
2727	0,4597681	0,4731331	0,4886044	0,492732	0,5038731
2728	0,0329477	0,0345594	0,0361925	0,0367452	0,0374641
2729	0,0092395	0,0099998	0,0107139	0,0110234	0,0112652
2730	0,0681052	0,071277	0,074661	0,0761272	0,0784146
2731	0,023473	0,0246602	0,025832	0,026203	0,0266617
2732	0,0145074	0,0150933	0,0157902	0,016157	0,016784
2733	0,0023663	0,0033339	0,0041454	0,0045734	0,0046629
2734	0,0042109	0,0049727	0,0056352	0,0059649	0,0060945
2735	0,2930399	0,3080147	0,3236016	0,3301105	0,3389379
2736	0,00318	0,0034003	0,0036902	0,0039559	0,0043495
2737	0,1620099	0,1675032	0,1734935	0,1751261	0,1787668
2738	0,1749296	0,1800865	0,1860732	0,1877485	0,1920122
2739	0,1625337	0,1685988	0,1750515	0,1768788	0,1803793
2740	0,1523638	0,1583402	0,1640718	0,1646803	0,165867
2741	0,2225273	0,2299541	0,2379631	0,2398406	0,2442563
2742	0,3783055	0,3931554	0,4070967	0,4079588	0,4098114
2743	0,5651827	0,5867489	0,6086342	0,6131601	0,6219439
2744	0,2095421	0,2152804	0,2218347	0,2230889	0,2272793
2745	0,5268383	0,547464	0,56774	0,57096	0,577048
2746	0,2701468	0,2782768	0,2861486	0,2854753	0,286434
2747	0,2262155	0,2346748	0,2434976	0,2457302	0,2501534
2748	0,1683825	0,1750338	0,1816256	0,1828507	0,1851246
2749	0,4621526	0,4757102	0,4903107	0,4921849	0,4992576
2750	0,3161077	0,3283572	0,3413955	0,3454695	0,352891

Lampiran 9. Hasil Transformasi Data Angka Kemiskinan Periode Kuartal (Lanjutan 2)

Pola ke-	<i>Input</i>				<i>Output</i>
	X1	X2	X3	X4	Y
2751	0,2629013	0,2731413	0,284993	0,2906485	0,300762
2752	0,2448967	0,2535037	0,2615841	0,261503	0,2625003
2753	0,2604789	0,2688815	0,2769966	0,2767829	0,2780722
2754	0,2534734	0,2608785	0,2688916	0,2699802	0,273995
2755	0,1565103	0,1629616	0,1693359	0,1706441	0,1728237
2756	0,1276811	0,1327506	0,137832	0,1389172	0,1408967
2757	0,2653892	0,2740963	0,2828008	0,2834256	0,2861576
2758	0,3372113	0,3471025	0,3583519	0,3610365	0,3684168
2759	0,3940187	0,408644	0,4229454	0,4245674	0,428447
2760	0,3450243	0,3545713	0,3646686	0,3650728	0,3691079
2761	0,3436494	0,3562379	0,367818	0,3674801	0,3680252
2762	0,4308354	0,4479269	0,4659836	0,471807	0,4823266
2763	0,476098	0,4954818	0,5154158	0,5211647	0,5312998
2764	0,2680517	0,276998	0,2875129	0,2918011	0,3006929
2765	0,4662554	0,478756	0,492658	0,4944524	0,5025056
2766	0,034057	0,035463	0,0367397	0,0367636	0,0367769
2767	0,0098544	0,0104979	0,0110218	0,0110546	0,0109313
2768	0,0702408	0,0731561	0,0761158	0,0769485	0,0784018
2769	0,0243018	0,0253113	0,026199	0,0261632	0,0260885
2770	0,0148739	0,0154719	0,0161546	0,0164702	0,0170126
2771	0,0032854	0,0040619	0,0045727	0,0045757	0,0041128
2772	0,0049004	0,0055217	0,005964	0,0059806	0,0057023
2773	0,3035372	0,317079	0,330061	0,3326009	0,3360982
2774	0,0033509	0,0036159	0,0039553	0,0042682	0,0047117

Lampiran 10. Nilai Bobot dan Bias Model BPNN dengan Arsitektur (4-9-1)

1. Inisialisasi Bobot dan Bias Awal pada *Input Layer* terhadap *Hidden Layer*

Variabel	v[i,]	v[,j]								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bias	0	-0,45	-0,39	-0,98	0,17	2,67	0,60	-0,21	0,19	-0,52
X1	1	-1,21	-0,48	-0,55	0,16	-1,23	-1,78	0,70	-0,37	1,41
X2	2	0,04	0,72	0,12	0,02	0,83	0,33	-0,71	1,06	0,19
X3	3	0,64	-0,02	-0,12	-2,05	0,53	0,56	-0,47	-0,74	-0,04
X4	4	-0,79	-1,37	-1,34	0,21	-0,65	1,22	-1,77	-1,35	-0,22

2. Inisialisasi Bobot dan Bias Awal pada *Hidden Layer* terhadap *Output Layer*

w[j,]	w[,k]
	1
0	1,463775
1	0,229667
2	0,107624
3	-1,3781
4	-0,96818
5	0,251711
6	-1,09469
7	0,397643
8	-0,9963
9	0,100578

3. Bobot dan Bias Akhir pada *Input Layer* terhadap *Hidden Layer*

Variabel	v[i,]	v[,j]								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bias	0	-0,75	-0,38	-0,99	0,16	-0,28	0,60	-0,21	0,18	-0,52
X1	1	-2,13	-1,04	1,33	0,40	-1,04	-1,66	0,41	-0,04	1,14
X2	2	1,38	4,48	0,35	-0,16	3,82	0,10	3,95	0,64	0,84
X3	3	-0,61	-1,35	0,19	-1,25	-10,91	0,77	-3,80	0,01	-2,84
X4	4	2,28	-1,15	-1,97	0,15	8,55	-0,37	-0,53	-1,44	1,85

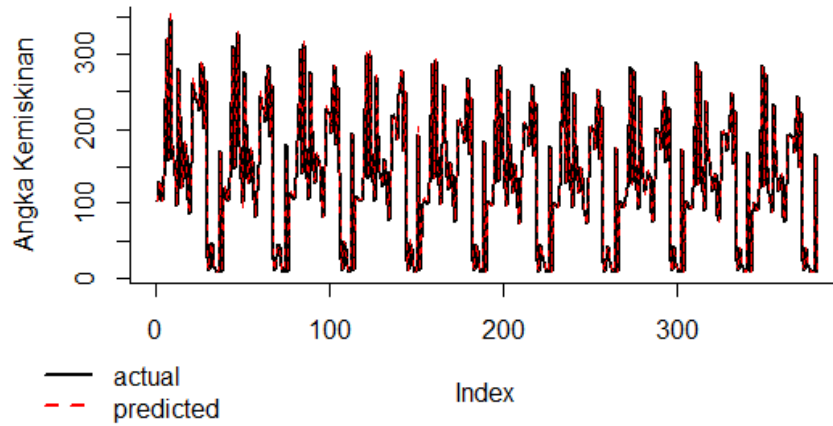
Lampiran 10. Nilai Bobot dan Bias Model BPNN dengan Arsitektur (4-9-1) (Lanjutan)

4. Bobot dan Bias Akhir pada *Hidden Layer* terhadap *Output Layer*

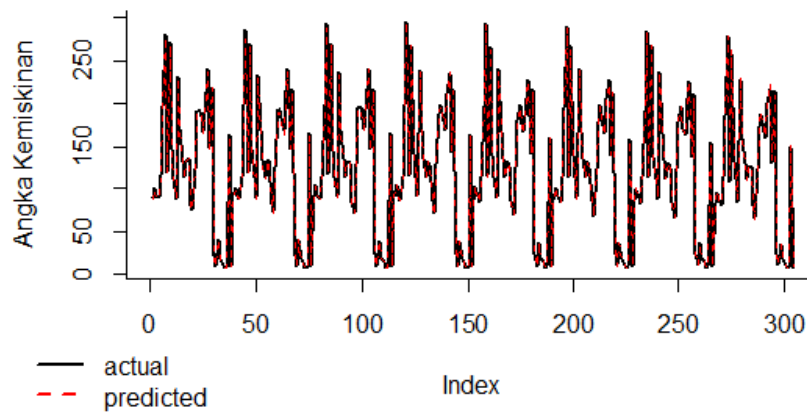
$w[j,]$	$w[,k]$
	1
0	1,472587
1	0,238518
2	0,240723
3	-1,42273
4	-0,96063
5	0,489668
6	-1,04135
7	0,37407
8	-0,98933
9	0,246868

Lampiran 11. Plot Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi dalam Proses *Training* pada Hasil Interpolasi Semester

1. Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Prediksi dalam Proses *Training* pada Periode S1 2009-S2 2013



2. Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Prediksi dalam Proses *Training* pada Periode S1 2014-S2 2017



Lampiran 12. Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi pada Hasil Interpolasi Semester

Periode	Kota/Kabupaten	Data Aktual	Data Prediksi
Sem 1 2004	Pacitan	133,5	133,906811
	Ponorogo	153,2	152,8327057
	Trenggalek	161,5	161,9105537
	Tulungagung	158,1	156,8784597
	Blitar	179,4	180,797667
	Kediri	255,3	258,6239027
	Malang	381,3	382,8771793
	Lumajang	179,8	179,8312408
	Jember	386,1	383,5086644
	Banyuwangi	244,9	249,3228939
	Bondowoso	173	174,0163584
	Situbondo	115,5	115,4487463
	Probolinggo	272,9	272,1350405
	Pasuruan	290,9	291,3881502
	Sidoarjo	220	214,4558133
	Mojokerto	157,5	158,0921524
	Jombang	284,3	284,6574206
	Nganjuk	240,6	241,1166064
	Madiun	155,9	158,5726317
	Magetan	106,7	106,666812
	Ngawi	212,5	215,152007
	Bojonegoro	336,9	338,0768791
	Tuban	306,8	307,9101515
	Lamongan	318,4	325,830029
	Gresik	247,5	248,914725
	Bangkalan	292,6	292,188514
	Sampang	332,6	331,6544583
	Pamekasan	241,3	243,2950464
	Sumenep	314,1	308,8716183
	Kota Kediri	34,3	34,28249422
	Kota Blitar	14,5	14,89813528
	Kota Malang	55,9	56,35907928
	Kota Probolinggo	36,4	36,24759538
Kota Pasuruan	22,3	22,47490765	
Kota Mojokerto	12,1	12,55132818	
Kota Madiun	15,8	16,00604723	
Kota Surabaya	248,2	256,5039984	
Kota Batu	20,2	21,27230331	
Sem 2 2004	Pacitan	129,494	130,4106702

Lampiran 12. Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi pada Hasil Interpolasi Semester (Lanjutan)

Periode	Kota/Kabupaten	Data Aktual	Data Prediksi
Sem 2 2004	Ponorogo	150,493	151,0742758
	Trenggalek	155,766	158,5767154
	Tulungagung	159,377	157,0282101
	Blitar	174,792	174,7532565
	Kediri	250,046	246,7679421
	Malang	369,833	366,2030538
	Lumajang	180,047	176,4330563
	Jember	390,188	374,2847139
	Banyuwangi	235,466	235,2088867
	Bondowoso	168,750	168,9026437
	Situbondo	113,588	112,0691195
	Probolinggo	268,200	270,191694
	Pasuruan	285,243	287,2852292
	Sidoarjo	231,851	223,8900636
	Mojokerto	153,692	153,8531019
	Jombang	279,564	280,1512158
	Nganjuk	236,018	237,7762867
	Madiun	145,320	149,8855679
	Magetan	104,356	104,3189954
	Ngawi	201,076	206,8175561
	Bojonegoro	326,563	329,0872235
	Tuban	300,167	301,3897721
	Lamongan	295,114	303,6698211
	Gresik	240,401	243,0779152
	Bangkalan	287,486	289,0548213
	Sampang	326,557	327,3927955
	Pamekasan	235,006	235,7773268
	Sumenep	321,469	316,1261728
	Kota Kediri	33,546	33,47786827
	Kota Blitar	14,182	14,51383092
	Kota Malang	54,017	53,01033286
	Kota Probolinggo	35,531	35,69026608
	Kota Pasuruan	21,726	21,88543983
	Kota Mojokerto	11,893	12,17381544
Kota Madiun	15,860	15,86441619	
Kota Surabaya	218,448	233,2583585	
Kota Batu	17,976	18,93559354	

Lampiran 12. Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi pada Hasil Interpolasi Semester (Lanjutan 2)

Periode	Kota/Kabupaten	Data Aktual	Data Prediksi
⋮	⋮	⋮	⋮
Sem 2 2020	Pacitan	83,347	81,85089837
	Ponorogo	88,913	87,33734457
	Trenggalek	84,037	82,51545599
	Tulungagung	79,179	78,09226268
	Blitar	111,872	110,2364103
	Kediri	186,706	184,9823226
	Malang	275,877	272,513779
	Lumajang	104,736	103,1779259
	Jember	257,783	254,6036526
	Banyuwangi	133,192	132,0476906
	Bondowoso	114,321	112,5607341
	Situbondo	86,945	85,56693355
	Probolinggo	223,524	221,3177548
	Pasuruan	157,636	154,9750474
	Sidoarjo	132,681	129,5611797
	Mojokerto	122,323	121,2288422
	Jombang	129,143	127,8965679
	Nganjuk	125,556	124,1692904
	Madiun	81,508	80,20699832
	Magetan	67,569	66,54482868
	Ngawi	131,711	130,3434689
	Bojonegoro	165,138	162,9015506
	Tuban	193,718	191,5319167
	Lamongan	167,933	166,5261374
	Gresik	169,327	167,9525411
	Bangkalan	212,760	209,0345749
	Sampang	234,632	230,4841705
	Pamekasan	133,796	131,0526822
	Sumenep	224,563	222,8448351
	Kota Kediri	22,840	22,91069682
	Kota Blitar	11,461	11,83631718
	Kota Malang	40,262	39,74493266
	Kota Probolinggo	18,176	18,39326824
Kota Pasuruan	13,732	13,9302123	
Kota Mojokerto	8,608	9,103645536	

Lampiran 12. Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi pada Hasil Interpolasi Semester (Lanjutan 3)

Periode	Kota/Kabupaten	Data Aktual	Data Prediksi
Sem 2 2020	Kota Madiun	9,223	9,680839362
	Kota Surabaya	152,621	150,399015
	Kota Batu	8,335	8,691115907
Sem 1 2021	Pacitan	84,19	83,51834783
	Ponorogo	89,94	88,93789672
	Trenggalek	84,89	84,28816567
	Tulungagung	78,59	79,05256655
	Blitar	112,62	111,8908158
	Kediri	184,49	186,4815928
	Malang	276,58	276,4741538
	Lumajang	105,25	104,492399
	Jember	257,09	258,1694001
	Banyuwangi	130,93	132,2341968
	Bondowoso	115,18	114,5854736
	Situbondo	86,95	87,05446591
	Probolinggo	223,32	223,5059263
	Pasuruan	159,78	158,7659023
	Sidoarjo	137,15	134,4646981
	Mojokerto	120,54	121,6292843
	Jombang	127,3	128,4127158
	Nganjuk	125,53	125,1027744
	Madiun	81,61	81,6549463
	Magetan	67,75	67,64208261
	Ngawi	130,81	131,2313451
	Bojonegoro	166,52	165,4986744
	Tuban	192,58	193,8167157
	Lamongan	166,82	167,2484535
	Gresik	166,35	168,5932071
	Bangkalan	215,97	214,5815082
	Sampang	237,23	236,307904
	Pamekasan	137,12	134,928163
	Sumenep	224,73	224,2386304
	Kota Kediri	22,55	23,07854236
	Kota Blitar	11,33	11,94348274
	Kota Malang	40,62	40,57626528
Kota Probolinggo	17,91	18,4713406	
Kota Pasuruan	13,97	14,23138314	
Kota Mojokerto	8,37	9,200802405	

Lampiran 12. Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi pada Hasil Interpolasi Semester (Lanjutan 4)

Periode	Kota/Kabupaten	Data Aktual	Data Prediksi
Sem 1 2021	Kota Madiun	9,06	9,774305482
	Kota Surabaya	152,49	153,2630415
	Kota Batu	8,63	8,96029815

Lampiran 13. Nilai Bobot dan Bias Model BPNN dengan Arsitektur (4-12-1)

1. Inisialisasi Bobot dan Bias Awal pada *Input Layer* terhadap *Hidden Layer*

Variabel	v[i,]	v[,j]											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bias	0	-0,45	-0,39	-0,98	0,17	2,67	0,60	-0,21	0,19	-0,52	1,46	0,25	0,95
X1	1	-1,21	-0,48	-0,55	0,16	-1,23	-1,78	0,70	-0,37	1,41	0,23	-1,09	-1,79
X2	2	0,04	0,72	0,12	0,02	0,83	0,33	-0,71	1,06	0,19	0,11	0,40	0,31
X3	3	0,64	-0,02	-0,12	-2,05	0,53	0,56	-0,47	-0,74	-0,04	-1,38	-1,00	2,55
X4	4	-0,79	-1,37	-1,34	0,21	-0,65	1,22	-1,77	-1,35	-0,22	-0,97	0,10	-0,86

2. Inisialisasi Bobot dan Bias Awal pada *Hidden Layer* terhadap *Output Layer*

w[j,]	w[,k]
	1
0	0,543928
1	-0,39234
2	1,235442
3	1,196086
4	-0,49575
5	-0,29434
6	-0,5735
7	1,619209
8	-0,95693
9	0,041237
10	-1,49831
11	0,660959
12	0,285458

3. Bobot dan Bias Akhir pada *Input Layer* terhadap *Hidden Layer*

Variabel	v[i,]	v[,j]											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bias	0	-0,46	-0,34	-0,97	0,16	2,63	0,56	-0,20	0,18	-0,47	1,42	0,30	0,37
X1	1	2,24	-0,34	-0,40	-0,18	-1,24	-2,15	0,18	-0,14	1,74	0,56	-0,85	1,30
X2	2	0,65	0,92	0,27	-0,13	0,63	0,14	-0,56	0,91	0,38	0,03	0,59	0,43
X3	3	1,23	-0,12	-0,39	-2,06	0,20	0,36	-0,42	-0,86	-9,92	-1,33	-0,79	2,07
X4	4	-5,13	-1,16	-0,68	-2,28	-3,67	0,97	-1,60	-1,53	8,56	-1,17	1,26	0,96

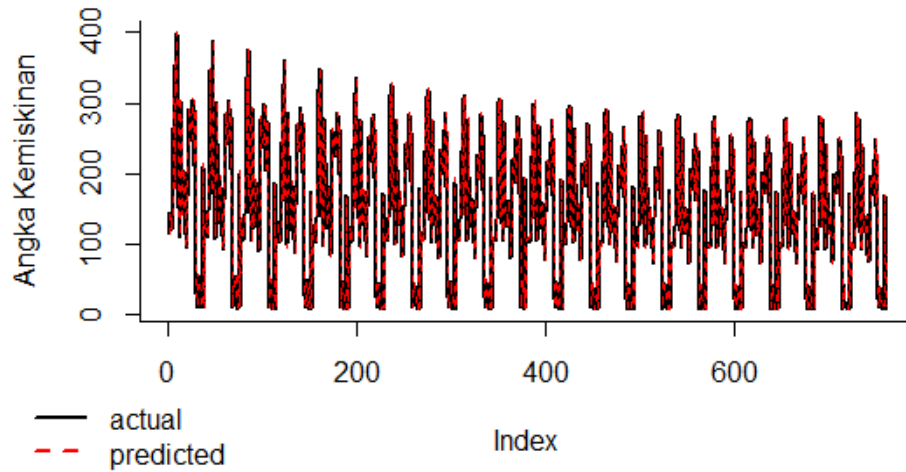
Lampiran 13. Nilai Bobot dan Bias Model BPNN dengan Arsitektur (4-12-1) (Lanjutan)

4. Bobot dan Bias Akhir pada *Hidden Layer* terhadap *Output Layer*

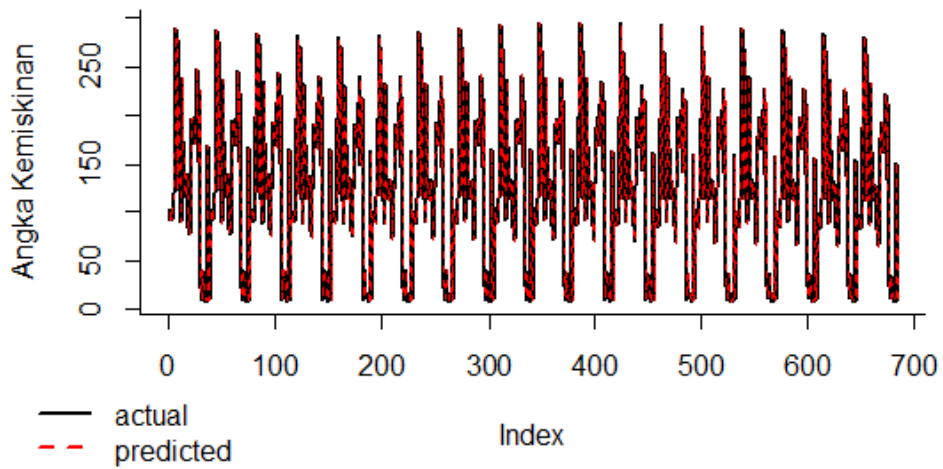
$w[j,]$	$w[,k]$
	1
0	0,58827
1	-0,4454
2	1,25255
3	1,15133
4	-0,5818
5	-0,2538
6	-0,7748
7	1,50965
8	-0,9778
9	0,67944
10	-1,4868
11	0,67258
12	0,3298

Lampiran 14. Plot Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi dalam Proses *Training* pada Hasil Interpolasi Kuartal

1. Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Prediksi dalam Proses *Training* pada Periode Q1 2008-Q4 2012



2. Plot Perbandingan Data Aktual dengan Data Prediksi dalam Proses *Training* pada Periode Q1 2013-Q2 2017



Lampiran 15. Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi pada Hasil Interpolasi Kuartal

Periode	Kota/Kabupaten	Data Aktual	Data Prediksi
Q1 2003	Pacitan	134,4	134,2009635
	Ponorogo	154,4	154,5732418
	Trenggalek	161,4	161,4182865
	Tulungagung	160,3	160,3870208
	Blitar	190,9	191,0104906
	Kediri	289,2	289,9781099
	Malang	426,1	426,3602498
	Lumajang	197,6	198,0831904
	Jember	440,7	437,0039009
	Banyuwangi	274,9	275,1720749
	Bondowoso	180,2	180,1252037
	Situbondo	127,7	128,6072936
	Probolinggo	261,7	260,3355111
	Pasuruan	290,5	290,1750376
	Sidoarjo	217,8	217,3581361
	Mojokerto	166,1	166,4646738
	Jombang	287,9	287,4737798
	Nganjuk	241,9	241,2932926
	Madiun	160,7	160,6808528
	Magetan	107,9	107,5478428
	Ngawi	211,4	210,6324512
	Bojonegoro	340,9	340,5511386
	Tuban	313,1	313,1862767
	Lamongan	343,6	344,4461964
	Gresik	245,3	244,3039127
	Bangkalan	286,4	285,4395194
	Sampang	328,3	327,5151395
	Pamekasan	250,8	250,2866146
	Sumenep	300,7	299,979156
	Kota Kediri	36,4	36,07178084
	Kota Blitar	15,3	15,36312117
	Kota Malang	65,4	65,47011788
	Kota Probolinggo	37,4	37,12899562

Lampiran 15. Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi pada Hasil Interpolasi Kuartal (Lanjutan)

Periode	Kota/Kabupaten	Data Aktual	Data Prediksi
Q1 2003	Kota Pasuruan	24	23,93168785
	Kota Mojokerto	13,2	13,37338172
	Kota Madiun	17,1	17,13522046
	Kota Surabaya	253,6	251,9677983
	Kota Batu	23	22,72296524
Q2 2003	Pacitan	134,831	134,6908965
	Ponorogo	153,544	153,5921199
	Trenggalek	160,837	160,7772931
	Tulungagung	159,176	159,1585948
	Blitar	188,170	188,2522976
	Kediri	281,197	282,0123724
	Malang	413,999	414,7110788
	Lumajang	191,974	192,2722514
	Jember	426,790	425,8100798
	Banyuwangi	268,865	269,351254
	Bondowoso	178,951	178,9185211
	Situbondo	123,950	124,7187229
	Probolinggo	265,722	264,4863049
	Pasuruan	290,382	289,9786118
	Sidoarjo	216,814	216,257323
	Mojokerto	163,393	163,6562683
	Jombang	287,682	287,3099378
	Nganjuk	241,016	240,3747979
	Madiun	160,589	160,6209213
	Magetan	108,053	107,7722989
	Ngawi	213,042	212,3800114
	Bojonegoro	341,681	341,5268937
	Tuban	311,933	311,9641202
	Lamongan	339,708	340,7027035
Gresik	247,015	246,1012161	
Bangkalan	289,015	288,1590273	
Sampang	330,886	330,2853613	

Lampiran 15. Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi pada Hasil Interpolasi Kuartal (Lanjutan 2)

Periode	Kota/Kabupaten	Data Aktual	Data Prediksi
Q2 2003	Pamekasan	249,503	249,0780967
	Sumenep	302,980	302,1319347
	Kota Kediri	35,713	35,30960512
	Kota Blitar	15,091	15,15857336
	Kota Malang	62,833	62,89844465
	Kota Probolinggo	36,918	36,48559742
	Kota Pasuruan	23,417	23,28997454
	Kota Mojokerto	12,911	13,10929797
	Kota Madiun	16,677	16,7255215
	Kota Surabaya	257,778	256,8187194
	Kota Batu	22,563	22,35193177
⋮	⋮	⋮	⋮
Q4 2020	Pacitan	84,058	83,3992808
	Ponorogo	89,642	89,04520313
	Trenggalek	84,833	84,1989022
	Tulungagung	79,437	78,98592664
	Blitar	112,687	112,4727112
	Kediri	187,060	187,6065896
	Malang	277,838	277,8591311
	Lumajang	105,276	104,986402
	Jember	259,170	259,3420908
	Banyuwangi	132,875	133,3442284
	Bondowoso	115,292	115,0985728
	Situbondo	87,475	87,03049562
	Probolinggo	224,321	224,1672537
	Pasuruan	159,416	159,2930972
	Sidoarjo	135,164	134,5284799
	Mojokerto	122,270	122,597913
	Jombang	129,030	129,4153417
Nganjuk	126,020	126,0547975	

Lampiran 15. Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi pada Hasil Interpolasi Kuartal (Lanjutan 3)

Periode	Kota/Kabupaten	Data Aktual	Data Prediksi
Q4 2020	Madiun	82,075	81,53368567
	Magetan	68,040	67,28576713
	Ngawi	131,968	132,2019379
	Bojonegoro	166,302	166,1759468
	Tuban	194,407	194,6881681
	Lamongan	168,088	168,330607
	Gresik	169,153	169,8260997
	Bangkalan	215,306	214,8226972
	Sampang	237,141	236,7218731
	Pamekasan	135,673	135,1966277
	Sumenep	225,324	225,0147124
	Kota Kediri	22,848	22,54019587
	Kota Blitar	11,475	11,6976413
	Kota Malang	40,626	39,77172984
	Kota Probolinggo	18,159	18,04324377
	Kota Pasuruan	13,871	13,89393413
	Kota Mojokerto	8,609	9,031490258
	Kota Madiun	9,230	9,600389645
	Kota Surabaya	153,723	154,0370139
	Kota Batu	8,473	8,822712328
Q1 2021	Pacitan	84,19	83,77700358
	Ponorogo	89,94	89,52925526
	Trenggalek	84,89	84,56451499
	Tulungagung	78,59	78,58041833
	Blitar	112,62	112,7398199
	Kediri	184,49	185,9053147
	Malang	276,58	277,5889203
	Lumajang	105,25	105,1826942
	Jember	257,09	258,2934227
	Banyuwangi	130,93	131,9383415
	Bondowoso	115,18	115,3940419
	Situbondo	86,95	86,9276609

Lampiran 15. Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi pada Hasil Interpolasi Kuartal (Lanjutan 4)

Periode	Kota/Kabupaten	Data Aktual	Data Prediksi
Q1 2021	Probolinggo	223,32	223,6871668
	Pasuruan	159,78	160,134553
	Sidoarjo	137,15	136,7398323
	Mojokerto	120,54	121,4431116
	Jombang	127,3	128,2315407
	Nganjuk	125,53	125,8974519
	Madiun	81,61	81,48719011
	Magetan	67,75	67,31200289
	Ngawi	130,81	131,5210675
	Bojonegoro	166,52	166,7048
	Tuban	192,58	193,6044084
	Lamongan	166,82	167,4940929
	Gresik	166,35	167,8186813
	Bangkalan	215,97	216,0649864
	Sampang	237,23	237,548337
	Pamekasan	137,12	136,8307921
	Sumenep	224,73	224,8000216
	Kota Kediri	22,55	22,37213315
	Kota Blitar	11,33	11,61962722
	Kota Malang	40,62	39,92214496
	Kota Probolinggo	17,91	17,89367205
	Kota Pasuruan	13,97	14,00376914
	Kota Mojokerto	8,37	8,894386899
	Kota Madiun	9,06	9,505099917
	Kota Surabaya	152,49	153,5728872
	Kota Batu	8,63	8,964107817

Lampiran 16. Syntax *Software R* pada Proses Interpolasi

```
###Interpolasi Cubic Spline###
#Semester
daerah= read.delim("clipboard")
library(zoo)

angkadaerah=daerah$`Angka Kemiskinan`
datamiskin$semester = as.yearmon(datamiskin$Tahun,format="% Y% m")
semester= seq(datamiskin$semester[1], tail(datamiskin$semester,1))

periode_int=daerah$periode_int
periode_int

miskin = daerah[c("svar", "Angka Kemiskinan")]
miskin2=data.frame(svar=periode_int, miskin2=spline(miskin, method="fmm",
xout=periode_int)$y)
miskin2
daerah2 = merge(miskin, miskin2, by="svar", all=TRUE)

library("openxlsx")
write.xlsx(daerah2, file = "Hasil Daerah Sem.xlsx",sheetName = "Interpolasi Semester",
append = FALSE)
```

```
#Kuartal
daerah$quarter = as.yearqtr(daerah$Tahun,format="% Y% q")
quarter= seq(daerah$quarter[1], tail(daerah$quarter,1))
daerah$qvar = as.Date.yearqtr(daerah$quarter)
quarter= seq(daerah$qvar[1], tail(daerah$qvar,1), by="quarter")
quarter

daerahq = daerah [c("qvar", "Angka Kemiskinan")]
daerahq2 = data.frame(qvar=quarter, daerahq2=spline(daerahq, method="fmm",
xout=quarter)$y)
daerahq2 = merge(daerahq, daerahq2, by="qvar", all=TRUE)

library("openxlsx")
write.xlsx(daerahq2, file = "Hasil Daerah Qrt.xlsx",sheetName = "Interpolasi Kuartal", append
= FALSE)
```

Lampiran 17. Syntax *Software R* dalam Proses Pemodelan BPNN Periode Semester

```
#####BPNN#####
#Semester
datasem=read.delim("clipboard")
datasem1=as.data.frame(datasem)
y=datasem1$Y

#Normalisasi
maxs <- apply(datasem1, 2, max)
maxs
mins <- apply(datasem1, 2, min)
mins
scaledsem <- as.data.frame(scale(datasem1, center = mins, scale = maxs - mins))
scaledsem

#library("openxlsx")
write.xlsx(scaledsem, file = "Hasil Normalisasi Sem.xlsx")

##Pembagian proporsi data 80:20
trainsem=scaledsem[1:1064,]
testsem=scaledsem[-(1:1064),]
n.trainsem=1064
n.testsem=266
#neuron di hidden
h=1

##Pemodelan BPNN
library(neuralnet)
set.seed(1000)
nn=neuralnet(Y~X1+X2+X3+X4, trainsem, hidden=9, learningrate = 0.1,
             lifesign = "full", linear.output=TRUE)

print(nn)
plot(nn, rep = "best")

##Training
fit_train=compute(nn,trainsem[,1:4])
nn_result1=fit_train$net.result
cleanoutput <- cbind(trainsem, as.data.frame(nn_result1))
cleanoutput

##Testing
fit_test <- compute(nn,testsem[,1:4])
nn_result2=fit_test$net.result
cleanoutput2 <- cbind(testsem, as.data.frame(nn_result2))
cleanoutput2

##denormalisasi
```

Lampiran 17. Syntax *Software R* dalam Proses Pemodelan BPNN Periode Semester (Lanjutan)

```
###Data training
result_train=(nn_result1*(max(y)-min(y)))+min(y)

train.denorm=(trainsem$Y)*(max(y)-min(y))+min(y)

###Data testing
result_test=(nn_result2*(max(y)-min(y)))+min(y)

test.denorm=(testsem$Y)*(max(y)-min(y))+min(y)

##Nilai MSE dan MAPE
###Data training
MSE_train=sum((train.denorm - result_train)^2)/n.trainsem
MSE_train
MAPEtrain <- (sum(abs(train.denorm - result_train)/(train.denorm)))*100/n.trainsem
MAPEtrain

###Data testing
MSE_test <- sum((test.denorm - result_test)^2)/n.testsem
MSE_test
MAPEtest <- (sum(abs(test.denorm - result_test)/(test.denorm)))*100/n.testsem
MAPEtest

##Plot Data Aktual VS Data Prediksi
###Training
plot(ts(train.denorm), ylab = "Angka Kemiskinan", xlab = "Index",
     bty = "l", lty = 1, lwd = 2)
lines(ts(result_train), lwd = 1, col = "red", lty=2)
legend("center", legend = c("actual", "predicted"), col= c("black", "red"), lty = c(1,2) ,lwd = 2)
###Testing
plot(ts(test.denorm), ylab = "Angka Kemiskinan", xlab = "Index",
     bty = "l", lty = 1, lwd = 2)
lines(ts(result_test), lwd = 1, col = "red", lty=2)
legend("center", legend = c("actual", "predicted"), col= c("black", "red"), lty = c(1,2) ,lwd = 2)

##Forecast
inputforesem= read.delim("clipboard")
###normalisasi
scaledinputsem <- as.data.frame(scale(inputforesem, center = mins, scale = maxs - mins))
foresem=compute(nn, scaledinputsem[,1:4])
foresem_result=foresem$net.result

###denormalisasi
foresem_denorm=(foresem_result*(max(y)-min(y)))+min(y)
write.table(foresem_denorm, "clipboard", sep="\t", row.names=FALSE, col.names=FALSE)

data.frame.foresem <- cbind(inputforesem, as.data.frame(foresem_denorm))
```

Lampiran 18. Syntax *Software R* dalam Proses Pemodelan BPNN Periode Kuartal

```
####BPNN####
#Kuartal
dataqrt= read.delim("clipboard")
yqrt=dataqrt$Y

##Normalisasi
maxk <- apply(dataqrt, 2, max)
maxk
mink <- apply(dataqrt, 2, min)
mink
scaledqrt <- as.data.frame(scale(dataqrt, center = mink, scale = maxk - mink))
scaledqrt

##Pembagian proporsi data 80:20
trainqrt=scaledqrt[1:2204,]
testqrt=scaledqrt[-(1:2204),]
n.trainqrt=2204
n.testqrt=570
#neuron di hidden
h=1

##Pemodelan BPNN
library(neuralnet)
set.seed(1000)
nnet=neuralnet(Y~X1+X2+X3+X4, trainqrt, hidden=12, learningrate = 0.1,
               lifesign = "full", linear.output=TRUE)

print(nnet)
plot(nnet, rep = "best")

##Training
fit_trainqrt=compute(nnet,trainqrt[,1:4])
nn_resultqrt1=fit_trainqrt$net.result

cleanoutputk <- cbind(trainqrt, as.data.frame(nn_resultqrt1))
cleanoutputk

##Testing
fit_testqrt <- compute(nnet,testqrt[,1:4])
nn_resultqrt2=fit_testqrt$net.result

cleanoutputk2 <- cbind(testqrt, as.data.frame(nn_resultqrt2))
cleanoutputk2

##denormalisasi
###Data training
result_trainqrt=(nn_resultqrt1*(max(yqrt)-min(yqrt)))+min(yqrt)
```

Lampiran 18. Syntax *Software R* dalam Proses Pemodelan BPNN Periode Kuartal (Lanjutan)

```
trainqrt.denorm=(trainqrt$Y)*(max(yqrt)-min(yqrt))+min(yqrt)

###Data testing
result_testqrt=(nn_resultqrt2*(max(yqrt)-min(yqrt)))+min(yqrt)

testqrt.denorm=(testqrt$Y)*(max(yqrt)-min(yqrt))+min(yqrt)

##Nilai MSE dan MAPE
###Data training
MSE_trainqrt=sum((trainqrt.denorm - result_trainqrt)^2)/n.trainqrt
MSE_trainqrt
MAPEtrainqrt <- (sum(abs(trainqrt.denorm - result_trainqrt)/(trainqrt.denorm)))*100/n.trainqrt
MAPEtrainqrt

###Data testing
MSE_testqrt <- sum((testqrt.denorm - result_testqrt)^2)/n.testqrt
MSE_testqrt
MAPEtestqrt <- (sum(abs(testqrt.denorm - result_testqrt)/(testqrt.denorm)))*100/n.testqrt
MAPEtestqrt

##Plot Data Aktual VS Data Prediksi
###Training
plot(ts(trainqrt.denorm), ylab = "Angka Kemiskinan", xlab = "Index",
     bty = "l", lty = 1, lwd = 2)
lines(ts(result_trainqrt), lwd = 1, col = "red", lty=2)
legend("center", legend = c("actual", "predicted"), col= c("black", "red"), lty = c(1,2) ,lwd = 2)
###Testing
plot(ts(testqrt.denorm), ylab = "Angka Kemiskinan", xlab = "Index",
     bty = "l", lty = 1, lwd = 2)
lines(ts(result_testqrt), lwd = 1, col = "red", lty=2)
legend("center", legend = c("actual", "predicted"), col= c("black", "red"), lty = c(1,2) ,lwd = 2)

##Forecast
inputfore1=read.delim("clipboard")
###normalisasi
scaledinput <- as.data.frame(scale(inputfore1, center = mink, scale = maxk - mink))
fore1=compute(nnet,scaledinput[,1:4])
fore_result1=fore1$net.result

###denormalisasi
fore1_denorm=(fore_result1*(max(yqrt)-min(yqrt))+min(yqrt)
data.frame.fore1 <- as.data.frame(fore1_denorm)

#library("openxlsx")
write.xlsx(data.frame.fore1, file = "Hasil Forecast Qrt.xlsx")
```


(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Indira Maharani Haryono Putri, kelahiran Surabaya, 22 Maret 2000, anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Negeri Ketintang III/569, SMP Negeri 1 Surabaya, dan SMA Negeri 5 Surabaya. Setelah selesai menempuh pendidikan SMA, penulis melanjutkan pendidikan pada program studi S1 di Departemen Aktuaria, Fakultas Sains dan Analitika Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan menjadi mahasiswa Aktuaria tahun angkatan 2018 yang terdaftar dengan NRP 06311840000050.

Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi dan beberapa kegiatan. Penulis pernah menjadi staff di Divisi Advokasi dan Kesejahteraan Mahasiswa HIMASAKTA ITS 2019, Staff Ahli Subdivisi Kesehatan GERIGI ITS 2019, menjadi Asisten Dosen pada Mata Kuliah Program Komputer 2020, dan turut serta dalam penelitian bersama dosen pembimbing dengan topik yang mendukung Tugas Akhir ini. Pada tahun 2020, penulis mendapatkan kesempatan sebagai penerima beasiswa Bank Indonesia. Kemudian di tahun yang sama, penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata Tematik dengan menjadi relawan tanggap Covid-19 secara Nasional yang diadakan oleh Kemendikbud RI. Dalam hal pengalaman kerja, pada tahun 2021 penulis melakukan kerja praktek di PT. PAL Indonesia (Persero) pada Departemen Manajemen Risiko dan pada tahun yang sama juga melakukan magang di PT. Reasuransi Indonesia Utama pada Divisi Valuasi. Apabila pembaca memiliki saran, kritik atau diskusi yang berhubungan mengenai tugas akhir atau hal lain dapat menghubungi melalui email penulis indiramaharani22@gmail.com.