

**PEMODELAN TINGKAT PENGANGGURAN TERBUKA DI INDONESIA
MENGUNAKAN REGRESI SEMIPARAMETRIK B-SPLINE**

SKRIPSI



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh

TIARRA DELLAVIYANIE MURYANTO

H02219019

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : TIARRA DELLAVIYANIE MURYANTO

NIM : H02219019

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "PEMODELAN TINGKAT PENGANGGURAN TERBUKA DI INDONESIA MENGGUNAKAN REGRESI SEMIPARAMETRIK B-SPLINE". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 12 Juli 2023

Yang menyatakan,



METERAI TEMPEL
1AFC7AKX521696245

TIARRA DELLAVIYANIE MURYANTO
NIM. H02219019

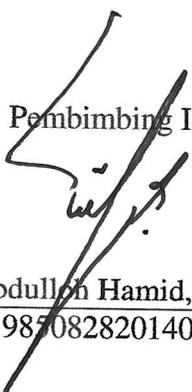
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

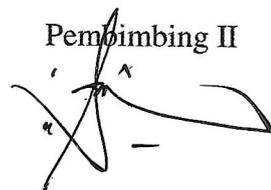
Nama : TIARRA DELLAVIYANIE MURYANTO
NIM : H02219019
Judul skripsi : PEMODELAN TINGKAT PENGANGGURAN
TERBUKA DI INDONESIA MENGGUNAKAN
REGRESI SEMIPARAMETRIK B-SPLINE

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Pembimbing I


Dr. Abdullah Hamid, M. Pd
NIP. 198508282014031003

Pembimbing II


Dian Yuliati, M.Si
NIP. 198707142020122015

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
UIN Sunan Ampel Surabaya


Yuniar Farida, M.T
NIP. 197905272014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama : TIARRA DELLAVIYANIE MURYANTO
NIM : H02219019
Judul Skripsi : PEMODELAN TINGKAT PENGANGGURAN
TERBUKA DI INDONESIA MENGGUNAKAN
REGRESI SEMIPARAMETRIK B-SPLINE

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 12 Juli 2023

Mengesahkan,
Tim Penguji

Penguji I



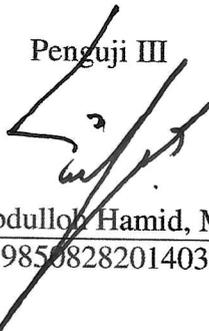
Dr. Dian Candra Rini Novitasari, M.Kom
NIP. 198511242014032001

Penguji II



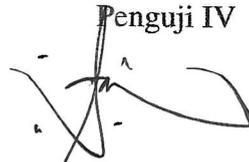
Wika Dianita Utami, M.Sc
NIP. 199206102018012003

Penguji III



Dr. Abdulloh Hamid, M. Pd
NIP. 198508282014031003

Penguji IV



Dian Yuliati, M.Si
NIP. 198707142020122015

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



Saeput Hamdani, M.Pd
NIP. 196507312000031002



UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : TIARRA DELLAVYANIE MURYANTO
NIM : 402219019
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / MATEMATIKA
E-mail address : tiaradlvyn2011@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PEMODELAN TINGKAT PENGANGGURAN TERBUKA
DI INDONESIA MENGGUNAKAN REGRESI
SEMIPARAMETRIK B-SPLINE

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 12 Juli 2023

Penulis

Tiara Dellavyanie Muryanto

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING | ii |
| PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN | iv |
| MOTTO | v |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| ABSTRAK | xiv |
| ABSTRACT | xv |
| I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang Masalah | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 8 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 9 |
| 1.4. Manfaat Penelitian | 9 |
| 1.5. Batasan Masalah | 10 |
| 1.6. Sistematika Penulisan | 10 |
| II TINJAUAN PUSTAKA | 12 |
| 2.1. Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) | 12 |
| 2.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Pengangguran Terbuka | 15 |
| 2.2.1. Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) | 15 |
| 2.2.2. Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) | 17 |
| 2.2.3. Upah Minimum Regional (UMR) | 17 |
| 2.2.4. Rata-Rata Lama Sekolah | 18 |
| 2.2.5. Indeks Pembangunan Manusia (IPM) | 19 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2.6. Jumlah Penduduk | 19 |
| 2.3. Analisis Regresi | 19 |
| 2.4. Regresi Parametrik | 20 |
| 2.5. Regresi Nonparametrik | 22 |
| 2.6. Regresi Semiparametrik | 23 |
| 2.7. Basis B-spline | 24 |
| 2.8. Estimasi Parameter | 26 |
| 2.9. <i>Generalized Cross Validation</i> (GCV) | 28 |
| 2.10. Uji Signifikasi Parameter | 29 |
| 2.10.1. Uji Serentak | 29 |
| 2.10.2. Uji Parsial | 30 |
| 2.11. <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE) | 31 |
| 2.12. Integrasi Keilmuan | 32 |
| III METODE PENELITIAN | 37 |
| 3.1. Jenis Penelitian | 37 |
| 3.2. Data | 37 |
| 3.3. Metode Analisis Data | 38 |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 41 |
| 4.1. Statistik Deskriptif Data | 41 |
| 4.2. <i>Scatterplot</i> | 43 |
| 4.2.1. <i>Scatterplot</i> Hubungan Variabel X_1 terhadap Y | 43 |
| 4.2.2. <i>Scatterplot</i> Hubungan Variabel X_2 terhadap Y | 44 |
| 4.2.3. <i>Scatterplot</i> Hubungan Variabel X_3 terhadap Y | 44 |
| 4.2.4. <i>Scatterplot</i> Hubungan Variabel X_4 terhadap Y | 45 |
| 4.2.5. <i>Scatterplot</i> Hubungan Variabel X_5 terhadap Y | 46 |
| 4.2.6. <i>Scatterplot</i> Hubungan Variabel X_6 terhadap Y | 46 |
| 4.3. Contoh Perhitungan Manual | 48 |
| 4.4. Pemilihan Titik Knot Optimal | 58 |
| 4.4.1. Regresi Semiparametrik B-spline dengan 1 Titik Knot | 59 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.4.2. | Regresi Semiparametrik B-spline dengan t_1 Sebanyak 1 Titik Knot, t_2 Sebanyak 1 Titik Knot dan t_3 Sebanyak 2 Titik Knot | 59 |
| 4.4.3. | Regresi Semiparametrik B-spline dengan t_1 Sebanyak 1 Titik Knot, t_2 Sebanyak 2 Titik Knot dan t_3 Sebanyak 2 Titik Knot | 60 |
| 4.4.4. | Regresi Semiparametrik B-spline dengan t_1 Sebanyak 1 Titik Knot, t_2 Sebanyak 2 Titik Knot dan t_3 Sebanyak 1 Titik Knot | 61 |
| 4.4.5. | Regresi Semiparametrik B-spline dengan t_1 Sebanyak 2 Titik Knot, t_2 Sebanyak 2 Titik Knot dan t_3 Sebanyak 1 Titik Knot | 62 |
| 4.4.6. | Regresi Semiparametrik B-spline dengan t_1 Sebanyak 2 Titik Knot, t_2 Sebanyak 1 Titik Knot dan t_3 Sebanyak 1 Titik Knot | 63 |
| 4.4.7. | Regresi Semiparametrik B-spline dengan t_1 Sebanyak 2 Titik Knot, t_2 Sebanyak 1 Titik Knot dan t_3 Sebanyak 2 Titik Knot | 64 |
| 4.4.8. | Regresi Semiparametrik B-spline dengan 2 Titik Knot | 65 |
| 4.5. | Model B-spline Terbaik | 66 |
| 4.6. | Uji Signifikasi Parameter | 71 |
| 4.6.1. | Uji Serentak | 71 |
| 4.6.2. | Uji Parsial | 72 |
| 4.7. | Evaluasi Model | 73 |
| 4.8. | Integrasi Keilmuan | 77 |
| V | PENUTUP | 81 |
| 5.1. | Kesimpulan | 81 |
| 5.2. | Saran | 82 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 82 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------|--|----|
| 2.1 | Tabel ANOVA | 29 |
| 2.2 | Interpretasi Nilai MAPE | 32 |
| 3.1 | Sampel Data | 38 |
| 3.2 | variabel Penelitian | 38 |
| 4.1 | Statistik Deskriptif Data | 41 |
| 4.2 | Komponen Parametrik dan Nonparametrik | 47 |
| 4.3 | Variabel Penelitian | 48 |
| 4.4 | Data Y dan X | 49 |
| 4.5 | Orde, Titik Knot dan Nilai GCV | 59 |
| 4.6 | Orde, Titik Knot dan Nilai GCV | 60 |
| 4.7 | Orde, Titik Knot dan Nilai GCV | 60 |
| 4.8 | Orde, Titik Knot dan Nilai GCV | 61 |
| 4.9 | Orde, Titik Knot dan Nilai GCV | 62 |
| 4.10 | Orde, Titik Knot dan Nilai GCV | 63 |
| 4.11 | Orde, Titik Knot dan Nilai GCV | 64 |
| 4.12 | Orde, Titik Knot dan Nilai GCV | 65 |
| 4.13 | Orde, Titik Knot dan Nilai GCV | 66 |
| 4.14 | Estimasi Parameter | 67 |
| 4.15 | Tabel ANOVA | 71 |
| 4.16 | Uji Parsial | 72 |
| 4.17 | Perbandingan Data Aktual dengan Hasil Prediksi | 74 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-----|---|----|
| 2.1 | <i>Plot Parametrik</i> | 21 |
| 2.2 | <i>Plot Nonparametrik</i> | 22 |
| 3.1 | <i>Flowchart</i> | 40 |
| 4.1 | <i>Scatterplot Hubungan PDRB terhadap TPT</i> | 43 |
| 4.2 | <i>Scatterplot Hubungan TPAK terhadap TPT</i> | 44 |
| 4.3 | <i>Scatterplot Hubungan UMR terhadap TPT</i> | 45 |
| 4.4 | <i>Scatterplot Hubungan RLS terhadap TPT</i> | 45 |
| 4.5 | <i>Scatterplot Hubungan IPM terhadap TPT</i> | 46 |
| 4.6 | <i>Scatterplot Hubungan Jumlah Penduduk terhadap TPT</i> | 47 |
| 4.7 | <i>Kurva Perbandingan Hasil Prediksi dengan Data Aktual</i> | 76 |

ABSTRAK

PEMODELAN TINGKAT PENGANGGURAN TERBUKA DI INDONESIA MENGUNAKAN REGRESI SEMIPARAMETRIK B-SPLINE

Pengangguran sering kali menjadi masalah tersendiri di berbagai negara, termasuk Indonesia. Tingkat pengangguran di Indonesia pada tahun 2021 mencapai angka 9,1 juta kasus. Hal tersebut menurun dari tahun sebelumnya yang mencatat 9,7 juta kasus. Meskipun mengalami penurunan, menurut laporan IMF pengangguran Indonesia masih berada pada peringkat kedua tingkat pengangguran tertinggi se-Asia Tenggara. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil pemodelan Tingkat Pengangguran Terbuka menggunakan metode Regresi Semiparametrik B-spline serta mengetahui nilai akurasinya. Metode Regresi Semiparametrik merupakan penggabungan dari elemen parametrik dan nonparametrik sedangkan B-spline merupakan basis polinomial yang memiliki fitur tersegmentasi dan titik knot di tengahnya. Variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Tingkat Pengangguran Terbuka, sedangkan variabel prediktornya adalah indikator Produk Domestik Bruto Daerah (PDRB), Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK), Upah Minimum Regional (UMR), rata-rata lama sekolah, Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dan jumlah penduduk. Model Regresi Semiparametrik B-spline terbaik untuk memprediksi Tingkat Pengangguran Terbuka didapatkan ketika GCV terendah bernilai 1.155563 dengan jumlah titik knot pada setiap komponen nonparametrik adalah 2 dengan orde 2 pada t_1 , orde 3 pada t_2 dan orde 2 pada t_3 . Nilai MAPE yang diperoleh dari model terbaik B-spline adalah 4.45%.

Kata kunci: Tingkat Pengangguran Terbuka, Regresi Semiparametrik, Model B-spline

ABSTRACT

MODELING THE OPEN UNEMPLOYMENT RATE IN INDONESIA USING B-SPLINE SEMIPARAMETRIC REGRESSION

Unemployment is often a problem in itself in various countries, including Indonesia. The unemployment rate in Indonesia in 2021 will reach 9.1 million cases. This decreased from the previous year which recorded 9.7 million cases. Despite the decline, according to the IMF report, Indonesia's unemployment rate is still ranked as the second highest unemployment rate in Southeast Asia. The goal of this study is to obtain the results of modeling the Open Unemployment Rate using the B-spline Semiparametric Regression method and to determine its accuracy value. The Semiparametric Regression Method is a compound of parametric and nonparametric elements, while the B-spline is a polynomial basis that has segmented features and a knot point in the middle. The dependent variable used in this study is the Open Unemployment Rate, while the predictor variables are indicators of Regional Gross Domestic Product (GDP), Labor Force Participation Rate, Regional Minimum Wage, average length of schooling, Human Development Index (HDI) and population. The best B-spline Semiparametric Regression Model for predicting the Open Unemployment Rate is obtained when the lowest GCV is 1.155563 with the number of knot points in each nonparametric component being 2 with order 2 at t_1 , order 3 at t_2 and order 2 at t_3 . The MAPE value obtained from the best B-spline model is 4.45%.

Keywords: Open Unemployment Rate, Semiparametric Regression, B-spline Model

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pengangguran adalah sebutan bagi individu yang sedang mencari kerja, mendirikan usaha, memilih untuk tidak mencari kerja karena merasa mustahil mendapatkannya, telah memiliki pekerjaan namun belum mulai bekerja dan sekaligus yang tidak bekerja. Pengangguran merupakan masalah yang erat kaitannya dengan pembangunan ekonomi. Pengangguran terjadi karena adanya kesenjangan antara ketersediaan jumlah calon pekerja dengan permintaan jumlah calon pekerja dimana calon pekerja yang disediakan lebih banyak dibandingkan calon pekerja yang diminta (Marini and Putri, 2020; Hasan and Sun'an, 2020). Sehingga pasar tenaga kerja tidak mampu menyerap calon pekerja yang tersedia. Tingkat pengangguran yang tinggi menggambarkan situasi ekonomi wilayah, baik yang sedang berkembang lambat atau bahkan yang mengalami penurunan (Sintha et al., 2021).

Pengangguran sering kali menjadi masalah tersendiri yang harus dihadapi di berbagai negara, termasuk Indonesia. Indonesia pernah menghadapi beberapa krisis besar setelah kemerdekaannya pada tahun 1945 yang menyebabkan peningkatan pengangguran bahkan kemiskinan. Pertama, pada tahun 1960-an, tingkat inflasi yang tinggi mengakibatkan turunnya aktivitas jual-beli masyarakat dan meningkatnya kemiskinan. Kedua, pada tahun 1997-1998 terjadi krisis ekonomi, dimana masyarakat mengalami nasib yang sama yaitu meningkatnya

jumlah pengangguran dan kemiskinan serta kehidupan ekonomi yang cukup berat (Rasbin, 2018). Pada tahun 2020 dunia kembali menghadapi krisis yang disebabkan oleh pandemi, dimana negara-negara berusaha melindungi masyarakatnya dengan membatasi berbagai kegiatan sosial dan ekonomi. Sebagai akibat dari penurunan permintaan masyarakat terhadap produk dan jasa, sektor ekonomi menjadi terpuruk. Penutupan kegiatan ekonomi juga menyebabkan peningkatan pengangguran dan kemiskinan.

Kasus Covid-19 yang meningkat membuat kondisi ekonomi masyarakat terganggu. Kasus yang terjadi di Indonesia hingga akhir tahun 2021 mencapai 4.114.334 kasus. Meningkatnya kasus Covid-19 ini sejalan dengan bertambahnya jumlah pengangguran. Data yang diperoleh Badan Pusat Statistik (BPS) pada Agustus 2021 tercatat jumlah pengangguran terbuka mencapai 9,1 juta orang, turun sekitar 0,58% dari tahun sebelumnya yang mencapai angka 9,7 juta (Damaianti and Chaerudin, 2021). Meskipun mengalami penurunan, menurut hasil laporan IMF (*International Monetary Fund*) Indonesia masih berada di peringkat kedua tingkat pengangguran tertinggi se-Asia Tenggara. Selama pandemi Covid-19, pemerintah memberlakukan *social distancing*, bekerja dari rumah (*work from home*), dan memaksa masyarakat untuk melakukan aktivitas apapun dari rumah. Keadaan ini merugikan perusahaan bahkan beberapa ada yang melakukan PHK. Hal tersebut membuat tingkat pengangguran semakin meningkat (Bahagia and Putri, 2021).

Selain adanya pengaruh dari faktor keadaan pandemi Covid-19, Tingkat Pengangguran Terbuka juga dipengaruhi oleh beberapa faktor. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Trianggono Budi Hartanto dan Siti Umajah Masjkuri (2017), Tingkat Pengangguran Terbuka dipengaruhi oleh faktor pertumbuhan ekonomi

dengan peningkatan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), faktor pendidikan dan jumlah penduduk. Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), pendidikan dan jumlah penduduk berpengaruh secara signifikan positif terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka. Adapun faktor lain yang digunakan, yaitu upah minimum. Namun, hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut bahwa upah minimum tidak memiliki pengaruh terhadap jumlah pengangguran (Hartanto and Masjkuri, 2017). Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Dwi Mahroji dan Iin Nurkhasanah (2019). Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut adalah upah minimum berpengaruh secara signifikan negatif terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka. Hal ini menunjukkan bahwa setiap penurunan upah minimum akan cenderung diikuti dengan peningkatan angka pengangguran. Faktor lain yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah Indeks Pembangunan Manusia (IPM). Dalam penelitian tersebut Indeks Pembangunan Manusia juga menunjukkan hasil berpengaruh secara signifikan negatif terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka (Mahroji and Nurkhasanah, 2019).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nurlaily, dkk (2022), Tingkat Pengangguran Terbuka juga dipengaruhi oleh faktor Tingkat Partipasi Angkatan Kerja (TPAK). TPAK berpengaruh secara signifikan negatif terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka yang mengartikan bahwa apabila TPAK naik maka akan berdampak pada berkurangnya Tingkat Pengangguran Terbuka (Nurlaily et al., 2022). Sehingga faktor-faktor yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK), Upah Minimum Regional (UMR), rata-rata lama sekolah, Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dan jumlah penduduk.

Dalam Islam, mencari nafkah adalah wajib hukumnya sedangkan tidak

melakukan apa-apa (menganggur) adalah haram. Hal ini disebabkan karena seorang pengangguran tidak menggunakan karunia yang diberikan Tuhan berupa nikmat, kekuatan, kesehatan dan lain-lain. Secara alami, manusia merupakan makhluk paling sempurna yang diciptakan oleh Tuhan dengan keunikan, keserbagunaan dan keterampilan yang sejalan dengan pekerjaannya. Seseorang memiliki potensi dari ujung kepala hingga ujung kaki yang dapat digunakan untuk bekerja. Pengangguran tidak hanya membuat orang tidak berharga, tetapi juga dapat menyebabkan perilaku buruk, membuat seseorang mengemis dan bahkan menyakiti orang lain untuk memenuhi kebutuhan. Allah Swt. telah berfirman dalam surat At Taubah ayat 105 yang berbunyi:

وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ إِلَى
عِلْمِ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُمْ بِمَا كُنْتُمْ تَعْمَلُونَ

artinya: *“Dan Katakanlah: ”Bekerjalah kamu, maka Allah dan Rasul-Nya serta orang-orang mukmin akan melihat pekerjaanmu itu, dan kamu akan dikembalikan kepada (Allah) Yang Mengetahui akan yang ghaib dan yang nyata, lalu diberitakannya kepada kamu apa yang telah kamu kerjakan.”* (Q.S At-Taubah:105)

Ayat di atas menerangkan syariat Islam agar manusia tidak menjadi pengangguran, senantiasa beraktivitas dan bekerja mencari nafkah. Dengan begitu, manusia dapat bersedakah, berzakat dan melakukan amal baik lainnya. Allah SWT melihat segala perbuatan manusia, sehingga manusia senantiasa mendekat kepada-Nya. Apabila saudara muslim melihat perbuatan baik tersebut, maka orang lain mengikuti dan meneladaninya. Sehingga Allah SWT memberikan pahala yang berlipat bagi orang yang menjadi teladan tanpa mengurangi pahala orang yang mencontoh (menjadi amal jariyah). Perintah agar manusia tidak menganggur dan senantiasa bekerja keras dikuatkan dalam beberapa hadis berikut:

حَدَّثَنَا مُحَمَّدُ بْنُ كَثِيرٍ أَخْبَرَنَا سُفْيَانُ حَدَّثَنَا أَبُو إِسْحَقَ عَنْ وَهْبِ بْنِ جَابِرِ الْخَيَوَانِيِّ عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عَمْرٍو قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ كَفَى بِالْمَرْءِ إِثْمًا أَنْ يُضَيِّعَ مَنْ يُفُوتُ

artinya: *“Telah menceritakan kepada Kami Muhammad bin Katsir, telah mengabarkan kepada Kami Sufyan, telah menceritakan kepada Kami Abu Ishaq dari Wahb bin Jabir Al Khaiwani dari Abdullah bin 'Amr, ia berkata, Rasulullah bersabda, ”Cukuplah dosa bagi seseorang dengan ia menyia-nyiakan orang yang ia tanggung.””* (HR. Daud)

Berdasarkan hadis-hadis di atas, semakin jelas bagaimana Islam memandang pengangguran yang hidup hanya dengan mengemis tanpa pekerjaan. Namun perlu ditegaskan bahwa “bekerja” dalam Islam bukan hanya sekedar “diperkerjakan” di suatu perusahaan atau lembaga. Dalam Islam, konsep kerja juga berarti kewiraswastaan. Kewiraswastaan bukan hanya tentang bisnis dalam hal penjualan (pemasaran). Namun setiap kreatifitas mulai dari hilirisasi produksi hingga penjualan dapat menjadi media (perantara) datangnya makanan. Dalam hal ini, Islam menganjurkan manusia untuk menciptakan kemampuan yang ada dalam diri manusia dan lingkungan sekitarnya agar dapat dimurnikan menjadi sumber daya ekonomi. Segala bentuk upaya yang dilakukan bukanlah peraturan baku yang ditetapkan secara tegas dalam syariah. Artinya, apapun hasil yang diperoleh, apabila itu hasil usaha sendiri, tetap lebih baik daripada mengemis. Jika disertai dengan sikap selalu mensyukuri hasil yang diperoleh, Allah pasti akan melipatgandakan nikmat-Nya. Sehingga, dengan mensyukuri hal-hal besar itu berguna, hal-hal kecil tetap bisa memenuhi semua kebutuhan. Adapun kaidah fiqih yang mengatakan:

الضَّرَرُ يُزَالُ

artinya: "Segala macam bahaya wajib dihilangkan"

Kaidah ini mengatakan bahwa seseorang tidak boleh melakukan tindakan yang dapat merugikan tubuh, kehormatan dan harta benda dirinya dan orang lain. Pengangguran merupakan hal yang sangat merugikan bagi diri sendiri maupun orang lain. Hal ini karena orang yang tidak bekerja akan rentan memiliki masalah kesehatan yang menyebabkan pengangguran selalu berpangkutangan kepada orang lain.

Beberapa penelitian terdahulu dengan topik Tingkat Pengangguran Terbuka telah dilakukan, salah satunya yaitu oleh Kadek Yusa Mahendra, dkk (2021). Dalam penelitian tersebut meneliti Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia pada tahun 2015-2019 menggunakan pendekatan metode *Common Effect Model* (CEM), *Fixed Effect Model* (FEM), dan *Random Effect Model* (REM). Hasil yang model terbaik yang diperoleh ialah menggunakan pendekatan *Fixed Effect Model* (FEM) dengan *R-square* sebesar 44.83%. Indikator yang berpengaruh terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka yang didapatkan dalam penelitian tersebut, antara lain jumlah angkatan kerja, upah minimum, penduduk buta huruf, dan penduduk miskin (Mahendra et al., 2021). Selanjutnya terdapat penelitian yang dilakukan oleh Andaru Rachmaning Dias Prayitno dan Deni Kusumawardani (2022). Penelitian ini yang dilakukan di Provinsi Jawa Timur ini menggunakan data tahun 2006-2017 dengan metode Regresi Data Panel. Hasil yang diperoleh yaitu Tingkat Pengangguran Terbuka secara signifikan dipengaruhi negatif oleh Produk Domestik Bruto dan inflasi. Sebaliknya, upah minimum mempengaruhi secara positif signifikan terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka (Prayitno and

Kusumawardani, 2022).

Berbagai metode analisis regresi telah diterapkan pada kasus Tingkat Pengangguran Terbuka. Metode analisis regresi terbagi menjadi tiga komponen, yaitu komponen parametrik, komponen nonparametrik dan komponen semiparametrik. Komponen parametrik digunakan apabila kurva regresi membentuk pola tertentu, seperti linear, kuadratik atau kubik. Namun faktanya, hubungan antara variabel terikat dan variabel bebas tidak selalu membentuk pola tertentu. Apabila kurva regresi tidak membentuk pola tertentu maka regresi nonparametrik adalah metode yang dapat digunakan untuk membangun hubungan antara variabel terikat dan variabel bebas. Pada penelitian ini menggunakan regresi semiparametrik. Regresi semiparametrik merupakan campuran dari kurva parametrik dan nonparametrik. Karena sifatnya yang multidimensional, metode ini cocok digunakan untuk pemodelan suatu kasus.

Salah satu penelitian terdahulu yang menggunakan metode Regresi Semiparametrik adalah penelitian yang dilakukan oleh Erlando, dkk (2022). Penelitian dengan judul “Pemodelan Regresi Semiparametrik *Spline Truncated* pada Data Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia” ini meneliti kasus pengangguran terbuka di Indonesia pada tahun 2018 dengan beberapa variabel bebas, yaitu Laju Pertumbuhan Penduduk, Angka Partisipasi Kasar tingkat SD, Angka Partisipasi Kasar tingkat SMP, Indeks Pembangunan Manusia dan Laju Pertumbuhan PDRB. Penelitian ini menggunakan 1 titik knot, 2 titik knot, 3 titik knot dan kombinasi knot. Hasil yang diperoleh adalah Papua merupakan provinsi yang terkena pengaruh signifikan faktor APK SD terhadap TPT, sedangkan Gorontalo terkena pengaruh signifikan faktor APK SMP terhadap TPT, Papua terkena pengaruh signifikan faktor IPM terhadap TPT, dan Nusa Tenggara Barat

terkena pengaruh signifikan dengan faktor tingkat pertumbuhan PDRB terhadap TPT dengan nilai *R-square* yang diperoleh sebesar 23.01% (Erlando et al., 2022).

Spline Truncated merupakan potongan polinomial dengan sifat tersegmen dan kontinu dimana model cenderung menempatkan diri lebih efektif sesuai kemanapun pola data berada karena terdapat titik knot yang merupakan titik gabungan yang memperlihatkan transformasi tindakan fungsi spline (Dewanti et al., 2020). Namun kelemahan yang dimiliki oleh metode *spline truncated* adalah persamaan normal sulit untuk dipecahkan ketika orde spline tinggi, titik knot terlalu banyak dan titik knot yang sangat dekat yang akan membuat matriks persamaan hampir singular. Basis yang dapat mengatasi masalah tersebut adalah basis B-spline (Ariesta et al., 2021). Sehingga pada penelitian ini menggunakan metode Regresi Semiparametrik B-spline.

Dari berbagai penelitian mengenai kasus Tingkat Pengangguran Terbuka dan metode Regresi Semiparametrik, maka pada penelitian ini mengangkat judul “PEMODELAN KASUS TINGKAT PENGANGGURAN TERBUKA MENGGUNAKAN METODE REGRESI SEMIPARAMETRIK B-SPLINE” dengan tujuan untuk memodelkan Tingkat Pengangguran Terbuka dengan metode Regresi Semiparametrik B-spline serta mengetahui nilai akurasinya.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang informasi yang diberikan di atas, maka rumusan masalah yang akan dibahas yaitu:

1. Bagaimana bentuk pemodelan kasus Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia menggunakan metode Regresi Semiparametrik B-spline?
2. Bagaimana nilai akurasi model Tingkat Pengangguran Terbuka menggunakan

metode Regresi Semiparametrik B-spline?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada rumusan masalah yang telah diperoleh, maka tujuan penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui hasil dan bentuk pemodelan kasus Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia menggunakan Regresi Semiparametrik B-spline.
2. Untuk mengetahui nilai akurasi dari pemodelan kasus Tingkat Pengangguran Terbuka menggunakan Regresi Semiparametrik B-spline.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang terkandung dalam penelitian ini yaitu:

1. Secara Teoritis

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini, antara lain untuk memberikan wawasan lebih mengenai Regresi Semiparametrik B-spline dalam kasus Tingkat Pengangguran Terbuka serta perhitungan nilai akurasinya, menginformasikan mengenai metode B-spline dalam pemodelan setiap kasus.

2. Secara Praktis

Bagi pihak terkait diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai perkara Tingkat Pengangguran Terbuka agar dapat dilakukan pengambilan kebijakan untuk mengurangi angka Tingkat Pengangguran Terbuka. Bagi peneliti diharapkan penelitian ini dapat menjadi referensi atau rujukan penelitian sesuai dengan masalah atau metode yang digunakan.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Penelitian ini memodelkan kasus Tingkat Pengangguran Terbuka dari 34 Provinsi di Indonesia pada tahun 2021.
2. Penelitian ini menggunakan beberapa variabel antara lain yaitu Tingkat Pengangguran Terbuka, Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK), Upah Minimum Regional (UMR), rata-rata lama sekolah, Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dan jumlah penduduk.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini terdiri dari tiga bab, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan. Pada subbab latar belakang, diberikan penjelasan umum tentang kasus Tingkat Pengangguran Terbuka, diikuti dengan alasan dilakukannya penelitian, kemudian metode yang digunakan dalam penelitian ini yang sebelumnya telah dilakukan oleh peneliti lain.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi penjelasan mengenai variabel-variabel yang akan digunakan dan diteliti secara teoritis, adalah studi kasus yang diangkat yaitu Tingkat Pengangguran Terbuka, metode yang digunakan, dan kajian lainnya.

3. BAB III METODE PENELITIAN

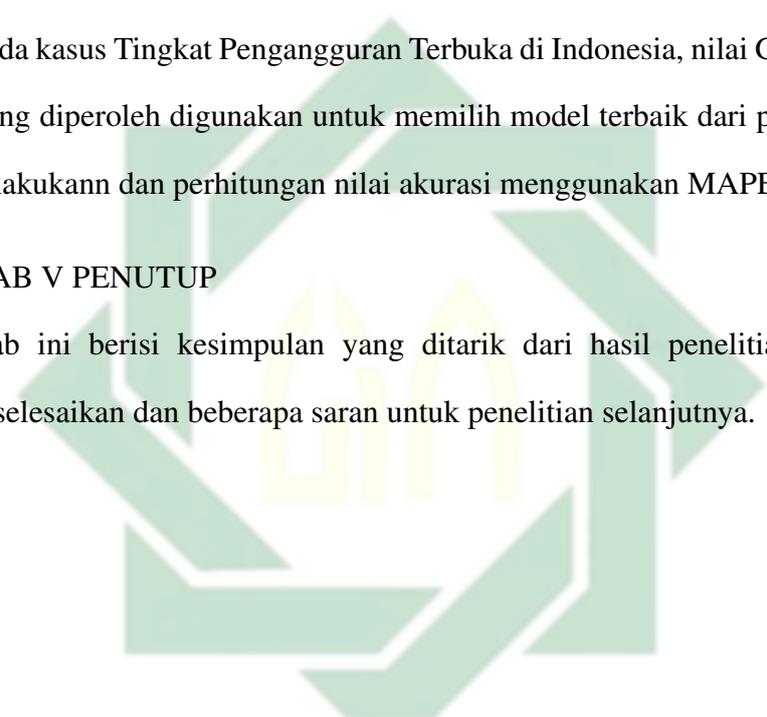
Bab ini mencakup bahasan mengenai jenis penelitian, data yang digunakan dan metode pengumpulan dan pengolahan data.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil dan pembahasan model B-Spline terbaik yang diperoleh pada kasus Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia, nilai GCV minimum yang diperoleh digunakan untuk memilih model terbaik dari penelitian yang dilakukann dan perhitungan nilai akurasi menggunakan MAPE.

5. BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang ditarik dari hasil penelitian yang telah diselesaikan dan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT)

Pengangguran merupakan suatu kondisi dimana seseorang yang termasuk dalam angkatan kerja yang menginginkan pekerjaan namun belum bisa menemukannya (Ramadhanty and Hasmarini, 2022). Pengangguran bisa memiliki efek jangka panjang yang serius bagi individu, seperti pengangguran selama hidup dan sosial pengecualian. Diperkirakan satu tahun menganggur di masa muda dapat mengurangi tahunan pendapatan pada usia 42 sampai 21% (Ayustia and Usman, 2019). Ketidakseimbangan yang terjadi di pasar tenaga kerja menjadi salah satu penyebab pengangguran. Masalah ini ditunjukkan ketika lebih banyak pekerja yang disediakan daripada yang dibutuhkan untuk suatu pekerjaan. Pengangguran semacam ini sangat lazim karena terlepas dari upaya terbaik yang dilakukan, masih tidak dapat memperoleh pekerjaan karena lowongan pekerjaan yang lebih sedikit dibandingkan jumlah calon pekerja. Pengangguran juga dapat muncul ketika aktivitas ekonomi menurun, ketika terobosan teknologi mengurangi kebutuhan tenaga kerja, atau ketika perkembangan industri melambat (Mihaela, 2020).

Berdasarkan penyebabnya, pengangguran dibedakan menjadi empat, yaitu (Hasanah, 2021):

1. Pengangguran Friksional

Pengangguran friksional adalah pengangguran yang disebabkan oleh kesulitan sementara dalam mencari pekerjaan atau lowongan. Pengangguran

friksional dapat terjadi karena ketersediaan mengenai pekerjaan tidak lengkap. Sehingga, lulusan baru membutuhkan waktu mendapatkan pekerjaan yang tepat. Salah satu cara mengatasi pengangguran friksional adalah dengan lebih menginformasikan kepada masyarakat dan pencari kerja tentang lowongan. Internet juga dapat menjadi salah satu media untuk menginformasikan pekerjaan dengan posting lowongan pekerjaan, keterampilan, dan persyaratan lainnya. Dengan demikian, situs web semacam itu memudahkan pencari kerja untuk mendapatkan pekerjaan dalam berbagai proses dan dianggap sangat efektif dan efisien.

2. Pengangguran Struktural

Perubahan struktur dan gaya ekonomi biasanya terjadi sebagai respons terhadap perkembangan ekonomi dan kebutuhan manusia. Untuk menyesuaikan diri dengan perubahan ini, keterampilan baru biasanya dibutuhkan. Ketika tenaga kerja tidak dapat memenuhi tuntutan keterampilan karena perubahan struktur ekonomi, pengangguran semacam ini muncul. Pengangguran inilah yang disebut dengan pengangguran struktural.

3. Pengangguran Konjungtural atau Siklis

Pengangguran konjungtural atau siklis adalah pengangguran yang terkait dengan pasang surut aktivitas ekonomi suatu negara. Misalnya, jika suatu perusahaan memutuskan hubungan kerja karyawan sebagai akibat dari kemerosotan atau resesi ekonomi. Selama suatu negara berada dalam resesi, masyarakat memiliki daya beli yang lebih rendah. Akibatnya, aktivitas ekonomi menyusut, bisnis merugi, dan perusahaan terpaksa melakukan PHK pada pekerja.

4. Pengangguran Teknologi

Pengangguran teknologi adalah pengangguran yang terjadi karena tenaga kerja manusia telah diubah atau digantikan oleh tenaga mesin yang kini mampu bekerja lebih efisien dan efektif. Situasi ini menyebabkan terciptanya pengangguran akibat kurangnya lapangan pekerjaan karena teknologi yang telah menggantikan tenaga kerja manusia.

Berdasarkan cirinya, pengangguran juga dibedakan menjadi empat, yaitu (Hartanto and Masjkuri, 2017):

1. Pengangguran Terselubung

Pengangguran terselubung adalah situasi dimana kinerja dari pekerja tidak diberlakukan secara optimal karena alasan tertentu, dimana ada banyak pekerja lebih dari yang diperlukan. Jika jumlah pekerja terlalu banyak maka pekerjaan dilakukan tidak merata. Misalnya pada kasus restoran yang memiliki pelayan terlalu banyak sehingga beberapa ada yang melayani pelanggan, namun apabila pekerjaan tersebut selesai maka para pelayan akan menganggur. Para pelayan tersebut memang benar-benar bekerja, tetapi tidak seperti yang seharusnya.

2. Setengah Menganggur

Setengah menganggur adalah situasi dimana seseorang sudah memiliki pekerjaan, namun jam bekerja yang dimiliki berbeda dengan pekerja biasanya. Setengah menganggur bekerja kurang dari 7-8 jam sehari sekali atau dua kali seminggu (tidak teratur), bergantung pada kebutuhan dari atasannya. Contohnya seperti pada orang yang bekerja paruh waktu atau *freelance*.

3. Pengangguran Terbuka

Pengangguran terbuka merupakan seseorang belum bekerja meskipun memiliki kualifikasi yang pantas ataupun yang masih mencari pekerjaan. Pengangguran jenis ini juga mencakup orang-orang yang sedang membuka perusahaan dan orang yang merasa tidak mungkin dalam mendapatkan pekerjaan. Umumnya, pengangguran terbuka mencakup semua jenis pengangguran yang ada.

4. Pengangguran Musiman

Pengangguran musiman merupakan pengangguran yang biasanya orang akan bekerja pada masa-masa tertentu. Pengangguran jenis ini terjadi pada orang yang bekerja di bidang pertanian dan perikanan. Ketika masa panen tiba, para petani bekerja penuh waktu untuk mendapatkan hasil panen yang maksimal. Namun, ketika produksi pertanian yang dihasilkan menjadi kurang optimal atau gagal panen maka menyebabkan petani tersebut kehilangan pekerjaan. Begitu pula dengan nelayan. Saat memasuki musim yang sedang tidak bagus untuk berlayar maka para nelayan tidak bisa bekerja, sehingga harus menunggu musim yang tepat untuk berlayar.

2.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Pengangguran Terbuka

Dalam kasus pelonjakan Tingkat Pengangguran Terbuka dipengaruhi oleh beberapa faktor. Beberapa faktor tersebut antara lain:

2.2.1. Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) mengukur nilai produk dan jasa yang dihasilkan di sektor ekonomi selama periode waktu tertentu dengan menggunakan input atau faktor produksi yang dimiliki oleh masyarakat yang

berkaitan atau masyarakat asing yang berada di wilayah tersebut (Giovanni, 2018). Teori klasik Adam Smith mengidentifikasi bahwa pertumbuhan ekonomi yang cepat dan tinggi dapat mengurangi pengangguran di wilayah tersebut. Ketika pertumbuhan ekonomi di suatu wilayah meningkat, hal itu menunjukkan bahwa proses produksi di wilayah tersebut juga meningkat, sehingga mengindikasikan bahwa pengangguran berkurang. Dimana ketika jumlah produksi meningkat maka perusahaan dan industri akan menyerap lebih banyak dari penyerapan biasanya (Ramadhan et al., 2017; Pambayun, 2021). Manfaat perhitungan PDRB adalah sebagai berikut (Meyliana and Mulazid, 2017):

1. Sebagai analisis kualitas kesejahteraan daerah.
2. Sebagai analisis kualitas ketentraman daerah.
3. Sebagai refleksi kualitas produktivitas daerah.
4. Untuk mengetahui aktivitas perekonomian yang tidak terdaftar (*Underground Economy*).

Sehingga pertumbuhan ekonomi (PDRB) merupakan ukuran berhasil atau tidaknya perekonomian suatu daerah, khususnya di wilayah Indonesia. Semakin tinggi angka PDRB menunjukkan bahwa perekonomian yang semakin baik, hal ini menandakan bahwa pengangguran di Indonesia semakin berkurang. Indikator keberhasilan ekonomi melalui PDRB merupakan tolok ukur yang paling sederhana dan dapat diterapkan secara universal dalam konteks ekonomi. Ketika perekonomian Indonesia mampu bersaing pada saat yang bersamaan tingkat perekonomian semakin baik dan menunjukkan bahwa pengangguran semakin berkurang (Pambayun, 2021).

2.2.2. Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK)

Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) merupakan salah satu metrik yang banyak digunakan untuk menganalisis perubahan partisipasi penduduk usia kerja dalam kegiatan ekonomi. Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) adalah proporsi orang yang bekerja atau mencari pekerjaan untuk semua orang yang berusia kerja. TPAK mengacu pada rasio kaum muda (penduduk berusia 16 sampai 30 tahun) yang terlibat dalam kegiatan ekonomi terhadap kaum muda yang sebenarnya (Mirah et al., 2020). Adapun perhitungan TPAK menggunakan rumus sebagai berikut (Zannah et al., 2022):

$$TPAK = \frac{a}{b} \times 100\% \quad (2.1)$$

Dengan,

a : jumlah penduduk

b : jumlah penduduk usia kerja

2.2.3. Upah Minimum Regional (UMR)

Upah adalah harga yang dibayarkan kepada pekerja sebagai imbalan atas jasanya. Pengusaha atau atasan industri menggunakan standar Upah Minimum Regional (UMR) untuk menentukan berapa besar kompensasi yang harus dibayarkan kepada karyawannya. Salah satu unsur yang secara langsung mempengaruhi pengangguran adalah upah. Hal ini disebabkan oleh keinginan masyarakat untuk bekerja guna mencari nafkah dan menghidupi kebutuhan hidupnya (Agénor and Lim, 2018). Apabila tingkat upah yang ditawarkan oleh atasan tidak cukup baik bagi karyawan maka karyawan tidak akan menerima pekerjaan yang ditawarkan. Di samping itu, juga ada beberapa tenaga kerja yang

bekerja dengan tingkatan upah berapapun. Menurut ilmu ekonomi klasik, upah adalah harga produksi tenaga kerja. Hal ini harusnya dapat memenuhi kebutuhan hidup dan menjamin kehidupan layak (Sisnita and Prawoto, 2017).

2.2.4. Rata-Rata Lama Sekolah

Rata-rata lama sekolah merupakan lamanya masa belajar masyarakat dalam mengampu pendidikan formal. Perhitungan rata-rata lama sekolah memerlukan data mengenai partisipasi sekolah, jenjang tertinggi yang pernah diraih, ijazah yang diperoleh dan lain-lain. Semakin lama masa rata-rata lama sekolah maka semakin tinggi pendidikan yang diraih. Opini yang berlaku pada masyarakat adalah semakin tinggi tingkat pendidikan yang dijalani maka kualitas individu, baik dari segi intelektual maupun perilaku, akan semakin tinggi juga (Hadi, 2019).

Seseorang yang mengenyam pendidikan (formal) hingga mendapatkan gelar universitas memiliki keterampilan intelektual yang relatif lebih bagus dibanding orang yang baru saja menyelesaikan pendidikan sekolah menengah. Oleh karena itu, seseorang yang memiliki pendidikan tinggi relatif lebih memilih dalam mencari profesi. Faktor gaji dan kenyamanan dalam bekerja menjadi salah satu pemicunya. Bahkan beberapa akan memilih menjadi pengangguran untuk sementara waktu (Siskawati et al., 2020).

Rata-rata lama sekolah juga merupakan indeks pengungkapan tingkat pendidikan suatu daerah. Salah satu modal sumber daya manusia (SDM) yang berkualitas adalah pendidikan. Kapasitas teknologi untuk meningkatkan keterampilan hingga mencapai pertumbuhan dan pembangunan berkelanjutan merupakan salah satu alasan mengapa pendidikan merupakan tujuan utama

pembangunan (Santika, 2022).

2.2.5. Indeks Pembangunan Manusia (IPM)

Indeks Pembangunan Manusia adalah ukuran keberhasilan pembangunan sosial dan ekonomi suatu daerah yang menggabungkan pendidikan, kesehatan, dan pendapatan riil per kapita. Indeks Pembangunan Manusia (IPM) adalah indeks gabungan yang digunakan untuk mengukur kinerja rata-rata suatu negara, sebuah proses untuk meningkatkan pilihan masyarakat. Selera manusia beragam dan terus berubah. Namun, pada setiap tahap pengembangan, terdapat tiga opsi dasar, yaitu memastikan bahwa orang, memiliki umur yang lama dan sehat, berpendidikan dan memiliki akses ke sumber daya kehidupan yang memadai (Santika, 2022).

2.2.6. Jumlah Penduduk

Jumlah penduduk merupakan banyaknya manusia yang menduduki suatu wilayah dalam periode waktu tertentu. Penduduk merupakan mesin pembangunan karena pertumbuhan penduduk merupakan pasar potensial dan awal permintaan berbagai jenis kegiatan ekonomi. Dengan demikian dapat membangun sektor ekonomi dalam hal jual-beli yang bermanfaat bagi berbagai pihak, mengurangi biaya produksi dan menawarkan atau memasok tenaga kerja murah dalam jumlah besar yang cukup untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Santika, 2022).

2.3. Analisis Regresi

Analisis regresi adalah metode dalam statistik yang telah berkembang pesat dan sering diterapkan dalam berbagai bidang. Analisis regresi mengacu pada

sekelompok metode statistik yang berfungsi sebagai dasar untuk menyimpulkan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat. Regresi awalnya hanya dapat digunakan untuk memperkirakan nilai satu variabel dengan satu variabel lain. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan, analisis regresi kini dapat digunakan sebagai alat bantu mengevaluasi nilai variabel satu menggunakan beberapa variabel lain terkait (Tediwibawa et al., 2019). Selain itu, regresi juga dapat digunakan untuk peramalan (*forecasting*). Akibatnya, analisis regresi menghasilkan banyak penelitian dan penulisan karena pentingnya dalam memecahkan banyak masalah yang berbeda (Raupong, 2009). Adapun persamaan regresi dirumuskan dalam bentuk seperti berikut:

$$y_i = \alpha + \beta x_i + \epsilon_i ; \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.2)$$

Dengan,

y_i : variabel terikat

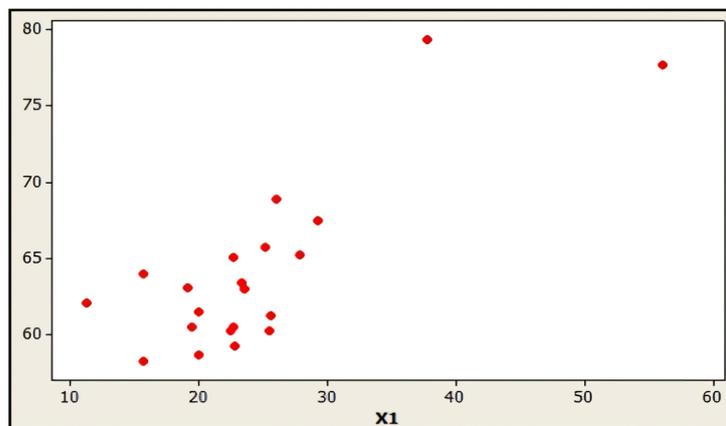
x_i : variabel bebas

α, β : parameter regresi

ϵ_i : error

2.4. Regresi Parametrik

Regresi parametrik merupakan teknik sederhana dalam analisis regresi, namun membutuhkan pemenuhan beberapa asumsi yang ketat, salah satunya adalah kurva regresi yang berpola, seperti pola linear, kuadratik, kubik, dan lain-lain. Gambar 2.1 merupakan contoh pola data yang membentuk linear.



Gambar 2.1 Plot Parametrik

Dari perspektif statistik inferensial, teknik model regresi parametrik memiliki kualitas yang sangat baik antara lain kesederhanaan, kemudahan interpretasi, parsimoni, tidak bias, estimator linier, efisiensi, konsistensi, dan *Best Linear Unbiased Estimator (BLUE)*. Meskipun cukup dapat dipercaya dari segi inferensi, metode ini sebenarnya harus memenuhi praduga. Karena tidak semua masalah mencantumkan informasi bentuk hubungan atau kurva regresi antara variabel terikat dan variabel bebas, maka tidak semua masalah pola hubungan dapat diselesaikan dengan menggunakan regresi parametrik. Ini akan menghasilkan kesimpulan yang salah jika teknik regresi parametrik didorong (Hidayat et al., 2017). Secara matematis bentuk regresi parametrik dapat ditulis dalam persamaan berikut,

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki} + \epsilon_i \quad (2.3)$$

Keterangan:

y_i = variabel terikat pada pengamatan ke- i

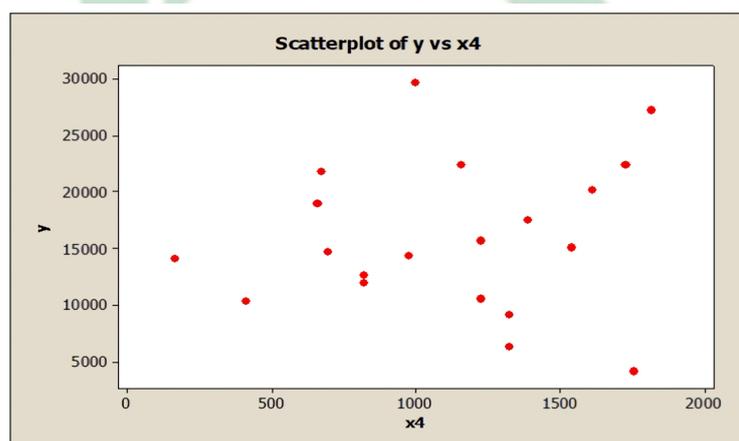
x_{ki} = variabel bebas ke- k

β_i = parameter yang tidak diketahui

ϵ_i = error

2.5. Regresi Nonparametrik

Regresi nonparametrik merupakan metode untuk menentukan bentuk hubungan variabel terikat Y terhadap variabel bebas X. Strategi regresi nonparametrik digunakan ketika model kurva regresi antara variabel terikat dan variabel bebas tidak diketahui polanya dengan jelas. Gambar 2.2 merupakan contoh plot data yang tidak berpola.



Gambar 2.2 Plot Nonparametrik

Regresi nonparametrik sangat fleksibel dan hanya mengasumsikan kurva mulus. Fleksibilitas yang cukup besar dari regresi nonparametrik dikaitkan dengan asumsi bahwa fungsi tersebut membentuk kurva yang halus (*smooth*) dalam artian dimuat dalam ruang fungsi tertentu. Regresi nonparametrik sederhana sering juga disebut *scatter smoothing* karena tujuannya adalah untuk mendapatkan kurva halus melalui diagram pencar Y terhadap X. Terdapat beberapa basis dalam regresi nonparametrik, diantaranya adalah wavelet estimator, kernel, B-spline dan lain-lain. Berikut merupakan model umum dari regresi nonparametrik (Yuniartika

et al., 2013):

$$y_i = f(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi}) + \epsilon_i ; \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.4)$$

Dimana,

y_i : variabel terikat

f : fungsi regresi

$x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi}$: variabel bebas ke-p ($p=1,2,\dots,j$) pada pengamatan ke-i

ϵ_i : error

2.6. Regresi Semiparametrik

Model regresi semiparametrik adalah standar kasus khusus model aditif yang menggeneralisasikan teknik regresi dan memberikan interpretasi yang jelas tentang pengaruh setiap variabel. Dalam hal ini, model regresi semiparametrik adalah model yang dibuat dengan menambahkan komponen parametrik ke dalam model aditif. Sehingga semiparametrik merupakan campuran dari model parametrik dan nonparametrik (Erlando et al., 2022). Oleh sebab itu, model regresi semiparametrik lebih baik digunakan untuk pemodelan daripada model nonparametrik karena tekanan yang disebabkan oleh multidimensionalitas (Utami and Prahutama, 2017).

Tahap awal yang dilakukan adalah membentuk struktur atau pola matematis model. Saat membuat pola matematis, hal pertama yang harus dilakukan adalah memeriksa grafik. Dengan memeriksa grafik yang akan ditarik secara terpisah untuk variabel terikat dan setiap variabel bebas, hubungan antara variabel terikat dan variabel bebas ditentukan. Bagian parametrik dari model regresi semiparametrik menyatakan hubungan linier, dan bagian nonparametrik

model menyatakan hubungan nonlinier. Untuk itu model regresi semiparametrik disebut juga model semiliniar (Turanli and Bağdatli, 2011). Model regresi semiparametrik ditulis dalam bentuk sebagai berikut Side et al. (2021):

$$y_i = \beta x_i + f(t_i) + \epsilon_i \quad (2.5)$$

Keterangan:

y_i : variabel terikat

β : parameter

x_i : variabel bebas dari pengamatan ke- i untuk komponen parametrik

$f(t_i)$: fungsi regresi yang tidak diketahui polanya

ϵ_i : error

2.7. Basis B-spline

Salah satu teknik untuk menaksir kurva regresi secara semiparametrik adalah regresi B-spline. Model B-spline mengatasi kekurangan model spline ketika orde besar, titik knot yang banyak atau berdekatan yang akan mengakibatkan pembentukan matriks persamaan normal yang hampir singular (Wulandary and Purnama, 2020). Persamaan (2.4) berikut membentuk model B-spline (Erlangga, 2019):

$$y_i = \sum_{j=1}^{m+k} \beta_j B_{j-m,m}(x_i) + \epsilon_i \quad (2.6)$$

Keterangan:

$B_{j-m,m}(x)$ = basis B-spline

β_j = parameter regresi untuk B-spline

Untuk menyusun fungsi B-spline dengan orde m dan k titik knot, dimana $a < u_1 < \dots < u_k < b$ maka perlu mendefinisikan knot tambahan sebanyak $2m$ terlebih dahulu, yaitu

$$u_{-(m-1)}, \dots, u_{-1}, u_0, \dots, u_{k+m} \quad (2.7)$$

dengan

$$u_{-(m-1)} - \dots - u_0 = a \text{ dan } u_{k+1} - \dots - u_{k+m} = b \quad (2.8)$$

Secara rekursif, fungsi B-spline didefinisikan sebagai berikut

$$B_{j,m}(x) = \frac{x - u_j}{u_{j+m-1} - u_j} B_{j,m-1}(x) + \frac{u_{j+m} - x}{u_{j+m} - u_{j+1}} B_{j+1,m-1}(x) \quad (2.9)$$

$$\text{dengan } j = -(m-1), \dots, k \text{ dan } B_{j,1}(x) = \begin{cases} 1, & x \in [k_j, k_{j+1}) \\ 0, & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases}$$

Dimana m merupakan orde B-spline. Untuk orde $m=2$ menjadi fungsi B-spline linear yang membentuk fungsi sebagai berikut:

$$B_{j,2}(x) = \frac{x - u_j}{u_{j+1} - u_j} B_{j,1}(x) + \frac{u_{j+2} - x}{u_{j+2} - u_{j+1}} B_{j+1,1}(x) \quad (2.10)$$

dengan $j = -1, \dots, k$

Orde $m=3$ menjadi fungsi B-spline kuadratik yang membentuk fungsi

sebagai berikut:

$$B_{j,3}(x) = \frac{x - u_j}{u_{j+2} - u_j} B_{j,2}(x) + \frac{u_{j+3} - x}{u_{j+3} - u_{j+1}} B_{j+1,2}(x) \quad (2.11)$$

dengan $j = -2, \dots, k$

Orde $m=4$ menjadi fungsi B-spline kubik yang membentuk fungsi sebagai berikut:

$$B_{j,4}(x) = \frac{x - u_j}{u_{j+3} - u_j} B_{j,3}(x) + \frac{u_{j+4} - x}{u_{j+4} - u_{j+1}} B_{j+1,3}(x) \quad (2.12)$$

dengan $j = -3, \dots, k$ (Raupong, 2009).

2.8. Estimasi Parameter

Estimasi adalah penaksir parameter dimana parameter populasi adalah bagian dari model eksperimental. Parameter adalah sembarang nilai yang menggambarkan karakteristik populasi. Estimasi parameter adalah estimasi yang diperlukan untuk populasi (Salam et al., 2022). Pada regresi semiparametrik B-spline estimasi parameter yang digunakan adalah metode *Ordinary Least Square*. Berdasarkan pada persamaan (2.6) apabila ditulis dalam matriks maka menjadi seperti berikut:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{-(m-1),m}(x_1) & B_{-(m-2),m}(x_1) & \cdots & B_{k,m}(x_1) \\ B_{-(m-1),m}(x_2) & B_{-(m-2),m}(x_2) & \cdots & B_{k,m}(x_2) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ B_{-(m-1),m}(x_n) & B_{-(m-2),m}(x_n) & \cdots & B_{k,m}(x_n) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_{m+k} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \vdots \\ \epsilon_n \end{bmatrix}$$

Tahap pertama untuk estimasi parameter model B-spline dituliskan sebagai

berikut

$$Y = B_\lambda \beta + \epsilon \quad (2.13)$$

Dengan meminimumkan *Residual Sum of Square* (RSS) diperoleh

$$\begin{aligned} RSS &= \epsilon^T \epsilon \\ &= (Y - B_\lambda \beta)^T (Y - B_\lambda \beta) \\ &= (Y^T - \beta^T B_\lambda^T) (Y - B_\lambda \beta) \\ &= Y^T Y - Y^T B_\lambda \beta - \beta^T B_\lambda^T Y + \beta^T B_\lambda^T B_\lambda \beta \\ &= Y^T Y - (Y^T B_\lambda \beta)^T - \beta^T B_\lambda^T Y + \beta^T B_\lambda^T B_\lambda \beta \\ &= Y^T Y - \beta^T B_\lambda^T Y - \beta^T B_\lambda^T Y + B_\lambda^T \beta^T B_\lambda \beta \\ &= Y^T Y - 2\beta^T B_\lambda^T Y + B_\lambda^T \beta^T B_\lambda \beta \end{aligned} \quad (2.14)$$

Selanjutnya, persamaan (2.11) diturunkan terhadap β^T

$$\begin{aligned} \frac{\partial \epsilon^T \epsilon}{\partial \beta^T} &= \frac{\partial (Y^T Y - 2\beta^T B_\lambda^T Y + \beta^T B_\lambda^T B_\lambda \beta)}{\partial \beta^T} \\ &= 0 - 2B_\lambda^T Y + (B_\lambda^T B_\lambda \beta + (\beta^T B_\lambda^T B_\lambda)^T) \\ &= 0 - 2B_\lambda^T Y + (B_\lambda^T B_\lambda \beta + B_\lambda^T B_\lambda \beta) \\ &= 0 - 2B_\lambda^T Y + 2B_\lambda^T B_\lambda \beta \end{aligned} \quad (2.15)$$

Untuk menemukan estimator β , yaitu $\hat{\beta}$, dilakukan sama dengan nol

$$\begin{aligned} -2B_\lambda^T Y + 2B_\lambda^T B_\lambda \hat{\beta} &= 0 \\ 2B_\lambda^T B_\lambda \hat{\beta} &= 2B_\lambda^T Y \\ \hat{\beta} &= \frac{2B_\lambda^T Y}{2B_\lambda^T B_\lambda} \\ \hat{\beta} &= (B_\lambda^T B_\lambda)^{-1} B_\lambda^T Y \end{aligned} \quad (2.16)$$

Sehingga didapatkan estimasi model B-spline sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\hat{Y} &= B_\lambda \beta \\ &= B_\lambda (B_\lambda^T B_\lambda)^{-1} B_\lambda^T Y\end{aligned}\quad (2.17)$$

2.9. Generalized Cross Validation (GCV)

Salah satu teknik yang sering digunakan dalam pemilihan titik knot terbaik adalah metode *Generalized Cross Validation*. Konsep dasar GCV pertama kali dijelaskan oleh Craven dan Wahba pada tahun 1978 dengan memodifikasi *Cross Validation* atau CV (Utami et al., 2020). Berikut ini adalah fungsi dari GCV:

$$GCV_\lambda = \frac{MSE_\lambda}{\left(\frac{1}{n} \text{trace}[I - A_\lambda]^2\right)} \quad (2.18)$$

Dimana,

n : banyak data

I : matriks identitas

$A : B_\lambda (B_\lambda^T B_\lambda)^{-1} B_\lambda^T$

Rumus MSE (*Mean Square Error*) ditulis dalam bentuk sebagai berikut (Maharani and Saputro, 2021):

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (Y_j - \hat{Y}(x_j))^2 \quad (2.19)$$

Dimana,

n : banyak data

Y_j : data aktual

$\hat{Y}(x_j)$: data prediksi

Nilai GCV digunakan karena memiliki perhitungan yang sederhana dan lebih efisien (Yuniartika et al., 2013). Model terbaik ditentukan dengan melakukan perbandingan pada setiap orde dan titik knot dengan nilai GCV terendah (Rahmawati et al., 2017).

2.10. Uji Signifikasi Parameter

Uji signifikansi parameter digunakan untuk mengetahui signifikansi korelasi antara variabel terikat dengan variabel bebas. Uji ini menjalankan uji serentak terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan dengan uji parsial.

2.10.1. Uji Serentak

Uji serentak sering disebut dengan uji F. Uji F dilakukan untuk melihat apakah variabel bebas signifikan berpengaruh terhadap variabel terikat pada waktu yang bersamaan. Koefisien regresi diuji secara serentak menggunakan ANOVA (Octavanny et al., 2017).

Tabel 2.1 Tabel ANOVA

| Sumber | Derajat Bebas | Jumlah Kuadrat | Rata-ata Kuadrat | F_{hitung} |
|---------|-----------------------|--|---------------------------|--------------------------------|
| Regresi | $q + p + r$ | $SSR = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$ | $MSR = \frac{SSR}{p}$ | $F_{hitung} = \frac{MSR}{MSE}$ |
| Error | $n - (q + p + r) + 1$ | $SSE = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$ | $MSR = \frac{SSR}{n-p-1}$ | |
| Total | $n - 1$ | $SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$ | | |

Dengan hipotesis uji yang digunakan adalah:

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \gamma_{11} = \gamma_{21} = \dots = \gamma_{33} = 0$ (Variabel bebas tidak berpengaruh secara serentak terhadap variabel terikat).

$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \gamma_j \neq 0 \text{ atau } \beta_k \neq 0$ (Setidaknya terdapat satu variabel bebas yang berpengaruh terhadap variabel terikat).

Taraf signifikansi yang digunakan adalah 0.05 dengan keputusan tolak H_0 apabila $p - value$ bernilai kurang dari 0.05 yang berarti variabel bebas berpengaruh secara serentak terhadap variabel terikat. Apabila $p - value$ bernilai lebih dari 0.05 maka gagal tolak H_0 maka paling sedikit ada satu variabel bebas yang berpengaruh terhadap variabel terikat (Octavanny et al., 2017).

2.10.2. Uji Parsial

Uji parsial sering kali disebut juga dengan uji T. Uji T dilakukan untuk melihat parameter mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat. Berikut merupakan hipotesis untuk parameter regresi parametrik (Erlando et al., 2022):

$H_0 : \beta_k = 0$ (Parameter regresi parametrik berpengaruh secara tidak signifikan)

$H_1 : \beta_k \neq 0, k = 1, 2, \dots, m$ (Parameter regresi parametrik berpengaruh secara signifikan).

Sedangkan hipotesis untuk parameter regresi nonparametrik sebagai berikut:

$H_0 : \gamma_j = 0$ (Parameter regresi nonparametrik berpengaruh secara tidak signifikan)

$H_1 : \gamma_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, p + r$ (Parameter regresi nonparametrik berpengaruh secara tidak signifikan).

Adapun statistik uji yang digunakan untuk parameter regresi parametrik adalah sebagai berikut:

$$t = \frac{\beta_k}{SE(\beta_k)} \quad (2.20)$$

dengan,

β_k : parameter komponen parametrik

$SE(\beta_k)$: *Standard Error* β_k .

Sedangkan statistik uji untuk parameter regresi nonparametrik sebagai berikut:

$$t = \frac{\gamma_j}{SE(\gamma_j)} \quad (2.21)$$

dengan,

γ_j : parameter komponen nonparametrik

$SE(\gamma_j)$: *Standard Error* γ_j .

Taraf signifikansi yang digunakan adalah 0.05 dengan keputusan tolak H_0 apabila p -value kurang dari 0.05 maka dapat disimpulkan bahwa parameter regresi berpengaruh secara signifikan terhadap variabel terikat. Apabila p -value bernilai lebih dari 0.05 maka gagal tolak H_0 dengan kesimpulan parameter regresi tidak signifikan berpengaruh terhadap variabel terikat (Erlando et al., 2022).

2.11. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan perhitungan dari persentase error mutlak untuk setiap periode dibagi dengan nilai observasi yang terbukti pada periode tersebut. Persentase tetap kemudian harus dirata-ratakan. Metode ini berguna saat menentukan apakah ukuran atau besaran variabel signifikan secara prediktif saat menilai akurasi prediksi. (Leys et al., 2013). MAPE menampilkan seberapa besar error hasil peramalan dibandingkan dengan data sebenarnya. (Khair et al., 2017). Rumus MAPE dinyatakan dalam bentuk berikut (Chicco et al., 2021):

$$MAPE = \frac{\sum_{j=1}^n \left| \frac{Y_j - \hat{Y}(x_j)}{Y_j} \right|}{n} \times 100\% \quad (2.22)$$

Akurasi model peramalan sangat penting untuk dilakukan evaluasi karena hal tersebut menentukan signifikan terhadap peramalan yang dihasilkan. Nilai

MAPE diinterpretasi dalam empat kelompok, yaitu (Fachid and Triayudi, 2022):

Tabel 2.2 Interpretasi Nilai MAPE

| Nilai MAPE | Keterangan |
|-------------------------|-------------------------------|
| $< 10\%$ | Model peramalan sangat akurat |
| $10\% \leq MAPE < 20\%$ | Model peramalan baik |
| $20\% \leq MAPE < 50\%$ | Model peramalan cukup baik |
| $\geq 50\%$ | Model peramalan tidak akurat |

2.12. Integrasi Keilmuan

Pengangguran merupakan masalah yang sangat kompleks karena mempengaruhi dan dipengaruhi oleh beberapa faktor yang saling berinteraksi. Apabila pengangguran tidak segera diatasi maka dapat menimbulkan kerawanan sosial dan berpotensi menimbulkan kemiskinan. Tingkat pengangguran juga menjadi kunci kinerja ekonomi. Tingkat pengangguran menunjukkan persentase angkatan kerja yang tidak bekerja. Penurunan tingkat pengangguran adalah indikator ekonomi yang baik. Pasalnya, perusahaan yang menambah tenaga kerja dinilai berhasil meningkatkan produksi dan penjualan. Namun demikian, tingkat pengangguran dan jumlah orang yang bekerja dapat meningkat secara bersamaan (Wahyuni et al., 2020).

Dalam Islam, bekerja merupakan sebuah prinsip. Setiap muslim dianjurkan untuk bekerja. Individu yang menganggur akan bergantung pada orang lain. Tidak bekerja juga menyia-nyiakan tangan yang merupakan sumber daya dan karunia Tuhan yang harus dimanfaatkan dengan baik. Menurut Yusuf Al-Qardawi, pengangguran dibedakan menjadi dua, yaitu (Subhan, 2018):

1. Pengangguran *Jabariyyah* (terpaksa)

Pengangguran *jabariyyah* merupakan pengangguran tanpa hak untuk memilih status mereka. Oleh karena itu, jenis pengangguran yang harus diterima ini muncul karena orang tidak memiliki keterampilan minimal yang dapat diperoleh sejak kecil sebagai modal masa depan, atau karena meskipun sudah memiliki keterampilan, seseorang tidak lagi berguna karena perubahan lingkungan dan perkembangan zaman.

2. Pengangguran *Khiyariyah*

Pengangguran *khiyariyah* merupakan pengangguran yang disengaja karena seseorang lebih memilih untuk bersantai dan bermalas-malasan padahal sebenarnya mereka mampu. Pengangguran ini tidak pernah berusaha dan bekerja keras sehingga mendapat julukan “sampah masyarakat”.

Islam memerintahkan manusia untuk senantiasa bekerja memenuhi kebutuhan hidupnya. Dengan bekerja, manusia dapat melakukan amal baik lainnya, seperti bersedekah. Bekerja juga menghindarkan manusia dari kebergantungan hidup terhadap orang lain, seperti meminta dan mengemis (diberi sedekah). Hal tersebut dilarang dalam Islam karena sama dengan tidak percaya kepada Tuhan dan kurangnya kepercayaan pada kemampuan seseorang untuk bekerja keras mencari nafkah. Pandangan Alquran tentang larangan mengemis tertuang dalam Q.S Al-Baqarah ayat 273 (Susilowati et al., 2022).

لِلْفُقَرَاءِ الَّذِينَ أَحْصَرُوا فِي سَبِيلِ اللَّهِ لَا يَسْتَطِيعُونَ ضَرْبًا فِي الْأَرْضِ
يَحْسَبُهُمُ الْجَاهِلُ أَغْنِيَاءَ مِنَ التَّعَفُّفِ تَعْرِفُهُمْ بِسِيمَاهُمْ لَا يَسْأَلُونَ النَّاسَ
الْحَافًا وَمَا تُنْفِقُوا مِنْ خَيْرٍ فَإِنَّ اللَّهَ بِهِ عَلِيمٌ ۝

artinya: “(Berinfaqlah) kepada orang-orang fakir yang terikat (oleh jihad)

di jalan Allah; mereka tidak dapat (berusaha) di bumi; orang yang tidak tahu menyangka mereka orang kaya karena memelihara diri dari minta-minta. Kamu kenal mereka dengan melihat sifat-sifatnya, mereka tidak meminta kepada orang secara mendesak. Dan apa saja harta yang baik yang kamu nafkahkan (di jalan Allah), maka sesungguhnya Allah Maha Mengetahui.” (Q.S. Al-Baqarah:273)

Ayat di atas menjelaskan bahwa orang yang berhak menerima sedekah adalah fakir miskin yang tidak mampu mencari nafkah di jalan Allah yang enggan meminta, bukan kepada pengangguran. Masalah pengangguran dari waktu ke waktu merupakan suatu hal yang tidak dapat dihindari. Namun manusia dapat mengantisipasi hal tersebut karena pada dasarnya pengangguran adalah murni kesalahan manusia itu sendiri. Allah Swt. menurunkan sumber daya alam yang melimpah dan anugerah yang tak ternilai harganya. Semua tergantung bagaimana manusia menggunakan nikmat Allah yang telah diberikan (Subhan, 2018).

Islam memandang pengangguran sebagai sesuatu yang negatif. Setiap Muslim selalu didorong oleh Islam untuk bekerja dan mencari nafkah. Bahkan apabila mampu, Islam menganjurkan manusia untuk membuat lapangan pekerjaan. Karena hubungan yang kuat antara kerja dan kesempatan kerja, sehingga tidak mungkin memisahkan keduanya, ketika seseorang berinovasi untuk menciptakan lapangan kerja, maka mereka setidaknya mampu menurunkan tingkat pengangguran. Islam berusaha untuk mencegah umatnya dari kemalasan dan pengangguran (Maisyaroh, 2023).

Dampak negatif dari pandangan islam terhadap pengangguran adalah dapat membahayakan iman. Orang yang menganggur harus selalu memperhatikan situasi. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa pengangguran yang tidak memiliki penghasilan dapat tergoda untuk berbuat maksiat guna memenuhi kebutuhan

pokoknya, seperti mencuri. Dalam hadis riwayat Imam Bukhari dikatakan:

حَدَّثَنَا عُمَرُ بْنُ حَفْصِ بْنِ غِيَاثٍ حَدَّثَنِي أَبِي حَدَّثَنَا الْأَعْمَشُ قَالَ سَمِعْتُ
 أَبَا صَالِحٍ عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ عَنِ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ لَعَنَ اللَّهُ
 السَّارِقَ يَسْرِقُ الْبَيْضَةَ فَتُقَطَّعُ يَدُهُ وَيَسْرِقُ الْحَبْلَ فَتُقَطَّعُ يَدُهُ قَالَ
 الْأَعْمَشُ كَانُوا يَرَوْنَ أَنَّهُ بَيْضُ الْحَدِيدِ وَالْحَبْلُ كَانُوا يَرَوْنَ أَنَّهُ مِنْهَا مَا
 يَسْوَى دَرَاهِمٍ

artinya: *"Telah menceritakan kepada kami Umar bin Hafsh bin Ghiyats, telah menceritakan kepadaku ayahku, telah menceritakan kepada kami Al A'masy mengatakan; aku mendengar Abu Shalih dari Abu Hurairah dari Nabi Muhammad SAW bersabda, "Allah melaknat si pencuri telur sehingga tangannya dipotong, dan Allah melaknat si pencuri tali hingga dipotong tangannya." Al A'masy mengatakan, para sahabat berpendapat bahwa yang dimaksud telur disini adalah besi dan yang dimaksud tali adalah jika senilai beberapa dirham"* (HR. Bukhari)

Hadis diatas menjelaskan bahwa Allah melaknat pencuri barang orang lain hingga dipotong tangannya. Karena pengangguran tidak memiliki penghasilan sendiri, sehingga tidak menutup kemungkinan seseorang yang menganggur akan melakukan segala tindakan agar dapat memenuhi kebutuhan hidupnya, seperti mencuri. Hal tersebut tentu dilarang oleh islam, bahkan agama lain. Sehingga islam menganjurkan manusia untuk bekerja juga sebagai bentuk rasa syukur terhadap apa yang telah diberi Tuhan kepadanya.

Selain itu, dampak negatif lainnya dapat terjadi dalam hal rumah tangga. Dalam hal mempertahankan rumah tangga yang stabil, pengangguran sering kali mendorong interaksi negatif antara suami dan istri, bahkan terkadang mereka memutuskan untuk bercerai. karena sang istri membenci suaminya karena tidak mampu menafkahnya. Karena itu, seorang hakim dapat menceraikan seorang istri

dari suaminya dalam kasus Islam. Entah karena masalah dan ketidakmampuan suami menghidupi istri dengan dalih menghilangkan masalah perempuan. Hal ini sesuai dengan pedoman fikih (Subhan, 2018):

لَا ضَرَرَ وَلَا ضِرَارَ

Artinya: *”Tidak boleh melakukan perbuatan (mudharat) yang mencelakakan diri sendiri dan orang lain”*

Kaidah di atas menjelaskan bahwa manusia tidak diperbolehkan bertindak hal-hal yang dapat membahayakan diri sendiri maupun orang lain. Pengangguran merupakan hal yang cukup bahaya karena dapat menjerumuskan orang dalam kemiskinan. Kemiskinan dapat mendekatkan orang kepada kekufuran karena ditakutkan keadaanya yang akan menghalalkan segala cara, bahkan merugikan orang lain, untuk memenuhi kebutuhannya sendiri.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini termasuk dalam kategori pendekatan kuantitatif. Kajian kuantitatif adalah kajian yang mengkhususkan pada rangkaian fakta dimana informasi yang disajikan berupa *numeric* atau angka.

3.2. Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang bersumber pada situs website Badan Pusat Statistik. Data yang diambil berupa data persentase. Data merupakan data seluruh Provinsi di Indonesia pada tahun 2021. Data yang digunakan adalah Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT), Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK), Upah Minimum Regional (UMR), rata-rata lama sekolah, Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dan jumlah penduduk. Sehingga, penelitian yang menggunakan metode Regresi Semiparamterik B-spline ini dapat melakukan pemodelan terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia. Berikut merupakan sampel data yang digunakan:

Tabel 3.1 Sampel Data

| Provinsi | TPT | PDRB | TPAK | UMR | RLS | IPM | Jumlah Penduduk |
|----------------|------|------|-------|------|-------|-------|-----------------|
| Aceh | 5.97 | 1.09 | 63.77 | 3.41 | 9.77 | 72.18 | 1.95 |
| Sumatera Utara | 5.47 | 5.07 | 69.09 | 2.71 | 9.88 | 72 | 5.47 |
| Sumatera Barat | 6.17 | 1.49 | 67.72 | 2.70 | 9.46 | 72.46 | 2.04 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| Papua Barat | 5.78 | 0.50 | 70.34 | 3.44 | 10.03 | 65.26 | 0.42 |
| Papua | 3.6 | 1.38 | 78.29 | 3.83 | 7.05 | 60.62 | 1.59 |

Terdapat variabel bebas dan terikat dalam penelitian ini, dengan variabel terikat dilambangkan oleh huruf Y dan variabel bebas dilambangkan oleh huruf X. Berikut pembagian variabel-variabel yang digunakan pada penelitian ini:

Tabel 3.2 variabel Penelitian

| Variabel | Keterangan |
|----------------|---|
| Y | Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) |
| X ₁ | Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) |
| X ₂ | Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) |
| X ₃ | Upah Minimum Regional (UMR) |
| X ₄ | Rata-Rata Lama Sekolah (RLS) |
| X ₅ | Indeks Pembangunan Manusia (IPM) |
| X ₆ | Jumlah Penduduk |

3.3. Metode Analisis Data

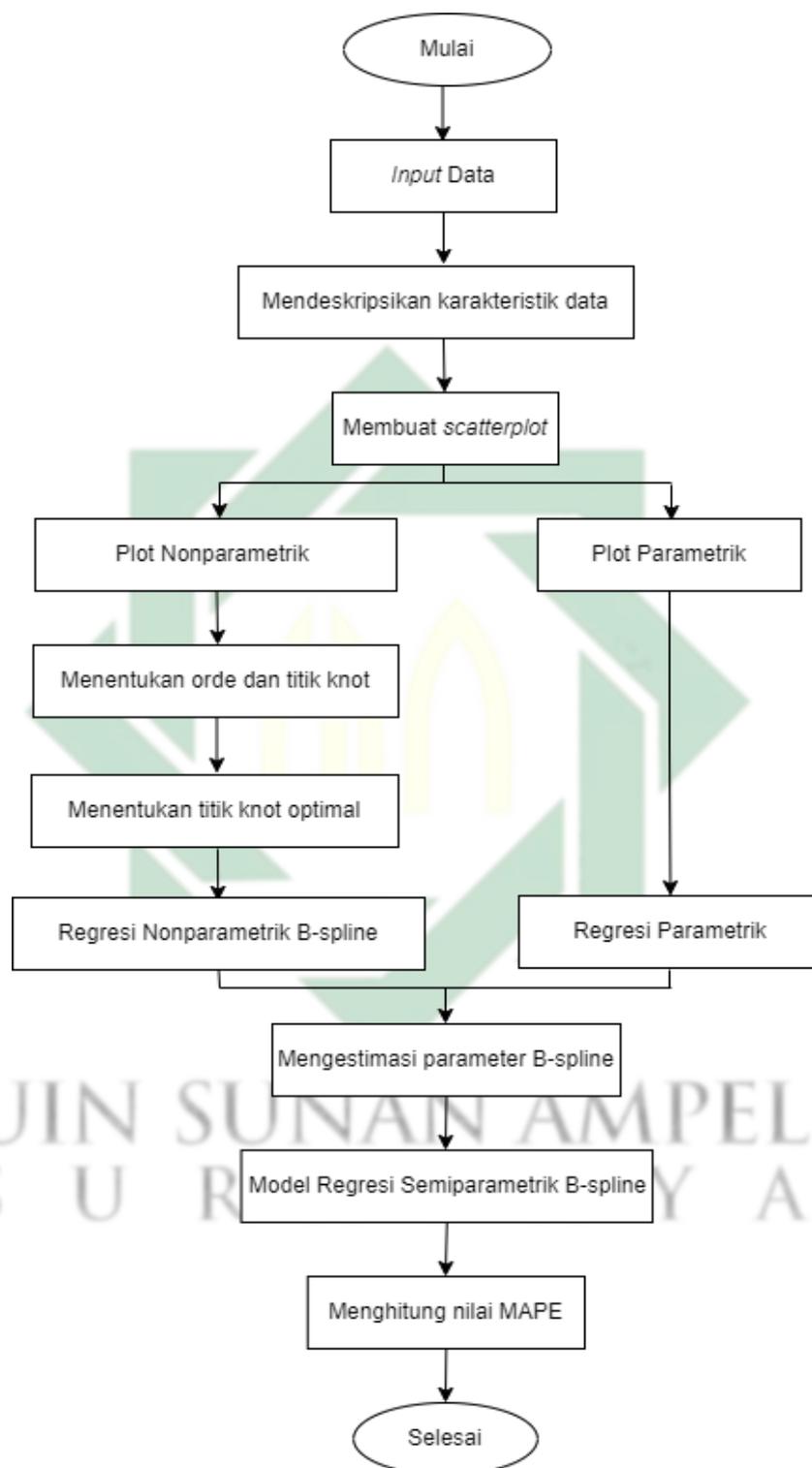
Tahap-tahap yang dijalankan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan karakteristik data yang digunakan.

2. Membuat *scatterplot* terkait variabel terikat (Y) terhadap setiap variabel bebas (X) untuk mengetahui hubungan antara variabel terikat (Y) dengan variabel bebas (X).
3. Memasukkan jumlah titik knot yang diinginkan dari orde dilakukan analisa regresi nonparametrik B-spline.
4. Melakukan perhitungan nilai GCV setiap gabungan orde dan titik knot.
5. Menetapkan titik knot optimal berdasarkan nilai GCV yang paling kecil.
6. Membentuk model nonparametrik dan parametrik B-spline.
7. Melakukan estimasi parameter B-spline yang terbentuk dengan regresi *Ordinary Least Square*.
8. Membuat model B-spline terbaik berdasarkan orde dan titik knot optimal.
9. Membandingkan data aktual dengan hasil prediksi yang diperoleh dari model.
10. Menghitung MAPE untuk evaluasi model.

Tahap-tahap di atas dapat digambarkan dalam bentuk *flowchart* sebagai berikut:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 3.1 *Flowchart*

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Statistik Deskriptif Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah Tingkat Pengangguran Terbuka sebagai variabel terikat (Y), sedangkan Produk Domestik Regional Bruto (X_1), Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (X_2), Upah Minimum Regional (X_3), Rata-Rata Lama Sekolah (X_4), Indeks Pembangunan Manusia (X_5) dan jumlah penduduk (X_6) sebagai variabel bebas. Statistik deskriptif data disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 4.1 Statistik Deskriptif Data

| Variabel | Max | Min | Mean | Varians |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| Y | 8.53 | 3.11 | 5.122941 | 1.518944 |
| X_1 | 17.19094 | 0.258912 | 2.941176 | 4.192251 |
| X_2 | 78.29454 | 62.14697 | 68.1256 | 3.481517 |
| X_3 | 5.001904 | 1.953557 | 2.941176 | 0.617689 |
| X_4 | 11.2 | 7.05 | 9.16 | 0.832797 |
| X_5 | 81.11 | 60.62 | 71.36118 | 3.937439 |
| X_6 | 17.88951 | 0.261841 | 2.941176 | 4.17239 |

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa Tingkat Pengangguran Tertinggi pada tahun 2021 adalah sebesar 8.53%. Kasus ini terjadi di Provinsi Banten. Provinsi Sulawesi Barat mencatat kasus terendah dengan angka 3.11%. Persentase rata-rata Tingkat Pengangguran Terbuka Indonesia tahun 2021 sebesar 5.12 dan varians sebesar 1.51.

Karakteristik variabel Produk Domestik Regional Bruto (X_1) tertinggi sebesar 17.19% dan terjadi di Provinsi DKI Jakarta. Sementara itu, nilai PDRB terendah tercatat di Kabupaten Gorontalo dengan nilai 0.25%. Persentase rata-rata PDRB Indonesia pada tahun 2021 adalah 2.94 dan variannya adalah 4.19.

Karakteristik variabel Tingkat Partipasi Angkatan Kerja (X_2) mencapai nilai tertinggi sebesar 78.29% yang terjadi di Provinsi Papua. Sedangkan angka terendah tercatat di Provinsi Sulawesi Barat sebesar 62.14%. Variabel Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja memiliki rata-rata 68.12 dan varian 3.48 di seluruh provinsi di Indonesia pada tahun 2021.

Karakteristik variabel Upah Minimum Regional (X_3) mencapai nilai tertinggi 5% yang terjadi di Provinsi DKI Jakarta. Nilai terendah terdapat di Provinsi Jawa Tengah dengan nilai 1.95%. Secara keseluruhan didapatkan nilai rata-rata sebesar 2.94 dan varians sebesar 0.62.

Karakteristik pada variabel rata-rata lama sekolah (X_4) ditemukan angka tertinggi sebesar 11.2% yang terjadi di Provinsi DKI Jakarta. Sementara itu, Provinsi Papua mencatat nilai terendah dengan 7.05 persen. Variabel rata-rata lama sekolah (X_4) memiliki nilai rata-rata sebesar 9.16 dan varians sebesar 0.83.

Karakteristik pada variabel Indeks Pembangunan Manusia (X_5) memiliki kasus tertinggi pada angka 81.11%. Kasus tersebut ditemukan di Provinsi DKI Jakarta. Kasus terkecil ditemukan di Provinsi Papua dengan nilai 60.62%. Nilai rata-rata yang diperoleh untuk variabel indeks pembangunan manusia (X_5) adalah 71.36 dan nilai variannya adalah 3.94.

Karakteristik pada variabel jumlah penduduk (X_6) mengungkapkan kasus tertinggi terjafi di Provinsi Jawa Barat dengan nilai 17.89%. Kasus terkecil ditemukan dengan nilai 0.26%. Jumlah penduduk terkecil berada di Provinsi

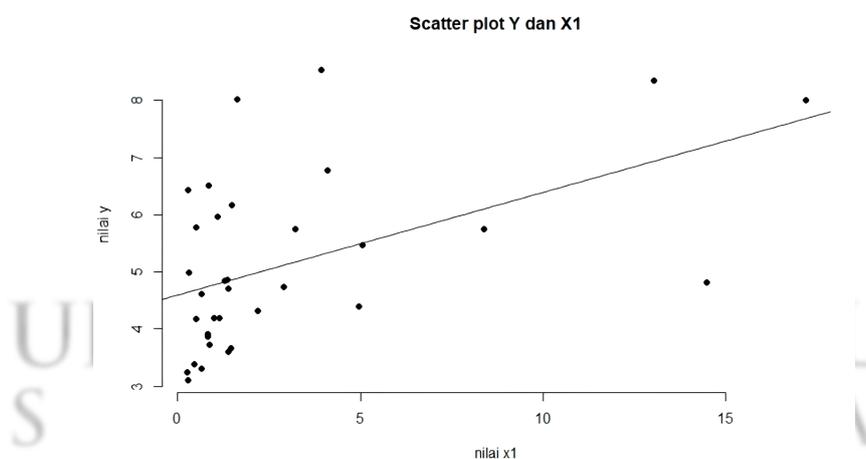
Kalimantan Tengah. Secara keseluruhan, jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2021 memiliki rata-rata 2.94 dan varians 4.17.

4.2. Scatterplot

Pada penelitian ini diperlukan *scatterplot* untuk mengetahui pola hubungan antara masing-masing variabel bebas terhadap variabel terikat guna menentukan komponen parametrik dan nonparametrik. *Scatterplot* disajikan dalam Gambar 4.1 sampai Gambar 4.6 berikut:

4.2.1. Scatterplot Hubungan Variabel X_1 terhadap Y

Kurva hubungan variabel PDRB (X_1) terhadap TPT (Y) dapat diilustrasikan dalam pola yang disajikan pada gambar berikut:

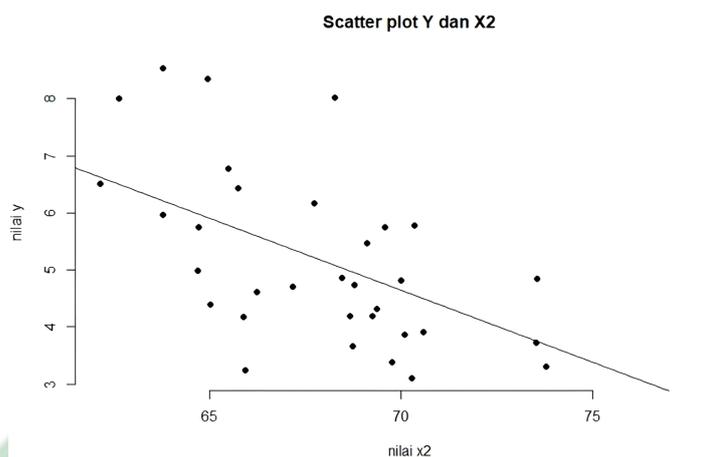


Gambar 4.1 Scatterplot Hubungan PDRB terhadap TPT

Gambar 4.1 menunjukkan plot data pola hubungan antara variabel yang berkaitan yaitu PDRB (X_1) dan TPT (Y). Terlihat bahwa bentuk plot hubungan antara kedua variabel tidak menunjukkan adanya pola tertentu sehingga variabel X_1 terhadap Y menggunakan pendekatan komponen nonparametrik disimbolkan dengan t_1 .

4.2.2. Scatterplot Hubungan Variabel X_2 terhadap Y

Kurva hubungan variabel TPAK (X_2) terhadap TPT (Y) dapat diilustrasikan dalam pola yang disajikan pada gambar berikut:

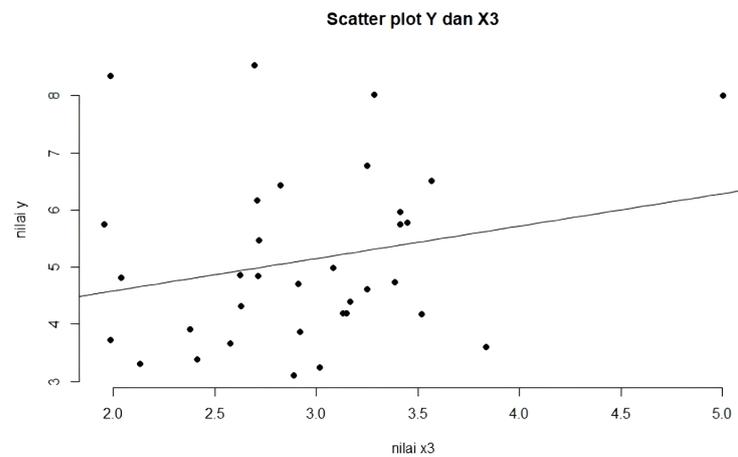


Gambar 4.2 Scatterplot Hubungan TPAK terhadap TPT

Gambar 4.2 menunjukkan plot data pola hubungan antara variabel yang berkaitan yaitu TPAK (X_2) dan TPT (Y). Terlihat bahwa bentuk plot cenderung menunjukkan membentuk pola hubungan tertentu sehingga variabel X_2 terhadap Y menggunakan pendekatan komponen parametrik disimbolkan dengan x_1 .

4.2.3. Scatterplot Hubungan Variabel X_3 terhadap Y

Kurva hubungan variabel UMR (X_3) terhadap TPT (Y) dapat diilustrasikan dalam pola yang disajikan pada gambar berikut:

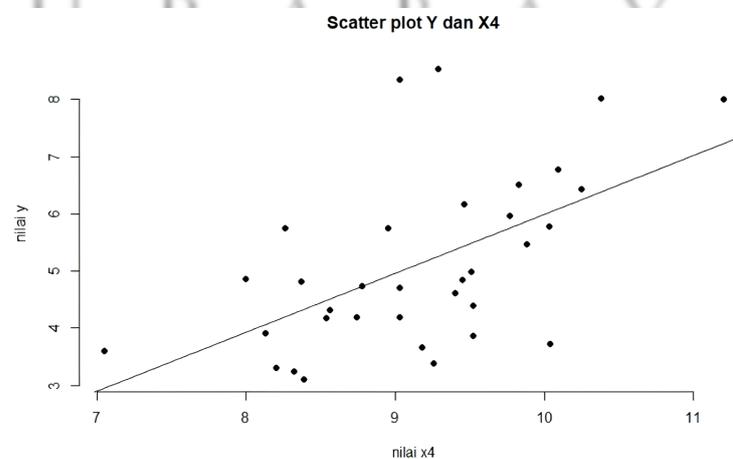


Gambar 4.3 Scatterplot Hubungan UMR terhadap TPT

Gambar 4.3 menunjukkan plot data pola hubungan antara variabel yang berkaitan yaitu UMR (X_3) dan TPT (Y). Terlihat bahwa bentuk plot hubungan antara kedua variabel tidak menunjukkan adanya pola tertentu sehingga variabel X_3 terhadap Y menggunakan pendekatan komponen nonparametrik disimbolkan dengan t_2 .

4.2.4. Scatterplot Hubungan Varibel X_4 terhadap Y

Kurva hubungan variabel RLS (X_4) terhadap TPT (Y) dapat diilustrasikan dalam pola yang disajikan pada gambar berikut:

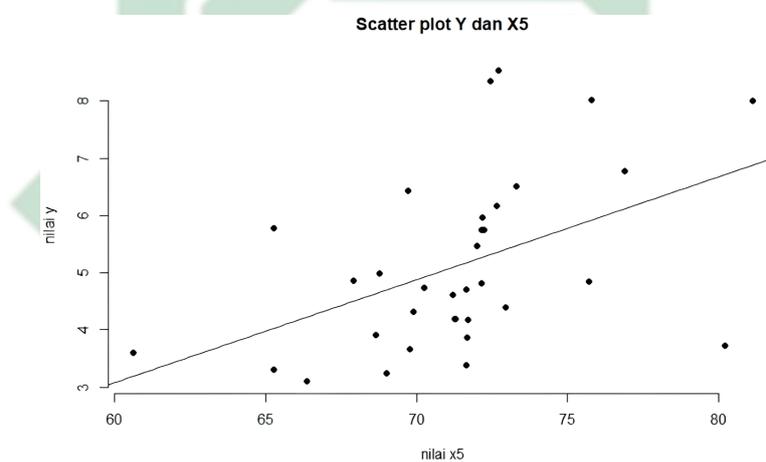


Gambar 4.4 Scatterplot Hubungan RLS terhadap TPT

Gambar 4.4 menunjukkan plot data pola hubungan antara variabel yang berkaitan yaitu RLS (X_4) dan TPT (Y). Terlihat bahwa bentuk plot cenderung menunjukkan membentuk pola hubungan tertentu sehingga variabel X_4 terhadap Y menggunakan pendekatan komponen parametrik disimbolkan dengan x_2 .

4.2.5. Scatterplot Hubungan Varibel X_5 terhadap Y

Kurva hubungan variabel IPM (X_5) terhadap TPT (Y) dapat diilustrasikan dalam pola yang disajikan pada gambar berikut:

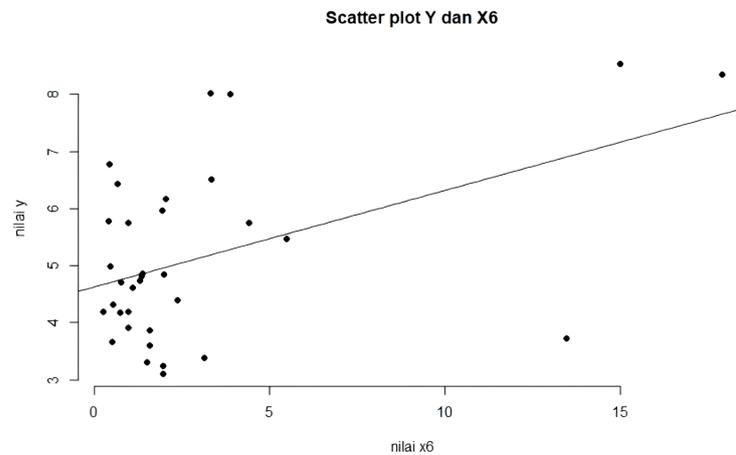


Gambar 4.5 Scatterplot Hubungan IPM terhadap TPT

Gambar 4.5 menunjukkan plot data pola hubungan antara variabel yang berkaitan yaitu IPM (X_5) dan TPT (Y). Terlihat bahwa bentuk plot cenderung menunjukkan membentuk pola hubungan tertentu sehingga variabel X_5 terhadap Y menggunakan pendekatan komponen parametrik disimbolkan dengan x_3 .

4.2.6. Scatterplot Hubungan Varibel X_6 terhadap Y

Kurva hubungan variabel jumlah penduduk (X_6) terhadap TPT (Y) dapat diilustrasikan dalam pola yang disajikan pada gambar berikut:



Gambar 4.6 Scatterplot Hubungan Jumlah Penduduk terhadap TPT

Gambar 4.6 menunjukkan plot data pola hubungan antara variabel yang berkaitan yaitu jumlah penduduk (X_6) dan TPT (Y). Terlihat bahwa bentuk plot hubungan antara kedua variabel tidak menunjukkan adanya pola tertentu sehingga variabel X_6 terhadap Y menggunakan pendekatan komponen nonparametrik disimbolkan dengan t_3 .

Berdasarkan pemaparan di atas dapat disimpulkan bahwa diperoleh komponen parametrik yaitu pada variabel TPAK, RLS dan IPM. Sedangkan komponen nonparametrik diperoleh pada variabel PDRB, UMR dan jumlah penduduk. Berikut daftar komponen parametrik dan nonparametrik dalam penelitian ini:

Tabel 4.2 Komponen Parametrik dan Nonparametrik

| Variabel | Komponen | Keterangan |
|----------|---------------|---|
| x_1 | Parametrik | Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) |
| x_2 | Parametrik | Rata-rata Lama Sekolah (RLS) |
| x_3 | Parametrik | Indeks Pembangunan Manusia (IPM) |
| t_1 | Nonparametrik | Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) |

| | | |
|-------|---------------|-----------------------------|
| t_2 | Nonparametrik | Upah Minimum Regional (UMR) |
| t_3 | Nonparametrik | Jumlah Penduduk |

4.3. Contoh Perhitungan Manual

Penelitian ini menggunakan metode Regresi Semiparametrik B-Spline untuk mengkaji Tingkat Pengangguran Terbuka (y) di Indonesia. Objek observasi dilakukan di 34 Provinsi di Indonesia, dengan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (x_1), Rata-rata Lama Sekolah (x_2), Indeks Pembangunan Manusia (x_3), Produk Domestik Regional Bruto (t_1), Upah Minimum Regional (t_2) dan jumlah penduduk (t_3) sebagai variabel prediktor. Informasi di bawah ini mencakup data tahun 2021 untuk variabel y dan x ,

Tabel 4.3 Variabel Penelitian

| Provinsi | y | x_1 | x_2 | x_3 | t_1 | t_2 | t_3 |
|---------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Aceh | 5.97 | 63.77 | 9.77 | 72.18 | 1.09 | 3.41 | 1.95 |
| Sumatera Utara | 5.47 | 69.09 | 9.88 | 72 | 5.07 | 2.71 | 5.47 |
| Sumatera Barat | 6.17 | 67.72 | 9.46 | 72.46 | 1.49 | 2.70 | 2.04 |
| Riau | 4.4 | 65.02 | 9.52 | 72.94 | 4.97 | 3.16 | 2.38 |
| Jambi | 4.7 | 67.17 | 9.03 | 71.63 | 1.37 | 2.90 | 0.77 |
| Sumatera Selatan | 4.74 | 68.76 | 8.78 | 70.24 | 2.89 | 3.38 | 1.31 |
| Bengkulu | 3.39 | 69.75 | 9.26 | 71.64 | 0.46 | 2.41 | 3.13 |
| Lampung | 4.31 | 69.35 | 8.56 | 69.9 | 2.19 | 2.62 | 0.54 |
| Kepulauan Bangka Belitung | 4.18 | 65.88 | 8.54 | 71.69 | 0.50 | 3.51 | 0.74 |
| Jawa Tengah | 5.75 | 69.5 | 8.26 | 72.16 | 8.38 | 1.95 | 4.42 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |

| | | | | | | | |
|-------|-----|-------|------|-------|------|------|------|
| Papua | 3.6 | 78.29 | 7.05 | 60.62 | 1.38 | 3.83 | 1.59 |
|-------|-----|-------|------|-------|------|------|------|

Tabel 4.3 merupakan variabel penelitian yang digunakan, diambil sampel data sebanyak data, yaitu Provinsi Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Kepulauan Bangka Belitung dan Jawa Tengah. Selanjutnya diberikan contoh perhitungan Regresi Semiparametrik B-spline untuk data sampel dengan variabel X menggunakan Produk Domestik Regional Bruto (t_1):

Tabel 4.4 Data Y dan X

| Y | X |
|------|------|
| 5.97 | 1.09 |
| 5.47 | 5.07 |
| 6.17 | 1.49 |
| 4.4 | 4.97 |
| 4.7 | 1.37 |
| 4.74 | 2.89 |
| 3.39 | 0.46 |
| 4.31 | 2.19 |
| 4.18 | 0.50 |
| 5.75 | 8.38 |
| ⋮ | ⋮ |
| 3.6 | 1.39 |

Pada perhitungan manual digunakan data sampel pada Tabel 4.4 dengan permisalan orde 3 ($m = 3$) dan 1 titik knot yang berada pada data 8.38. Sehingga

diperlukan tambahan titik knot sebanyak $2m = 2(3) = 6$, yaitu $k_{-2} = k_{-1} = k_0 = a = 0.26, k_1 = 8.38, k_2 = k_3 = k_4 = b = 17.19$. Berikut bentuk matriks yang didapatkan dengan ukuran $n \times (m + k) = 34 \times (3 + 1) = 34 \times 4$,

$$B(x) = \begin{bmatrix} B_{-2,3}(1) & B_{-1,3}(1) & B_{0,3}(1) & B_{1,3}(1) \\ B_{-2,3}(2) & B_{-1,3}(2) & B_{0,3}(2) & B_{1,3}(2) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ B_{-2,3}(34) & B_{-1,3}(34) & B_{0,3}(34) & B_{1,3}(34) \end{bmatrix}$$

Selanjutnya menentukan nilai dari masing-masing fungsi basis atau tiap elemen pada matriks $B(x)$.

1. Akan ditentukan $B_{-2,3}(x)$

$$\begin{aligned} B_{-2,3}(x) &= \frac{x - k_{-2}}{k_{-2+3-1} - k_{-2}} B_{-2,3-1}(x) + \frac{k_{-2+3} - x}{k_{-2+3} - k_{-2+1}} B_{-2+1,3-1}(x) \\ &= \frac{x - k_{-2}}{k_0 - k_{-2}} B_{-2,2}(x) + \frac{k_1 - x}{k_1 - k_{-1}} B_{-1,2}(x) \\ &= \frac{x - 0.26}{0.26 - 0.26} B_{-2,2}(x) + \frac{8.38 - x}{8.38 - 0.26} B_{-1,2}(x) \end{aligned}$$

Nilai $k_{-2} = k_0 = 0.26$ sesuai dengan sifat *local support* sehingga $B_{-2,2}(x) =$

0. Selanjutnya menentukan nilai $B_{-1,2}(x)$,

$$\begin{aligned} B_{-1,2}(x) &= \frac{x - k_{-1}}{k_{-1+2-1} - k_{-1}} B_{-1,2-1}(x) + \frac{k_{-1+2} - x}{k_{-1+2} - k_{-1+1}} B_{-1+1,2-1}(x) \\ &= \frac{x - k_{-1}}{k_0 - k_{-1}} B_{-1,1}(x) + \frac{k_1 - x}{k_1 - k_0} B_{0,1}(x) \end{aligned}$$

Nilai $k_{-1} = k_0 = 0.26$ sesuai dengan sifat *local support* sehingga $B_{-1,1}(x) =$

0. Sedangkan nilai $B_{0,1}$ digunakan aturan $B_{j,1}(x) = \begin{cases} 1, & x \in [k_j, k_{j+1}) \\ 0, & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases}$.

Karena $k_1 = 8.38$ dan $k_0 = 0.26$ maka $B_{0,1}(x) = \begin{cases} 1, & 0.26 \leq x < 8.38 \\ 0, & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases}$.

Diperoleh $B_{-1,2}(x)$ sebagai berikut,

$$B_{-1,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-0.26}{0.26-0.26}(0) + \frac{8.38-x}{8.38-0.26}(1), & 0.26 \leq x < 8.38 \\ \frac{x-0.26}{0.26-0.26}(0) + \frac{8.38-x}{8.38-0.26}(0), & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases}$$

$$= \begin{cases} \frac{8.38-x}{8.12}, & 0.26 \leq x < 8.38 \\ 0, & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases}$$

Maka untuk menentukan fungsi basis $B_{-2,3}(x)$ yaitu sebagai berikut,

$$B_{-2,3}(x) = \frac{x-0.26}{0.26-0.26}B_{-2,2}(x) + \frac{8.38-x}{8.38-0.26}B_{-1,2}(x)$$

$$= \begin{cases} \frac{x-0.26}{0.26-0.26}(0) + \frac{8.38-x}{8.12} \left(\frac{8.38-x}{8.12} \right), & 0.26 \leq x < 8.38 \\ \frac{x-0.26}{0.26-0.26}(0) + \frac{8.38-x}{8.12}(0), & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases}$$

$$= \begin{cases} \left(\frac{8.38-x}{8.12} \right)^2, & 0.26 \leq x < 8.38 \\ 0 & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases}$$

Sehingga didapatkan nilai $B_{-2,3}(x)$ dari setiap $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{34}$ sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
B_{-2,3}(1.09) &= \left(\frac{1.37-x}{0.91}\right)^2 = \left(\frac{1.37-1.09}{0.91}\right)^2 = 0.8 & B_{-2,3}(0.46) &= 0.95 \\
B_{-2,3}(5.07) &= 0.16 & B_{-2,3}(2.19) &= 0.58 \\
B_{-2,3}(1.49) &= 0.71 & B_{-2,3}(0.50) &= 0.94 \\
B_{-2,3}(4.97) &= 0.17 & B_{-2,3}(8.38) &= 0 \\
B_{-2,3}(1.37) &= 0.74 & & \vdots \\
B_{-2,3}(2.89) &= 0.45 & B_{-2,3}(1.39) &= 0.74
\end{aligned}$$

2. Akan ditentukan $B_{-1,3}(x)$

$$\begin{aligned}
B_{-1,3}(x) &= \frac{x - k_{-1}}{k_{-1+3-1} - k_{-1}} B_{-1,3-1}(x) + \frac{k_{-1+3} - x}{k_{-1+3} - k_{-1+1}} B_{-1+1,3-1}(x) \\
&= \frac{x - k_{-1}}{k_1 - k_{-1}} B_{-1,2}(x) + \frac{k_2 - x}{k_2 - k_0} B_{0,2}(x) \\
&= \frac{x - 0.26}{8.38 - 0.26} B_{-1,2}(x) + \frac{17.19 - x}{17.19 - 0.26} B_{0,2}(x)
\end{aligned}$$

Karena $B_{-1,2}(x) = \begin{cases} \frac{8.38-x}{8.12}, & 0.26 \leq x < 8.38 \\ 0, & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases}$, maka selanjutnya menentukan nilai $B_{0,2}(x)$,

$$\begin{aligned}
B_{0,2}(x) &= \frac{x - k_0}{k_{0+2-1} - k_0} B_{0,2-1}(x) + \frac{k_{0+2} - x}{k_{0+2} - k_{0+1}} B_{0+1,2-1}(x) \\
&= \frac{x - k_0}{k_1 - k_0} B_{0,1}(x) + \frac{k_2 - x}{k_2 - k_1} B_{1,1}(x) \\
&= \frac{x - 0.26}{8.38 - 0.26} B_{0,1}(x) + \frac{17.19 - x}{17.19 - 8.38} B_{1,1}(x)
\end{aligned}$$

Berdasarkan aturan $B_{j,1}(x) = \begin{cases} 1, & x \in [k_j, k_{j+1}) \\ 0, & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases}$, maka diperoleh

$$B_{0,1}(x) = \begin{cases} 1, & 0.26 \leq x < 8.38 \\ 0, & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases} \quad \text{dan} \quad B_{1,1}(x) = \begin{cases} 1, & 8.38 \leq x < 17.19 \\ 0, & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases}.$$

Sehingga nilai $B_{0,2}(x)$ yang didapatkan:

$$\begin{aligned} B_{0,2}(x) &= \begin{cases} \frac{x-0.26}{8.38-0.26}(1) + \frac{17.19-x}{17.19-8.38}(0), & 0.26 \leq x < 8.38 \\ \frac{x-0.26}{8.38-0.26}(0) + \frac{17.19-x}{17.19-8.38}(1), & 8.38 \leq x < 17.19 \end{cases} \\ &= \begin{cases} \frac{x-0.26}{8.12}, & 0.26 \leq x < 8.38 \\ \frac{17.19-x}{8.81}, & 8.38 \leq x < 17.19 \end{cases} \end{aligned}$$

Sehingga nilai $B_{-1,3}(x)$ yang diperoleh adalah sebagai berikut,

$$\begin{aligned} B_{-1,3}(x) &= \frac{x-0.26}{8.38-0.26}B_{-1,2}(x) + \frac{17.19-x}{17.19-0.26}B_{0,2}(x) \\ &= \begin{cases} \frac{x-0.26}{8.12} \left(\frac{8.38-x}{8.12} \right) + \frac{17.19-x}{8.81} \left(\frac{x-0.26}{8.12} \right), & 0.26 \leq x < 8.38 \\ \frac{x-0.26}{8.12}(0) + \frac{17.19-x}{16.93} \left(\frac{17.19-x}{16.93} \right), & 8.38 \leq x < 17.19 \end{cases} \\ &= \begin{cases} \frac{(x-0.26)(8.38-x)}{65.95} + \frac{(17.19-x)(x-0.26)}{71.55}, & 0.26 \leq x < 8.38 \\ \left(\frac{17.19-x}{16.93} \right)^2, & 8.38 \leq x < 17.19 \end{cases} \end{aligned}$$

Berdasarkan fungsi basis $B_{-1,3}(x)$ yang didapatkan, maka diperoleh nilai dari $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{34}$ adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 B_{-1,3}(1.09) &= \frac{(x - 0.26)(8.38 - x)}{65.95} + \frac{(17.19 - x)(x - 0.26)}{71.55} \\
 &= \frac{(1.09 - 0.26)(8.38 - 1.09)}{65.95} + \frac{(17.19 - 1.09)(1.09 - 0.26)}{71.55} = 0.28
 \end{aligned}$$

$$B_{-1,3}(5.07) = 1.06$$

$$B_{-1,3}(1.49) = 0.39$$

$$B_{-1,3}(4.97) = 1.05$$

$$B_{-1,3}(1.37) = 0.36$$

$$B_{-1,3}(2.89) = 0.74$$

$$B_{-1,3}(0.46) = 0.07$$

$$B_{-1,3}(2.19) = 0.59$$

$$B_{-1,3}(0.50) = 0.09$$

$$B_{-1,3}(8.38) = 0.27$$

⋮

$$B_{-1,3}(1.39) = 0.37$$

3. Akan ditentukan $B_{0,3}(x)$

$$\begin{aligned}
 B_{0,3}(x) &= \frac{x - k_0}{k_{0+3-1} - k_0} B_{0,3-1}(x) + \frac{k_{0+3} - x}{k_{0+3} - k_{0+1}} B_{0+1,3-1}(x) \\
 &= \frac{x - k_0}{k_2 - k_0} B_{0,2}(x) + \frac{k_3 - x}{k_3 - k_1} B_{1,2}(x) \\
 &= \frac{x - 0.26}{17.19 - 0.26} B_{0,2}(x) + \frac{17.19 - x}{17.19 - 8.38} B_{1,2}(x)
 \end{aligned}$$

$$\text{Karena } B_{0,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-0.26}{8.12}, & 0.26 \leq x < 8.38 \\ \frac{17.19-x}{8.81}, & 8.38 \leq x < 17.19 \end{cases}, \text{ maka selanjutnya}$$

menentukan nilai $B_{1,2}(x)$,

$$\begin{aligned} B_{1,2}(x) &= \frac{x - k_1}{k_{1+2-1} - k_1} B_{1,2-1}(x) + \frac{k_{1+2} - x}{k_{1+2} - k_{1+1}} B_{1+1,2-1}(x) \\ &= \frac{x - k_1}{k_2 - k_1} B_{1,1}(x) + \frac{k_3 - x}{k_3 - k_2} B_{2,1}(x) \\ &= \frac{x - 8.38}{17.19 - 8.38} B_{1,1}(x) + \frac{17.19 - x}{17.19 - 17.19} B_{2,1}(x) \end{aligned}$$

Karena $B_{1,1}(x) = \begin{cases} 1, & 8.38 \leq x < 17.19 \\ 0, & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases}$ dan $k_2 = k_3 = 17.19$ sesuai

dengan sifat *support local* maka $B_{2,1} = 0$. Sehingga didapatkan $B_{1,2}(x)$ sebagai berikut,

$$\begin{aligned} B_{1,2}(x) &= \begin{cases} \frac{x-8.38}{8.81}(1) + \frac{17.19-x}{17.19-17.19}(0), & 8.38 \leq x < 17.19 \\ \frac{x-8.38}{8.81}(0) + \frac{17.19-x}{17.19-17.19}(0), & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases} \\ &= \begin{cases} \frac{x-8.38}{8.81}, & 8.38 \leq x < 17.19 \\ 0, & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases} \end{aligned}$$

Sehingga nilai $B_{0,3}(x)$ yang diperoleh adalah sebagai berikut,

$$\begin{aligned} B_{0,3}(x) &= \frac{x - 0.26}{17.19 - 0.26} B_{0,2}(x) + \frac{17.19 - x}{17.19 - 8.38} B_{1,2}(x) \\ &= \begin{cases} \frac{x-0.26}{8.81} \left(\frac{x-0.26}{8.12} \right) + \frac{17.19-x}{8.81}(0), & 0.26 \leq x < 8.81 \\ \frac{x-0.26}{16.93} \left(\frac{17.19-x}{8.81} \right) + \frac{17.19-x}{8.81} \left(\frac{x-8.38}{8.81} \right), & 8.38 \leq x < 17.19 \end{cases} \\ &= \begin{cases} \frac{(x-0.26)^2}{71.55}, & 0.26 \leq x < 8.38 \\ \frac{(x-0.26)(17.19-x)}{149.18} + \frac{(17.19-x)(x-8.38)}{77.62}, & 8.38 \leq x < 17.19 \end{cases} \end{aligned}$$

Berdasarkan fungsi basis $B_{0,3}(x)$ yang didapatkan, maka diperoleh nilai dari

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_{34}$ adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 B_{0,3}(1.09) &= \frac{(x - 0.26)^2}{71.55} = \frac{(1.09 - 0.26)^2}{71.55} = 0.01 & B_{0,3}(0.46) &= 0.0006 \\
 B_{0,3}(5.07) &= 0.32 & B_{0,3}(2.19) &= 0.05 \\
 B_{0,3}(1.49) &= 0.02 & B_{0,3}(0.50) &= 0.0008 \\
 B_{0,3}(4.97) &= 0.31 & B_{0,3}(8.38) &= 0.48 \\
 B_{0,3}(1.37) &= 0.02 & & \vdots \\
 B_{0,3}(2.89) &= 0.96 & B_{0,3}(1.39) &= 0.02
 \end{aligned}$$

4. Akan ditentukan $B_{1,3}(x)$

$$\begin{aligned}
 B_{1,3}(x) &= \frac{x - k_1}{k_{1+3-1} - k_1} B_{1,3-1}(x) + \frac{k_{1+3} - x}{k_{1+3} - k_{1+1}} B_{1+1,3-1}(x) \\
 &= \frac{x - k_1}{k_3 - k_1} B_{1,2}(x) + \frac{k_3 - x}{k_4 - k_2} B_{2,2}(x) \\
 &= \frac{x - 8.38}{17.19 - 8.38} B_{1,2}(x) + \frac{17.19 - x}{17.19 - 17.19} B_{2,2}(x)
 \end{aligned}$$

$$\text{Karena } B_{1,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-8.38}{8.81}, & 8.38 \leq x < 17.19 \\ 0, & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases} \quad \text{dan } k_2 = k_4 = 17.19 \text{ sesuai}$$

dengan sifat *local support* maka $B_{2,2}(x) = 0$. Sehingga nilai $B_{1,3}(x)$ dapat ditentukan sebagai berikut,

$$\begin{aligned}
 B_{1,3}(x) &= \frac{x - 8.38}{17.19 - 8.38} B_{1,2}(x) + \frac{17.19 - x}{17.19 - 17.19} B_{2,2}(x) \\
 &= \begin{cases} \frac{x-8.38}{8.81} \left(\frac{x-8.38}{8.81} \right) + \frac{8.38-x}{8.12} (0), & 8.38 \leq x < 17.19 \\ \frac{x-8.38}{8.81} (0) + \frac{8.38-x}{8.12} (0), & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases} \\
 &= \begin{cases} \left(\frac{x-8.38}{8.81} \right)^2, & 8.38 \leq x < 17.19 \\ 0 & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases}
 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai $B_{1,3}(x)$ dari setiap $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{34}$ sebagai berikut:

$$\begin{array}{ll}
 B_{1,3}(1.09) = 0 & B_{1,3}(0.46) = 0 \\
 B_{1,3}(5.07) = 0 & B_{1,3}(2.19) = 0 \\
 B_{1,3}(1.49) = 0 & B_{1,3}(0.50) = 0 \\
 B_{1,3}(4.97) = 0 & B_{1,3}(8.38) = 0 \\
 B_{1,3}(1.37) = 0 & \vdots \\
 B_{1,3}(2.89) = 0 & B_{1,3}(1.39) = 0
 \end{array}$$

Setelah didapatkan seluruh nilai fungsi basis pada matriks sehingga diperoleh matriks B_λ sebagai berikut,

$$B_\lambda = \begin{bmatrix} 0.8 & 0.28 & 0.01 & 0 \\ 0.16 & 1.06 & 0.32 & 0 \\ 0.71 & 0.39 & 0.02 & 0 \\ 0.17 & 1.05 & 0.31 & 0 \\ 0.74 & 0.36 & 0.02 & 0 \\ 0.45 & 0.74 & 0.96 & 0 \\ 0.95 & 0.07 & 0.0006 & 0 \\ 0.58 & 0.59 & 0.05 & 0 \\ 0.94 & 0.09 & 0.0008 & 0 \\ 0 & 0.27 & 0.48 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0.74 & 0.37 & 0.02 & 0 \end{bmatrix}_{34 \times 4}$$

Selanjutnya menentukan $\hat{\beta}$ dengan tahapan sebagai berikut :

$$(B_{\lambda}^T B_{\lambda})^{-1} = \begin{bmatrix} 0.756 & -0.059 & -0.003 & 0.002 \\ -0.059 & 0.202 & -0.026 & 0.003 \\ -0.003 & -0.026 & 0.064 & -0.018 \\ 0.002 & 0.003 & -0.018 & 0.770 \end{bmatrix}$$

$$B_{\lambda}^T Y = \begin{bmatrix} 103.82 \\ 61.42 \\ 50.49 \\ 12.36 \end{bmatrix}$$

$$(B_{\lambda}^T B_{\lambda})^{-1} B_{\lambda}^T Y = \begin{bmatrix} 4.0473 \\ 4.8876 \\ 1.0457 \\ 9.2398 \end{bmatrix}$$

Sehingga model regresi B-spline yang terbentuk adalah sebagai berikut:

$$\hat{y} = 4.0473B_{-2,3}(x) + 4.8876B_{-1,3}(x) + 1.0457B_{0,3}(x) + 9.2398B_{1,3}(x)$$

4.4. Pemilihan Titik Knot Optimal

Pemilihan titik knot optimal perlu dilakukan untuk mendapatkan estimasi model B-Spline terbaik. Model B-spline terbaik diperoleh dengan menentukan posisi dan jumlah titik knot dalam beberapa orde. Pada penelitian ini digunakan orde 2 dan 3 dengan beberapa titik knot. Tolak ukur pencarian titik knot optimal diperoleh dari nilai GCV minimum. Berikut merupakan beberapa titik knot dan nilai GCV hasil perhitungan menggunakan *RStudio*.

4.4.1. Regresi Semiparametrik B-spline dengan 1 Titik Knot

Nilai GCV dengan kombinasi orde 2 dan 3 dan jumlah titik knot pada masing-masing variabel t_1 , t_2 dan t_3 adalah 1 disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Orde, Titik Knot dan Nilai GCV

| Orde | | | t_1 | t_2 | t_3 | GCV |
|----------|----------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| t_1 | t_2 | t_3 | Knot 1 | Knot 1 | Knot 1 | |
| 2 | 2 | 2 | 1.627157 | 2.815716 | 5.959672 | 1.611237 |
| 2 | 2 | 3 | 1.627157 | 2.815716 | 5.959672 | 1.698961 |
| 2 | 3 | 2 | 1.627157 | 1.984348 | 5.959672 | 1.646993 |
| 2 | 3 | 3 | 1.627157 | 1.984348 | 5.959672 | 1.750107 |
| 3 | 2 | 2 | 5.73189 | 2.69255 | 5.959672 | 1.731608 |
| 3 | 2 | 3 | 5.73189 | 2.69255 | 5.959672 | 1.830035 |
| 3 | 3 | 2 | 4.876738 | 1.984348 | 5.959672 | 1.630406 |
| 3 | 3 | 3 | 4.534676 | 1.984348 | 5.959672 | 1.734317 |

Berdasarkan Tabel 4.5, nilai GCV minimum yang diperoleh adalah sebesar 1.611237. Titik knot yang terbentuk pada variabel t_1 bernilai 1.627157 dengan orde 2, titik knot yang terbentuk pada variabel t_2 bernilai 2.815716 dengan orde 2 dan titik knot yang terbentuk pada variabel t_3 bernilai 5.959672 dengan juga orde 2.

4.4.2. Regresi Semiparametrik B-spline dengan t_1 Sebanyak 1 Titik Knot, t_2 Sebanyak 1 Titik Knot dan t_3 Sebanyak 2 Titik Knot

Nilai GCV dengan kombinasi orde 2 dan 3 dan jumlah titik knot 1 pada variabel t_1 , 1 pada variabel t_2 dan 2 pada variabel t_3 disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Orde, Titik Knot dan Nilai GCV

| Orde | | | t_1 | t_2 | t_3 | | GCV |
|----------|----------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| t_1 | t_2 | t_3 | Knot 1 | Knot 1 | Knot 1 | Knot 2 | |
| 2 | 2 | 2 | 1.627157 | 2.815716 | 3.110756 | 3.288813 | 1.369934 |
| 2 | 2 | 3 | 1.627157 | 2.815716 | 3.288813 | 3.466871 | 1.416185 |
| 2 | 3 | 2 | 5.047768 | 2.353845 | 3.110756 | 3.288813 | 1.417575 |
| 2 | 3 | 3 | 1.627157 | 2.90809 | 3.288813 | 3.644928 | 1.565914 |
| 3 | 2 | 2 | 0.4299425 | 2.815716 | 3.110756 | 3.288813 | 1.481265 |
| 3 | 2 | 3 | 4.021585 | 2.815716 | 3.288813 | 3.466871 | 1.546365 |
| 3 | 3 | 2 | 4.705707 | 1.984348 | 3.110756 | 3.288813 | 1.463043 |
| 3 | 3 | 3 | 5.389829 | 1.984348 | 3.288813 | 3.644928 | 1.483476 |

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa nilai GCV minimum yang diperoleh adalah sebesar 1.369934. Titik 1.627157 dengan orde 2, titik knot yang terbentuk pada variabel t_2 bernilai 2.815716 dengan orde 2 dan titik knot yang terbentuk pada variabel t_3 bernilai 3.110756 dan 3.288813 dengan orde 2.

4.4.3. Regresi Semiparametrik B-spline dengan t_1 Sebanyak 1 Titik Knot, t_2 Sebanyak 2 Titik Knot dan t_3 Sebanyak 2 Titik Knot

Nilai GCV dengan kombinasi orde 2 dan 3 dan jumlah titik knot 1 pada variabel t_1 , 2 pada variabel t_2 dan 2 pada variabel t_3 ditampilkan pada Tabel 4.7,

Tabel 4.7 Orde, Titik Knot dan Nilai GCV

| Orde | | | t_1 | t_2 | | t_3 | | GCV |
|-------|-------|-------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|
| t_1 | t_2 | t_3 | Knot 1 | Knot 1 | Knot 2 | Knot 1 | Knot 2 | |
| 2 | 2 | 2 | 1.627157 | 2.600176 | 2.69255 | 2.932699 | 3.288813 | 1.419408 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 2 | 2 | 3 | 1.627157 | 2.569385 | 2.69255 | 3.288813 | 3.466871 | 1.353563 |
| 2 | 3 | 2 | 5.218799 | 2.076723 | 2.107514 | 3.110756 | 3.288813 | 1.384818 |
| 2 | 3 | 3 | 1.627157 | 2.01514 | 2.045931 | 3.288813 | 3.466871 | 1.571206 |
| 3 | 2 | 2 | 5.73189 | 2.846507 | 2.877298 | 3.110756 | 3.288813 | 1.504463 |
| 3 | 2 | 3 | 4.363646 | 2.569385 | 2.69255 | 3.288813 | 3.644928 | 1.401482 |
| 3 | 3 | 2 | 4.192615 | 2.045931 | 2.107514 | 3.110756 | 3.288813 | 1.438806 |
| 3 | 3 | 3 | 4.876738 | 1.984348 | 2.01514 | 3.288813 | 3.644928 | 1.58074 |

Berdasarkan Tabel 4.7, nilai GCV minimum yang diperoleh adalah sebesar 1.353563. Titik knot yang terbentuk pada variabel t_1 bernilai 1.627157 dengan orde 2, titik knot yang terbentuk pada variabel t_2 bernilai 2.569385 dan 2.69255 dengan orde 2 dan titik knot yang terbentuk pada variabel t_3 bernilai 3.288831 dan 3.466871 dengan orde 3.

4.4.4. Regresi Semiparametrik B-spline dengan t_1 Sebanyak 1 Titik Knot, t_2 Sebanyak 2 Titik Knot dan t_3 Sebanyak 1 Titik Knot

Nilai GCV dengan kombinasi orde 2 dan 3 dan jumlah titik knot 1 pada variabel t_1 , 2 pada variabel t_2 dan 1 pada variabel t_3 disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Orde, Titik Knot dan Nilai GCV

| Orde | | | t_1 | t_2 | | t_3 | GCV |
|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|
| t_1 | t_2 | t_3 | Knot 1 | Knot 1 | Knot 2 | Knot 1 | |
| 2 | 2 | 2 | 1.627157 | 1.984348 | 2.045931 | 1.508241 | 1.553961 |
| 2 | 2 | 3 | 1.627157 | 1.984348 | 2.045931 | 1.686298 | 1.676 |
| 2 | 3 | 2 | 5.73189 | 2.01514 | 2.138305 | 1.508204 | 1.582602 |
| 2 | 3 | 3 | 5.218799 | 2.045931 | 2.107514 | 2.042413 | 1.698255 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---------|----------|----------|----------|----------|
| 3 | 2 | 2 | 5.73189 | 2.846507 | 2.877289 | 1.508241 | 1.641934 |
| 3 | 2 | 3 | 5.73189 | 2.846507 | 2.877289 | 1.686298 | 1.786314 |
| 3 | 3 | 2 | 2.65334 | 2.01514 | 2.107514 | 1.330184 | 1.598178 |
| 3 | 3 | 3 | 2.65334 | 2.045931 | 2.076723 | 1.864356 | 1.734401 |

Berdasarkan Tabel 4.8, nilai GCV minimum yang diperoleh adalah sebesar 1.553961. Titik knot yang terbentuk pada variabel t_1 bernilai 1.627157 dengan orde 2, titik knot yang terbentuk pada variabel t_2 bernilai 1.984348 dan 2.045931 dengan orde 2 dan titik knot yang terbentuk pada variabel t_3 bernilai 1.508241 dengan orde 2.

4.4.5. Regresi Semiparametrik B-spline dengan t_1 Sebanyak 2 Titik Knot, t_2 Sebanyak 2 Titik Knot dan t_3 Sebanyak 1 Titik Knot

Nilai GCV dengan kombinasi orde 2 dan 3 dan jumlah titik knot 2 pada variabel t_1 , 2 pada variabel t_2 dan 1 pada variabel t_3 disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Orde, Titik Knot dan Nilai GCV

| Orde | | | t_1 | | t_2 | | t_3 | GCV |
|----------|----------|----------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| t_1 | t_2 | t_3 | Knot 1 | Knot 2 | Knot 1 | Knot 2 | Knot 1 | |
| 2 | 2 | 2 | 5.389829 | 5.73189 | 2.846507 | 2.877298 | 1.686298 | 1.550918 |
| 2 | 2 | 3 | 4.192615 | 4.876738 | 1.984348 | 2.754133 | 5.959672 | 1.681096 |
| 2 | 3 | 2 | 4.705707 | 4.876738 | 2.01514 | 2.138305 | 1.508204 | 1.520403 |
| 2 | 3 | 3 | 4.192615 | 5.047768 | 2.076723 | 2.138305 | 2.042413 | 1.52938 |
| 3 | 2 | 2 | 5.047768 | 5.218799 | 2.846507 | 2.877289 | 1.330184 | 1.571174 |
| 3 | 2 | 3 | 5.047768 | 5.389829 | 2.846507 | 2.877289 | 1.864356 | 1.634348 |
| 3 | 3 | 2 | 1.627157 | 1.798187 | 2.01514 | 2.107514 | 1.330184 | 1.689668 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| 3 | 3 | 3 | 5.56086 | 5.73189 | 2.076723 | 2.107514 | 2.042413 | 1.716105 |
|---|---|---|---------|---------|----------|----------|----------|----------|

Berdasarkan Tabel 4.9, nilai GCV minimum yang diperoleh adalah sebesar 1.520403. Titik knot yang terbentuk pada variabel t_1 bernilai 4.705707 dan 4.876738 dengan orde 2, titik knot yang terbentuk pada variabel t_2 bernilai 2.01514 dan 2.138305 dengan orde 3 dan titik knot yang terbentuk pada variabel t_3 bernilai 1.508204 dengan orde 2.

4.4.6. Regresi Semiparametrik B-spline dengan t_1 Sebanyak 2 Titik Knot, t_2 Sebanyak 1 Titik Knot dan t_3 Sebanyak 1 Titik Knot

Nilai GCV dengan kombinasi orde 2 dan 3 dan jumlah titik knot 2 pada variabel t_1 , 1 pada variabel t_2 dan 1 pada variabel t_3 disajikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Orde, Titik Knot dan Nilai GCV

| Orde | | | t_1 | | t_2 | t_3 | GCV |
|----------|----------|----------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| t_1 | t_2 | t_3 | Knot 1 | Knot 2 | Knot 1 | Knot 1 | |
| 2 | 2 | 2 | 5.389829 | 5.56086 | 2.076723 | 1.508241 | 1.524578 |
| 2 | 2 | 3 | 5.389829 | 5.73189 | 2.076723 | 1.864356 | 1.64928 |
| 2 | 3 | 2 | 4.705707 | 4.876738 | 1.984348 | 4.891329 | 1.564056 |
| 2 | 3 | 3 | 4.192615 | 4.534676 | 1.984348 | 1.686298 | 1.654149 |
| 3 | 2 | 2 | 4.876738 | 5.047768 | 1.984348 | 1.152127 | 1.656344 |
| 3 | 2 | 3 | 5.047768 | 5.218799 | 2.69255 | 1.864356 | 1.574177 |
| 3 | 3 | 2 | 1.627157 | 1.798187 | 1.984348 | 1.330184 | 1.699423 |
| 3 | 3 | 3 | 5.047768 | 5.218799 | 2.230679 | 1.864356 | 1.754404 |

Berdasarkan Tabel 4.10, nilai GCV minimum yang diperoleh adalah sebesar 1.524578. Titik knot yang terbentuk pada variabel t_1 bernilai 5.389829 dan 5.56086

dengan orde 2, titik knot yang terbentuk pada variabel t_2 bernilai 2.076723 dengan orde 2 dan titik knot yang terbentuk pada variabel t_3 bernilai 1.508241 dengan orde 2.

4.4.7. Regresi Semiparametrik B-spline dengan t_1 Sebanyak 2 Titik Knot, t_2 Sebanyak 1 Titik Knot dan t_3 Sebanyak 2 Titik Knot

Nilai GCV dengan kombinasi orde 2 dan 3 dan jumlah titik knot 2 pada variabel t_1 , 1 pada variabel t_2 dan 2 pada variabel t_3 disajikan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Orde, Titik Knot dan Nilai GCV

| Orde | | | t_1 | | t_2 | t_3 | | GCV |
|----------|----------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| t_1 | t_2 | t_3 | Knot 1 | Knot 2 | Knot 1 | Knot 1 | Knot 2 | |
| 2 | 2 | 2 | 4.876738 | 5.047768 | 2.815716 | 3.110756 | 3.288831 | 1.256397 |
| 2 | 2 | 3 | 4.363646 | 4.876738 | 2.815716 | 3.288813 | 4.357157 | 1.316901 |
| 2 | 3 | 2 | 4.876738 | 5.047768 | 2.846507 | 3.110756 | 3.288813 | 1.269403 |
| 2 | 3 | 3 | 4.705707 | 5.73189 | 1.984348 | 3.644928 | 4.891329 | 1.361229 |
| 3 | 2 | 2 | 5.047768 | 5.218799 | 2.169097 | 3.110756 | 3.288813 | 1.377771 |
| 3 | 2 | 3 | 5.047768 | 5.218799 | 2.138305 | 0.4398978 | 1.686298 | 1.535738 |
| 3 | 3 | 2 | 5.047768 | 5.218799 | 2.261471 | 3.110756 | 3.288813 | 1.488216 |
| 3 | 3 | 3 | 4.021585 | 4.192615 | 1.984348 | 3.466871 | 3.644928 | 1.548368 |

Berdasarkan Tabel 4.11, nilai GCV minimum yang diperoleh adalah sebesar 1.256397. Titik knot yang terbentuk pada variabel t_1 bernilai 4.876738 dan 5.047768 dengan orde 2, titik knot yang terbentuk pada variabel t_2 bernilai 2.815716 dengan orde 2 dan titik knot yang terbentuk pada variabel t_3 bernilai 3.110756 dan 3.288813 dengan orde 2.

4.4.8. Regresi Semiparametrik B-spline dengan 2 Titik Knot

Nilai GCV dengan kombinasi orde 2 dan 3 dan jumlah titik knot pada masing-masing variabel t_1 , t_2 dan t_3 adalah 2 disajikan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Orde, Titik Knot dan Nilai GCV

| Orde | | | t_1 | | t_2 | | t_3 | | GCV |
|----------|----------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| t_1 | t_2 | t_3 | Knot 1 | Knot 2 | Knot 1 | Knot 2 | Knot 1 | Knot 2 | |
| 2 | 2 | 2 | 4.876738 | 5.047768 | 2.600176 | 2.69255 | 3.110756 | 3.288831 | 1.277935 |
| 2 | 2 | 3 | 4.021585 | 5.047768 | 2.569385 | 2.69255 | 3.466871 | 3.644928 | 1.185372 |
| 2 | 3 | 2 | 4.876738 | 5.047768 | 2.107514 | 2.138305 | 3.110756 | 3.288813 | 1.155563 |
| 2 | 3 | 3 | 4.534676 | 5.218799 | 2.69255 | 2.723342 | 3.466871 | 4.357157 | 1.40542 |
| 3 | 2 | 2 | 5.56086 | 5.73189 | 2.846507 | 2.877298 | 3.110756 | 3.288813 | 1.370106 |
| 3 | 2 | 3 | 5.047768 | 5.218799 | 2.569385 | 2.69255 | 3.288813 | 3.644928 | 1.481847 |
| 3 | 3 | 2 | 5.218799 | 5.389829 | 2.076723 | 2.107514 | 3.110736 | 3.288813 | 1.479591 |
| 3 | 3 | 3 | 4.021585 | 4.192615 | 1.984348 | 2.569385 | 3.288813 | 5.069386 | 1.614151 |

Berdasarkan Tabel 4.12, nilai GCV minimum yang diperoleh adalah sebesar 1.155563. Titik knot yang terbentuk pada variabel t_1 bernilai 4.876738 dan 5.047768 dengan orde 2, titik knot yang terbentuk pada variabel t_2 bernilai 4.876738 dan 2.138305 dengan orde 3 dan titik knot yang terbentuk pada variabel t_3 bernilai 3.110756 dan 3.288813 dengan orde 2.

Berdasarkan nilai GCV dan titik knot yang telah diperoleh maka dapat mengevaluasi model mana yang paling baik digunakan atau paling cocok untuk memodelkan Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia menggunakan metode Regresi Semiparametrik B-spline dengan 1 titik knot, 2 titik knot dan kombinasi knot. Perbandingan nilai GCV untuk model 1 titik knot, 2 titik knot dan kombinasi

knot ditampilkan pada Tabel berikut:

Tabel 4.13 Orde, Titik Knot dan Nilai GCV

| Orde | | | Titik Knot | | | GCV |
|----------|----------|----------|------------|----------|----------|-----------------|
| t_1 | t_2 | t_3 | t_1 | t_2 | t_3 | |
| 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1.611237 |
| 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1.369934 |
| 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1.353563 |
| 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1.553961 |
| 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1.520403 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1.524578 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1.256397 |
| 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1.155563 |

Berdasarkan Tabel 4.13, model dengan 2 titik knot pada masing-masing variabel t_1 , t_2 , dan t_3 memiliki nilai GCV paling rendah dengan nilai sebesar 1.155563. Oleh karena itu, model regresi B-spline yang digunakan untuk mensimulasikan kasus Tingkat Pengangguran Terbuka menggabungkan tiga titik knot untuk variabel t_1 sebanyak 2 titik knot dengan orde 2, variabel t_2 sebanyak 2 titik knot dengan orde 3 dan juga sebanyak 2 titik knot untuk variabel t_3 dengan orde 2.

4.5. Model B-spline Terbaik

Model Regresi Semiparametrik B-spline digunakan setelah mengetahui pola hubungan antara variabel respon, khususnya Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia, dengan variabel prediktor yang mempengaruhinya. Pemilihan model terbaik didasarkan pada pemilihan knot terbaik. Pemodelan regresi semiparametrik

dipilih dengan nilai GCV terendah. Estimasi model B-spline variabel X_1 hingga X_6 dengan orde pada setiap komponen nonparametrik 2, 3, 2 dan jumlah 2 titik knot pada setiap variabel komponen nonparametrik dapat ditulis dalam persamaan berikut:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \gamma_{11} B_{-1,2}(t_1) + \gamma_{12} B_{0,2}(t_1) + \gamma_{13} B_{1,2}(t_1) + \gamma_{14} B_{2,2}(t_1) + \gamma_{21} B_{-2,3}(t_2) + \gamma_{22} B_{-1,3}(t_2) + \gamma_{23} B_{0,3}(t_2) + \gamma_{24} B_{1,3}(t_2) + \gamma_{25} B_{2,3}(t_2) + \gamma_{31} B_{-1,2}(t_3) + \gamma_{32} B_{0,2}(t_3) + \gamma_{33} B_{1,2}(t_3) + \gamma_{34} B_{2,2}(t_3)$$

Menggunakan metode OLS, maka diperoleh estimasi parameter model sebagai berikut.

Tabel 4.14 Estimasi Parameter

| Variabel | Parameter | Estimasi Parameter |
|----------|---------------|--------------------|
| - | β_0 | -2.3463342 |
| x_1 | β_1 | 0.7546453 |
| x_2 | β_2 | -2.8777712 |
| x_3 | β_3 | 15.8516631 |
| t_1 | γ_{11} | -5.5585039 |
| | γ_{12} | -1.6462428 |
| | γ_{13} | -3.2043241 |
| | γ_{14} | 0 |
| t_2 | γ_{21} | 2.58075 |
| | γ_{22} | 4.1804599 |
| | γ_{23} | 0.5554164 |
| | γ_{24} | -0.4033071 |

| | | |
|-------|---------------|------------|
| | γ_{25} | 0 |
| | γ_{31} | -0.7047039 |
| t_3 | γ_{32} | 4.5803165 |
| | γ_{33} | 2.0889877 |
| | γ_{34} | 0 |

Berdasarkan Tabel 4.14, maka didapatkan model terbaik B-spline sebagai berikut:

$$y_i = 2.3463342 + 0.7546453x_1 - 2.8777712x_2 + 15.8516631x_3 - 5.5585039B_{-1,2}(t_1) - 1.6462428B_{0,2}(t_1) - 3.2043241B_{1,2}(t_1) + 2.58075B_{-2,3}(t_2) + 4.1804599B_{-1,3}(t_2) + 0.5554164B_{0,3}(t_2) - 0.4033071B_{1,3}(t_2) - 0.7047039B_{-1,2}(t_3) + 4.5803165B_{0,2}(t_3) + 2.0889877B_{1,2}(t_3)$$

Dengan fungsi B-spline sebagai berikut:

$$B_{j,1}(t) = \begin{cases} 1, & \text{jika } k_j \leq t < k_{j+1} \\ 0, & \text{untuk } t \text{ lainnya} \end{cases}$$

1. Diperoleh $k_{-1} = k_0 = 0.26$ dan $k_1 = 4.88$ sehingga didapatkan nilai:

$$B_{-1,2}(t_1) = \begin{cases} \frac{4.88-t_1}{4.62}, & 0.26 \leq t_1 < 4.88 \\ 0, & \text{untuk } t \text{ lainnya} \end{cases}$$

2. Diperoleh $k_{-1} = 4.88$ dan $k_2 = 5.05$ sehingga didapatkan nilai:

$$B_{0,2}(t_1) = \begin{cases} \frac{t_1 - 0.26}{4.62}, & 0.26 \leq t_1 < 4.88 \\ \frac{5.05 - t_1}{0.17}, & 4.88 \leq t_1 < 5.05 \\ 0, & \text{untuk } t \text{ lainnya} \end{cases}$$

3. Diperoleh $k_2 = 5.05$ dan $k_2 = 17.19$ sehingga didapatkan nilai:

$$B_{1,2}(t_1) = \begin{cases} \frac{t_1 - 5.05}{12.14}, & 4.88 \leq t_1 < 17.19 \\ 0, & \text{untuk } t \text{ lainnya} \end{cases}$$

4. Diperoleh $k_{-1} = k_0 = 1.96$ dan $k_1 = 2.11$ sehingga didapatkan nilai:

$$B_{-2,3}(t_2) = \begin{cases} \frac{2.11 - t_2}{0.15}, & 1.96 \leq t_2 < 2.11 \\ 0, & \text{untuk } t \text{ lainnya} \end{cases}$$

5. Diperoleh $k_1 = 2.11$ dan $k_2 = 2.14$ sehingga didapatkan nilai:

$$B_{-1,3}(t_2) = \begin{cases} \frac{(t_2 - 1.96)(2.11 - t_2)}{0.0225} + \frac{(2.14 - t_2)(t_2 - 1.96)}{4.5154}, & 1.96 \leq t_2 < 2.11 \\ \left(\frac{2.14 - t_2}{0.18}\right)^2, & 2.11 \leq t_2 < 2.14 \\ 0, & \text{untuk } t \text{ lainnya} \end{cases}$$

6. Diperoleh $k_2 = 2.14$ dan $k_3 = 5$ sehingga didapatkan nilai:

$$B_{0,3}(t_2) = \begin{cases} \left(\frac{t_2-1.96}{0.0324}\right)^2, & 1.96 \leq t_2 < 2.11 \\ \frac{(t_2-1.96)(2.11-t_2)}{0.0054} + \frac{(5-t_2)(t_2-2.11)}{0.0867}, & 2.11 \leq t_2 < 5 \\ 0, & \text{untuk } t \text{ lainnya} \end{cases}$$

7. Diperoleh $k_2 = 2.14$ dan $k_3 = k_4 = 5$ sehingga didapatkan nilai:

$$B_{1,3}(t_2) = \begin{cases} \left(\frac{t_2-2.11}{0.0867}\right)^2, & 1.96 \leq t_2 < 2.11 \\ 0, & \text{untuk } t \text{ lainnya} \end{cases}$$

8. Diperoleh $k_{-1} = k_0 = 0.26$ dan $k_1 = 3.11$ sehingga didapatkan nilai:

$$B_{-1,2}(t_3) = \begin{cases} \frac{3.11-t_3}{2.85}, & 0.26 \leq t_3 < 3.11 \\ 0, & \text{untuk } t \text{ lainnya} \end{cases}$$

9. Diperoleh $k_1 = 3.11$ dan $k_2 = 3.29$ sehingga didapatkan nilai:

$$B_{0,2}(t_3) = \begin{cases} \frac{t_3-0.26}{2.85}, & 0.26 \leq t_3 < 3.11 \\ \frac{3.29-t_3}{3.03}, & 3.11 \leq t_3 < 3.29 \\ 0, & \text{untuk } t \text{ lainnya} \end{cases}$$

10. Diperoleh $k_2 = 3.29$ dan $k_3 = 17.89$ sehingga didapatkan nilai:

$$B_{1,2}(t_3) = \begin{cases} \frac{t_3-3.11}{0.18}, & 3.11 \leq t_3 < 3.11 \\ 0, & \text{untuk } t \text{ lainnya} \end{cases}$$

4.6. Uji Signifikasi Parameter

Uji signifikasi parameter digunakan untuk mengetahui apakah variabel-variabel bebas berpengaruh terhadap variabel terikat. Uji signifikasi parameter dilakukan dengan dua tahap, yaitu uji secara serentak dan secara parsial.

4.6.1. Uji Serentak

Pengujian dilakukan secara simultan untuk parameter regresi termasuk semua variabel independen secara bersamaan. Berikut ini adalah hipotesis yang diturunkan dari pengujian parameter secara simultan. Berikut merupakan hasil dari uji serentak:

Tabel 4.15 Tabel ANOVA

| Sumber | df | SS | MS | F_{hitung} | $P - \text{value}$ |
|---------------|-----------|-----------|-----------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Regresi | 6 | 2.184 | 0.436 | 30.05 | 0.000 |
| <i>Error</i> | 29 | 0.407 | 0.014 | | |
| Total | 33 | 2.411 | | | |

Berdasarkan Tabel 4.15 dari hasil pengujian parameter secara bersamaan diperoleh nilai MSE sebesar 0.014. Sedangkan nilai F hitung adalah 30.05 dengan $p\text{-value}$ sebesar 0.000. Dengan tingkat signifikansi (α) sebesar 0.05, dapat diputuskan bahwa uji serentak menolak H_0 karena nilai $p\text{-value}$ kurang dari 0.05. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa setidaknya terdapat satu variabel bebas yang mempengaruhi Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia.

4.6.2. Uji Parsial

Pengujian parsial dilakukan setelah pengujian secara serentak. Uji ini menggunakan uji T untuk mengetahui variabel mana yang signifikan berpengaruh terhadap variabel terikat, yaitu Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia. Berikut merupakan hasil pengujian secara parsial pada setiap parameter variabel bebas.

Tabel 4.16 Uji Parsial

| Variabel | Parameter | <i>P-value</i> | Kesimpulan |
|----------|---------------|----------------|------------------|
| - | β_0 | 0.000 | Signifikan |
| x_1 | β_1 | 0.1074882 | Tidak Signifikan |
| x_2 | β_2 | 0.03218562 | Signifikan |
| x_3 | β_3 | 0.02819526 | Signifikan |
| t_1 | γ_{11} | 1 | Tidak Signifikan |
| | γ_{12} | 1 | Tidak Signifikan |
| | γ_{13} | 0.9200606 | Tidak Signifikan |
| t_2 | γ_{21} | 0.3799596 | Tidak Signifikan |
| | γ_{22} | 0.0000 | Signifikan |
| | γ_{23} | 0.0000 | Signifikan |
| | γ_{24} | 0.0000 | Signifikan |
| t_3 | γ_{31} | 0.0000 | Signifikan |
| | γ_{32} | 0.0000 | Signifikan |
| | γ_{33} | 0.0000 | Signifikan |

Tabel 4.16 menunjukkan variabel-variabel apa saja yang memiliki pengaruh secara signifikan terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia. *P-value*

digunakan untuk menentukan signifikansi pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Taraf signifikansi (α) yang digunakan adalah 0.05 dengan keputusan tolak H_0 atau variabel signifikan ketika p -value kurang dari 0.05. Sebaliknya, gagal tolak H_0 atau variabel tidak signifikan ketika p -value lebih besar dari 0.05. Berdasarkan Tabel 4.17, dari komponen parametrik didapatkan p -value kurang dari 0.05 adalah x_2 (Rata-rata Lama Sekolah) dan x_3 (Indeks Pembangunan Manusia) maka tolak H_0 dengan keputusan x_2 (Rata-rata Lama Sekolah) dan x_3 (Indeks Pembangunan Manusia) berpengaruh secara signifikan terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka. Sedangkan p -value dari x_1 (Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja) bernilai lebih besar dari 0.05 sehingga gagal tolak H_0 dengan keputusan bahwa x_1 (Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja) tidak signifikan berpengaruh terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka. P -value dari komponen nonparametrik yang bernilai kurang dari 0.05 adalah variabel t_2 (Upah Minimum Regional) dan t_3 (Jumlah Penduduk) sehingga tolak H_0 dengan keputusan variabel t_2 (Upah Minimum Regional) dan t_3 (Jumlah Penduduk) berpengaruh secara signifikan terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka. Sementara p -value dari variabel t_1 (Produk Domestik Regional Bruto) bernilai lebih besar dari 0.05 sehingga gagal tolak H_0 dengan keputusan variabel t_1 (Produk Domestik Regional Bruto) tidak signifikan berpengaruh terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka.

4.7. Evaluasi Model

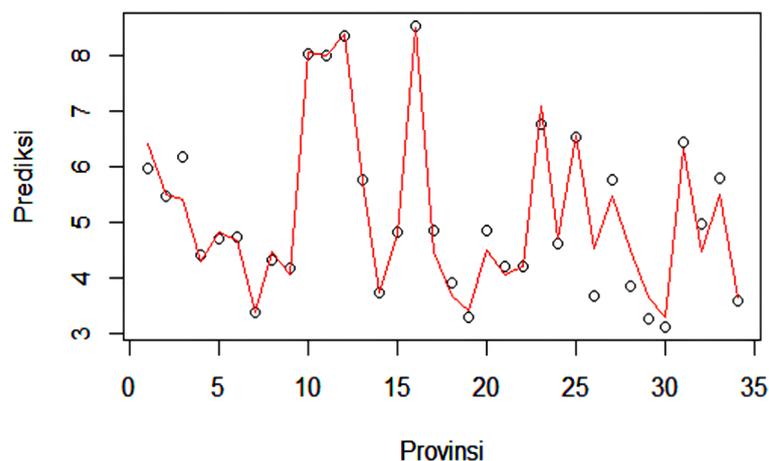
Nilai prediksi dapat dihitung setelah ditemukan model B-Spline terbaik yaitu ketika t_1 berorde 2, t_2 berorde 3, dan t_3 berorde 2, serta jumlah titik knot pada setiap variabel t_1 , t_2 , dan t_3 adalah 2. Selanjutnya, akurasi nilai prediksi dihitung menggunakan MAPE. Tabel 4.17 memperlihatkan hasil prediksi dengan data aktual sebagai berikut:

Tabel 4.17 Perbandingan Data Aktual dengan Hasil Prediksi

| Provinsi | Y_j | $\hat{Y}(x_j)$ | $ Y_j - \hat{Y}(x_j) $ | error |
|----------------------------------|-------|----------------|------------------------|----------|
| Aceh | 5.97 | 6.392542 | 0.422542 | 0.070778 |
| Sumatera Utara | 5.47 | 5.507334 | 0.037334 | 0.006825 |
| Sumatera Barat | 6.17 | 5.394081 | 0.775919 | 0.125757 |
| Riau | 4.4 | 4.282195 | 0.117805 | 0.026774 |
| Jambi | 4.7 | 4.814762 | 0.114762 | 0.024417 |
| Sumatera Selatan | 4.74 | 4.68028 | 0.05972 | 0.012599 |
| Bengkulu | 3.39 | 3.373039 | 0.016961 | 0.005003 |
| Lampung | 4.31 | 4.471658 | 0.161658 | 0.037508 |
| Kepulauan Bangka Belitung | 4.18 | 4.054523 | 0.125477 | 0.030018 |
| Kepulauan Riau | 8.02 | 8.040521 | 0.020521 | 0.002559 |
| DKI Jakarta | 8 | 8.002425 | 0.002425 | 0.000303 |
| Jawa Barat | 8.35 | 8.368653 | 0.018653 | 0.002234 |
| Jawa Tengah | 5.75 | 5.743047 | 0.006953 | 0.001209 |
| DI Yogyakarta | 3.73 | 3.727885 | 0.002115 | 0.000567 |
| Jawa Timur | 4.81 | 4.793466 | 0.016534 | 0.003437 |
| Banten | 8.53 | 8.501318 | 0.028682 | 0.003362 |
| Bali | 4.84 | 4.473639 | 0.366361 | 0.075694 |
| Nusa Tenggara Barat | 3.92 | 3.67903 | 0.24097 | 0.061472 |
| Nusa Tenggara Timur | 3.3 | 3.397735 | 0.097735 | 0.029617 |
| Kalimantan Barat | 4.86 | 4.5046 | 0.3554 | 0.073128 |
| Kalimantan Tengah | 4.2 | 4.063822 | 0.136178 | 0.032423 |
| Kalimantan Selatan | 4.2 | 4.211653 | 0.011653 | 0.002775 |

| | | | | |
|--------------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| Kalimantan Timur | 6.77 | 7.081132 | 0.311132 | 0.045957 |
| Kalimantan Utara | 4.62 | 4.68876 | 0.06876 | 0.014883 |
| Sulawesi Utara | 6.51 | 6.543371 | 0.033371 | 0.005126 |
| Sulawesi Tengah | 3.67 | 4.529538 | 0.859538 | 0.234207 |
| Sulawesi Selatan | 5.75 | 5.473839 | 0.276161 | 0.048028 |
| Sulawesi Tenggara | 3.86 | 4.506101 | 0.646101 | 0.167384 |
| Gorontalo | 3.25 | 3.658842 | 0.408842 | 0.125798 |
| Sulawesi Barat | 3.11 | 3.288329 | 0.178329 | 0.057341 |
| Maluku | 6.44 | 6.316507 | 0.123493 | 0.019176 |
| Maluku Utara | 4.98 | 4.465722 | 0.514278 | 0.103269 |
| Papua Barat | 5.78 | 5.49896 | 0.28104 | 0.048623 |
| Papua | 3.6 | 3.65069 | 0.05069 | 0.014081 |
| Total | 174.18 | 174.18 | 6.88809 | 1.51233 |

Tabel 4.15 merupakan hasil perbandingan antara data sebenarnya (Y_j) dengan data hasil prediksi ($\hat{Y}(x_j)$) kasus Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia berdasarkan model B-spline terbaik. Kurva perbandingan data sebenarnya dengan data hasil prediksi ditampilkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Kurva Perbandingan Hasil Prediksi dengan Data Aktual

Pada Gambar 4.7, lingkaran atau titik mewakili data aktual sedangkan garis merah mewakili hasil prediksi yang didapatkan. Gambar 4.7 memberikan informasi bahwa kurva hasil prediksi cenderung mengikuti data sebenarnya yang memiliki arti bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara data sebenarnya dengan data aktual. Berdasarkan hasil peramalan, selanjutnya nilai akurasi ditampilkan menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percent Error*) dengan persamaan (2.22) yang dihitung sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1.51233}{34} \times 100\% = 4.45\%$$

Nilai akurasi yang didapatkan dari perhitungan MAPE di atas adalah 4.45%. Hal ini menunjukkan bahwa berdasarkan kriteria evaluasi nilai MAPE, model B-spline terbaik memiliki kemampuan yang sangat baik dalam meramalkan kasus Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia. Hal ini menjelaskan bahwa model regresi B-Spline yang dihasilkan memiliki kemampuan beradaptasi dengan data untuk mengatasi berbagai pola data yang tidak beraturan dengan bantuan titik knot dan orde.

4.8. Integrasi Keilmuan

Perspektif Islam tentang pengangguran mencerminkan kepeduliannya terhadap kesejahteraan sosial dan ekonomi umat manusia. Islam mendorong manusia untuk bekerja, mengasah keterampilan, dan memberikan kontribusi konstruktif untuk pertumbuhan dan kemajuan ekonomi.

Dalam Islam bekerja merupakan tugas dan tanggung jawab pribadi untuk menghidupi diri sendiri, keluarga bahkan sesama manusia. Islam menegaskan bahwa hanya kerja yang halal dan jujur yang dianggap ibadah oleh Allah. Islam menekankan nilai kerja sama interpersonal dan solidaritas sosial dalam situasi pengangguran. Umat Islam diimbau untuk saling mendukung secara finansial, membantu sesama yang membutuhkan juga menyediakan lapangan kerja untuk mengurangi pengangguran (Fathani, 2019). Sebagaimana dalam ayat Al-Qur'an yang berbunyi:

وَأَبْتِغِ فِيمَا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا
وَأَحْسِنْ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ وَلَا تَبْغِ الْفُسَادَ فِي الْأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لَا
يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ

artinya: *"Dan carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagiaan) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan bahagianmu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik, kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan."* (Al-Qasas: 77)

Ayat ini berfungsi sebagai pengingat lembut untuk mengingat dunia material dan kewajiban manusia untuk mencari nafkah. Pengangguran

menyebabkan orang menjadi tidak produktif dan kurang motivasi dalam menjalani aktivitas sehari-hari. Ayat ini berfokus pada pentingnya menjaga keseimbangan antara kehidupan di dunia dan akhirat dengan melakukan perbuatan baik dan berusaha menjalani gaya hidup halal dalam mencari nafkah (Suriyanto, 2022).

Pendapatan yang baik diperoleh dari pekerjaan yang halal. Pekerjaan yang beroperasi secara halal adalah pekerjaan yang menganut prinsip Islam yang terhindar dari melakukan pencurian, riba, penipuan, atau praktik terlarang lainnya. Seorang muslim menjunjung tinggi nilai-nilai keadilan, integritas, dan ketuhanan dalam kehidupan sehari-harinya dalam mencari nafkah yang halal. Ketika seorang Muslim bekerja dengan rajin dan berusaha untuk menghidupi dirinya sendiri secara yang halal maka disebut juga dengan jihad. Dengan kata lain, menjalani hidup yang halal dapat membantu seseorang lebih dekat dengan Allah Swt. dan mengalami berkah. Perhatikan hadis riwayat Ibnu Majah sebagai berikut:

عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ الْمُؤْمِنُ الْقَوِيُّ خَيْرٌ وَأَحَبُّ إِلَى اللَّهِ مِنَ الْمُؤْمِنِ الضَّعِيفِ وَفِي كُلِّ خَيْرٍ اِحْرَصْ عَلَى مَا يَنْفَعُكَ وَاسْتَعِنْ بِاللَّهِ وَلَا تَعْجِزْ وَإِنْ أَصَابَكَ شَيْءٌ فَلَا تَقُلْ لَوْ أَنِّي فَعَلْتُ كَانَ كَذَا وَكَذَا وَلَكِنْ قُلْ قَدَرُ اللَّهِ وَمَا شَاءَ فَعَلَ فَإِنَّ لَوْ تَفْتَحُ عَمَلَ الشَّيْطَانِ

artinya: *"Dari Abu Hurairah RA dia berkata; "Rasulullah SAW bersabda: 'Mukmin yang kuat lebih baik dan lebih dicintai oleh Allah SWT daripada Mukmin yang lemah. Pada masing-masing memang terdapat kebaikan. Bersemangatlah melakukan hal yang bermanfaat untukmu dan meminta tolonglah pada Allah, serta janganlah engkau malas (menjadi orang yang lemah). Apabila kamu*

tertimpa suatu kemalangan, maka janganlah kamu mengatakan; ‘Seandainya tadi aku berbuat begini dan begitu, nescaya tidak akan menjadi begini dan begitu’. Tetapi katakanlah; ‘Ini sudah takdir Allah dan apa yang dikehendaki-Nya pasti akan dilaksanakan-Nya. Dan jauhilah olehmu dari ucapan ‘Seandainya’ (kalau), kerana sesungguhnya ungkapan ‘Seandainya’ (kalau) membuka peluang masuknya syaitan.’” (H.R Ibnu Majah)

Hadis di atas berisi pengingat bahwa sangat penting untuk menjalani kehidupan yang baik secara moral. Kalimat kuat dan lemah dalam hadis ini yang dimaksud adalah tentang keimanan. Hal ini menyoroti nilai kejujuran, integritas, dan kerja keras dalam mencari nafkah serta pentingnya untuk tidak melakukan perilaku apa pun yang bertentangan dengan ajaran Islam. Setiap tindakan yang dilakukan untuk mencari nafkah harus disertai dengan ketundukan dan pemahaman tentang kewajiban seseorang sebagai seorang Muslim (Wirian, 2017).

Hal terpenting dalam mencari pekerjaan adalah berusaha. Berusaha merupakan suatu hal yang sangat dianjurkan dalam Islam. Islam mendorong umatnya untuk berusaha dan mengembangkan potensi yang dimiliki. Sebagaimana dalam kaidah fikih yang berbunyi:

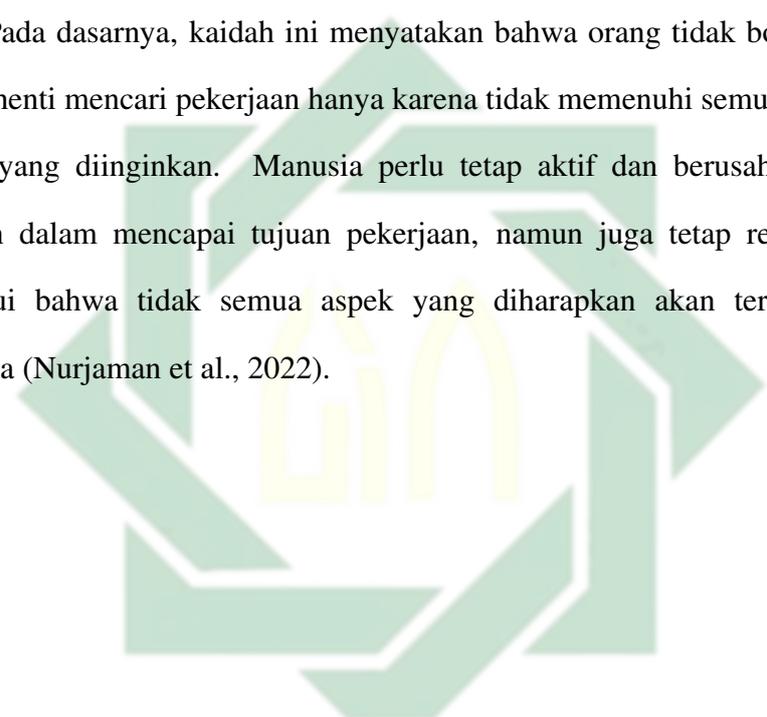
UIN SUNAN AMPEL
S U R A B مَا لَا يُدْرِكُ كَلَّهُ لَا يُتْرَكُ جَلَّهُ

artinya: *”Apa yang tidak bisa diraih semuanya, tidak boleh ditinggalkan semuanya.”*

Kaidah ini memperingatkan manusia yang menganggur untuk tidak menyerah atau mengabaikan upaya pencarian kerja hanya karena sulit untuk menemukan posisi ideal atau yang memenuhi harapan atau sesuai harapan. Dalam konteks pengangguran, kaidah ini mendorong individu untuk mengambil

langkah-langkah konkret untuk meningkatkan prospek dalam mendapatkan pekerjaan. Hal ini termasuk mengembangkan keterampilan, menjalin jaringan, mencari peluang pekerjaan yang mungkin tidak sempurna, dan terus berupaya mencapai tujuan pekerjaan meskipun belum mencapai keseluruhan dari apa yang diharapkan (Yaqin and Billah, 2020).

Pada dasarnya, kaidah ini menyatakan bahwa orang tidak boleh menyerah atau berhenti mencari pekerjaan hanya karena tidak memenuhi semua harapan atau kriteria yang diinginkan. Manusia perlu tetap aktif dan berusaha semaksimal mungkin dalam mencapai tujuan pekerjaan, namun juga tetap realistis dengan mengakui bahwa tidak semua aspek yang diharapkan akan terpenuhi secara sempurna (Nurjaman et al., 2022).



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Pemodelan Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia menggunakan Regresi Semiparametrik B-Spline yang telah dilakukan didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Model B-Spline terbaik berdasarkan titik knot optimal yang berdasarkan pada nilai GCV minimum untuk kasus Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia diperoleh nilai sebesar 1.155563 dengan titik knot pada variabel t_1 sebanyak 2 titik knot dengan orde 2, variabel t_2 sebanyak 2 titik knot dengan orde 3 dan juga sebanyak 2 titik knot untuk variabel t_3 dengan orde 2. Model B-spline terbaik yang diperoleh adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} y_i = & 2.3463342 + 0.7546453x_1 - 2.8777712x_2 + 15.8516631x_3 \\ & - 5.5585039B_{-1,2}(t_1) - 1.6462428B_{0,2}(t_1) - 3.2043241B_{1,2}(t_1) \\ & + 2.58075B_{-2,3}(t_2) + 4.1804599B_{-1,3}(t_2) + 0.5554164B_{0,3}(t_2) \\ & - 0.4033071B_{1,3}(t_2) - 0.7047039B_{-1,2}(t_3) + 4.5803165B_{0,2}(t_3) \\ & + 2.0889877B_{1,2}(t_3) \end{aligned}$$

2. Hasil akurasi MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) menghasilkan nilai sebesar 4.45% yang menunjukkan bahwa model B-spline terbaik model B-spline terbaik memiliki kemampuan yang sangat baik dalam meramalkan

kasus Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia. Hal ini menjelaskan bahwa model regresi B-Spline yang dihasilkan memiliki kemampuan beradaptasi dengan data untuk mengatasi berbagai pola data yang tidak beraturan dengan bantuan titik knot dan orde.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang bisa diberikan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya hendaknya menambahkan faktor lain yang diduga mempengaruhi Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia.
2. Penelitian selanjutnya dapat memperbanyak titik knot pada setiap variabel komponen nonparametrik.
3. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan estimator lainnya guna mencari estimasi parameter karena pada penelitian ini digunakan estimator parameter dengan metode OLS.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Agénor, P. R. and Lim, K. Y. (2018). Unemployment, Growth and Welfare Effects of Labor Market Reforms. *J. Macroecon.*, 58:19–38.
- Ariesta, D., Gusriani, N., and Parmikanti, K. (2021). Estimasi Parameter Model Regresi Nonparametrik B-Spline Pada Angka Kematian Maternal. *J. Mat. UNAND*, 10(3):342.
- Ayustia, R. and Usman (2019). Empowerment Bidai Craft As A Solution On Eradicating Unemployment In The Borderland Area. *J. Int. Conf. Proc.*, 15(2):1–5.
- Bahagia, R. and Putri, L. P. (2021). Factors Affecting Employee Performance During the Covid Pandemic 19. *J. Int. Conf. Proc.*, 3(4):31–35.
- Chicco, D., Warrens, M. J., and Jurman, G. (2021). The coefficient of Determination R-squared is More Informative than SMAPE, MAE, MAPE, MSE and RMSE in Regression Analysis Evaluation. *PeerJ Comput. Sci.*, 7:1–24.
- Damaianti, I. and Chaerudin, R. M. (2021). The Minimum Wage and Its Implications to The Open Unemployment Rate Covid-19 Pandemic in West Java. *J. Int. Conf. Proc.*, 4(2):71–75.
- Dewanti, D., Suparti, S., and Prahutama, A. (2020). Pemodelan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) Dan Jakarta Islamic Index (JII) Menggunakan Regresi Birespon Spline Truncated Berbasis Gui R. *J. Stat. Univ. Muhammadiyah Semarang*, 8(2):134.

- Erlando, Yundari, and Helmi (2022). Pemodelan Regresi Semiparametrik Spline Truncated Pada Data Tingkat Pengangguran. *Bul. Ilm. Math. Stat. dan Ter.*, 11(3):523–532.
- Erlangga, L. T. (2019). Analisis Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia Menggunakan Regresi Nonparametrik B-spline. *J. Ilm.*
- Fachid, S. and Triayudi, A. (2022). Perbandingan Algoritma Regresi Linier dan Regresi Random Forest Dalam Memprediksi Kasus Positif Covid-19. *J. Media Inform. Budidarma*, 6(1):68.
- Fathani, A. H. (2019). Pembelajaran Matematika Bagi Santri Pondok Pesantren Berbasis Kecerdasan Majemuk. *ANARGYA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 2(1).
- Giovanni, R. (2018). Analisis Pengaruh PDRB, Pengangguran dan Pendidikan Terhadap Tingkat Kemiskinan di Pulau Jawa Tahun 2009-2016. *Econ. Dev. Anal. J.*, 7(1):23–31.
- Hadi, A. (2019). Pengaruh Rata-Rata Lama Sekolah Kabupaten/Kota Terhadap Persentase Penduduk Miskin Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur Tahun 2017. *Media Trend*, 14(2):148–153.
- Hartanto, T. B. and Masjkuri, S. U. (2017). Analisis Pengaruh Jumlah Penduduk, Pendidikan, Upah Minimum Dan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Terhadap Jumlah Pengangguran Di Kabupaten Dan Kotaprovinsi Jawa Timur Tahun 2010-2014. *J. Ilmu Ekon. Terap.*, 2(1):20–29.
- Hasan, N. and Sun'an, M. (2020). The Effect of Private Inflation and Investment

- on Unemployment and Poverty in North Maluku Province. *J. Int. Conf. Proc.*, 3(3):36–48.
- Hasanah, M. (2021). Pandemi Covid-19: Inflasi dan Pengangguran Dalam Perspektif Ekonomi Islam. *Asy Syar'Iyyah J. Ilmu Syari'Ah Dan Perbank. Islam*, 6(1):1–22.
- Hidayat, R., Yuliani, and Sam, M. (2017). Model Regresi Nonparametrik dengan Pendekatan Spline Truncated. *Prosiding Seminar Nasional*, 3(1):203–210.
- Khair, U., Fahmi, H., Hakim, S. A., and Rahim, R. (2017). Forecasting Error Calculation with Mean Absolute Deviation and Mean Absolute Percentage Error. *J. Phys. Conf. Ser.*, 930(1).
- Leys, C., Ley, C., Klein, O., Bernard, P., and Licata, L. (2013). Detecting Outliers : Do not Use Standard Deviation Around the Mean, Use Absolute Deviation Around the Median. *journal Exp. Soc. Psychol.*, pages 4–6.
- Maharani, M. and Saputro, D. R. S. (2021). Generalized Cross Validation (GCV) in Smoothing Spline Nonparametric Regression Models. *Journal of Physics*, 1808(1).
- Mahendra, K. Y., Susilawati, M., and Suciptowati, N. L. P. (2021). Memodelkan Tingkat Pengangguran Terbuka Di Indonesia. *E-Jurnal Mat.*, 10(1):20.
- Mahroji, D. and Nurkhasanah, I. (2019). Pengaruh Indeks Pembangunan Manusia Terhadap tingkat Pengangguran di Provinsi Banten. *Jurnal Ekonomi-Qu*, 9(1).
- Maisyaroh, T. (2023). Inflasi Dan Pengangguran Dalam Islam Inflation And Unemployment In Islam. *Jurnal SINDA*, 7(1):1–5.

- Marini, L. and Putri, N. T. (2020). Peluang Terjadinya Pengangguran Di Provinsi Bengkulu : Seberapa Besar? *Converg. J. Econ. Dev.*, 1(2):70–83.
- Meyliana, D. and Mulazid, A. S. (2017). Pengaruh Produk Domestik Bruto (PDB), Jumlah Bagi Hasil dan Jumlah Kantor terhadap Jumlah Deposito Muḍārabah Bank Syariah di Indonesia Periode 2011-2015. *Econ. J. Ekon. Islam*, 8(2):263–283.
- Mihaela, S. (2020). Improving unemployment rate forecasts at regional level in Romania using Google Trends. *Journal Technol. Forecast. Soc. Change*, 155(March 2019):120026.
- Mirah, M. R., Kindangen, P., and Rorong, I. P. F. (2020). Pengaruh Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja terhadap Pertumbuhan Ekonomi dan Kemiskinan di Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Pembang. Ekon. dan Keuang. Drh.*, 21(1):85–100.
- Nurjaman, A., Yusuf, M., Witro, D., and Musadad, A. (2022). Nahdlatul Ulama Theological Basis in Accepting the Concept of Guided Democracy 1959-1965. *Jurnal Kajian Ilmu-ilmu Keislaman*, 8(2).
- Nurlaily, N., Aridinanti, L., and Wildani, Z. (2022). Pemodelan Tingkat Pengangguran Terbuka di Provinsi Jambi Menggunakan Regresi Data Panel. *J. Sains dan Seni ITS*, 11(1).
- Octavanny, M. A. D., Budiantara, I. N., and Ratnasari, V. (2017). Pemodelan Faktor-Faktor yang Memengaruhi Provinsi Jawa Timur Menggunakan Pendekatan Regresi Semiparametrik Spline. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 6(1):1–7.

- Pambayun, D. (2021). Indicators of the Association of Unemployment in Indonesia with the Level of Employment Opportunity, GDP, and SER. *Jurnal Horizon*, 1(5):189–206.
- Prayitno, A. R. D. and Kusumawardani, D. (2022). Open Unemployment Rate in The Province of East Java. *The Winners*, 23(1):11–18.
- Rahmawati, A. S., Ispriyanti, D., and Warsito, B. (2017). Pemodelan Kasus Kemiskinan Di Jawa Tengah Menggunakan Regresi Nonparametrik Metode B-Spline. *J. Gaussian*, 6(1):11–20.
- Ramadhan, A. A., Komariyah, S., and Viphindrartin, S. (2017). Pengaruh Inflasi, Populasi Penduduk, dan Gross Domestic Product (GDP) terhadap Tingkat Pengangguran di ASEAN5 Periode 1995-2014. *J. Ekuilibrium*, II(1):51–55.
- Ramadhanty, N. P. and Hasmarini, M. I. (2022). The Effect Of Population and Economic Factors On Open Unemployment. *Jurnal Icieifil*, pages 1–12.
- Rasbin, . (2018). Studi Di Kota Yogyakarta Dan Malang (Regional Government Efforts To Reduce Poverty and Unemployment : Study in Yogyakarta and Malang City). *J. Kaji*, pages 129–142.
- Raupong (2009). Model B-Spline dalam Menaksir Kurva Regresi Nonparametrik. *J. Mat. Stat. Komputasi*, 6 No. 1(1):29–43.
- Salam, N., Sukmawaty, Y., and Halida, A. (2022). Eestimasi Model Regresi Nonparametrik dengan Metode B-spline. *E-jurnal Binawakya*, 16(10):7631–7638.
- Santika (2022). Pengaruh Jumlah Penduduk, Angka Harapan Hidup dan Rata-Rata-

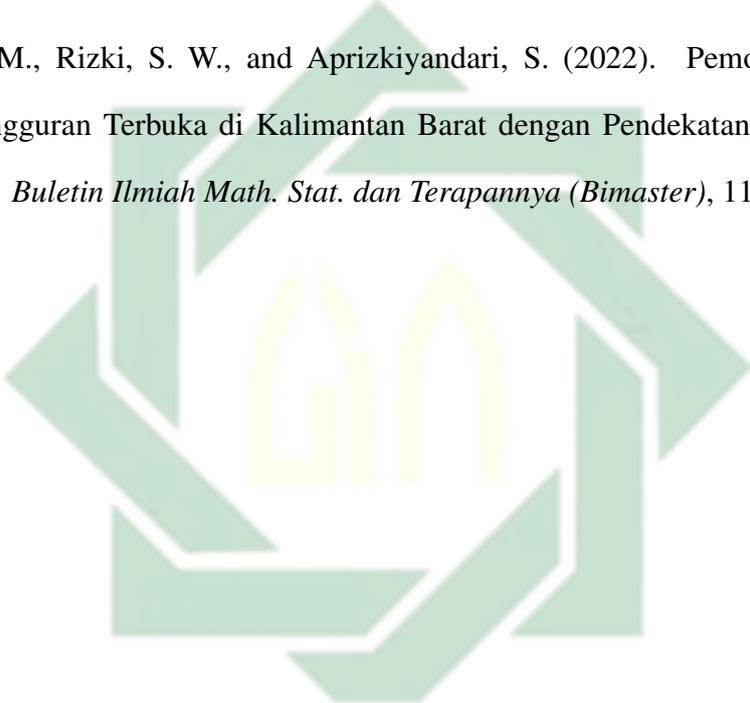
- Rata Lama Sekolah terhadap Indeks Pembangunan Manusia di Kabupaten Aceh Tamiang. *Jurnal Ekonomi dan Manajemen*, 2(4):250–260.
- Side, S., Sanusi, W., and Maksum, M. W. (2021). Model Regresi Semiparametrik Spline untuk Data Longitudinal pada Kasus Demam Berdarah Dengue di Kota Makassar. *J. Math. Comput. Stat.*, 3(1):20.
- Sintha, A. D., Suryantoro, A., and Mulyanto (2021). The Effect of Educational Technology Development and Economic Growth on Open Unemployment in Indonesia. *Budapest International Research and Critics Institute-Journal*, 4(2):32931–3293x.
- Siskawati, N., Surya, R. Z., and Sudeska, E. (2020). Pengaruh Harapan Lama Sekolah, Rata – Rata Lama Sekolah terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka di Kabupaten/Kota Provinsi Riau. *J. Selodang Mayang*, 7(3):173–177.
- Sisnita, A. and Prawoto, N. (2017). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Tingkat Pengangguran Di Provinsi Lampung (Periode 2009-2015). *J. Econ. Res. Soc. Sci.*, 1:1–7.
- Subhan, M. (2018). Pengangguran Dan Tawaran Solutif Dalam Perspektif Islam. *JES (Jurnal Ekon. Syariah)*, 3(1):22–33.
- Surianto (2022). Matematika Dalam Al-Qur'an. *Jurnal Al 'Adad: Jurnal Tadris Matematika*, 1(1).
- Susilowati, E., Murdinar, H. E., and Yusuf, S. (2022). Faktor Penyebab dan Strategi Penanganan Permasalahan Pengangguran dalam Persepektif Islam di Desa Dawung Ringinrejo Kediri. *Jurnal SINDA*, 2(1):81–86.

- Tediwibawa, R., Yuniarti, D., Memi, D., and Hayati, N. (2019). Spline Nonparametric regression-Response For Modeling the Percentage of Poor people and The Depth of Poverty in East Kalimantan the Year 2015. *J. EKSPONENSIAL*, 10(1).
- Turanli, M. and Bağdatlı, S. (2011). Semiparametrik Regresyon. *Journal Ocak*, pages 207–213.
- Utami, T. W., Haris, M. A., Prahutama, A., and Purnomo, E. A. (2020). Optimal knot selection in spline regression using unbiased risk and generalized cross validation methods. *J. Phys. Conf. Ser.*, 1446(1):0–6.
- Utami, T. W. and Prahutama, A. (2017). Regresi Semiparametrik Spline Truncated dengan Software R. *Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Muhammadiyah Semarang*, pages 17–23.
- Wahyuni, S. A., Ratnawati, Indriyani, and Fajri, M. (2020). Spline Regression Analysis to Modelling The Open Unemployment Rate in Sulawesi. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 9(2):2–7.
- Wirian, O. (2017). Kewajiban Belajar dalam Hadis Rasulullah SAW. *Sabilarrasyad: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kependidikan*, 2(2).
- Wulandary, S. and Purnama, D. I. (2020). Perbandingan Regresi Nonparametrik Kernel NWE dan B-splines pada Pemodelan Rata-Rata Lama Sekolah dan Pengeluaran Perkapita di Indonesia. *Jambura Journal of Probability and Statistics*, 1(2).
- Yaqin, N. A. and Billah, M. (2020). Respon Pemikiran Islam atas Problem

Kemiskinan di Indonesia: Elaborasi Nalar Maqasidi dari Hifz an-Nafs ke Hifz al-Mal. *Jurnal Penelitian Sosial Keagamaan*, 35(2).

Yuniartika, Y., Kusnandar, D., Novitasari, M., and Intisari, M. (2013). Penentuan Generalized Cross Validation (GCV) sebagai Kriteria dalam Pemilihan Model Regresi B-Spline Terbaik. *Bul. Ilm. Mat. Stat. dan Ter.*, 02(2):121–126.

Zannah, M., Rizki, S. W., and Aprizkiyandari, S. (2022). Pemodelan Tingkat Pengangguran Terbuka di Kalimantan Barat dengan Pendekatan Linear Mixed Model. *Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster)*, 11:677–686.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A