

**PEMODELAN KEMISKINAN DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN
REGRESI NONPARAMETRIK B-SPLINE**

SKRIPSI



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

Disusun Oleh
MAYA FEBRIANI VALENTINA
H02218006

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

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : MAYA FEBRIANI VALENTINA

NIM : H02218006

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2018

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "PEMODELAN KEMISKINAN DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK 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, 31 Januari 2022

Yang menyatakan,



MAYA FEBRIANI VALENTINA

NIM. H02218006

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

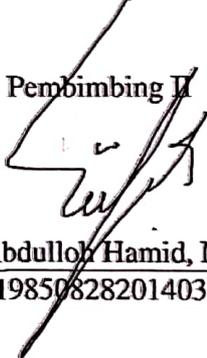
Nama : MAYA FEBRIANI VALENTINA
NIM : H02218006
Judul Skripsi : PEMODELAN KEMISKINAN DI JAWA TIMUR
MENGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK
B-SPLINE

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Pembimbing I


Putrue Keumala Intan, M.Si
NIP. 198805282018012001

Pembimbing II


Dr. Abdulloh Hamid, M.Pd
NIP. 198508282014031003

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
UIN Sunan Ampel Surabaya


Aris Fanani, M.Kom
NIP. 198701272014031002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama : MAYA FEBRIANI VALENTINA
NIM : H02218006
Judul Skripsi : PEMODELAN KEMISKINAN DI JAWA TIMUR
MENGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK
B-SPLINE

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 31 Januari 2022

Mengesahkan,
Tim Penguji

Penguji I



Wika Dianita Utami, M.Sc
NIP. 199206102018012003

Penguji II



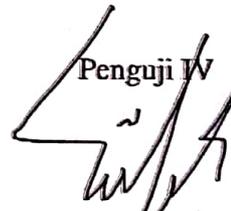
Aris Fanani, M.Kom
NIP. 198701272014031002

Penguji III



Putroe Keumala Intan, M.Si
NIP. 198805282018012001

Penguji IV

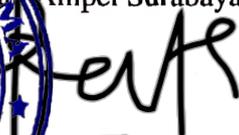


Dr. Abdullo Hamid, M.Pd
NIP. 198508282014031003



Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya


Prof. Dr. H. M. Maimatur Rusydiyah, M.Ag
NIP. 19570312272005012003



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: perpustakaan@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 : MAJA FEBRIANI VALENTINA
NIM : 102218006
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / MATEMATIKA
E-mail address : mayafebriani17@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 Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul :

PEMODELAN KEMISKINAN DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN
REGRESI NONPARAMETRIK 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, 18 APRIL 2022

Penulis

(MAJA FEBRIANI VALENTINA)

nama terang dan tanda tangan

ABSTRAK

PEMODELAN KEMISKINAN DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK B-SPLINE

Negara Indonesia memiliki permasalahan utama yaitu kemiskinan. Kemiskinan adalah suatu keadaan di mana kondisi seseorang tidak mampu mencukupi kebutuhan hidupnya. Jawa Timur menjadi salah satu provinsi di Indonesia yang tak luput dari masalah kemiskinan dengan menduduki peringkat ke-3 dalam urutan kemiskinan di Pulau Jawa pada tahun 2018. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui model kemiskinan di Jawa Timur menggunakan Regresi Nonparametrik B-Spline dan nilai akurasinya. Data yang digunakan adalah rata-rata lama sekolah, tingkat pengangguran terbuka, tingkat partisipasi angkatan kerja sebagai variabel prediktor dan indeks kedalaman kemiskinan sebagai variabel respon. Metode yang digunakan yaitu Regresi Nonparametrik B-Spline. Regresi Nonparametrik adalah metode statistika yang tidak mengacu pada parameter tertentu dan dilakukan untuk mengetahui hubungan antara variabel prediktor dengan variabel respon. Regresi Nonparametrik B-Spline digunakan saat suatu data dalam penelitian tidak ditemukan adanya suatu pola. Model B-Spline terbaik didapatkan berdasarkan titik knot optimal yang memiliki nilai GCV minimum. Hasil dari penelitian ini adalah model B-Spline terbaik saat X_1 , X_2 , dan X_3 berorde 2 serta banyaknya knot sebanyak satu dengan masing-masing titik knot pada X_1 yaitu 6,2116, pada X_2 yaitu 2,4663, dan pada X_3 yaitu 69,3236 dengan nilai GCV sebesar 0,3769 serta nilai akurasi MAPE yang didapatkan cukup baik yaitu 30,67%.

Kata kunci: Kemiskinan, Jawa Timur, Regresi Nonparametrik B-Spline

ABSTRACT

POVERTY MODELING IN EAST JAVA USING B-SPLINE NONPARAMETRIC REGRESSION

Poverty is major problem in Indonesia. Poverty is a condition in which a person's condition is not able to meet the needs of his life. East Java is one of the provinces in Indonesia that does not escape the problem of poverty by being ranked 3rd in the order of poverty on the island of Java in 2018. The purpose of this study was to determine the poverty model in East Java using B-Spline Nonparametric Regression and the value of accuracy. The data used are the average length of schooling, unemployment rate, the labor force participation rate as a predictor variable, and the poverty gap index as a response variable. The method used is B-Spline Nonparametric Regression. Nonparametric regression is a statistical method that does not refer to certain parameters and is carried out to determine the relationship between predictor variables and response variables. B-Spline Nonparametric Regression is used when data in the study does not find a pattern. The best B-Spline model is obtained based on the optimal knot point which has a minimum GCV value. The results of this study are the best B-Spline model when X_1 , X_2 , and X_3 order 2 and the number of knots is one with each knot point on X_1 which is 6.2116, on X_2 is 2.4663, and on X_3 is 69.3236 with a GCV value of 0.3769 and the MAPE accuracy value of 30,67% is quite good.

Keywords: Poverty, East Java, B-Spline Nonparametric Regression

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	1
DAFTAR TABEL	3
DAFTAR GAMBAR	4
I PENDAHULUAN	5
1.1. Latar Belakang Masalah	5
1.2. Rumusan Masalah	14
1.3. Tujuan Penelitian	14
1.4. Manfaat Penelitian	14
1.5. Batasan Masalah	15
1.6. Sistematika Penulisan	15
II TINJAUAN PUSTAKA	17
2.1. Kemiskinan	17
2.2. Indeks Kedalaman Kemiskinan (<i>Poverty Gap Index</i>)	19
2.3. Variabel yang Mempengaruhi Kemiskinan	20
2.3.1. Rata-Rata Lama Sekolah	20
2.3.2. Tingkat Pengangguran Terbuka	21
2.3.3. Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja	22
2.4. Analisis Regresi	24
2.5. Regresi Nonparametrik	25
2.5.1. Model B-Spline	26

2.5.2. Estimasi Parameter Model B-Spline	28
2.6. <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	30
2.7. <i>Generalized Cross Validation (GCV)</i>	31
2.8. Integrasi Keilmuan	32
III METODE PENELITIAN	36
3.1. Jenis Penelitian	36
3.2. Sumber Penelitian	36
3.3. Kerangka Penelitian	37
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1. Deskripsi Data	39
4.2. Statistik Deskriptif	56
4.3. <i>Scatterplot</i>	58
4.4. Pemilihan Titik Knot Optimal	62
4.5. Model B-Spline Terbaik	64
4.6. Evaluasi Model	67
4.7. Integrasi Keislaman	71
V PENUTUP	75
5.1. Kesimpulan	75
5.2. Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	77

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

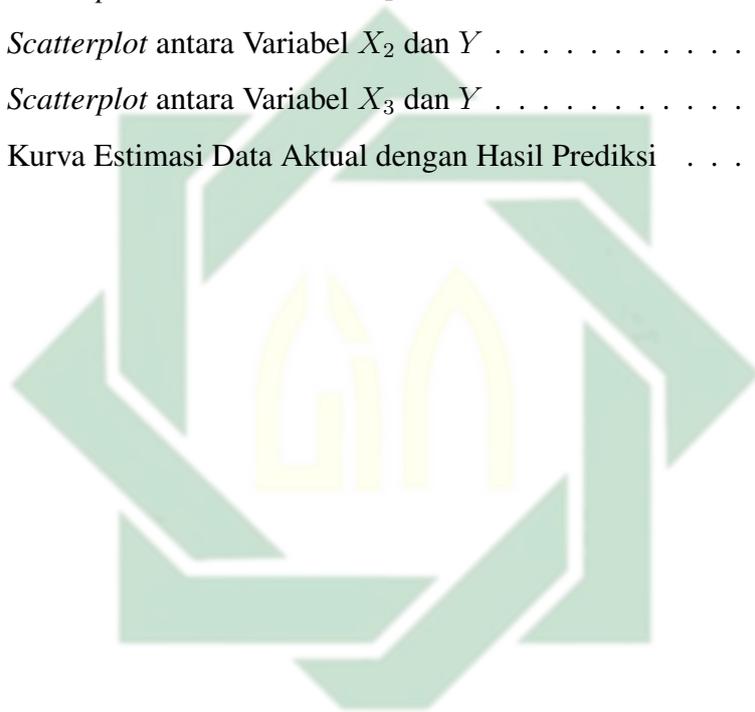
DAFTAR TABEL

2.1	Interpretasi Nilai MAPE	31
3.1	Variabel Penelitian	36
4.1	Variabel y dan x Provinsi Jawa Timur Tahun 2019	39
4.2	Variabel y dan x Provinsi Jawa Timur Tahun 2020	40
4.3	Data y dan x	41
4.4	Penentuan Nilai Titik Knot	53
4.5	Statistika Deskriptif Variabel Penelitian	57
4.6	Nilai GCV dengan Satu Knot	63
4.7	Estimasi Parameter Model B-Spline Terbaik	65
4.8	Komparasi Data Aktual dengan Hasil Prediksi	68

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

3.1	Diagram Alir Penelitian	38
4.1	<i>Scatterplot</i> antara Variabel X_1 dan Y	59
4.2	<i>Scatterplot</i> antara Variabel X_2 dan Y	60
4.3	<i>Scatterplot</i> antara Variabel X_3 dan Y	61
4.4	Kurva Estimasi Data Aktual dengan Hasil Prediksi	70



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Indonesia yang merupakan negara berkembang masih terus mengalami masalah kemiskinan. Menurut (Jana , 2020) jika dilihat dari persentase jumlah penduduk miskin pada setiap tahunnya, Indonesia mengalami penurunan jumlah penduduk miskin dari tahun 1998 hingga tahun 2016 namun penurunannya kurang signifikan. Pada tahun 2000 hingga tahun 2016, masalah kemiskinan di Indonesia mengalami naik turun atau fluktuasi walaupun membentuk pola trend yang cenderung menurun. Permasalahan kemiskinan dapat dikarenakan beberapa hal seperti pertumbuhan ekonomi yang lambat, meningkatnya jumlah pengangguran, dan indeks pembangunan manusia yang sangat rendah (Budhijana , 2019). Kepemilikan sumber daya yang berbeda-beda menjadi akibat dari ketidakmerataan distribusi pendapatan, perbedaan akses terhadap suatu model, dan kurangnya kualitas pendidikan di suatu daerah sehingga produktivitas rendah juga menjadi penyebab masalah kemiskinan (Hany dan Islamiyati , 2020).

Ukuran suatu masyarakat dikatakan mengalami kemiskinan saat seseorang tidak sanggup untuk mencukupi ekonomi dalam standar hidup tertentu, jaminan masa depan yang tidak terlihat, mengalami kerentanan terhadap guncangan baik bersifat individu maupun kelompok, Sumber Daya Alam (SDA) yang terbatas dan kualitas yang rendah, akses dalam lapangan pekerjaan yang minim dan mata pencaharian yang berkelanjutan (Aminudin , 2019). Pada dasarnya kemiskinan

ialah kondisi seseorang yang berkaitan dengan kekurangan dalam segi konsumsi maupun pendapatan dari suatu kebutuhan hidup yang minimum. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) kemiskinan dapat dinyatakan sebagai ukuran standar hidup yang memiliki rata-rata di bawah garis kemiskinan pada besarnya jumlah rupiah yang dikeluarkan perkapita perbulan dalam memenuhi kebutuhan dasar (Mahabbi , 2019).

Salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki penduduk rentan terhadap kemiskinan adalah Jawa Timur, di mana masyarakat dekat di atas garis kemiskinan dan rentan jatuh ke bawah garis kemiskinan (Wahyudi , 2020). Pada tahun 2018, Jawa Timur menjadi daerah yang menduduki peringkat ke-3 dalam urutan masalah kemiskinan di Pulau Jawa dengan persentase 10,98 dan banyaknya jumlah penduduk miskin yaitu 4.332.590 jiwa (Ayuwida , 2021). Sedangkan pada tingkat kedalaman kemiskinan di Pulau Jawa dengan tahun yang sama, Provinsi Jawa Timur menduduki peringkat ke-1 yaitu 2,07% (Dewi , 2020).

Permasalahan kemiskinan di Jawa Timur dapat dikarenakan beberapa hal seperti berapa lama sekolah masyarakat yang dapat dilihat dari rata-rata lama sekolah, bagaimana tingkat penganggurannya, dan bagaimana partisipasi angkatan kerja di wilayah tersebut. Penggunaan variabel tersebut berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Tediwibawa dkk tahun 2019 yang meneliti tentang kemiskinan di Kalimantan Timur dengan lima variabel bebas yaitu rata-rata lama sekolah, tingkat pengangguran terbuka, tingkat partisipasi angkatan kerja, laju pertumbuhan penduduk, dan angka harapan lama sekolah (Tediwibawa dkk , 2019). Berdasarkan kelima variabel tersebut, dalam penelitian ini diambil tiga variabel yaitu rata-rata lama sekolah, tingkat pengangguran terbuka, dan tingkat partisipasi angkatan kerja. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), rata-rata

lama sekolah di Jawa Timur pada 5 tahun terakhir terus mengalami kenaikan, hal ini berarti proses pendidikan di Jawa Timur cukup baik tiap tahunnya, namun dengan data yang menunjukkan rata-rata lama sekolah berada selama 7 tahun maka dapat dikatakan bahwa masyarakat di Jawa Timur hanya memiliki pendidikan setara dengan Sekolah Menengah Pertama (SMP), hal ini terbilang bahwa masih rendahnya rata-rata lama sekolah di Jawa Timur (Ramiayu , 2016).

Pada tingkat pengangguran terbuka di Jawa Timur dari tahun 2015 – 2019 mengalami tren menurun, hal ini mengindikasikan bahwa Pemerintah Provinsi Jawa Timur cukup berhasil dalam menekan angka pengangguran. Namun, pada tahun 2020 tingkat pengangguran terbuka di Jawa Timur mengalami kenaikan 2% dari tahun sebelumnya yaitu menjadi 5,84% (Ristika , 2021). Sedangkan pada tingkat partisipasi angkatan kerja di Jawa Timur dari tahun 2018 – 2020 mengalami peningkatan, hal ini berarti nilai tingkat partisipasi angkatan kerja semakin tinggi sehingga ketersediaan tenaga kerja yang siap untuk berperan dalam produksi maupun usaha jasa semakin tinggi pula (Ariyanto dkk , 2021). Salah satu wilayah yang memiliki dukungan penuh pemerintah pusat terhadap pembangunan nasional dan perekonomian regional adalah Jawa Timur dengan kinerja sektor industri yang mendominasi bentuk perubahannya, namun peta persebarannya masih belum merata, hal inilah yang menjadikan wilayah Jawa Timur masih ditemukan adanya ketimpangan pusat perekonomian (Sumardjoko dan Akhmadi , 2019).

Berbagai cara untuk menciptakan dan menikmati kehidupan yang bermartabat bagi warga negara Indonesia harus dilakukan baik secara sinergis maupun sistematis agar dapat menanggulangi masalah kemiskinan tersebut (Nugraha dkk , 2014). Karena masalah kemiskinan merupakan suatu hal yang

perlu diperhatikan dan harus mencari solusi bersama agar segera terpecahkan, hal ini bertepatan dengan tujuan pembangunan nasional yang salah satunya adalah menciptakan kesejahteraan umum, maka kesejahteraan sosial perlu direalisasikan. Terdapat beberapa program yang telah dilakukan pemerintah untuk menangani masalah kemiskinan yaitu diantaranya Program Keluarga Harapan (PKH), Program bantuan beras untuk orang miskin (Raskin), Jaminan Kesehatan Nasional, Kartu Indonesia Pintar (KIP), dan berbagai macam bentuk bantuan maupun program perlindungan sosial lainnya (Mufidah , 2019). Berdasarkan program tersebut, pemerintah telah mengupayakan berbagai macam program untuk menciptakan kebijakan di tahun mendatang agar menjadi lebih baik dalam meminimalisir jumlah kemiskinan di setiap daerah, namun kita tahu bahwa masih tetap saja mengalami masalah kemiskinan, dalam hal ini peran masyarakat juga sangat dibutuhkan. Sebagaimana sudah dijelaskan pada Al-Qur'an Surah Ar-Rum ayat 38 dengan bunyi:

فَاتِ ذَا الْقُرْبَىٰ حَقَّهُ وَالْمِسْكِينَ وَابْنَ السَّبِيلِ ذَٰلِكَ خَيْرٌ لِّلَّذِينَ يُرِيدُونَ وَجْهَ اللَّهِ وَأُولَٰئِكَ هُمُ الْمُفْلِحُونَ ﴿٣٨﴾

UIN SUNAIN AMPEL
S U R A B A Y A

Artinya: "Oleh karena itu, beri kerabat dekat haknya, juga orang miskin, dan orang yang dalam perjalanan. Itulah yang lebih baik bagi orang-orang yang mencari keridaan Allah. Mereka itulah orang-orang yang beruntung."

Dalam Surah tersebut dijelaskan bahwa sesama manusia atau makhluk Allah Swt harus saling membantu baik dalam bentuk jasa agar menjadi produktif atau hal perekonomian lainnya bagi individu yang membutuhkan. Karena dalam sebagian harta kepemilikan dari orang yang berkecukupan, terdapat hak yang dititipkan untuk

orang yang membutuhkan. Orang-orang yang berkecukupan itulah mereka yang memiliki kenikmatan dan keberuntungan atas apapun yang diberikan Allah Swt di dunia ini (Mahabbi , 2019).

Rasul Saw juga mengingatkan bahwa menjadi mukmin yang kuat lebih baik daripada mukmin yang lemah karena peran orang-orang yang kuat baik itu secara fisik maupun finansial dapat membantu mukmin yang lainnya dari masalah kekurangan atau dalam hal ini yaitu berada dalam kemiskinan, hal ini sebagaimana pada hadis yang berbunyi:

عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ: قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: **الْمُؤْمِنُ الْقَوِيُّ خَيْرٌ وَأَحَبُّ إِلَيَّ مِنَ الْمُؤْمِنِ الضَّعِيفِ، وَفِي كُلِّ خَيْرٍ إِحْرَاضٌ عَلَيَّ مَا يَنْفَعُكَ وَاسْتَعِينَ بِاللَّهِ وَلَا تَعْجَزْ، وَإِنْ أَصَابَكَ شَيْءٌ فَلَا تَقُلْ: لَوْ أَنِّي فَعَلْتُ كَانَتْ كَذَا وَكَذَا، وَلَكِنْ قُلْ: قَدَّرَ اللَّهُ وَمَا شَاءَ فَعَلَ، فَإِنَّ لَوْ تَفْتَحُ عَمَلَ الشَّيْطَانِ**
[رواه مسلم]

Artinya: "Dari Abu Hurairah r.a, ia berkata: Rasul Saw bersabda: Mukmin yang kuat lebih baik dan lebih Allah cintai dari mukmin yang lemah, dan dalam setiap kebaikan bersemangatlah terhadap apa yang bermanfaat bagimu, minta tolonglah kepada Allah dan janganlah lemah. Jika sesuatu terjadi padamu janganlah engkau mengatakan "Andai aku melakukan maka pasti akan begini dan begini", akan tetapi katakanlah: "Ini takdir Allah, Dia melakukan apapun yang Dia kehendaki, sesungguhnya berandai-andai itu membuka celah untuk perbuatan syaitan."

Berdasarkan hadis di atas, Rasul Saw memang menganjurkan umatnya untuk selalu menerapkan berbagi ke sesama, namun hal ini tentu harus didasari

dengan tetap melakukan usahanya dalam bekerja keras karena Rasul Saw mengatakan bahwa umat yang bekerja produktif lebih baik daripada umat yang meminta-minta tanpa melakukan usahanya terlebih dahulu, sebagaimana dalam sebuah hadis Rasul Saw bersabda:

أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ وَالَّذِي تَفْسِي بِيَدِهِ لَأَنْ يَأْخُذَ أَحَدُكُمْ حَبْلَهُ فَيَخْتَطِبَ عَلَى ظَهْرِهِ خَيْرٌ لَهُ مِنْ أَنْ يَأْتِيَ رَجُلًا فَيَسْأَلَهُ أَعْطَاهُ أَوْ مَنَعَهُ

[رواه البخاري]

Artinya: ”bahwa Rasul Saw bersabda: Sungguh seseorang diantara kalian mengambil tali lalu memanggul seonggok kayu di punggungnya kemudian menjualnya sehingga Allah menjaga kehormatan dirinya, lebih baik daripada meminta-minta pada orang lain yang terkadang mereka mau memberi atau menolaknya.”

Berdasarkan kedua hadis tersebut menjelaskan bahwa orang yang kuat adalah orang yang paling mulia di mata Allah, yang berarti bahwa sebagai makhluk Allah yang masih dapat berusaha dalam melakukan pekerjaan yang mulia lebih baik daripada meminta-minta, dan di sisi lain bagi umat yang memiliki hak lebih atas hartanya maka berikanlah pada orang yang berhak menerimanya. Segala perbuatan baik selalu libatkan dan mintalah pertolongan kepada Allah Swt karena perbuatan yang baik untuk diri sendiri maupun orang lain dapat memperoleh manfaat dan kenikmatan yang tak terduga, serta kerjakanlah dengan semangat agar menjadi lebih barokah.

Berikut kaidah fikih yang berkaitan bahwa sebaiknya menghindari suatu hal kemafsadatan yang dapat mengarah ke dalam masalah kemiskinan.

دَرْءُ الْمَفْسَادِ مُقَدَّمٌ عَلَى جَلْبِ الْمَصَالِحِ

Artinya: "Meninggalkan kemafsadatan harus didahulukan daripada mengambil kemaslahatan."

Berdasarkan kaidah tersebut, makna mafsadat dapat diartikan sebagai suatu perkara atau perbuatan yang dapat menyebabkan timbulnya masalah kemiskinan, bisa dalam bentuk perkara apapun, sebagai contoh ketika seseorang ingin mengubah hidupnya namun dengan cara berjudi, meskipun tujuannya untuk mencapai kesejahteraan hidupnya tetapi usaha yang dilakukan sangat tidak benar, sehingga dalam kaidah dikatakan bahwa lebih baik meninggalkan kemafsadatan. Apabila dihadapkan pada pilihan di antara keduanya maka hendaklah memilih untuk meninggalkan kemafsadatan terlebih dahulu karena dengan menolaknya maka berarti juga meraih kemaslahatan. Pada hal ini dapat diambil contoh, apabila seseorang ingin memberikan sebagian hartanya untuk membantu orang lain namun mereka masih memiliki hutang, maka hendaklah untuk mendahulukan membayar hutangnya karena itu adalah bentuk kewajibannya.

Salah satu aspek penting untuk terciptanya keberhasilan dalam menanggulangi kemiskinan adalah ketersediaan data dan informasi mengenai masalah kemiskinan secara akurat dan tepat sasaran. Perhitungan tingkat ukuran kemiskinan yang dilakukan secara tepat dapat menjadi rencana yang kuat bagi pihak yang berkewajiban untuk dapat terfokuskan pada perhatian kondisi hidup orang miskin (Aminudin, 2019). Sehingga perlu dilakukan suatu cara untuk mengetahui jumlah penduduk miskin di beberapa tahun yang akan datang, diharapkan sebagai bentuk pertimbangan dan untuk evaluasi kebijakan sebagai

bentuk mempersiapkan segala upaya yang perlu dilakukan oleh pemerintah atau pihak yang terkait untuk menepis atau menurunkan jumlah penduduk miskin di tahun-tahun berikutnya.

Metode yang sering digunakan dalam melakukan pemodelan adalah regresi nonparametrik karena metode ini dalam kemampuannya secara fleksibel dapat digunakan saat suatu data antara variabel prediktor dan variabel respon tidak menunjukkan adanya bentuk pola tertentu. Penggunaan regresi nonparametrik sebagai pendekatan untuk model data agar memperoleh fleksibilitas yang baik juga menjadi saran dari beberapa ilmuan (Setyowati dkk , 2020). Data kemiskinan di Jawa Timur yang tidak menunjukkan adanya pola antara masing-masing variabel prediktor dan respon sehingga metode yang sesuai adalah menggunakan regresi nonparametrik. Basis fungsi dalam memodelkan Regresi Nonparametrik Spline antara lain truncated dan B-Spline. Metode Regresi Nonparametrik B-Spline adalah salah satu metode untuk melakukan penaksiran kurva Regresi Nonparametrik (Dangin dkk , 2021).

Beberapa penelitian berkaitan dengan Regresi Nonparametrik B-Spline telah dilakukan oleh Rahmawati dkk (2017) dengan judul "Pemodelan Kasus Kemiskinan di Jawa Tengah menggunakan Regresi Nonparametrik Metode B-Spline" menggunakan orde 2, orde 3, dan orde 4 didapatkan kesimpulan bahwa model B-Spline terbaik saat X_1 , X_2 , dan X_3 berorde 2. Sedangkan banyaknya knot X_1 dan X_2 sebanyak 1 knot yaitu pada titik 4,51273 dan 3,60626, serta pada X_3 sebanyak 2 knot yaitu pada titik 11,4129 dan 16,2481. Perolehan nilai GCV optimal yaitu 9,79353 (Rahmawati dkk , 2017).

Penelitian lain dilakukan oleh Tediwibawa dkk (2019) dengan judul "Regresi Nonparametrik Spline Birespon untuk Memodelkan Persentase Penduduk

Miskin dan Indeks Kedalaman Kemiskinan di Kalimantan Timur Tahun 2015”, diperoleh simpulan yaitu model spline linear menjadi model terbaik dengan satu titik knot serta nilai GCV optimal yang didapat adalah 31,14057 (Tediwibawa dkk, 2019). Penelitian lainnya adalah Siregar dan Jatmiko (2019) dengan judul ”Perbandingan Regresi B-Splines dan P-Splines pada Hubungan Indeks Pembangunan Manusia dan Persentase Penduduk Miskin Kabupaten/Kota di Indonesia”. Penelitian tersebut memperoleh simpulan bahwa dari kedua metode yang digunakan, B-Spline memperoleh nilai MSE terkecil yaitu 0,1928378 dengan model terbaik pada saat orde 1 dan jumlah knot sebanyak 4 pada penerapan variabel IPM dan persentase penduduk miskin (Siregar dan Jatmiko, 2019).

Penelitian oleh Rahasia dkk (2020) menggunakan B-Spline dengan pendekatan 1 sampai 3 knot serta orde 2 (linier) untuk pemodelan data nilai tukar rupiah terhadap Dollar Amerika, diperoleh bahwa model B-Spline terbaik yaitu dengan 2 titik knot pada titik 11935,10 dan 12438,29 serta diperoleh nilai GCV sebesar 55683,09 (Rahasia dkk, 2020). Serta penelitian yang dilakukan Dewi dkk (2020) menggunakan B-Spline orde 2 hingga 4 untuk kasus pneumonia pada balita di Provinsi Bali. Pada penelitiannya didapatkan model terbaik pada B-Spline kuadratik (orde 3) dengan 5 titik knot optimal, untuk nilai GCV minimum yaitu 6614,65 serta nilai MSE sebesar 841 (Dewi dkk, 2020).

Dari beberapa penelitian yang menerapkan B-Spline sebagai metode untuk memodelkan kemiskinan pada suatu daerah maka di sini peneliti tertarik menggunakan metode Regresi Nonparametrik B-Spline untuk memodelkan kemiskinan di Jawa Timur dengan judul ”Pemodelan Kemiskinan di Jawa Timur menggunakan Regresi Nonparametrik B-Spline”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan pada latar belakang maka rumusan masalah yang diambil pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana model Regresi Nonparametrik B-Spline pada kasus kemiskinan di Jawa Timur?
2. Bagaimana nilai akurasi dari kasus kemiskinan di Jawa Timur menggunakan Regresi Nonparametrik B-Spline?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai penulis dalam penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui model Regresi Nonparametrik B-Spline pada kasus kemiskinan di Jawa Timur.
2. Untuk mengetahui nilai akurasi dari kasus kemiskinan di Jawa Timur menggunakan Regresi Nonparametrik B-Spline.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah:

1. Manfaat Teoritis

Penulis mengharapkan penelitian ini dapat menambah pengetahuan dan wawasan tentang B-Spline, mengetahui penerapan B-Spline dalam memodelkan kemiskinan dan perhitungan *error* yang didapat, serta memberikan informasi bagi pembaca tentang metode B-Spline yang dapat digunakan untuk memodelkan suatu masalah.

2. Manfaat Praktis

- (a) Bagi pemerintahan, penulis mengharapkan dapat memberikan model masalah kemiskinan secara tepat agar dapat meminimalisir atau melakukan keputusan yang sesuai terhadap masalah tersebut.
- (b) Bagi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, penulis mengharapkan dapat menambah referensi serta informasi terkait masalah atau metode yang digunakan sehingga dapat berguna bagi mahasiswa.

1.5. Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah yang dimiliki pada penelitian ini yaitu:

1. Pada penelitian ini variabel yang digunakan yaitu data indeks kedalaman kemiskinan, tingkat pengangguran terbuka, rata-rata lama sekolah, dan tingkat partisipasi angkatan kerja Kabupaten/Kota di Jawa Timur.
2. Pemilihan model Regresi Nonparametrik B-Spline terbaik berdasarkan 1 knot dan orde 2, 3, dan 4.
3. Data penelitian terbagi menjadi data *training* yaitu tahun 2019 dan data *testing* tahun 2020.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini terdiri dari lima bab yaitu:

BAB I PENDAHULUAN: terdapat penjelasan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan dalam penelitian.

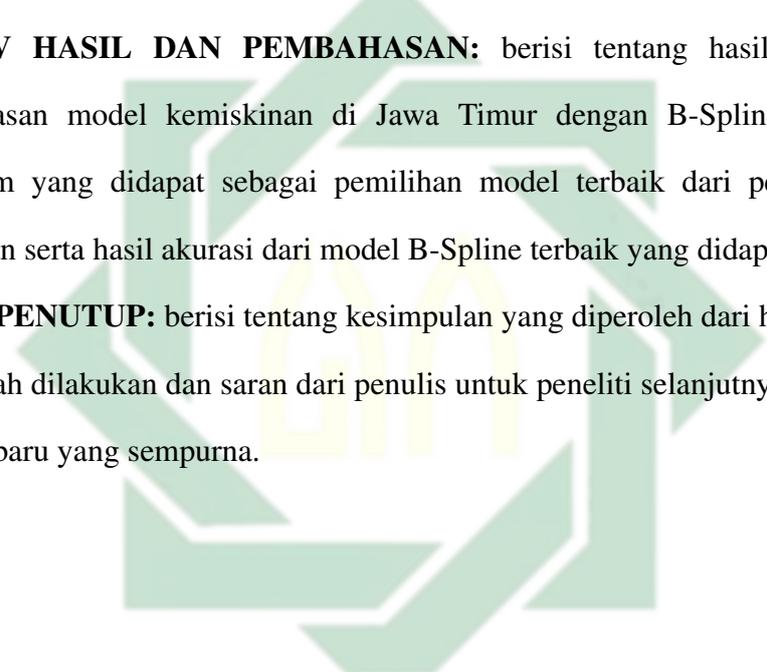
BAB II TINJAUAN PUSTAKA: berisi tentang landasan teori yang dikaji pada

penelitian ini, yaitu kemiskinan beserta variabel yang mempengaruhi, analisis regresi, Regresi Nonparametrik Spline dan B-Spline, pemilihan model terbaik melalui GCV optimal, serta evaluasi model menggunakan MAPE.

BAB III METODE PENELITIAN: berisi tentang sumber data diambil dari mana, jenis data yang digunakan, variabel yang digunakan, serta tahapan atau langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN: berisi tentang hasil dan analisis pembahasan model kemiskinan di Jawa Timur dengan B-Spline, nilai GCV minimum yang didapat sebagai pemilihan model terbaik dari penelitian yang dilakukan serta hasil akurasi dari model B-Spline terbaik yang didapat.

BAB V PENUTUP: berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran dari penulis untuk peneliti selanjutnya agar tercipta hasil terbaru yang sempurna.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kemiskinan

BPS menggunakan ukuran kemiskinan dengan konsep ukuran kemampuan untuk memenuhi kebutuhan dasar. Kemiskinan memiliki pandangan sebagai ketidakmampuan suatu individu atau kelompok dari segi ekonomi dalam memenuhi kebutuhan dasar seperti sandang, pangan, dan papan yang diukur berdasarkan segi pengeluaran dalam kehidupan. BPS melakukan pengukuran kemiskinan yang terbagi dari tiga jenis indeks yang digunakan yaitu persentase penduduk miskin, indeks kedalaman kemiskinan (P1), dan indeks keparahan kemiskinan (P2). Persentase penduduk miskin dapat dilihat dari persentase penduduk yang berada di bawah garis kemiskinan. Kemiskinan di suatu wilayah berkonsep pada teori lingkaran setan kemiskinan yaitu adanya ketertinggalan suatu wilayah, gagalnya usaha dalam mengelola pembangunan ekonomi, dan kurangnya modal (Aminudin, 2019).

Menurut Khaliq dan Uspri, 2017 dalam (Mufidah, 2019) terdapat dua jenis pengelompokan dalam kemiskinan yaitu kemiskinan absolut dan kemiskinan relatif. Sedangkan (Aminudin, 2019) memaparkan terdapat jenis kemiskinan yaitu kemiskinan struktural dan kemiskinan kultural. Dan Kartasia, 1996 dalam (Mufidah, 2019) menambahkan terdapat kemiskinan natural di dalamnya.

1. Kemiskinan Absolut

Kemiskinan absolut adalah suatu kondisi ketidakmampuan seseorang dalam

mencukupi kebutuhan dasarnya seperti sandang dan pangan untuk kehidupannya agar bisa bertindak maupun bekerja dengan efisien.

2. Kemiskinan Relatif

Kemiskinan relatif merupakan suatu kondisi ketidakmampuan seseorang yang dipengaruhi oleh keputusan dari manusia itu sendiri yaitu kebijakan peraturan pembangunan dan kebijakan ekonomi nasional yang belum merata di seluruh kalangan masyarakat.

3. Kemiskinan Struktural

Kemiskinan struktural merupakan kemiskinan yang terjadi akibat ketidakadilannya kebijakan ekonomi atau tatanan sosial terhadap masyarakat yang tidak memiliki akses untuk mengembangkannya karena kebijakan ekonomi yang hanya berpihak pada masyarakat tertentu saja.

4. Kemiskinan Kultural

Kemiskinan kultural mengarah pada faktor adat dan budaya suatu daerah tertentu yang tetap melekatnya indikator kemiskinan dalam dirinya. Sebagai contoh gaya hidup masyarakat yang masih bersikap malas, tidak menumbuhkan adanya jiwa semangat prestasi dan masih berorientasi pada masa lalu.

5. Kemiskinan Natural

Kemiskinan natural merupakan kondisi pada masyarakat miskin yang dikarenakan kurang terpenuhinya sumber daya alam (SDA), sumber daya manusia (SDM), dan pembangunan nasional.

2.2. Indeks Kedalaman Kemiskinan (*Poverty Gap Index*)

Masalah kemiskinan yang dialami tidak hanya sekedar berapa jumlah dan persentase penduduk miskin, tetapi terdapat aspek lain yang masih perlu diperhatikan yaitu seberapa dalam dan keparahan kemiskinan, di mana pada BPS dilambangkan dengan P1 dan P2. Indeks kedalaman kemiskinan merupakan salah satu indikator kemiskinan yang menggambarkan ukuran rata-rata ketidakseimbangan pengeluaran pada masing-masing penduduk miskin terhadap garis kemiskinan. Semakin tinggi nilai indeksnya, maka semakin besar rata-rata kesenjangan atau ketidakseimbangannya (Wardani dkk, 2021). Indeks kedalaman kemiskinan dapat menunjukkan kualitas dari kemiskinan di suatu wilayah. Terdapat tingkat kemiskinan penduduk yang dikaitkan dengan garis kemiskinan (GK) yang dipilih menjadi sangat miskin (pendapatan perkapita/perbulan $\leq 0,8GK$), miskin ($0,8GK < \text{pendapatan perkapita/perbulan} \leq GK$), hampir miskin ($GK < \text{pendapatan perkapita/perbulan} \leq 1,2GK$), dan rentan miskin lainnya ($1,2GK < \text{pendapatan perkapita/perbulan} \leq 1,6GK$). Adapun formula indeks kedalaman kemiskinan adalah sebagai berikut:

$$P_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^Q \left[\frac{GK - y_i}{GK} \right] \quad (2.1)$$

Di mana,

P_1 : indeks kedalaman kemiskinan

GK : garis kemiskinan

y_i : rata-rata pengeluaran perkapita penduduk yang berada di bawah garis kemiskinan ($i = 1, 2, \dots, Q$); $y_i < GK$

Q : banyaknya penduduk yang berada di bawah garis kemiskinan

n : jumlah penduduk

Indeks kedalaman kemiskinan cocok untuk digunakan pemerintah dalam menentukan target sasaran bantuan dan merencanakan program pengentasan kemiskinan dengan bentuk berupa bantuan langsung bukan berupa kredit usaha karena dalam nilai indeks kedalaman kemiskinan menunjukkan suatu biaya yang dibutuhkan dalam mengentaskan masalah kemiskinan. Ukuran nilai tersebut memperlihatkan seberapa dana yang harus dimiliki untuk dikirim kepada RTM sehingga pendapatan penduduk miskin naik di atas garis kemiskinan. Bantuan tersebut umumnya hanya dapat menaikkan taraf kemiskinan penduduk dari sangat miskin menjadi miskin (Firstiana , 2017).

2.3. Variabel yang Mempengaruhi Kemiskinan

2.3.1. Rata-Rata Lama Sekolah

Pengertian rata-rata lama sekolah merupakan jumlah tahun pendidikan yang telah ditempuh secara formal oleh penduduk pada usia 15 tahun ke atas (Jatmiko , 2018). Rata-rata lama sekolah dapat dihitung dari beberapa informasi berikut yaitu diantaranya jenjang dan jenis pendidikan yang pernah atau sedang diduduki, ijazah tertinggi yang dimiliki, partisipasi sekolah, dan tingkat tertinggi yang pernah atau sedang diduduki. Tingginya angka rata-rata lama sekolah seseorang menunjukkan jenjang pendidikan yang ditamatkannya (Arofah dan Rohimah , 2019). Adapun formula untuk menghitung rata-rata lama sekolah adalah sebagai berikut (Jatmiko , 2018):

$$RLS = \frac{1}{P_{15+}} \sum_{i=1}^{P_{15+}} LS_i \quad (2.2)$$

P_{15+} menyatakan jumlah penduduk usia 15 tahun ke atas dan LS_i adalah lama waktu sekolah suatu penduduk ke- i . Adapun macam-macam perhitungan lama sekolah seseorang yaitu sebagai berikut (Jatmiko , 2018):

1. Tidak adanya kesempatan sekolah sama sekali = 1
2. Sedang menempuh sekolah di SD hingga S1 = konversi ijazah terakhir + kelas terakhir – 1
3. Sedang menempuh sekolah di S2 atau S3 = konversi ijazah terakhir
4. Sudah tamat dan tidak menempuh sekolah lagi = konversi ijazah terakhir
5. Tidak tamat dan tidak menempuh sekolah lagi di kelas terakhir = konversi ijazah terakhir + kelas terakhir

2.3.2. Tingkat Pengangguran Terbuka

Pengangguran adalah salah satu masalah dalam bidang ketenagakerjaan di mana suatu kondisi individu yang tergolong dalam suatu angkatan kerja dan menginginkan pekerjaan namun belum juga memperoleh pekerjaan tersebut (Ningrum , 2017). Berdasarkan sifatnya jenis pengangguran dibagi menjadi tiga, yaitu:

1. Pengangguran terbuka, yaitu angkatan kerja yang tidak memiliki pekerjaan akibat karena kurangnya lapangnya pekerjaan dan masalah dari individu sendiri yaitu tidak mau bekerja atau terdapat ketidakcocokan antara latar belakang pendidikan dengan lowongan pekerjaan.
2. Pengangguran setengah menganggur, yaitu angkatan kerja yang melakukan suatu pekerjaan di bawah jam kerja normal atau kurang dari 35 jam seminggu.

3. Pengangguran terselubung, yaitu angkatan kerja yang bekerja secara tidak optimal sehingga terjadi kelebihan dari tenaga kerja.

Pengangguran terbuka menjadi permasalahan pengangguran yang dianggap paling serius untuk ditangani, karena jenis pengangguran ini sebagai wujud dari minimnya penggunaan kerja sebagai dampak dari kemajuan teknologi sekarang ini, turunnya kegiatan ekonomi, bahkan sebagai akibat dari kemunduran perkembangan suatu industri (Tarigan , 2021). Pengangguran terbuka dapat juga terjadi atau terwujud sebagai akibat dari lemahnya kegiatan perekonomian yang mengakibatkan turunnya produksi diberbagai bidang karena pengurangan dari suatu tenaga kerja (Heni , 2019).

Tingkat pengangguran terbuka (TPT) adalah perbandingan persentase dari jumlah pengangguran terbuka terhadap jumlah angkatan kerja (Rahmawati dkk , 2017). Indikator tingkat pengangguran terbuka menggambarkan besarnya persentase angkatan kerja yang termasuk dalam pengangguran pada suatu wilayah. Banyaknya angkatan kerja yang tidak terserap pada suatu pasar kerja menjadi bukti bahwa tingkat pengangguran terbuka masih tergolong sangat tinggi. Adapun formula yang digunakan untuk menghitung atau mendapatkan tingkat pengangguran terbuka adalah sebagai berikut (Tarigan , 2021):

$$TPT = \frac{\text{Jumlah Pengangguran}}{\text{Jumlah Angkatan Kerja}} \times 100\% \quad (2.3)$$

2.3.3. Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja

Tingkat partisipasi angkatan kerja ialah jumlah populasi dalam suatu angkatan kerja sebagai persentase dari penduduk usia kerja (Izzah dan Budiantara , 2020). Secara umum, tingkat partisipasi angkatan kerja menunjukkan kinerja

partisipasi angkatan kerja yang baik berdasarkan tingginya penduduk yang bekerja. Namun, apabila tingginya tingkat partisipasi angkatan kerja diiringi dengan rendahnya tingkat kesempatan kerja, maka akan cukup mengkhawatirkan karena penduduk yang mencari pekerjaan akan meningkat sehingga memicu terjadinya banyak pengangguran (Ardella dkk , 2020).

Angkatan kerja merupakan individu penerima pendapatan atau yang mencari nafkah atau seseorang yang berusaha untuk mencapai ke arah itu. Secara demografis besarnya angkatan kerja tergantung dari tingkat partisipasi angkatan kerja di mana dapat diketahui melalui berapa persen dari tenaga kerja yang berpartisipasi menjadi angkatan kerja. Pertumbuhan angkatan kerja diakibatkan karena tren perubahan demografi di masa lampau yang merupakan respon dari kondisi perekonomian pada masanya (Hayati , 2019).

Dampak positif atau negatif dari penambahan jumlah penduduk dan tenaga kerja terhadap pertumbuhan ekonomi tergantung pada kemampuan sistem perekonomian yang bersangkutan untuk menyerap dan secara produktif memanfaatkan dari tambahan tenaga kerja tersebut. Angkatan kerja tergolong menjadi beberapa macam yaitu golongan yang sedang bekerja, golongan yang masih menganggur, dan yang sedang mencari pekerjaan. Adapun formula yang digunakan untuk menghitung Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) adalah sebagai berikut (Rahmawati , 2018):

$$TPAK = \frac{\text{Angkatan Kerja}}{\text{Tenaga Kerja}} \times 100\% \quad (2.4)$$

2.4. Analisis Regresi

Regresi yang dapat diartikan sebagai ramalan atau taksiran diperkenalkan pertama kali oleh Sir Francis Galton pada tahun 1877, regresi ini digunakan untuk melihat adanya korelasi antar variabel (Tediwibawa dkk , 2019). Maka analisis regresi adalah penerapan dalam bidang statistika yang digunakan untuk melihat model pola hubungan dari satu variabel dengan variabel lain yang saling berhubungan (Hadiriyanto , 2019). Persamaan regresi dapat ditulis sebagai berikut:

$$y_i = \alpha + \beta x_i + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (2.5)$$

Dimana,

y_i : variabel respon

x_i : variabel prediktor

α, β : parameter regresi

ε_i : error random

Variabel yang mempengaruhi dalam analisis regresi adalah variabel prediktor dan variabel yang dipengaruhi adalah variabel respon. Suatu analisis kurva dari hasil *scatterplot* dapat menunjukkan pola antar variabel yang berhubungan tersebut termasuk ke dalam pola linear, kuadratik, ataupun kubik. Dalam analisis regresi terdapat tiga model yaitu parametrik, nonparametrik, dan semiparametrik (Sudarmin , 2021).

2.5. Regresi Nonparametrik

Metode statistik nonparametrik adalah suatu metode statistik yang mengabaikan asumsi-asumsi metode statistik parametrik dalam melandasi penggunaannya (Ramlan , 2017). Metode statistika yang dilakukan untuk mengetahui hubungan antara variabel respon dengan prediktor adalah regresi nonparametrik. Regresi ini juga dilandasi pada asumsi data yang diambil bersifat secara acak dan memiliki bentuk kurva mulus. Model persamaan regresi nonparametrik sebagai berikut (Dewi dkk , 2020):

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (2.6)$$

Di mana,

y_i : variabel respon

x_i : variabel prediktor

$f(x_i)$: fungsi data yang tidak diketahui bentuk dan pola

ε_i : error random

Jika Persamaan 2.6 dibentuk matriks maka akan menjadi sebagai berikut:

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad f(X) = \begin{bmatrix} f(x_1) \\ f(x_2) \\ \vdots \\ f(x_n) \end{bmatrix} \quad \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

Maka model regresi pada persamaan 2.6 dapat juga dituliskan dalam bentuk

formula sebagai berikut:

$$Y = f(X) + \varepsilon \quad (2.7)$$

Regresi nonparametrik spline dapat digunakan untuk melakukan dugaan kurva regresi. Memiliki kemampuan untuk mengatasi pola data yang menunjukkan adanya fluktuasi secara tajam dengan dibantu adanya titik-titik knot serta kurva pemulusan menjadi suatu kelebihan dalam spline. Spline adalah suatu polinomial di mana bagian-bagian dari polinomial yang berbeda digabungkan pada knot k_1, k_2, \dots, k_n dan kontinu sehingga bersifat fleksibel dibandingkan polinomial biasa. Spline memiliki dua fungsi basis yaitu truncated dan B-Spline, akan tetapi pada fungsi truncated memiliki kelemahan yaitu membentuk matrik singular apabila jumlah knot bertambah dan letak titik knot terlalu dekat sehingga solusi yang digunakan adalah menggunakan basis B-Spline. Basis B-Spline adalah basis alternatif bagi basis fungsi polinomial truncated (Rahasia dkk, 2020).

2.5.1. Model B-Spline

Model regresi nonparametrik pada persamaan 2.6 apabila didekati dengan fungsi B-Spline maka akan menjadi seperti berikut:

$$y_i = \sum_{j=1}^{m+k} \beta_j B_{j-m,m}(x_i) + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (2.8)$$

Di mana,

$B_{j-m,m}(x)$: basis B-Spline

β_j : parameter regresi untuk B-Spline

Cara membangun fungsi B-Spline pada orde m dengan k titik knot di mana

$a < u_1 < \dots < u_k < b$ yaitu dengan cara mendefinisikan knot tambahan sebanyak $2m$ seperti rumus di bawah ini:

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

Di mana,

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

Menurut Eubank dalam (Rahmawati dkk, 2017) fungsi B-Spline pada orde m dengan k titik knot di mana $a < u_1 < \dots < u_k < b$ dapat diartikan secara rekursif sebagai berikut:

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

Di mana, $j = -(m-1), \dots, k$, dan

$$B_{j,1}(x) = \begin{cases} 1, & x \in [u_j, u_{j+1}) \\ 0, & \text{untuk } x \text{ yang lainnya} \end{cases}$$

Dengan m merupakan derajat B-Spline, untuk $m = 2$ akan menjadi fungsi B-Spline linear, yang memiliki 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 kuadrat, yang memiliki 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 $j = -2, \dots, k$

Serta orde $m = 4$ menjadi fungsi B-Spline kubik akan memiliki fungsi sebagai berikut (Raupong , 2009)

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

dengan $j = -3, \dots, k$

Pembentukan model regresi nonparametrik B-Spline perlu memperhatikan beberapa hal yaitu orde untuk model, banyaknya knot, dan lokasi penempatan knot agar memperoleh model yang terbaik (Siregar dan Jatmiko , 2019).

2.5.2. Estimasi Parameter Model B-Spline

Berdasarkan persamaan 2.8 apabila disajikan dalam bentuk matriks, akan menjadi sebagai berikut (Lisnaini , 2014):

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{-(m-1),m}(x_1) & B_{-(m-2),m}(x_1) & \cdots & B_{k,m}(x_1) \\ B_{-(m-1),m}(x_2) & B_{-(m-2),m}(x_2) & \cdots & B_{k,m}(x_2) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ B_{-(m-1),m}(x_n) & B_{-(m-2),m}(x_n) & \cdots & B_{k,m}(x_n) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_{m+k} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

Bentuk matriks tersebut dapat dituliskan dalam bentuk:

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

Dalam Regresi Nonparametrik B-Spline untuk mencari estimasi β digunakan metode kuadrat terkecil (Lisnaini , 2014):

$$\varepsilon^T \varepsilon = (Y - B_\lambda \beta)^T (Y - B_\lambda \beta) \quad (2.14)$$

$$= (Y^T - \beta^T B_\lambda^T) (Y - B_\lambda \beta) \quad (2.15)$$

$$= (Y^T Y - Y^T B_\lambda \beta - Y \beta^T B_\lambda^T + \beta^T B_\lambda^T B_\lambda \beta) \quad (2.16)$$

$$= (Y^T Y - (Y^T B_\lambda \beta)^T - Y \beta^T B_\lambda^T + \beta^T B_\lambda^T B_\lambda \beta) \quad (2.17)$$

$$= (Y^T Y - Y \beta^T B_\lambda^T - Y \beta^T B_\lambda^T + \beta^T B_\lambda^T B_\lambda \beta) \quad (2.18)$$

$$= Y^T Y - 2Y \beta^T B_\lambda^T + \beta^T B_\lambda^T B_\lambda \beta \quad (2.19)$$

Agar didapatkan parameter β , persamaan 2.19 diturunkan terhadap β maka akan diperoleh (Lisnaini , 2014):

$$\frac{\partial \varepsilon^T \varepsilon}{\partial \beta} = \frac{\partial (Y^T Y - 2Y \beta^T B_\lambda^T + \beta^T B_\lambda^T B_\lambda \beta)}{\partial \beta} \quad (2.20)$$

$$= 0 - 2B_\lambda^T Y + (B_\lambda^T B_\lambda \beta + (\beta^T B_\lambda^T B_\lambda)^T) \quad (2.21)$$

$$= 0 - 2B_\lambda^T Y + (B_\lambda^T B_\lambda \beta + B_\lambda^T B_\lambda \beta) \quad (2.22)$$

$$= 0 - 2B_\lambda^T Y + 2B_\lambda^T B_\lambda \beta \quad (2.23)$$

Selanjutnya untuk mendapatkan penaksir β yaitu $\hat{\beta}$ maka turunannya

disamadengankan nol (Lisnaini , 2014):

$$-2B_{\lambda}^T Y + 2B_{\lambda}^T B_{\lambda} \hat{\beta} = 0 \quad (2.24)$$

$$2B_{\lambda}^T B_{\lambda} \hat{\beta} = 2B_{\lambda}^T Y \quad (2.25)$$

$$\hat{\beta} = \frac{2B_{\lambda}^T Y}{2B_{\lambda}^T B_{\lambda}} \quad (2.26)$$

$$\hat{\beta} = (B_{\lambda}^T B_{\lambda})^{-1} B_{\lambda}^T Y \quad (2.27)$$

Sehingga didapatkan estimator B-Spline yaitu (Lisnaini , 2014):

$$\hat{\beta} = (B_{\lambda}^T B_{\lambda})^{-1} B_{\lambda}^T Y \quad (2.28)$$

Maka estimasi model untuk fungsi B-Spline pada regresi nonparametrik adalah sebagai berikut (Lisnaini , 2014):

$$\hat{Y} = B_{\lambda} \hat{\beta} \quad (2.29)$$

$$= B_{\lambda} (B_{\lambda}^T B_{\lambda})^{-1} B_{\lambda}^T Y \quad (2.30)$$

2.6. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Salah satu metode untuk mengevaluasi atau mengukur akurasi hasil dari suatu model adalah *MAPE* (*Mean Absolute Percentage Error*). Nilai *MAPE* adalah nilai yang menunjukkan seberapa besar rata-rata kesalahan absolut prediksi. Formula *Mean Absolute Percentage Error* (*MAPE*) dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut (Sholikha dkk , 2019):

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

Nilai *MAPE* yang kecil memberi petunjuk bahwa nilai prediksi yang dihasilkan model tersebut semakin mendekati nilai observasinya atau dapat dikatakan bahwa model yang dihasilkan baik. Interpretasi dari nilai *MAPE* yang dihasilkan sebagai berikut (Sholikha dkk , 2019):

Tabel 2.1 Interpretasi Nilai MAPE

MAPE	Keterangan
< 10%	Prediksi tersebut sangat akurat
$10\% \leq MAPE < 20\%$	Prediksi tersebut baik
$20\% \leq MAPE < 50\%$	Prediksi tersebut cukup baik
$\geq 50\%$	Prediksi tersebut tidak akurat

2.7. Generalized Cross Validation (GCV)

Dalam perolehan model regresi terbaik, perlu diperhatikan penentuan titik knot. Karena pemilihan model B-Spline terbaik menggunakan nilai GCV yang optimal yaitu berdasarkan nilai GCV minimum. Formula untuk menghitung nilai *Generalized Cross Validation (GCV)* adalah sebagai berikut (Lisnaini , 2014):

$$GCV_{\lambda} = \frac{MSE_{\lambda}}{\left(\frac{1}{n} \text{trace} [I - A_{\lambda}]\right)^2} \quad (2.31)$$

Di mana,

n : banyak data

I : matriks identitas

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

Formula *Mean Square Error (MSE)* dapat dinyatakan dalam rumus sebagai

berikut:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (Y_j - \hat{Y}(x_j))^2 \quad (2.32)$$

Di mana,

Y_j : data aktual

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

n : banyak data

Pemilihan model terbaik menggunakan nilai GCV yaitu dengan cara membandingkan dari masing-masing orde dan titik knot yang memiliki nilai GCV terkecil atau paling minimum (Rahmawati dkk , 2017).

2.8. Integrasi Keilmuan

Penggolongan kemiskinan dibagi menjadi dua yaitu fakir dan miskin. Fakir yang berasal dari kata *faqir* (bentuk mufrad), *fuqara* (bentuk jama'), dan *faqr* (bentuk Masdar) memiliki arti tulang punggung, yang memiliki makna sebagai beban yang dipikul sangat besar hingga mematahkan tulang punggung (Ilhamny , 2014). Pengertian orang fakir adalah orang yang masih menganggur dan tidak mempunyai penghasilan sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan hidupnya (Angraini , 2021) sebagaimana dijelaskan dalam Al-Qur'an di bawah ini.

لِلْفُقَرَاءِ الَّذِينَ أُحْصِرُوا فِي سَبِيلِ اللَّهِ لَا يَسْتَطِيعُونَ ضَرْبًا فِي الْأَرْضِ يَحْسَبُهُمُ الْجَاهِلُ
أَغْنِيَاءَ مِنَ التَّعَفُّفِ تَعْرِفُهُمْ بِسِيمَاهُمْ لَا يَسْأَلُونَ النَّاسَ إِحْقَاقًا وَمَا تُنْفِقُوا مِنْ خَيْرٍ فَإِنَّ اللَّهَ
بِهِ عَلِيمٌ ﴿١٧٧﴾

Artinya: "(Apa pun yang kamu infakkan) diperuntukkan bagi orang-orang

fakir yang terhalang (usahanya karena jihad) di jalan Allah dan mereka tidak dapat berusaha di bumi. Orang yang tidak mengetahuinya mengira bahwa mereka adalah orang-orang kaya karena mereka memelihara diri dari mengemis. Engkau (Nabi Muhammad) mengenal mereka dari ciri-cirinya (karena) mereka tidak meminta secara paksa kepada orang lain. Kebaikan apa pun yang kamu infakkan, sesungguhnya Allah Mahatahu tentang itu.” (QS. Al-Baqarah: 273)

Berdasarkan ayat tersebut, dapat dikatakan bahwa orang fakir adalah orang yang tidak memiliki harta, serta tidak memiliki usaha atau mata pencaharian untuk memenuhi kebutuhan sehari-harinya karena kesusahan atau terhalang untuk berusaha di bumi (Lubis , 2018).

Sedangkan kata miskin yang berasal dari kata *miskin* (bentuk mufrad), *masakin* (bentuk jama’), dan *maskanah* (bentuk Masdar) memiliki arti sebagai orang miskin adalah orang yang bekerja tetapi penghasilannya hanya dapat memenuhi sebagian kebutuhan hidupnya (Anggraini , 2021). Pada ayat Al-Qur’an yang menjelaskan tentang miskin adalah sebagai berikut:

وَالَّذِينَ فِيْ اَمْوَالِهِمْ حَقٌّ مَّعْلُوْمٌ ۖ لِلسَّائِلِ وَالْمَحْرُوْمِ ۗ

UIN SUNAN AMEL
S U R A B A Y A

Artinya: ”yang di dalam hartanya ada bagian tertentu untuk orang (miskin) yang meminta-minta dan orang (miskin) yang menahan diri dari meminta-minta.” (QS. Al-Ma’arij: 24 – 25)

Penjelasan bahwa orang miskin adalah mereka yang masih ada usaha untuk bekerja juga dijelaskan pada Al-Qur’an sebagai berikut:

أَمَّا السَّفِينَةُ فَكَانَتْ لِمَسْكِينٍ يَعْمَلُونَ فِي الْبَحْرِ فَأَرَدْتُ أَنْ أَعِيبَهَا وَكَانَ وَرَاءَهُمْ مَلِكٌ
يَأْخُذُ كُلَّ سَفِينَةٍ غَصْبًا ﴿٧٩﴾

Artinya: "Adapun perahu itu adalah milik orang-orang miskin yang bekerja di laut. Maka, aku bermaksud membuatnya cacat karena di hadapan mereka ada seorang raja (zalim) yang mengambil setiap perahu (yang baik) secara paksa." (QS. Al-Kahfi: 79)

Berdasarkan ayat-ayat tersebut, dapat dikatakan bahwa orang miskin adalah mereka yang memiliki harta dan memiliki usaha untuk mencukupi kebutuhannya namun hal tersebut tidak mencukupi kebutuhannya (Lubis , 2018). Berdasarkan ayat yang sudah dijelaskan di atas dapat dikatakan pula bahwa orang miskin adalah orang yang hidupnya tidak berkecukupan, tidak punya kepandaian dalam mencukupi kebutuhannya, dan mereka tidak mau meminta-minta kepada orang lain. Hal ini sebagaimana dijelaskan juga dalam hadis yang berbunyi:

أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ لَيْسَ الْمِسْكِينُ بِهَذَا الطَّوَّافِ الَّذِي يَطُوفُ
عَلَى النَّاسِ فَتَرُدُّهُ اللَّقْمَةُ وَاللَّقْمَتَانِ وَالثَّمْرَةُ وَالثَّمَرَتَانِ قَالُوا فَمَا الْمِسْكِينُ يَا رَسُولَ اللَّهِ
قَالَ الَّذِي لَا يَجِدُ غِنًى يُغْنِيهِ وَلَا يَفْطِنُ لَهُ فَيَتَصَدَّقَ عَلَيْهِ وَلَا يَسْأَلُ النَّاسَ شَيْئًا
[رواه مسلم]

Artinya: "Orang miskin bukanlah mereka yang berkeliling meminta-minta kepada orang banyak, lalu peminta itu diberi sesuap dua suap, atau sebutir dua butir kurma." Para sahabat bertanya, "Kalau begitu, seperti apakah orang yang miskin itu?" Beliau menjawab: "Orang miskin sesungguhnya ialah mereka yang

tidak memiliki apa-apa untuk menutupi kebutuhannya, namun keadaannya itu tidak diketahui orang supaya orang bersedekah padanya, dan tidak pula meminta-minta ke sana ke mari.” (HR. Muslim No. 1722)

Islam menempatkan kemiskinan sebagai suatu realitas kehidupan yang memiliki kompleksitas tersendiri, tidak dapat dipahami hanya dengan melihat satu atau sebagian unsur saja karena penggolongan kemiskinan dapat memiliki banyak arti. Jadi tidak dapat dipungkiri bahwa dengan satu sisi, kemiskinan itu memang takdir yang harus diterima oleh manusia, namun terdapat sisi lain yaitu manusia diberi kekuasaan oleh Allah Swt untuk mengubah keadaan tersebut sehingga tidak lagi menjadi miskin, sebagaimana dalam kaidah fikih di bawah ini:

الضَّرَرُ يُدْفَعُ عَلَى قَدْرِ الْإِمْكَانِ

Artinya: ”Kemudharatan dihilangkan semaksimal mungkin meskipun tidak seluruhnya hilang.”

Berdasarkan kaidah tersebut sebagai umat muslim harus selalu berupaya melalui cara bekerja, mengemban ilmu, membantu kaum miskin, dan lainnya untuk menghindari kemiskinan, karena itu adalah musuh besar umat Islam sehingga wajib bagi sesama untuk melawan kemiskinan yang mendera. Allah Swt tidak pernah memerintahkan penganutnya menjadi orang miskin (Ismail , 2018). Meskipun dalam upayanya tidak memperoleh hasil secara maksimal, namun tetap akan ada hikmah dibalik semuanya, karena sejatinya manusia masih akan selalu berdampingan dengan masalah kemiskinan, tetapi dalam pelaksanaannya suatu usaha tidak akan mengkhianati hasilnya oleh karena itu tetaplah berusaha berbagai bentuk upaya untuk menanggulangi kemiskinan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif karena menggunakan data kuantitatif yaitu data yang berupa angka. Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan literatur terlebih dahulu yang berkaitan dengan permasalahan dalam penelitian. Data yang telah didapat kemudian disusun secara sistematis untuk dilakukan perhitungan agar mendapatkan hasil dari rumusan masalah.

3.2. Sumber Penelitian

Pada penelitian yang dilakukan menggunakan jenis data sekunder yaitu diambil dari *website* resmi Badan Pusat Statistika (BPS) Jawa Timur. Unit observasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 38 Kota/Kabupaten di Provinsi Jawa Timur. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri 1 variabel respon (Y) dan 3 variabel prediktor (X). Berikut disajikan detail variabel dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

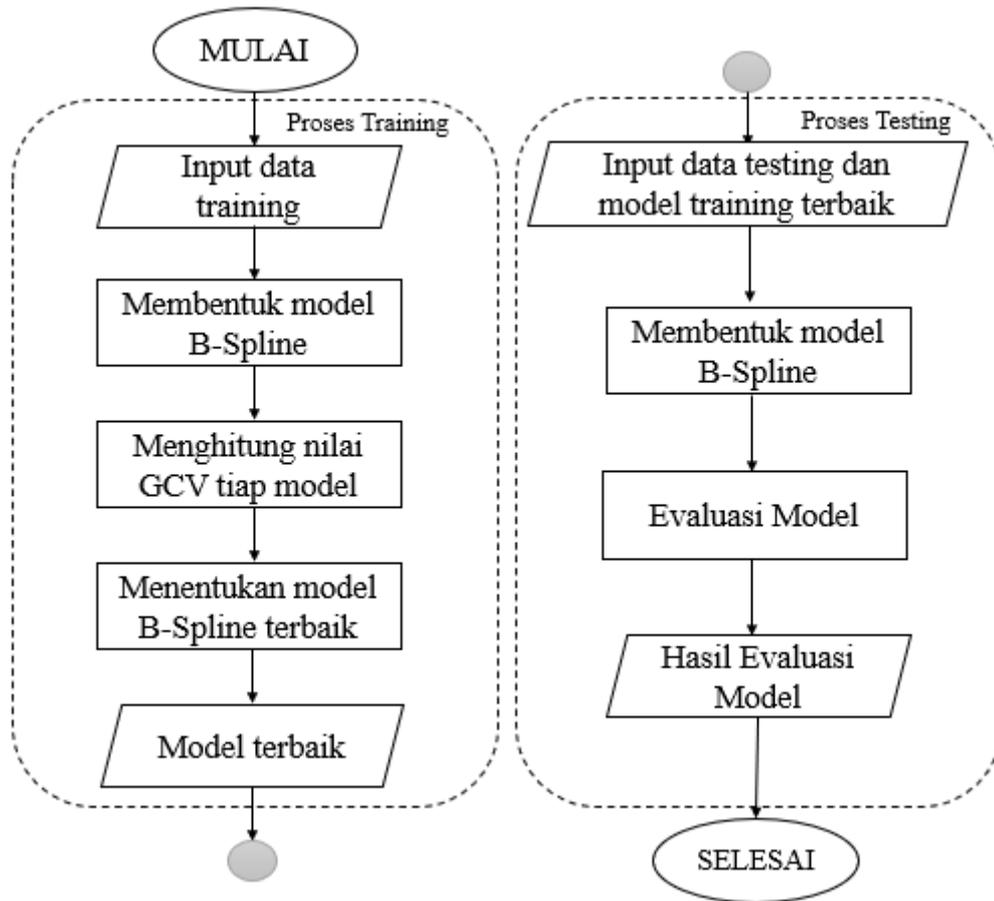
Simbol	Variabel
Y	Indeks Kedalaman Kemiskinan
X_1	Rata-rata Lama Sekolah
X_2	Tingkat Pengangguran Terbuka
X_3	Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja

3.3. Kerangka Penelitian

Tahapan-tahapan pada penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Memasukkan data training variabel respon (y) dan variabel prediktor (x).
2. Membuat *scatterplot* antara variabel respon dengan masing-masing variabel prediktor untuk mengetahui pola hubungan variabel x dan y .
3. Melakukan Regresi Nonparametrik B-Spline menggunakan data training dengan 1 knot dari orde 2, orde 3, dan orde 4.
4. Menghitung nilai GCV untuk setiap kombinasi orde dan titik knot.
5. Menentukan titik knot optimal yang dilihat dari nilai GCV minimum pada masing-masing kombinasi orde dan titik knot.
6. Menentukan model B-spline terbaik berdasarkan orde dan titik knot optimal.
7. Memasukkan data testing dengan orde dan titik knot optimal yang didapat.
8. Menentukan model B-Spline terbaik menggunakan data testing.
9. Menghitung nilai akurasi menggunakan *MAPE (Mean Absolute Percentage Error)* untuk evaluasi model.
10. Hasil akurasi menggunakan *MAPE (Mean Absolute Percentage Error)*.

Tahapan dalam penelitian ini dapat digambarkan melalui *flowchart* sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Data

Dalam penelitian ini digunakan metode Regresi Nonparametrik Spline dengan pendekatan basis Spline yaitu B-Spline untuk menganalisa indeks kedalaman kemiskinan (Y) di Jawa Timur. Objek pengamatan dilakukan pada 38 Kabupaten/Kota di Jawa Timur dengan variabel prediktornya adalah rata-rata lama sekolah (X_1), tingkat pengangguran terbuka (X_2), dan tingkat partisipasi angkatan kerja (X_3). Berikut disajikan data dari seluruh variabel y dan x pada tahun 2019.

Tabel 4.1 Variabel y dan x Provinsi Jawa Timur Tahun 2019

Kabupaten/Kota	y	x_1	x_2	x_3
Pacitan	1,75	7,28	0,91	79,62
Ponorogo	1,7	7,21	3,5	71,15
Trenggalek	1,37	7,28	3,36	73,45
Tulungagung	0,84	8,07	3,29	70,48
Blitar	1,13	7,29	3,05	72,93
Kediri	1,24	8,01	3,58	71,76
Malang	1,57	7,27	3,7	70,07
Lumajang	1,09	6,22	2,73	66,14
Jember	1,22	6,18	3,69	67,16
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Kota Batu	0,59	9,07	5,93	72,33

Berikut disajikan data dari seluruh variabel y dan x pada tahun 2020.

Tabel 4.2 Variabel y dan x Provinsi Jawa Timur Tahun 2020

Kabupaten/Kota	y	x_1	x_2	x_3
Pacitan	2,68	7,6	2,28	80,36
Ponorogo	1,44	7,54	4,45	71,51
Trenggalek	1,48	7,55	4,11	75,72
Tulungagung	0,72	8,33	4,61	73,17
Blitar	1,35	7,39	3,82	70,83
Kediri	1,55	8,02	5,24	70,65
Malang	1,37	7,42	5,49	71,62
Lumajang	1,14	6,4	3,36	66,92
Jember	1,42	6,48	5,12	68,04
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Kota Batu	0,59	9,07	5,93	72,33

Berdasarkan Tabel 4.1, diambil sampel data sebanyak 9 data yaitu Kabupaten/Kota Pacitan, Ponorogo, Trenggalek, Tulungagung, Blitar, Kediri, Malang, Lumajang, dan Jember. Selanjutnya, berikut contoh perhitungan Regresi Nonparametrik B-Spline untuk data sampel pada variabel tingkat pengangguran terbuka (x_2):

Tabel 4.3 Data y dan x

y	x
1,75	0,91
1,7	3,5
1,37	3,36
0,84	3,29
1,13	3,05
1,24	3,58
1,57	3,7
1,09	2,73
1,22	3,69

Pada data yang digunakan yaitu Tabel 4.3 misal menggunakan orde 3 ($m = 3$) dengan 1 titik knot, maka memerlukan knot tambahan sebanyak $2m = 2(3) = 6$ dengan knot tambahannya yaitu $k_{-2} = k_{-1} = k_0 = a = 0,91$, $k_1 = 2,73$, $k_2 = k_3 = k_4 = b = 3,7$. Bentuk matriksnya akan menjadi sebagai berikut:

$$B(x) = \begin{bmatrix} B_{-2,3}(1) & B_{-1,3}(1) & B_{0,3}(1) & B_{1,3}(1) \\ B_{-2,3}(2) & B_{-1,3}(2) & B_{0,3}(2) & B_{1,3}(2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ B_{-2,3}(9) & B_{-1,3}(9) & B_{0,3}(9) & B_{1,3}(9) \end{bmatrix}$$

Selanjutnya akan ditentukan masing-masing nilai fungsi basis.

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

$$\begin{aligned} B_{-2,3}(x) &= \frac{x - k_{-2}}{k_{-2+3-1} - k_{-2}} B_{-2,3-1}(x) + \frac{k_{-2+3} - x}{k_{-2+3} - k_{-2+1}} B_{-2+1,3-1}(x) \\ &= \frac{x - k_{-2}}{k_0 - k_{-2}} B_{-2,2}(x) + \frac{k_1 - x}{k_1 - k_{-1}} B_{-1,2}(x) \\ &= \frac{x - 0,91}{0,91 - 0,91} B_{-2,2}(x) + \frac{2,73 - x}{2,73 - 0,91} B_{-1,2}(x) \end{aligned}$$

Nilai $k_{-2} = k_0 = 0,91$ sesuai dengan sifat *local support* maka $B_{-2,2}(x) = 0$.

• Selanjutnya akan ditentukan 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 $k_{-1} = k_0 = 0,91$ sesuai dengan sifat *local support* maka

$B_{-1,1}(x) = 0$, untuk nilai $B_{0,1}(x)$ menggunakan aturan

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

Karena $k_1 = k_{0+1} = 2,73$ dan $k_0 = 0,91$ sehingga

$$B_{0,1}(x) = \begin{cases} 1, & 0,91 \leq x < 2,73 \\ 0, & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases}$$

Diperoleh nilai $B_{-1,2}(x)$:

$$B_{-1,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-0,91}{0,91-0,91}(0) + \frac{2,73-x}{2,73-0,91}(1), & 0,91 \leq x < 2,73 \\ \frac{x-0,91}{0,91-0,91}(0) + \frac{2,73-x}{2,73-0,91}(0), & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases}$$

$$= \begin{cases} \frac{2,73-x}{1,82}, & 0,91 \leq x < 2,73 \\ 0, & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases}$$

Maka nilai $B_{-2,3}(x)$ dapat ditentukan yaitu sebagai berikut:

$$B_{-2,3}(x) = \frac{x-0,91}{0,91-0,91}B_{-2,2}(x) + \frac{2,73-x}{2,73-0,91}B_{-1,2}(x)$$

$$= \begin{cases} \frac{x-0,91}{0,91-0,91}(0) + \frac{2,73-x}{1,82}\left(\frac{2,73-x}{1,82}\right), & 0,91 \leq x < 2,73 \\ \frac{x-0,91}{0,91-0,91}(0) + \frac{2,73-x}{1,82}(0), & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases}$$

$$= \begin{cases} \left(\frac{2,73-x}{1,82}\right)^2, & 0,91 \leq x < 2,73 \\ 0, & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases}$$

Berdasarkan fungsi basis $B_{-2,3}(x)$, maka diperoleh nilai dari

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

x_1, x_2, \dots, x_9 yaitu sebagai berikut:

$$B_{-2,3}(0, 91) = \left(\frac{2,73 - x}{1,82} \right)^2 = \left(\frac{2,73 - 0,91}{1,82} \right)^2 = 1$$

$$B_{-2,3}(3, 5) = 0$$

$$B_{-2,3}(3, 36) = 0$$

$$B_{-2,3}(3, 29) = 0$$

$$B_{-2,3}(3, 05) = 0$$

$$B_{-2,3}(3, 58) = 0$$

$$B_{-2,3}(3, 7) = 0$$

$$B_{-2,3}(2, 73) = 0$$

$$B_{-2,3}(3, 69) = 0$$

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

$$\begin{aligned} B_{-1,3}(x) &= \frac{x - k_{-1}}{k_{-1+3+1} - k_{-1}} B_{-1,3-1}(x) + \frac{k_{-1+3} - x}{k_{-1+3} - k_{-1+1}} B_{-1+1,3-1}(x) \\ &= \frac{x - k_{-1}}{k_1 - k_{-1}} B_{-1,2}(x) + \frac{k_2 - x}{k_2 - k_0} B_{0,2}(x) \\ &= \frac{x - 0,91}{2,73 - 0,91} B_{-1,2}(x) + \frac{3,7 - x}{3,7 - 0,91} B_{0,2}(x) \end{aligned}$$

$$\text{Karena } B_{-1,2}(x) = \begin{cases} \frac{2,73-x}{1,82}, & 0,91 \leq x < 2,73 \\ 0, & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases}$$

- Selanjutnya akan ditentukan nilai $B_{0,2}(x)$

$$\begin{aligned}
 B_{0,2}(x) &= \frac{x - k_0}{k_{0+2-1} - k_0} B_{0,2-1}(x) + \frac{k_{0+2} - x}{k_{0+2} - k_{0+1}} B_{0+1,2-1}(x) \\
 &= \frac{x - k_0}{k_1 - k_0} B_{0,1}(x) + \frac{k_2 - x}{k_2 - k_1} B_{1,1}(x) \\
 &= \frac{x - 0,91}{2,73 - 0,91} B_{0,1}(x) + \frac{3,7 - x}{3,7 - 2,73} B_{1,1}(x)
 \end{aligned}$$

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

$$B_{0,1}(x) = \begin{cases} 1, & 0,91 \leq x < 2,73 \\ 0, & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases} \quad \text{dan karena } k_1 = 2,73 \text{ dan}$$

$$k_{1+1} = k_2 = 3,7 \text{ maka: } B_{1,1}(x) = \begin{cases} 1, & 2,73 \leq x < 3,7 \\ 0, & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases}$$

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

$$\begin{aligned}
 B_{0,2}(x) &= \begin{cases} \frac{x-0,91}{2,73-0,91}(1) + \frac{3,7-x}{3,7-2,73}(0), & 0,91 \leq x < 2,73 \\ \frac{x-0,91}{2,73-0,91}(0) + \frac{3,7-x}{3,7-2,73}(1), & 2,73 \leq x < 3,7 \end{cases} \\
 &= \begin{cases} \frac{x-0,91}{1,82}, & 0,91 \leq x < 2,73 \\ \frac{3,7-x}{0,97}, & 2,73 \leq x < 3,7 \end{cases}
 \end{aligned}$$

Maka nilai $B_{-1,3}(x)$ dapat ditentukan yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 B_{-1,3}(x) &= \frac{x - 0,91}{2,73 - 0,91} B_{-1,2}(x) + \frac{3,7 - x}{3,7 - 0,91} B_{0,2}(x) \\
 &= \begin{cases} \frac{x-0,91}{1,82} \left(\frac{2,73-x}{1,82} \right) + \frac{3,7-x}{2,79} \left(\frac{x-0,91}{1,82} \right), & 0,91 \leq x < 2,73 \\ \frac{x-0,91}{1,82} (0) + \frac{3,7-x}{2,79} \left(\frac{3,7-x}{0,97} \right), & 2,73 \leq x < 3,7 \end{cases} \\
 &= \begin{cases} \frac{(x-0,91)(2,73-x)}{3,3124} + \frac{(3,7-x)(x-0,91)}{5,0778}, & 0,91 \leq x < 2,73 \\ \frac{(3,7-x)^2}{2,7063}, & 2,73 \leq x < 3,7 \end{cases}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan fungsi basis $B_{-1,3}(x)$, maka diperoleh nilai dari x_1, x_2, \dots, x_9 yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 B_{-1,3}(0,91) &= \frac{(x - 0,91)(2,73 - x)}{3,3124} + \frac{(3,7 - x)(x - 0,91)}{5,0778} \\
 &= \frac{(0,91 - 0,91)(2,73 - 0,91)}{3,3124} + \frac{(3,7 - 0,91)(0,91 - 0,91)}{5,0778} \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

$$B_{-1,3}(3,5) = \frac{(3,7 - x)^2}{2,7063} = \frac{(3,7 - 3,5)^2}{2,7063} = 0,015$$

$$B_{-1,3}(3,36) = 0,043$$

$$B_{-1,3}(3,29) = 0,062$$

$$B_{-1,3}(3,05) = 0,156$$

$$B_{-1,3}(3,58) = 0,005$$

$$B_{-1,3}(3,7) = 0$$

$$B_{-1,3}(2,73) = 0,348$$

$$B_{-1,3}(3,69) = 3,7E - 05$$

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

$$\begin{aligned} B_{0,3}(x) &= \frac{x - k_0}{k_{0+3-1} - k_0} B_{0,3-1}(x) + \frac{k_{0+3} - x}{k_{0+3} - k_{0+1}} B_{0+1,3-1}(x) \\ &= \frac{x - k_0}{k_2 - k_0} B_{0,2}(x) + \frac{k_3 - x}{k_3 - k_1} B_{1,2}(x) \\ &= \frac{x - 0,91}{3,7 - 0,91} B_{0,2}(x) + \frac{3,7 - x}{3,7 - 2,73} B_{1,2}(x) \end{aligned}$$

$$\text{Karena } B_{0,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-0,91}{1,82}, & 0,91 \leq x < 2,73 \\ \frac{3,7-x}{0,97}, & 2,73 \leq x < 3,7 \end{cases}$$

• Selanjutnya akan ditentukan nilai $B_{1,2}(x)$

$$\begin{aligned} B_{1,2}(x) &= \frac{x - k_1}{k_{1+2-1} - k_1} B_{1,2-1}(x) + \frac{k_{1+2} - x}{k_{1+2} - k_{1+1}} B_{1+1,2-1}(x) \\ &= \frac{x - k_1}{k_2 - k_1} B_{1,1}(x) + \frac{k_3 - x}{k_3 - k_2} B_{2,1}(x) \\ &= \frac{x - 2,73}{3,7 - 2,73} B_{1,1}(x) + \frac{3,7 - x}{3,7 - 3,7} B_{2,1}(x) \end{aligned}$$

$$\text{Karena } B_{1,1}(x) = \begin{cases} 1, & 2,73 \leq x < 3,7 \\ 0, & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases} \text{ dan } k_2 = k_3 = 3,7 \text{ sesuai}$$

dengan sifat *local support* maka $B_{2,1}(x) = 0$

Sehingga diperoleh nilai $B_{1,2}(x)$:

$$\begin{aligned} B_{1,2}(x) &= \begin{cases} \frac{x-2,73}{0,97}(1) + \frac{3,7-x}{3,7-3,7}(0), & 2,73 \leq x < 3,7 \\ \frac{x-2,73}{0,97}(0) + \frac{3,7-x}{3,7-3,7}(0), & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases} \\ &= \begin{cases} \frac{x-2,73}{0,97}, & 2,73 \leq x < 3,7 \\ 0, & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases} \end{aligned}$$

Maka nilai $B_{0,3}(x)$ dapat ditentukan yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 B_{0,3}(x) &= \frac{x - 0,91}{3,7 - 0,91} B_{0,2}(x) + \frac{3,7 - x}{3,7 - 2,73} B_{1,2}(x) \\
 &= \begin{cases} \frac{x-0,91}{2,79} \left(\frac{x-0,91}{1,82} \right) + \frac{3,7-x}{0,97} (0), & 0,91 \leq x < 2,73 \\ \frac{x-0,91}{2,79} \left(\frac{3,7-x}{0,97} \right) + \frac{3,7-x}{0,97} \left(\frac{x-2,73}{0,97} \right), & 2,73 \leq x < 3,7 \end{cases} \\
 &= \begin{cases} \frac{(x-0,91)^2}{5,0778}, & 0,91 \leq x < 2,73 \\ \frac{(x-0,91)(3,7-x)}{2,7063} + \frac{(3,7-x)(x-2,73)}{0,9409}, & 2,73 \leq x < 3,7 \end{cases}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan fungsi basis $B_{0,3}(x)$, maka diperoleh nilai dari x_1, x_2, \dots, x_9 yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 B_{0,3}(0,91) &= \frac{(x - 0,91)^2}{5,0778} = \frac{(0,91 - 0,91)^2}{5,0778} = 0 \\
 B_{0,3}(3,5) &= \frac{(x - 0,91)(3,7 - x)}{2,7063} + \frac{(3,7 - x)(x - 2,73)}{0,9409} \\
 &= \frac{(3,5 - 0,91)(3,7 - 3,5)}{2,7063} + \frac{(3,7 - 3,5)(3,5 - 2,73)}{0,9409} \\
 &= 0,355
 \end{aligned}$$

$$B_{0,3}(3,36) = 0,535$$

$$B_{0,3}(3,29) = 0,605$$

$$B_{0,3}(3,05) = 0,735$$

$$B_{0,3}(3,58) = 0,227$$

$$B_{0,3}(3,7) = 0$$

$$B_{0,3}(2,73) = 0,652$$

$$B_{0,3}(3,69) = 0,020$$

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

$$\begin{aligned} B_{1,3}(x) &= \frac{x - k_1}{k_{1+3-1} - k_1} B_{1,3-1}(x) + \frac{k_{1+3} - x}{k_{1+3} - k_{1+1}} B_{1+1,3-1}(x) \\ &= \frac{x - k_1}{k_3 - k_1} B_{1,2}(x) + \frac{k_4 - x}{k_4 - k_2} B_{2,2}(x) \\ &= \frac{x - 2,73}{3,7 - 2,73} B_{1,2}(x) + \frac{3,7 - x}{3,7 - 3,7} B_{2,2}(x) \end{aligned}$$

Karena $B_{1,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-2,73}{0,97}, & 2,73 \leq x < 3,7 \\ 0, & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases}$ dan $k_2 = k_4 = 3,7$ sesuai

dengan sifat *local support* maka $B_{2,2}(x) = 0$

Maka nilai $B_{1,3}(x)$ dapat ditentukan yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} B_{1,3}(x) &= \frac{x - 2,73}{3,7 - 2,73} B_{1,2}(x) + \frac{3,7 - x}{3,7 - 3,7} B_{2,2}(x) \\ &= \begin{cases} \frac{x-2,73}{0,97} \left(\frac{x-2,73}{0,97} \right) + \frac{3,7-x}{3,7-3,7} (0), & 2,73 \leq x < 3,7 \\ \frac{x-2,73}{0,97} (0) + \frac{3,7-x}{3,7-3,7} (0), & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases} \\ &= \begin{cases} \left(\frac{x-2,73}{0,97} \right)^2, & 2,73 \leq x < 3,7 \\ 0, & \text{untuk } x \text{ lainnya} \end{cases} \end{aligned}$$

Berdasarkan fungsi basis $B_{1,3}(x)$, maka diperoleh nilai dari x_1, x_2, \dots, x_9

yaitu sebagai berikut:

$$B_{1,3}(0,91) = 0$$

$$B_{1,3}(3,5) = \left(\frac{x - 2,73}{0,97} \right)^2 = \left(\frac{3,5 - 2,73}{0,97} \right)^2 = 0,63$$

$$B_{1,3}(3,36) = 0,422$$

$$B_{1,3}(3,29) = 0,333$$

$$B_{1,3}(3,05) = 0,109$$

$$B_{1,3}(3,58) = 0,768$$

$$B_{1,3}(3,7) = 0$$

$$B_{1,3}(2,73) = 0$$

$$B_{1,3}(3,69) = 0,979$$

Setelah memperoleh seluruh nilai pada fungsi basis, maka terbentuk matriks

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

B_λ sebagai berikut:

$$B_\lambda = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,015 & 0,355 & 0,63 \\ 0 & 0,043 & 0,535 & 0,422 \\ 0 & 0,062 & 0,605 & 0,333 \\ 0 & 0,156 & 0,735 & 0,109 \\ 0 & 0,005 & 0,227 & 0,768 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,348 & 0,652 & 0 \\ 0 & 3,7E-05 & 0,020 & 0,979 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya akan ditentukan nilai $\hat{\beta}$ dengan tahapan sebagai berikut:

$$(B_\lambda^T B_\lambda)^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 21,26779 & -5,71104 & 1,697385 \\ 0 & -5,71104 & 2,240325 & -0,74684 \\ 0 & 1,697385 & -0,74684 & 0,700363 \end{bmatrix}$$

$$B_\lambda^T Y = \begin{bmatrix} 1,75 \\ 0,697838 \\ 3,692915 \\ 4,199246 \end{bmatrix}$$

$$\hat{\beta} = (B_{\lambda}^T B_{\lambda})^{-1} B_{\lambda}^T Y = \begin{bmatrix} 1,75 \\ 0,878841 \\ 1,151775 \\ 1,367474 \end{bmatrix}$$

Maka model regresi B-Spline yang terbentuk adalah sebagai berikut:

$$\hat{y} = 1,75B_{-2,3}(x) + 0,878841B_{-1,3}(x) + 1,151775B_{0,3}(x) + 1,367474B_{1,3}(x)$$

Dalam pemilihan model regresi B-Spline terbaik menggunakan nilai GCV dengan cara perhitungannya sebagai berikut. Pertama dicari nilai minimum dan maksimum dari variabel x sebagai penentuan nilai titik knot. Didapatkan nilai minimumnya yaitu 0,91 atau sebagai nilai awal (a) dan maksimumnya yaitu 3,7 atau sebagai nilai akhir (b). Sehingga nilai yang digunakan hanya data yang memiliki nilai $> 0,91$ dan $< 3,7$. Dari rentang tersebut dipilih salah satu nilai titik knot yaitu 2,73. Selanjutnya nilai tersebut dikurangkan dengan masing-masing nilai x untuk membentuk matriks B_{λ} , didapatkan hasil berikut:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Tabel 4.4 Penentuan Nilai Titik Knot

x	$x - 2,73$	$MSE((x - 2,73) - x)$
0,91	-1,82	-2,73
3,5	0,77	-2,73
3,36	0,63	-2,73
3,29	0,56	-2,73
3,05	0,32	-2,73
3,58	0,85	-2,73
3,7	0,97	-2,73
2,73	0	-2,73
3,69	0,96	-2,73
Total $\left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (Y_j - \hat{Y}(x_j))^2\right)$		67,0761

Berdasarkan Tabel 4.4 didapatkan matriks B_λ sebagai berikut:

$$B_\lambda = \begin{bmatrix} 1,75 & 0,91 & -1,82 \\ 1,7 & 3,5 & 0,77 \\ 1,37 & 3,36 & 0,63 \\ 0,84 & 3,29 & 0,56 \\ 1,13 & 3,05 & 0,32 \\ 1,24 & 3,58 & 0,85 \\ 1,57 & 3,7 & 0,97 \\ 1,09 & 2,73 & 0 \\ 1,22 & 3,69 & 0,96 \end{bmatrix}$$

$$B_{\lambda}^T = \begin{bmatrix} 1,75 & 1,7 & 1,37 & 0,84 & 1,13 & 1,24 & 1,57 & 1,09 & 1,22 \\ 0,91 & 3,5 & 3,36 & 3,29 & 3,05 & 3,58 & 3,7 & 2,73 & 3,69 \\ -1,82 & 0,77 & 0,63 & 0,56 & 0,32 & 0,85 & 0,97 & 0 & 0,96 \end{bmatrix}$$

Untuk matriks identitas dari matriks B_{λ} didefinisikan sebagai berikut:

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}_{9 \times 9}$$

Selanjutnya tahapan untuk mendapatkan nilai GCV sebagai berikut:

$$B_{\lambda}^T B_{\lambda} = \begin{bmatrix} 16,4909 & 36,0815 & 3,5672 \\ 36,0815 & 92,0697 & 16,1484 \\ 3,5672 & 16,1483 & 7,3032 \end{bmatrix}$$

$$(B_{\lambda}^T B_{\lambda})^{-1} = \begin{bmatrix} 1,54935 & -0,77501 & 0,95689 \\ -0,77501 & 0,40542 & -0,51788 \\ 0,95689 & -0,51788 & 0,81465 \end{bmatrix}$$

$$B_{\lambda} (B_{\lambda}^T B_{\lambda})^{-1} = \begin{bmatrix} 0,26456 & -0,04479 & -0,27938 \\ 0,65816 & -0,29733 & 0,4414 \\ 0,12141 & -0,02583 & 0,08408 \\ -0,71248 & 0,3928 & -0,44384 \\ -0,30682 & 0,19503 & -0,23757 \\ -0,03999 & 0,05018 & 0,02498 \\ 0,49312 & -0,21907 & 0,37636 \\ -0,42699 & 0,26202 & -0,37081 \\ -0,05097 & 0,0533 & 0,03848 \end{bmatrix}$$

$$B_{\lambda} (B_{\lambda}^T B_{\lambda})^{-1} B_{\lambda}^T = \begin{bmatrix} 0,9307 & 0,07785 & 0,03593 & \dots & 0,16608 & -0,11073 \\ 0,07785 & 0,41809 & 0,18072 & \dots & -0,09432 & 0,12954 \\ 0,03593 & 0,18072 & 0,1325 & \dots & 0,06181 & 0,13351 \\ -0,0816 & -0,17818 & 0,06408 & \dots & 0,29573 & 0,15411 \\ 0,07293 & -0,0219 & 0,08531 & \dots & 0,19801 & 0,11729 \\ -0,06978 & 0,12686 & 0,12954 & \dots & -0,09339 & 0,16033 \\ -0,02138 & 0,36134 & 0,17659 & \dots & -0,06057 & 0,15453 \\ 0,16608 & -0,09432 & 0,06181 & \dots & 0,24991 & 0,08996 \\ -0,11073 & 0,12954 & 0,13351 & \dots & 0,08996 & 0,17145 \end{bmatrix}$$

$$I - A = \begin{bmatrix} 0,0693 & -0,07785 & -0,03593 & \dots & -0,16608 & 0,11073 \\ -0,07785 & 0,58191 & -0,18072 & \dots & 0,09432 & -0,12954 \\ -0,03593 & -0,18072 & 0,8675 & \dots & -0,06181 & -0,13351 \\ 0,0816 & 0,17818 & -0,06408 & \dots & -0,29573 & -0,15411 \\ -0,07293 & 0,0219 & -0,08531 & \dots & -0,19801 & -0,11729 \\ 0,06978 & -0,12686 & -0,12954 & \dots & -0,09339 & -0,16033 \\ 0,02138 & -0,36134 & -0,17659 & \dots & 0,06057 & -0,15453 \\ -0,16608 & 0,09432 & -0,06181 & \dots & 0,75009 & -0,08996 \\ 0,11073 & -0,12954 & -0,13351 & \dots & -0,08996 & 0,82855 \end{bmatrix}_{9 \times 9}$$

$$\text{trace}[I - A] = 6$$

Nilai *trace* didapatkan dengan menjumlahkan nilai elemen dari diagonal utama pada matriks, selanjutnya menghitung nilai GCV dan didapat hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} GCV_{\lambda} &= \frac{67,0761}{\left(\frac{1}{9} \times 6\right)^2} \\ &= 150,921 \end{aligned}$$

4.2. Statistik Deskriptif

Berdasarkan data kemiskinan tahun 2019 dan 2020 akan disajikan statistika deskriptif untuk mengetahui karakteristiknya yang meliputi rata-rata, varians, standar deviasi, minimum, dan maksimum. Statistika deskriptif dari setiap variabel penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4.5 Statistika Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	Rata-Rata	Varians	Standar Deviasi	Minimum	Maksimum
X_1	7,8699	2,4480	1,5646	4,55	11,14
X_2	4,6389	3,5391	1,8812	0,91	10,97
X_3	70,1339	11,1062	3,3326	63,44	80,36
Y	1,6467	0,7612	0,8725	0,30	4,33

Berdasarkan Tabel 4.5 dari jumlah sampel yang digunakan pada variabel indeks kedalaman kemiskinan (Y), rata-rata lama sekolah (X_1), tingkat pengangguran terbuka (X_2), dan tingkat partisipasi angkatan kerja (X_3) untuk masing-masing variabel sebanyak 38 sampel diperoleh bahwa pada variabel rata-rata lama sekolah (X_1) mempunyai nilai terendah yaitu 4,55 berada di Kabupaten Sampang, untuk nilai tertinggi sebesar 11,14 berada pada Kota Madiun dan rata-rata nilai rata-rata lama sekolah di Jawa Timur yaitu 7,8699, untuk variansnya adalah sebesar 2,4480 serta standar deviasinya sebesar 1,5646.

Badan Pusat Statistik Jawa Timur mengemukakan bahwa tingkat pengangguran terbuka (X_2) mempunyai nilai terendah yaitu 0,91 berada di Kabupaten Pacitan, untuk nilai tertinggi sebesar 10,97 berada pada Kabupaten Sidoarjo dan rata-rata nilai tingkat pengangguran terbuka di Jawa Timur yaitu 4,6389, untuk variansnya sebesar 3,5391 serta standar deviasi sebesar 1,8812.

Karakteristik pada variabel tingkat partisipasi angkatan kerja (X_3) mempunyai nilai terendah yaitu 63,44 berada di Kabupaten Bangkalan, untuk nilai tertinggi sebesar 80,36 berada pada Kabupaten Pacitan dan rata-rata nilai tingkat partisipasi angkatan kerja di Jawa Timur yaitu 70,1339, untuk variansnya yaitu sebesar 11,1062 serta standar deviasinya sebesar 3,3326. Sedangkan pada variabel

indeks kedalaman kemiskinan (Y) mempunyai nilai terendah yaitu 0,30 berada di Kota Batu, untuk nilai tertinggi sebesar 4,33 berada pada Kabupaten Sumenep dan rata-rata nilai indeks kedalaman kemiskinan di Jawa Timur yaitu 1,6467, kemudian untuk variansnya sebesar 0,7612 serta standar deviasinya yaitu sebesar 0,8725.

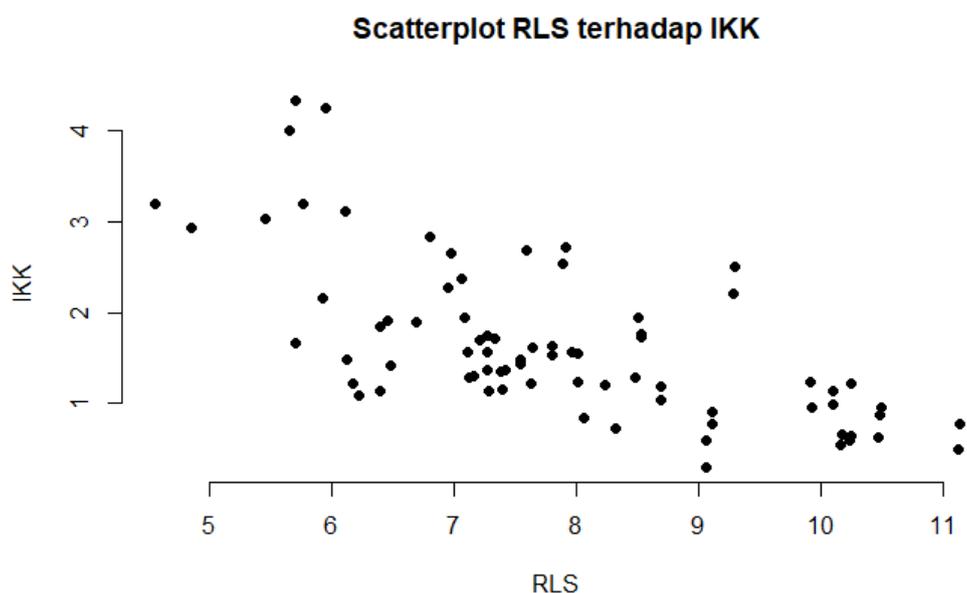
4.3. Scatterplot

Pada analisa regresi diperlukan *scatterplot* yang berguna untuk melihat bentuk pola hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor. Pada Regresi Nonparametrik yang digunakan atas dasar plot data yang menunjukkan bahwa kecenderungan data tidak mengikuti pola parametrik. Berikut disajikan *scatterplot* pada masing-masing variabel prediktor dengan variabel respon yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 hingga Gambar 4.3.

1. *Scatterplot* antara variabel X_1 dan variabel Y

Bentuk pola hubungan rata-rata lama sekolah (X_1) dan indeks kedalaman kemiskinan (Y) dapat digambarkan dalam bentuk pola yang disajikan pada gambar di bawah ini:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

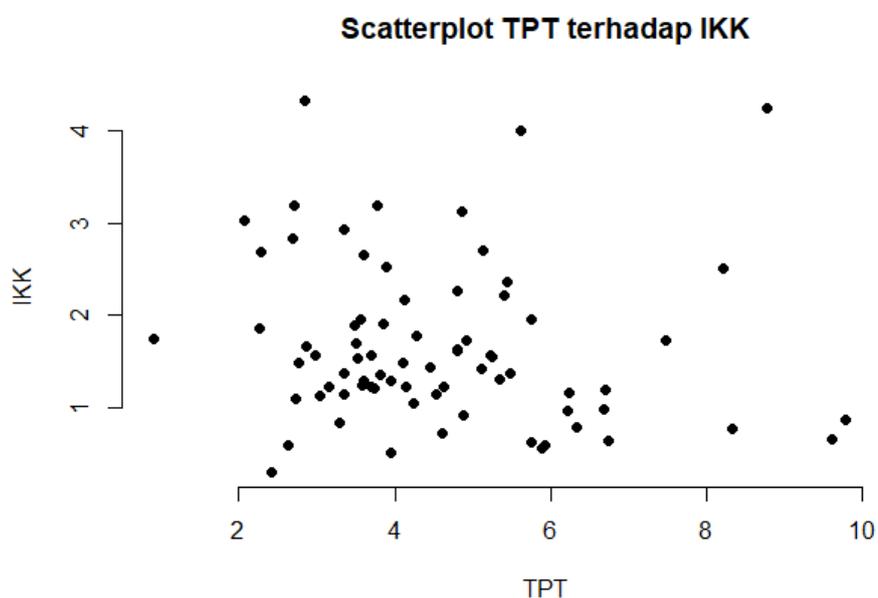


Gambar 4.1 Scatterplot antara Variabel X_1 dan Y

Rata-rata lama sekolah menunjukkan jenjang pendidikan yang pernah atau sedang ditempuh seseorang. Pendidikan menjadi salah satu hal yang secara tidak langsung dapat mempengaruhi suatu perekonomian, karena semakin tinggi pendidikan yang ditempuh akan banyak kesempatan kerja yang diraih sehingga dapat meminimalisir kemiskinan. Berdasarkan Gambar 4.1 yaitu plot data pola hubungan variabel rata-rata lama sekolah (X_1) dan indeks kedalaman kemiskinan (Y) terlihat bahwa bentuk plot tersebut tidak menunjukkan atau tidak terdapat pola tertentu.

2. Scatterplot antara variabel X_2 dan variabel Y

Bentuk pola hubungan tingkat pengangguran terbuka (X_2) dan indeks kedalaman kemiskinan (Y) dapat digambarkan dalam bentuk pola yang disajikan pada gambar di bawah ini:

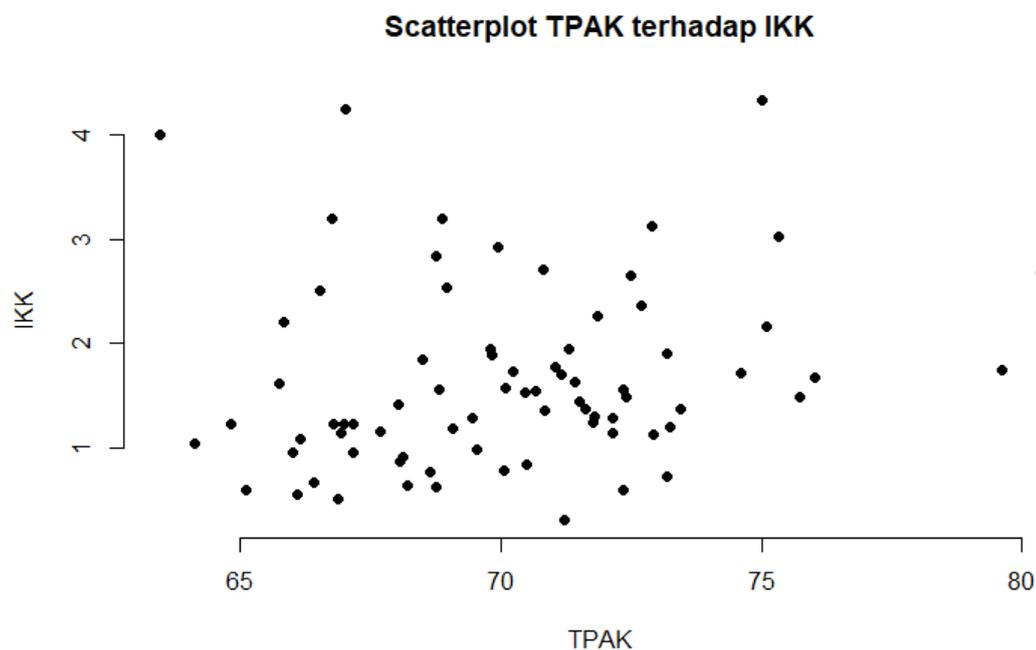


Gambar 4.2 Scatterplot antara Variabel X_2 dan Y

Tingkat pengangguran terbuka merupakan suatu indikator yang menggambarkan besarnya angkatan kerja yang termasuk dalam pengangguran. Semakin banyaknya orang yang menganggur, maka akan semakin kecil kemungkinan untuk meminimalisir kemiskinan. Berdasarkan Gambar 4.2 yaitu plot data pola hubungan variabel tingkat pengangguran terbuka (X_2) dan indeks kedalaman kemiskinan (Y) terlihat bahwa bentuk plot yang menyebar tidak merata, tidak menunjukkan atau tidak terdapat pola tertentu.

3. Scatterplot antara variabel X_3 dan variabel Y

Bentuk pola hubungan tingkat partisipasi angkatan kerja (X_3) dan indeks kedalaman kemiskinan (Y) dapat digambarkan dalam bentuk pola yang disajikan pada gambar di bawah ini:



Gambar 4.3 Scatterplot antara Variabel X_3 dan Y

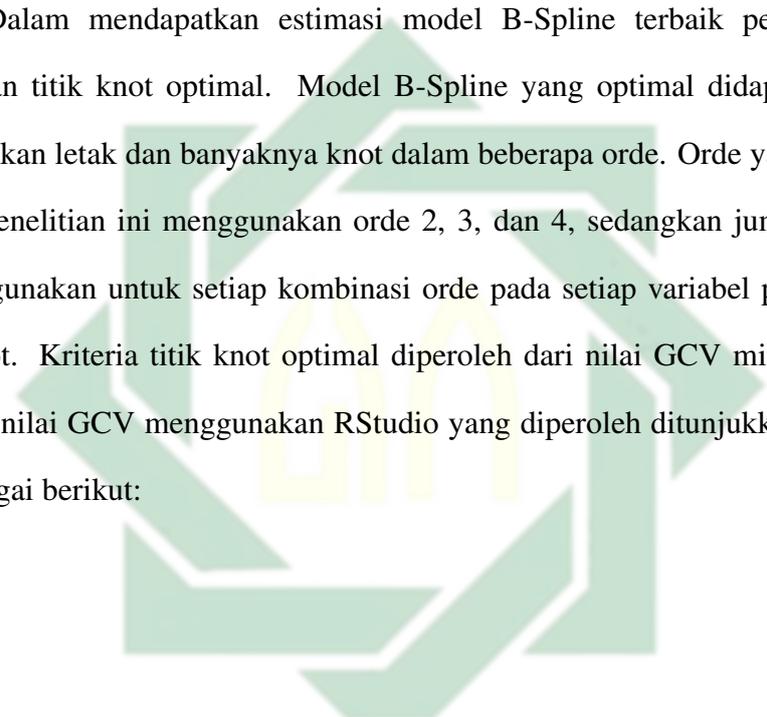
Tingkat partisipasi angkatan kerja merupakan suatu indikator yang mengukur banyaknya penduduk usia kerja sehingga semakin tinggi penduduk yang bekerja maka TPAK menunjukkan kinerja partisipasi angkatan kerja yang baik. Berdasarkan Gambar 4.3 yaitu plot data pola hubungan variabel tingkat partisipasi angkatan kerja (X_3) dan indeks kedalaman kemiskinan (Y) terlihat bahwa bentuk plot tersebut menyebar secara tidak beraturan, tidak menunjukkan atau tidak terdapat pola tertentu.

Berdasarkan Gambar 4.1, 4.2, dan 4.3 diketahui bahwa plot hubungan yang digambarkan antara variabel indeks kedalaman kemiskinan (Y) dengan rata-rata lama sekolah (X_1), indeks kedalaman kemiskinan (Y) dengan tingkat pengangguran terbuka (X_2), serta indeks kedalaman kemiskinan (Y) dengan tingkat partisipasi angkatan kerja (X_3) tidak diketahui bentuk kurva regresinya.

Pada kurva regresi yang terlihat dari bentuk tersebar menunjukkan bahwa plot hubungan tidak mengikuti suatu pola tertentu sehingga metode yang digunakan adalah Regresi Nonparametrik.

4.4. Pemilihan Titik Knot Optimal

Dalam mendapatkan estimasi model B-Spline terbaik perlu dilakukan pemilihan titik knot optimal. Model B-Spline yang optimal didapatkan dengan menentukan letak dan banyaknya knot dalam beberapa orde. Orde yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan orde 2, 3, dan 4, sedangkan jumlah titik knot yang digunakan untuk setiap kombinasi orde pada setiap variabel prediktor yaitu satu knot. Kriteria titik knot optimal diperoleh dari nilai GCV minimum. Hasil *running* nilai GCV menggunakan RStudio yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel 4.6 sebagai berikut:



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Tabel 4.6 Nilai GCV dengan Satu Knot

Orde			Knot			GCV
X_1	X_2	X_3	X_1	X_2	X_3	
2	2	2	6,2116	2,4663	69,3236	0,3769
2	2	3	6,2116	2,4161	69,3236	0,4003
2	2	4	6,2116	2,4161	69,3236	0,3834
2	3	2	6,2116	2,7173	69,3236	0,4008
2	3	3	6,2116	2,7173	69,3236	0,4279
2	3	4	6,2116	2,7173	69,3236	0,4176
2	4	2	6,2116	1,0104	69,3236	0,4073
2	4	3	6,2116	1,1610	69,3236	0,4358
2	4	4	6,2116	2,7173	69,3236	0,4394
3	2	2	6,6769	2,7173	69,3236	0,4196
3	2	3	6,6769	2,7173	69,3236	0,4481
3	2	4	6,6104	2,4161	69,3236	0,4325
3	3	2	6,7433	2,7173	69,3236	0,4527
3	3	3	6,7433	2,7173	69,3236	0,4841
3	3	4	6,7433	2,7173	69,3236	0,4749
3	4	2	6,6104	1,1610	69,3236	0,4564
3	4	3	6,5439	1,0104	69,3236	0,4882
3	4	4	6,6104	1,1610	69,3236	0,4979

4	2	2	4,6829	2,4161	69,3236	0,4488
4	2	3	4,8823	2,4161	69,3236	0,4769
4	2	4	4,8159	2,3157	69,3236	0,4651
4	3	2	4,8823	2,7173	69,3236	0,4721
4	3	3	4,8159	2,7173	69,3236	0,5032
4	3	4	4,8823	2,7173	69,3236	0,4943
4	4	2	4,6829	1,0104	69,3236	0,4930
4	4	3	6,9427	1,3116	69,3236	0,5295
4	4	4	4,6829	2,7173	69,3236	0,5343

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa model B-Spline terbaik diperoleh melalui nilai GCV minimum, di mana GCV minimum pada Tabel 4.6 diperoleh saat X_1 berorde 2, X_2 berorde 2, dan X_3 berorde 2 dengan titik knot X_1 pada titik 6,2116, titik knot X_2 pada titik 2,4663, sedangkan titik knot X_3 berada pada titik 69,3236 yang memiliki nilai GCV minimum yaitu sebesar 0,3769.

4.5. Model B-Spline Terbaik

Pemilihan model terbaik didasarkan pada pemilihan titik knot optimal dengan nilai GCV minimum, maka dipilih pemodelan Regresi Nonparametrik B-Spline linier (orde 2) dengan menggunakan satu titik knot. Estimasi model B-Spline dengan X_1 berorde 2, X_2 berorde 2, dan X_3 berorde 2 serta banyaknya titik knot X_1 sebanyak 1 knot, X_2 sebanyak 1 knot, dan X_3 sebanyak 1 knot dapat

ditulis pada persamaan sebagai berikut:

$$\hat{y}_i = \beta_{11}B_{-1,2}(x_1) + \beta_{12}B_{0,2}(x_1) + \beta_{13}B_{1,2}(x_1) + \beta_{21}B_{-1,2}(x_2) + \beta_{22}B_{0,2}(x_2) \\ + \beta_{23}B_{1,2}(x_2) + \beta_{31}B_{-1,2}(x_3) + \beta_{32}B_{0,2}(x_3) + \beta_{33}B_{1,2}(x_3)$$

Estimasi parameter β untuk model B-Spline terbaik dapat dilihat pada Tabel 4.7 sebagai berikut:

Tabel 4.7 Estimasi Parameter Model B-Spline Terbaik

Variabel	Parameter	Estimasi Parameter
X_1	β_{11}	2,8496
	β_{12}	1,1297
	β_{13}	-1,3673
X_2	β_{21}	0,8514
	β_{22}	-0,0836
	β_{23}	1,8442
X_3	β_{31}	0,6418
	β_{32}	0,5677
	β_{33}	1,4024

Berdasarkan Tabel 4.7 didapatkan persamaan estimasi model B-Spline terbaik yang dapat dituliskan pada persamaan sebagai berikut:

$$\hat{y}_i = 2,8496B_{-1,2}(x_1) + 1,1297B_{0,2}(x_1) - 1,3673B_{1,2}(x_1) + 0,8514B_{-1,2}(x_2) \\ - 0,0836B_{0,2}(x_2) + 1,8442B_{1,2}(x_2) + 0,6418B_{-1,2}(x_3) + 0,5677B_{0,2}(x_3) \\ + 1,4024B_{1,2}(x_3)$$

dengan,

$$B_{-1,2}(x_1) = \begin{cases} \frac{6,2116-x_1}{1,6616} & , 4,55 \leq x_1 < 6,2116 \\ 0 & , \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

$$B_{0,2}(x_1) = \begin{cases} \frac{x_1-4,55}{1,6616} & , 4,55 \leq x_1 < 6,2116 \\ \frac{11,14-x_1}{4,9284} & , 6,2116 \leq x_1 < 11,14 \\ 0 & , \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

$$B_{1,2}(x_1) = \begin{cases} \frac{x_1-6,2116}{4,9284} & , 6,2116 \leq x_1 < 11,14 \\ 0 & , \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

$$B_{-1,2}(x_2) = \begin{cases} \frac{2,4663-x_2}{1,5563} & , 0,91 \leq x_2 < 2,4663 \\ 0 & , \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

$$B_{0,2}(x_2) = \begin{cases} \frac{x_2-0,91}{1,5563} & , 0,91 \leq x_2 < 2,4663 \\ \frac{10,97-x_2}{8,5037} & , 2,4663 \leq x_2 < 10,97 \\ 0 & , \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

$$B_{1,2}(x_2) = \begin{cases} \frac{x_2 - 2,4663}{8,5037} & , 2,4663 \leq x_2 < 10,97 \\ 0 & , \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

$$B_{-1,2}(x_3) = \begin{cases} \frac{69,3236 - x_3}{5,8836} & , 63,44 \leq x_3 < 69,3236 \\ 0 & , \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

$$B_{0,2}(x_3) = \begin{cases} \frac{x_3 - 63,44}{5,8836} & , 63,44 \leq x_3 < 69,3236 \\ \frac{80,36 - x_3}{11,0364} & , 69,3236 \leq x_3 < 80,36 \\ 0 & , \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

$$B_{1,2}(x_3) = \begin{cases} \frac{x_3 - 69,3236}{11,0364} & , 69,3236 \leq x_3 < 80,36 \\ 0 & , \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

4.6. Evaluasi Model

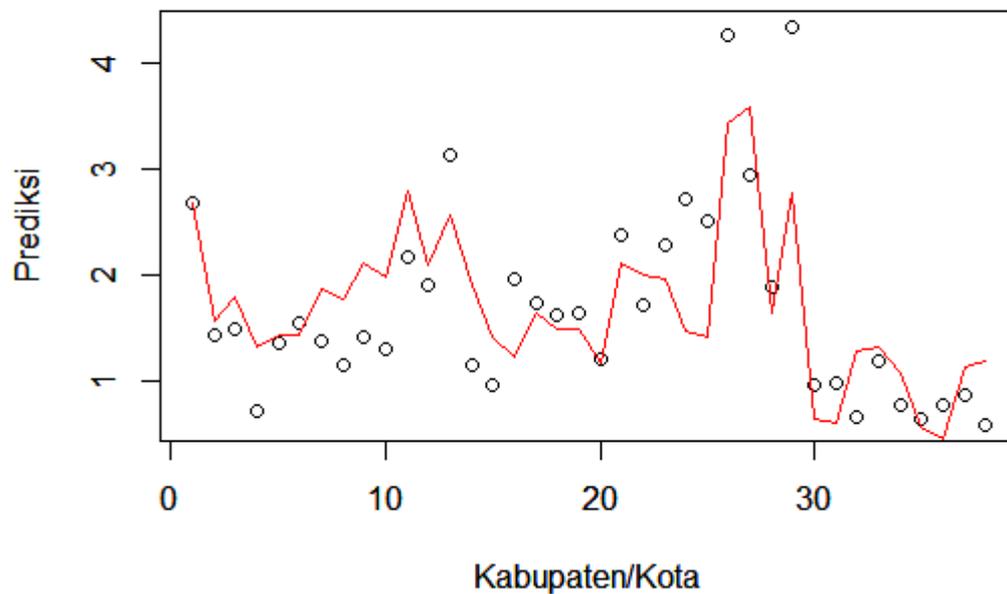
Setelah didapatkan model B-Spline terbaik yaitu saat X_1 berorde 2, X_2 berorde 2, dan X_3 berorde 2 serta banyaknya knot X_1 , X_2 , dan X_3 yaitu 1 knot maka diperoleh nilai prediksinya yang kemudian akan dihitung akurasi. Hasil prediksi dengan data aktual disajikan pada Tabel 4.8 sebagai berikut:

Tabel 4.8 Komparasi Data Aktual dengan Hasil Prediksi

Wilayah	Y	Y'	$ Y - Y' $	Error
Kabupaten Pacitan	2,68	2,68	0	0
Kabupaten Ponorogo	1,44	1,5558	0,1158	0,08042
Kabupaten Trenggalek	1,48	1,7920	0,31203	0,21083
Kabupaten Tulungagung	0,72	1,3173	0,59735	0,82965
Kabupaten Blitar	1,35	1,4376	0,08755	0,06485
Kabupaten Kediri	1,55	1,4267	0,12334	0,07957
Kabupaten Malang	1,37	1,8607	0,49069	0,35817
Kabupaten Lumajang	1,14	1,7708	0,63077	0,5533
Kabupaten Jember	1,42	2,1060	0,68602	0,48311
Kabupaten Banyuwangi	1,3	1,9720	0,67203	0,51695
Kabupaten Bondowoso	2,16	2,7828	0,62275	0,28831
Kabupaten Situbondo	1,91	2,0925	0,18251	0,09555
Kabupaten Probolinggo	3,12	2,5545	0,56549	0,18125
Kabupaten Pasuruan	1,15	1,9015	0,75147	0,65345
Kabupaten Sidoarjo	0,96	1,4135	0,45349	0,47238
Kabupaten Mojokerto	1,95	1,2290	0,72102	0,36975
Kabupaten Jombang	1,73	1,6393	0,09075	0,05246
Kabupaten Nganjuk	1,62	1,4932	0,12679	0,07827
Kabupaten Madiun	1,63	1,4915	0,13846	0,08494
Kabupaten Magetan	1,2	1,1703	0,02975	0,02479
Kabupaten Ngawi	2,37	2,1127	0,25733	0,10858
Kabupaten Bojonegoro	1,72	2,0024	0,28243	0,1642

Kabupaten Tuban	2,27	1,9613	0,3087	0,13599
Kabupaten Lamongan	2,71	1,4645	1,24551	0,4596
Kabupaten Gresik	2,51	1,4090	1,10095	0,4596
Kabupaten Bangkalan	4,25	3,4215	0,82852	0,19495
Kabupaten Sampang	2,93	3,5799	0,6499	0,22181
Kabupaten Pamekasan	1,89	1,6410	0,24898	0,13173
Kabupaten Sumenep	4,33	2,7629	1,56709	0,36192
Kota Kediri	0,96	0,6474	0,31257	0,3256
Kota Blitar	0,98	0,6095	0,37051	0,37807
Kota Malang	0,66	1,2831	0,62306	0,94402
Kota Probolinggo	1,19	1,3181	0,12807	0,10762
Kota Pasuruan	0,78	1,0711	0,29107	0,37316
Kota Mojokerto	0,64	0,5596	0,08036	0,12556
Kota Madiun	0,77	0,4582	0,3118	0,40494
Kota Surabaya	0,87	1,1328	0,2628	0,30207
Kota Batu	0,59	1,1781	0,58814	0,99685

Berdasarkan Tabel 4.8 yang menunjukkan nilai prediksi dengan aktualnya maka dapat diketahui bahwa nilai prediksi indeks kedalaman kemiskinan berdasarkan model B-Spline terbaik untuk Kabupaten/Kota di Jawa Timur antara lain yaitu Kabupaten Pacitan sebesar 2,68 di mana hasil tersebut sama dengan data aktual, Kabupaten Ponorogo sebesar 1,5558 dengan selisih 0,1158 dari data aktual, Kabupaten Trenggalek sebesar 1,792 dengan selisih 0,312 dari data aktual, dan lain-lain. Pada plot perbandingan data aktual dengan hasil prediksi dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Kurva Estimasi Data Aktual dengan Hasil Prediksi

Terlihat pada Gambar 4.4 bahwa suatu bulatan atau titik merupakan data aktual sedangkan garis merah merupakan hasil prediksi, di mana didapatkan hasil estimasi prediksi yang cenderung mengikuti data aslinya meskipun dari gambar tersebut, kurva prediksinya tidak sama persis atau berada tepat pada data asli. Berdasarkan hasil prediksi, selanjutnya ditunjukkan nilai akurasi menggunakan *MAPE* (*Mean Absolute Percentage Error*) yang didapatkan pada perhitungan berikut:

$$MAPE = \frac{\sum_{j=1}^n \left| \frac{Y_j - \hat{Y}(X_j)}{Y_j} \right|}{n} \times 100\% = \frac{11,6533}{38} \times 100\% = 30,67\%$$

Perhitungan di atas menunjukkan tingkat kesalahan *MAPE* yaitu sebesar 30,67%. Hal tersebut menunjukkan bahwa model terbaik B-Spline yang terbentuk

memiliki kemampuan cukup baik berdasarkan kriteria evaluasi nilai MAPE. Hal tersebut juga dapat dikatakan bahwa model regresi B-Spline yang telah diperoleh memiliki kemampuan untuk menyesuaikan terhadap data sehingga dapat mengatasi pola data yang berfluktuasi dengan bantuan orde dan titik knot.

4.7. Integrasi Keislaman

Berdasarkan dari hasil perhitungan di atas terkait dengan pemodelan kemiskinan memperoleh hasil bahwa suatu hal masih dapat dilakukan berbagai cara dengan melakukan banyak uji coba untuk memberikan hasil terbaik. Segala sesuatu yang terjadi selalu ada jalan keluar dari Allah Swt sebagaimana dalam Al-Qur'an yang berbunyi:

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾

Artinya: "Maka, sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan." (QS. Al-Insyirah: 5 – 6)

Maka meskipun mengalami kehidupan dalam keadaan kemiskinan, sesungguhnya akan ada kemudahan-kemudahan yang senantiasa akan mengikuti. Hal ini juga haruslah diiringi dengan usaha dalam bekerja keras untuk memajukan diri sendiri sebagai upaya agar kemiskinan dapat diminimalisir. Hal tersebut sesuai dengan ayat berikut:

لَهُ مَعْقَبَاتٌ مِّنْ بَيْنِ يَدَيْهِ وَمَنْ خَلْفَهُ يَحْفَظُونَهُ مِنْ أَمْرِ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ وَإِذَا أَرَادَ اللَّهُ بِقَوْمٍ سُوءًا فَلَا مَرَدَّ لَهُ وَمَا لَهُمْ مِّنْ دُونِهِ مِنْ وَالٍ ﴿١١﴾

Artinya: "Baginya (manusia) ada (malaikat-malaikat) yang menyertainya secara bergiliran dari depan dan belakangnya yang menjaganya atas perintah Allah. Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum hingga mereka mengubah apa yang ada pada diri mereka. Apabila Allah menghendaki keburukan terhadap suatu kaum, tidak ada yang dapat menolaknya, dan sekali-kali tidak ada pelindung bagi mereka selain Dia." (QS. Ar-Ra'd: 11)

Berdasarkan ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah Swt tidak akan mengubah nasib kaumnya agar menjadi lebih baik apabila mereka tidak berusaha untuk mengubahnya. Hal ini merujuk pada usaha tidak akan mengkhianati hasilnya apabila dilakukan dengan usaha atau bekerja keras dengan sungguh-sungguh dan niat untuk berubah menjadi lebih baik.

Salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah dengan berilmu agar memiliki wawasan luas, memunculkan ide yang dapat membawa ke perubahan yang menjadi lebih baik karena perspektif untuk orang miskin sebenarnya tidak hanya dijelaskan pada harta atau hal yang tidak mampu mencukupi kebutuhan sehari-harinya, namun juga dapat berupa miskin keilmuan, keimanan, dan kemauan (Anggraini, 2021). Pada dasarnya, orang yang memiliki ketiga sifat miskin tersebut maka mereka tidak akan ada kemauan untuk maju dalam memberantas kemiskinan atau mengubah kesejahteraan hidup mereka sendiri. Kaya ilmu akan mengangkat satu tingkat derajat di atas orang tidak berilmu sebagaimana hadis yang berbunyi:

مَنْ أَرَادَ الدُّنْيَا فَعَلَيْهِ بِالْعِلْمِ، وَمَنْ أَرَادَ الْآخِرَةَ فَعَلَيْهِ بِالْعِلْمِ، وَمَنْ أَرَادَهُمَا فَعَلَيْهِ
بِالْعِلْمِ (رواه ترمذي)

Artinya: "Barang siapa yang menghendaki kehidupan dunia maka wajib baginya memiliki ilmu, dan barang siapa yang menghendaki kehidupan akhirat maka wajib baginya memiliki ilmu, dan barang siapa menghendaki keduanya maka wajib baginya memiliki ilmu." (HR. Turmudzi)

Berdasarkan hadis tersebut, terdapat salah satu kaidah fikih di bawah ini yang sesuai yaitu barang siapa tidak mampu dalam mengajar atau belajar dengan berbagai cabang ilmu maka jangan ditinggalkan seluruhnya.

مَا لَا يَدْرِكُ كُلَّهُ لَا يَتْرِكُ جُلَّهُ

Artinya: "Sesuatu yang tidak bisa dilakukan seluruhnya janganlah ditinggal seluruhnya."

Berdasarkan dari kaidah fikih tersebut dan yang sudah diketahui bahwa persoalan pendidikan menjadi salah satu hal yang memiliki dampak terhadap masalah kemiskinan, maka sebagai manusia hendaklah selalu menuntun ilmu di manapun itu karena sesuai kaidah fikih tersebut meskipun seseorang tidak kaya harta namun janganlah sampai tidak kaya ilmu pengetahuan, serta apabila tidak mampu untuk menuntun ilmu dengan berbagai cabang maka cukup fokuskan pada satu hal atau ilmu saja.

Hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu mendapatkan model terbaik dan akurasi yang cukup baik dengan peran pendidikan yang dapat membantu mengatasi kemiskinan, maka baik masyarakat dan pemerintah harus melekat terhadap pentingnya menuntut ilmu agar rata-rata lama sekolah di tiap daerah juga meningkat. Selain bantuan dalam bentuk konsumtif dan produktif, sesungguhnya ilmu pengetahuan adalah salah satu cara yang dapat mengentaskan masalah

kemiskinan karena dengan berilmu seseorang akan memiliki peluang untuk mencukupi kebutuhan hidupnya, baik memperoleh pekerjaan yang lebih baik ataupun melakukan ide kreatif untuk menciptakan perubahan baru, sehingga tingkat pengangguran di tiap tahunnya akan menurun dan dapat disimpulkan bahwa melalui keilmuan atau pendidikan menjadi salah satu alasan bagi manusia untuk menjadi lebih baik, serta masalah kemiskinan perlahan akan dapat teratasi.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Pemodelan Kemiskinan di Jawa Timur menggunakan Regresi Nonparametrik B-Spline yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Model B-Spline terbaik berdasarkan titik knot optimal yang berdasarkan pada nilai GCV minimum untuk data kemiskinan diperoleh nilai sebesar 0,3769 dengan orde 2 (linier) serta banyaknya knot sebanyak 1, dan model B-Spline terbaik yang terbentuk sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\hat{y}_i = & 2,8496B_{-1,2}(x_1) + 1,1297B_{0,2}(x_1) - 1,3673B_{1,2}(x_1) \\ & + 0,8514B_{-1,2}(x_2) - 0,0836B_{0,2}(x_2) + 1,8442B_{1,2}(x_2) \\ & + 0,6418B_{-1,2}(x_3) + 0,5677B_{0,2}(x_3) + 1,4024B_{1,2}(x_3)\end{aligned}$$

2. Hasil akurasi menggunakan *MAPE (Mean Absolute Percentage Error)* didapatkan nilai sebesar 30,67% hal ini menunjukkan bahwa model terbaik B-Spline yang terbentuk memiliki kemampuan cukup baik serta model regresi B-Spline yang telah diperoleh memiliki kemampuan untuk menyesuaikan terhadap data sehingga dapat mengatasi pola data yang berfluktuasi dengan bantuan orde dan titik knot.

5.2. Saran

Pada penelitian terkait Pemodelan Kemiskinan di Jawa Timur menggunakan Regresi Nonparametrik B-Spline masih banyak memiliki kekurangan, sehingga saran yang dapat diberikan penulis yaitu:

1. Penelitian ini masih menggunakan regresi nonparametrik B-Spline dengan satu titik knot, sehingga perlu adanya pengembangan menggunakan nilai knot yang lebih tinggi agar mendapatkan model yang lebih baik.
2. Hasil dari akurasi yang didapatkan masih terbilang cukup tinggi, sehingga diharapkan dari penelitian yang akan datang dapat menambah data penelitian atau mencari model yang lebih sesuai agar hasil akurasi menunjukkan nilai yang kecil dan terbilang sangat baik.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Aminudin, R. (2019). *Model Peramalan Garis Kemiskinan Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing dari Holt [UNIVERSITAS KOMPUTER INDONESIA]*. In *Jurnal Tata Kelola dan Kerangka Kerja Teknologi Informasi*. <https://doi.org/10.34010/jtk3ti.v5i1.2295>
- Anggraini, R. F. (2021). *Klasifikasi Kabupaten tertinggal di Jawa Timur dengan metode multivariate adaptive regression spline (MARS) [Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya]*. <http://digilib.uinsby.ac.id/id/eprint/49522>
- Ardella, R., Istiyani, N., dan Jumiati, A. (2020). *Determinan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Wanita di Pulau Jawa Tahun 2006-2017*. *Jurnal Ekuilibrium*, 3(2), 15–22.
- Ariyanto, T., Yunianto, E., dan Taryadi, T. (2021). *Identifikasi Tingkat Pengangguran Terbuka Berdasarkan Kecamatan Di Kabupaten Pekalongan Menggunakan Spatial Model*. *Jurnal ELTIKOM: Jurnal Teknik Elektro, Teknologi Informasi Dan Komputer*, 5(2), 65–72.
- Arofah, I., dan Rohimah, S. (2019). *Analisis Jalur Untuk Pengaruh Angka Harapan Hidup, Harapan Lama Sekolah, Rata-Rata Lama Sekolah Terhadap Indeks Pembangunan Manusia Melalui Pengeluaran Riil Per Kapita Di Provinsi Nusa Tenggara Timur*. *Jurnal Sainika Unpam: Jurnal Sains Dan Matematika Unpam*, 2(1), 76–87.
- Ayuwida, C. A. (2021). *Model tingkat kemiskinan Provinsi Jawa Timur*

dengan analisis regresi spasial. *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika (SENATIK)*.

Budhijana, R. B. (2019). *Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Index Pembangunan Manusia (IPM) dan Pengangguran Terhadap Tingkat Kemiskinan Di Indonesia Tahun 2000-2017*. *Jurnal Ekonomi, Manajemen Dan Perbankan*, 5(1), 36–44.

Dangin, N. K. P., Srintadi, I. G. A. M., dan Sumarjaya, I. W. (2021). *Pemodelan Kasus Gizi Buruk Pada Balita Di Provinsi Bali Tahun 2018 Menggunakan Regresi Spline*. *E-Jurnal Matematika*, 10(3), 148–155. <https://doi.org/10.24843/mtk.2021.v10.i03.p335>

Devi, A. R. (2018). *Metode Unbiased Risk (UBR) dan Cross-Validation (CV) untuk Pemilihan Titik Knot Optimal dalam Regresi Nonparametrik Multivariabel Spline Truncated*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dewi, D. P. (2020). *Analisis Determinan Tingkat Kedalaman Kemiskinan Di Provinsi Jawa Timur Tahun 2012-2018*. Universitas Islam Indonesia.

Dewi, I. G. A. M. V., Srinadi, I. G. A. M., dan Susilawati, M. (2020). *Pemodelan Kasus Pneumonia Pada Balita Di Provinsi Bali Menggunakan Metode Regresi Nonparametrik B-Spline*. *E-Jurnal Matematika*, 9(3), 197–204.

Ente, D. R., Islamiyati, A., dan Raupong, R. (2021). *Pengaruh Indeks Massa Tubuh dan Trigliserida Terhadap Gula Darah dengan Model Regresi Nonparametrik Spline Biprediktor*. *ESTIMASI: Journal of Statistics and Its Application*, 2(2), 71–79.

Firstiana, D. (2017). *Analisis Indeks Kemiskinan Dengan Menggunakan*

- Pendekatan FGT Index Sesudah Program Ikhtiar (Studi Kasus: Program Ikhtiar Masyarakat Mandiri di Desa Tegal dan Desa Babakan Sabrang, Kecamatan Ciseeng, Kabupaten Bogor)*. *Media Ekonomi*, 20(1), 63–82.
- Hadiriyanto, I. (2019). *Pemodelan Indikator Kemiskinan Di Jawa Tengah Menggunakan Regresi Nonparametrik Birespon Spline*. Muhammadiyah University, Semarang.
- Hany, I. H., dan Islamiyati, D. (2020). *Pengaruh ZIS dan faktor Makro ekonomi terhadap tingkat kemiskinan di Indonesia*. *Jurnal Ekonomi*, 25(1), 118–131.
- Hayati, M. (2019). *Analisis Hubungan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Dan Rasio Ketergantungan Penduduk Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Di Indonesia Periode 1981–2018*. *Fakultas ekonomi dan bisnis uin jakarta*.
- Heni, D. (2019). *Pengaruh Jumlah Pengangguran Terbuka Terhadap Indeks Kedalaman Kemiskinan di Provinsi Banten Tahun 2010-2017*. *Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten*.
- Ihhamny, F. A. (2014). *Hadis kemiskinan menurut ibnu qutaibah dalam kitab ta'wil mukhtaliful hadis*. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta: Fakultas Ushuluddin.
- Ismail, S., Sudiarti, S., dan Ridwan, M. (2018). *Peranan Dompot Dhuafa Waspada Dalam Pemberdayaan Masyarakat Miskin Melalui Pengembangan Usaha Mikro Kecil (UMK) di Kota Medan*. *KITABAH: Jurnal Akuntansi Dan Keuangan Syariah*, 2(2).
- Izzah, N., dan Budiantara, I. N. (2020). *Pemodelan Faktor-faktor yang Mempengaruhi Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Perempuan di Jawa Barat Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline Truncated*. *Inferensi*, 3(1), 21–27.

- Jana, P. (2020). *Aplikasi Triple Exponential Smoothing Untuk Forecasting Jumlah Penduduk Miskin*. *Jurnal Derivat: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 3(2), 76–82. <https://doi.org/10.31316/j.derivat.v3i2.719>
- Jatmiko, Y. A. (2018). *Analisis Regresi Kuantil B-Splines Monoton Naik pada Hubungan Rata-Rata Lama Sekolah dan Pengeluaran Rumah Tangga Per Kapita di Provinsi Yogyakarta*. *JURNAL MATEMATIKA “MANTIK*, 4(2).
- Juwita, D. R. (2013). *Konsep Kemiskinan Dan Parameternya Di Indonesia; Studi Analisis Perspektif Fiqh*. *El-Wasathiya: Jurnal Studi Agama*, 1(1), 139–159. <http://ejournal.kopertais4.or.id/mataraman/index.php/wasathiya/article/view/2767>
- Khomsatun, S. (2017). *Analisis Penerima Raskin (Beras untuk Rumah Tangga Miskin) di Provinsi Jawa Tengah*. *Economics Development Analysis Journal*, 6(3), 283–305. <https://doi.org/10.15294/edaj.v6i3.22272>
- Lisnaini, K. (2014). *Pemilihan model regresi B-Spline terbaik untuk estimasi radiasi UV matahari berdasarkan orde dan titik Knot optimal*. *Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*.
- Lubis, F. A. (2018). *Miskin Menurut Pandangan Al-Qur'an*. *TANSIQ: Jurnal Manajemen Dan Bisnis Islam*, 1(2).
- Mahabbi, A. V. (2019). *Perbandingan Fungsi Pembobot Pada Model Geographically Weighted Regression (GWR) Dalam Tingkat Kemiskinan Di Kabupaten Sampang*. *Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya*.
- Mufidah, R. Z. (2019). *Implementasi CB-Sem dan SEM-Pls untuk Analisis Tingkat Kemiskinan di Kabupaten Bangkalan*. *Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya*.

- Ningrum, S. S. (2017). *Analisis Pengaruh Tingkat Pengangguran Terbuka, Indeks Pembangunan Manusia, Dan Upah Minimum Terhadap Jumlah Penduduk Miskin Di Indonesia Tahun 2011-2015*. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 15(2), 184–192.
- Nugraha, P. A., Indriani, F., dan Budiman, I. (2014). *Prediksi Jumlah Penduduk Miskin Dengan Metode Double Exponential Smoothing Dan Multiple*. *Jurnal Elektronik Nasional Teknologi Dan Ilmu Komputer (JENTIK) PREDIKSI*, 102–111.
- Rahasia, Z., Resmawan, R., dan Isa, D. R. (2020). *Pemodelan Data Time Series dengan Pendekatan Regresi Nonparametrik B-Spline*. *AKSIOMA: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 11(1), 9–16.
- Rahmawati, A. S., Ispriyanti, D., dan Warsito, B. (2017). *Pemodelan Kasus Kemiskinan Di Jawa Tengah Menggunakan Regresi Nonparametrik Metode B-Spline*. *Jurnal Gaussian*, 6(1), 11–20.
- Rahmawati, Y. (2018). *Pengaruh Belanja Daerah, Investasi dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Terhadap PDRB di Kabupaten Jember*. *Universitas Jember*.
- Ramiayu, D. D. (2016). *Analisis Pengaruh Rata-Rata Lama Sekolah, Upah Minimum, dan Pertumbuhan Ekonomi terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka Kabupaten/Kota Jawa Timur*. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FEB*, 4(2).
- Ramlan, M. A. (2017). *Estimator Spline Linear Dalam Regresi Semiparametrik*. *Universitas Hasanuddin Makassar*.
- Raupong, R. (2009). *Model B-Spline dalam Menaksir Kurva Regresi Nonparametrik*. *Jurnal Matematika, Statistika Dan Komputasi*, 6(1), 29–43.

- Ristika, E. D., Primandhana, W. P., dan Wahed, M. (2021). *Analisis Pengaruh Jumlah Penduduk, Tingkat Pengangguran Terbuka Dan Indeks Pembangunan Manusia Terhadap Tingkat Kemiskinan Di Provinsi Jawa Timur*. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Dan Bisnis*, 12(2), 129–136. <https://doi.org/10.33087/eksis.v12i2.254>
- Setyowati, D. W., Rumiati, A. T., dan Budiantara, I. N. (2020). *Pemodelan Contraceptive Prevalence Rate (CPR) di Provinsi Sulawesi Selatan Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline Truncated*. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 9(1). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v9i1.51045>
- Sholikha, M., Susilawati, M., dan Srinadi, I. (2019). *Pemodelan Nilai Kurs terhadap Harga Saham pada Data Longitudinal Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline Truncated*. *E-Jurnal Matematika*, 8(4), 259–263.
- Siregar, R. S. K., dan Jatmiko, Y. A. (2019). *Perbandingan Regresi B-Splines dan P-Splines pada Hubungan Indeks Pembangunan Manusia dan Persentase Penduduk Miskin Kabupaten/Kota di Indonesia: Comparison of B-Splines and P-Splines Regression on the Relationship between Human Development Index and The . Emasains: Jurnal Edukasi Matematika Dan Sains*, 8(1), 101–111.
- Sudarmin, M. W. (2021). *Pengujian Hipotesis Model Regresi Nonparametrik Spline Truncated Dalam Pemodelan Tingkat Pengangguran Terbuka Di Sulawesi Selatan*. *UNIVERSITAS HASANUDDIN*.
- Sumardjoko, I., dan Akhmadi, M. H. (2019). *Pengembangan Infrastruktur Konektifitas Sebagai Daya Ungkit Ekonomi Dan Pemangkas Kemiskinan Jawa Timur*. *Jurnal Manajemen Keuangan Publik*, 3(1), 22–31.
- Tarigan, S. (2021). *Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Tingkat*

Pengangguran Terbuka di Kabupaten Karo Menggunakan Regresi Linier Berganda.

Tediwibawa, R., Yuniarti, D., dan Hayati, M. N. (2019). *Regresi Nonparametrik Spline Birespon Untuk Memodelkan Persentase Penduduk Miskin dan Indeks Kedalaman Kemiskinan di Kalimantan Timur Tahun 2015. JURNAL EKSPONENSIAL*, 10(1), 21–28.

Wahyudi, A. (2020). *Analisis Kinerja Program Jalin Matra untuk Penanggulangan Feminisasi Kemiskinan di Jawa Timur. CAKRAWALA*, 14(1), 27–36.

Wardani, I. K., Susanti, Y., dan Subanti, S. (2021). *Pemodelan Indeks Kedalaman Kemiskinan Di Indonesia Menggunakan Analisis Regresi Robust. PROSIDING SNAST*, 15–23.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A