TUGAS AKHIR – KS184822

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TINGKAT KRIMINALITAS DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK *SPLINE TRUNCATED*

KARTIKA NUR RAHMA
NRP 062117 4000 0066

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si

PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2021

TUGAS AKHIR – KS184822

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TINGKAT KRIMINALITAS DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK *SPLINE TRUNCATED*

KARTIKA NUR RAHMA
NRP 062117 4000 0066

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si

PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2021

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

FINAL PROJECT – KS184822

FACTORS AFFECTING CRIME RATE IN EAST JAVA USING NONPARAMETRIC SPLINE TRUNCATED REGRESSION

KARTIKA NUR RAHMA
SN 062117 4000 0066

Supervisor
Prof Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si

UNDERGRADUATE PROGRAMME
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF SCIENCE AND DATA ANALYTICS
INSTITUTE TECHNOLOGY OF SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2021

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TINGKAT KRIMINALITAS DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK *SPLINE TRUNCATED*

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Program Studi Sarjana Departemen Statistika
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
Kartika Nur Rahma
NRP. 062117 4000 006

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si
NIP. 19650603 198903 1 003 ( )

Mengetahui,
Ketua Departemen

Dr. Dra. Kartika Fithriasari, M.Si.
NIP. 19691212 199303 2 002

SURABAYA, AGUSTUS 2021

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TINGKAT KRIMINALITAS DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK *SPLINE TRUNCATED*

Nama Mahasiswa : Kartika Nur Rahma
NRP : 062117 4000 0066
Departemen : Statistika
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si

Abstrak

Tingkat kejahatan adalah angka yang menunjukkan risiko penduduk di suatu daerah menjadi korban kejahatan atau kejahatan per 100.000 penduduk. Kriminalitas adalah masalah kompleks yang harus dihadapi oleh masyarakat, itulah sebabnya suatu negara melindungi hak-hak rakyatnya, termasuk rasa aman dengan menerbitkan undang-undang dan peraturan lain yang berlaku. Di Indonesia, hal ini tertuang dalam UUD Republik 1945 Pasal 28G ayat (1). Kewajiban secara eksplisit ini juga tertuang dalam pasal 30 ayat (4), amandemen kedua UUD 1945. Jawa Timur merupakan provinsi yang berbatasan dengan Bali dan Provinsi Jawa Tengah ini tentu juga memiliki risiko kriminalitas bagi penduduknya. Secara persentase penyelesaian kasus, Jawa Timur menempati posisis 5 provinsi paling rendah yaitu sebesar 44,68% dari total kasus yang dilaporkan pada tahun 2019. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor apasaja yang diduga berpengaruh signifikan pada tingkat kriminlitas di Jawa Timur khususnya tahun 2019. Metode yang digunakan pada penelitian ini ialah regresi nonparametrik spline truncated. Dengan menggunakan 4 variabel prediktor yaitu persentase penduduk miskin, kepadatan penduduk, rata-rata lama sekolah dan TPT diketahui bahwa terdapat variabel yang tidak signifikan yaitu persentase penduduk miskin. Nilai GCV terkecil pada model ini terletak pada tiga titik knot dengan nilai koefisien determinasi sebesar 96,44% yang artinya ketiga variabel dapat menjelaskan model sebesar 96,44% sedangkan sisanya dijelaskan oleh variabel lain diluar model.

Kata Kunci* : *Faktor, Jawa Timur, Regresi Nonparametrik, Spline Truncated, Tingkat Kriminalitas

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

FACTORS AFFECTING CRIME RATE IN EAST JAVA USING SPLINE TRUNCATED NONPARAMETRIC REGRESSION

Name : Kartika Nur Rahma
SN : 062117 4000 0066
Department : Statistics
Supervisor : Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si

Abstract

Crime rates are figures that indicate the risk of a population in an area becoming a victim of crime or crime per 100,000 inhabitants. Criminality is a complex problem that must be faced by society, which is why a country protects the rights of its people, including the security by issuing other laws and regulations that apply. In Indonesia, it is contained in the Constitution of the Republic of 1945 Article 28G paragraph (1). This obligation is explicitly also contained in article 30 paragraph (4), the second amendment of the 1945 Constitution. East Java is a province that borders Bali and Central Java Province certainly also has a risk of criminality for its residents. As a percentage of case resolution, East Java occupies the lowest 5 provinces, amounting to 44.68% of the total cases reported in 2019. This study aims to find out what factors are thought to have a significant effect on the level of criminality in East Java, especially in 2019. The method used in this study is nonparametric spline truncated regression. By using 4 predictor variables, namely the percentage of the poor, population density, average length of schooling and TPT, it is known that there is an insignificant variable, namely the percentage of the population of the poor. The smallest variable GCV value in this model is located at three node points with a determination value of 96.44%, which means that the three can be 96.44% while the rest is explained by others outside the model.

Keywords : Crime Rate, East Java, Factor, Nonparametric Regression, Spline Truncated

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, karunia serta pertolongan-Nya yang tak pernah henti diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul **"Faktor-faktor yang Mempengaruhi Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Menggunakan Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*"** dengan baik, lancar, dan tepat waktu.

Penyusunan laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan bukan tanpa bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu dan dengan sangat sabar memberikan bimbingan, saran, dukungan serta motivasi selama penyusunan Tugas Akhir.
2. Dr. Dra. Agnes Tuti Rumiati, M.Sc. dan Dra. Madu Ratna, M.Si. selaku dosen penguji yang telah banyak memberi masukan dan saran kepada penulis.
3. Dr. Dra. Kartika Fithriasari, M.Si selaku Kepala Departemen Statistika yang telah memberikan fasilitas, sarana, dan prasarana.
4. Prof. Drs. Nur Iriawan, MIKom., Ph.D selaku dosen wali yang telah banyak memberikan saran dan arahan selama proses belajar di Departemen Statistika.
5. Kedua orang tua penulis, atas segala do'a, nasehat, kasih sayang, dan dukungan yang diberikan kepada penulis demi kesuksesan dan kebahagiaan penulis.
6. Teman-teman seperjuangan TA, khususnya Maharani Sinta N, Putri Kusuma W, Sarah Adilah Ahmad dan Dea Adivanessa Aura selama ini telah berjuang bersama.
7. Sahabat-sahabat penulis, Alivia Mutiara, Nurul Kholissatin, Tita Verlita, Adilya Rizky M, Naziehah T, Wilda Melia, Mitha Rabiyatul N, Pricilia Elia yang selama ini telah membantu, mendukung, dan mendengarkan keluh kesah

penulis selama masa perkuliahan berlangsung terutama saat pengerjaan tugas akhir ini.

8. Kakak angkatan 2016, mbak Erina Dwi Agustin yang sangat membantu dalam memberikan saran selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
9. Teman-teman Statistika ITS angkatan 2017, Gamananta, yang selalu memberikan dukungan kepada penulis selama ini.
10. Teman-teman JMMI-ITS 2018/2019 terkhususkan FSLDK-Komisi A, AHWA 30 ITS, BEM ITS 2020/2021, HIMASTA-ITS 2019/2020 dan teman-teman grup Uhuy yang selama perkuliahan ini memberikan banyak pembelajaran dan mendukung penulis dalam mengembangkan *softskill* penulis.
11. Semua pihak yang turut membantu dalam pelaksanaan Tugas Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Besar harapan penulis untuk mendapatkan kritik dan saran yang membangun sehingga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang terkait.

Surabaya, 16 Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN ..... **v**
ABSTRAK ..... **vii**
ABSTRACT ..... **ix**
KATA PENGANTAR ..... **xi**
DAFTAR ISI ..... **xiii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xvi**
DAFTAR TABEL ..... **xvii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xviii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan 4
1.4 Manfaat 4
1.5 Batasan Masalah 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **7**
2.1 Statistika Deskriptif 7
2.2 Analisis Regresi 8
2.3 Regeresi Nonparametrik 8
2.4 Regresi Nonparametrik *Spline Truncated* 8
2.5 Estimasi Parameter 9
2.6 Pemilihan Titik Knot Optimal 10
2.7 Pengujian Parameter Model 11
2.7.1 Pengujian Secara Serentak 11
2.7.2 Pengujian Parameter Secara Individu 12
2.8 Koefisien Determinasi (R^2) 13
2.9 Pengujian Asumsi 14
2.9.1 Uji Identik 14
2.9.2 Uji Independen 14
2.9.3 Uji Distribusi Normal 15
2.10 Kriminalitas 16
2.11 Kerangka Konsep 17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN **19**

3.1 Sumber Data.....19
3.2 Variabel Penelitian.....19
3.3 Struktur Data.....21
3.4 Langkah Analisis.....22
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....25
4.1 Karakteristik Kriminalitas di Provinsi Jawa Timur dan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhi.....25
4.2 Analisis Pola Hubungan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhi Kriminalitas di Provinsi Jawa Timur.....30
4.3 Pemodelan Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 dengan Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*.....33
4.3.1 Pemilihan Titik Knot dengan Satu Titik Knot.....34
4.3.2 Pemilihan Titik Knot dengan Dua Titik Knot.....35
4.3.3 Pemilihan Titik Knot dengan Tiga Titik Knot.....36
4.3.4 Pemilihan Titik Knot dengan Kombinasi Titik Knot.....38
4.4 Pemilihan Model Terbaik.....39
4.5 Penaksiran Parameter Model Rregresi Nonparametrik Spline.....40
4.6 Uji Signifikansi Parameter.....40
4.6.1 Uji Serentak.....40
4.6.2 Uji Parsial.....41
4.7 Pemodelan dengan Tiga Variabel Prediktor.....42
4.7.1 Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Satu Titik Knot.....43
4.7.2 Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Dua Titik Knot.....43
4.7.3 Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Tiga Titik Knot.....45
4.7.4 Pemilihan Titik Knot dengan Kombinasi Titik Knot.....46
4.8 Pemilihan Model Terbaik.....48
4.9 Penaksiran Parameter Model Rregresi Nonparametrik Spline.....48

4.10 Uji Signifikansi Parameter 48
4.10.1 Uji Serentak 49
4.10.2 Uji Parsial 49
4.11 Pengujian Asumsi Residual 50
4.11.1 Uji Asumsi Identik 51
4.11.2 Uji Asumsi Independen 51
4.11.3 Uji Asumsi Distribusi Normal 52
4.12 Koefisien Determinasi 53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 55
5.1 Kesimpulan 55
5.2 Saran 55
DAFTAR PUSTAKA 57
LAMPIRAN 59
BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka Konsep Faktor-faktor Kriminalitas ... 18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 23
Gambar 4.1 Diagram Batang Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 26
Gambar 4.2 Gambaran Karakteristik Persentase Penduduk Miskin Jawa Timur Tahun 2019 27
Gambar 4.3 Gambaran Kepadatan Penduduk Jawa Timur Tahun 2019 28
Gambar 4.4 Gambaran Persentase Rata-rata Lama Sekolah di Jawa Timur Tahun 29
Gambar 4.5 Gambaran Tingkat Pengangguran Terbuka di Jawa Timur Tahun 30
Gambar 4.6 Pola Hubungan antara Tingkat Kriminalitas dan Persentase Penduduk Miskin di Jawa Timur 31
Gambar 4.7 Pola Hubungan antara Kriminalitas dengan Kepadatan Penduduk di Jawa Timur Tahun 2019 32
Gambar 4.8 Pola Hubungan antara Rata-rata Lama Sekolah di Jawa Timur Tahun 2019 32
Gambar 4.9 Pola Hubungan antara Kriminalitas dengan TPT di Jawa Timur Tahun 2019 32
Gambar 4.10 Plot Hasil Uji Distribusi Normal 52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 *Analysis of Variance* (ANOVA) Model Regresi 11
Tabel 2.2 Aturan pengambilan keputusan Uji *Durbin Watson* . 15
Tabel 3.1 Variabel Penelitian 19
Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian 215
Tabel 4.1 Karakteristik Data Kriminlaitas dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi di Jawa Timur Tahun 2019..... 25
Tabel 4.2 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Knot ... 34
Tabel 4.3 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Knot.... 35
Tabel 4.4 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Knot ... 15
Tabel 4.5 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Knot 39
Tabel 4.6 Perbandingan GCV Minimum untuk Setip Knot 40
Tabel 4.7 Hasil Uji Signifikansi Parameter Serentak 419
Tabel 4.8 Hasil Uji Signifikansi Parameter Parsial 41
Tabel 4.9 Tabel GCV Satu Knot dengan Tiga Variabel Prediktor 19
Tabel 4.10 Tabel GCV Dua Knot dengan Tiga Variabel Prediktor 44
Tabel 4.11 Tabel GCV Tiga Knot dengan Tiga Variabel Prediktor 45
Tabel 4.12 Tabel GCV Kkombinasi Knot dengan Tiga Variabel Prediktor 46
Tabel 4.13 Perbandingan GCV Minimum untuk Setiap Knot 48
Tabel 4.14 Uji Serentak dengan Tiga Variabel Prediktor 49
Tabel 4.15 Uji Parsial dengan Tiga Variabel Prediktor 50
Tabel 4.16 Hasil Uji Glesjer 51
Tabel 4.17 Hasil Uji *Durbin-Watson* 50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penelitian 59
Lampiran 2. Program *Software* R untuk Satu Titik Knot Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 61
Lampiran 3. Program *Software* R untuk Dua Titik Knot Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 63
Lampiran 4. Program *Software* R untuk Tiga Titik Knot Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 67
Lampiran 5. Program *Software* R untuk Kombinasi Knot Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 69
Lampiran 6. *Syntax Software* R untuk Uji Signifikansi Parameter Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019...72
Lampiran 7. *Syntax* Software R untuk Uji Glesjer Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019.....75
Lampiran 8. *Output* GCV Satu Titik Knot dengan Tiga Variabel Prediktor dari *Software* R 79
Lampiran 9. *Output* GCV Dua Titik Knot dengan Tiga Variabel Prediktor dari *Software* R.....82
Lampiran 10. *Output* GCV Tiga Titik Knot dari *Software* R 84
Lampiran 11. Output *Software* R Uji Signifikansi Parameter ...86
Lampiran 12. Surat Keterangan Pengambilan Data.....88

(*Halaman ini sengaja dikosongkan)*

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan yang dihadapi masyarakat semakin hari semakin kompleks, kondisi ekonomi yang cukup sulit dan suasana sosial yang kurang mendukung dapat menimbulkan suatu permasalahan sehingga meresahkan masyarakat salah satunya seperti kriminalitas.

Kriminalitas atau tindak kejahatan atau pelanggaran merupakan perbuatan seseorang yang dapat diancam hukuman berdasarkan KUHP atau Undang-Undang serta peraturan lainnya yang berlaku di Indonesia. Kriminalitas merupakan salah satu masalah penting yang terjadi disuatu wilayah atau negara yang harus segera diselesaikan. Hal ini dikarenakan setiap orang di negara ini memiliki resiko menjadi korban tindak kriminalitas. Semakin besar resiko yang didapat oleh masyarakat maka semakin besar potensi tidak aman di daerah tersebut. Resiko ini dapat dinyatakan dengan sebuah pengukuran yang disebut tingkat kriminalitas (*crime rate*). Tingkat kriminalitas juga dapat diartikan sebagai angka yang menunjukkan resiko penduduk menjadi korban tindak kriminalitas per 100.000 penduduk (BPS, 2020).

Rasa aman (*security*) merupakan salah satu hak asasi yang harus diperoleh atau dinikmati setiap orang. Hal ini tertuang dalam UUD Republik Indonesia 1945 Pasal 28G ayat 1 yang menyebutkan: “Setiap orang berhak atas perlindungan diri pribadi, keluarga, kehormatan, martabat, dan harta benda yang di bawah kekuasaannya, serta berhak atas rasa aman dan perlindungan dari ancaman ketakutan untuk berbuat atau tidak berbuat sesuatu yang merupakan hak asasi”. Seiring dengan itu, salah satu kewajiban pemerintah dan negara Indonesia adalah memberikan rasa aman pada seluruh rakyatnya, sebagaimana yang diamanatkan dalam Pembukaan UUD 1945 yang berbunyi: “Pemerintah dan Negara Indonesia yang melindungi segenap bangsa Indonesia dan seluruh tumpah darah Indonesia”. Kewajiban ini secara eksplisit juga tertuang dalam Pasal 30 ayat (4), Amandemen Kedua UUD 1945

yang antara lain menyebutkan bahwa Kepolisian Negara Republik Indonesia (Polri) adalah alat negara yang menjaga keamanan dan ketertiban masyarakat serta bertugas melindungi, mengayomi, dan melayani masyarakat serta menegakkan hukum.

Jawa Timur merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang terletak di timur Pulau Jawa berbatasan dengan Selat Bali, Jawa Tengah, Laut Jawa dan Samudera Hindia dengan ibu kota provinsi adalah Kota Surabaya. Luas wilayahnya 47.922 km², dan jumlah penduduknya mencapai 39.698.631 jiwa pada tahun 2019 sehingga menempati provinsi dengan penduduk masyarakat terbanyak kedua setelah provinsi Jawa Barat di Indonesia (BPS, 2020). Selain jumlah penduduknya yang cukup padat, Jawa Timur memiliki jumlah kriminalitas yang cukup tinggi bahkan menempati posisi 3 tertinggi setelah DKI Jakarta dan Sumatera Utara selama 3 tahun berturut-turut dari tahun 2017 hingga tahun 2019. Secara persentase, penyelesaian kasus tindak kejahatan di Jawa Timur cukup rendah jika dibandingkan dengan provinsi lain di Indonesia. Tahun 2017 persentase penyelesaian kasus dari data yang dilaporkan di Jawa Timur yaitu sebesar 54,67% atau hanya separuh dari total kasus yang dilaporkan dapat ditindak, sedangkan pada tahun 2018 mengalami kenaikan persentase kasus yang diselesaikan yaitu sebesar 58,74% dan menempati posisi ke 13 penyelesaian paling sedikit di Indonesia. Pada tahun 2019 kembali mengalami penurunan dan hanya mendapati 44,68% kasus yang diseleseikan dari data yang terlaporkan sehingga Jawa Timur menempati 5 provinsi terendah secara persentase kasus kriminalitas yang terselesaikan di Indonesia. Padahal Jawa Timur memiliki signifikansi perekonomian yang cukup tinggi yakni berkontribusi sekitar 15% terhadap Produk Domestik Bruto (PDRB) nasional. Hubungan antara pendapatan perkapita dan kriminalitas dalam konsep *benefit and cost* menunjukkan bahwa peningkatan pendapatan perkapita memberikan hubungan negatif pada tindakan kriminalitas (Omotor, 2014). Ekspektasi gaya hidup masyarakat dengan adanya peningkatan pendapatan perkapita akan meningkat, sehingga komitmen melakukan kejahatan akan menurun. Penurunan kesejahteraan menimbulkan banyak konflik yang mendorong orang melakukan kejahatan, artinya apabila

PDRB perkapita menurun maka konflik akan terjadi dan meningkatkan kasus kriminalitas (Simandjuntak, 1984).

Berdasarkan fakta yang telah disebutkan maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui faktor-faktor yang diduga mempengaruhi tingkat kriminalitas di Jawa Timur. Penelitian sejenis pernah dilakukan oleh Panji & Ratnasari (2015) menggunakan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) dimana hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel kepadatan penduduk dan persentase penduduk migran berpengaruh signifikan pada sebagian besar kriminalitas kabupaten/kota di Jawa Timur. Penelitian sebelumnya juga pernah dilakukan oleh Sherly dan Budiantara (2013) menggunakan metode Semiparametrik Spline Truncated menunjukkan bahwa terdapat perubahan pola data dengan variabel yang signifikan terhadap model ada 6 yaitu variabel Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT), Persentase Penduduk migran, Persentase penduduk yang tidak pernah sekolah, persentase penduduk yang merupakan korban penyalahgunaan NAPZA dan Persentase keluarga rentan/bermasalah. Penelitian mengenai kriminalitas pencurian motor juga dilakukan oleh Rahmawati & Budiantara (2015) menggunakan Regresi Nonparametrik *Spline Truncated* dengan pemilihan titik knot optimum menggunakan GCV (*Generalized Cross Validation*) dan didapati hasil bahwa variabel yang signifikan ialah kepadatan penuduk, angka partisipasi kasar (SMA), persentase penduduk miskin, jumlah pengangguran dan luas geografis dan penelitian yang dilakukan oleh Audey & Ariusini (2019) dengan judul penelitian pengaruh kualitas sumber daya manusia terhadap tingkat kriminalitas di Indonesia dengan variabel IPM, pengangguran dan kepadatan penduduk menggunakan metode regresi panel dimana disimpulkan bahwa IPM dan kepadatan penduduk berpengaruh negatif dan signifikan terhadap tingkat kriminalitas.

Dalam rangka menekan angka kriminalitas di Jawa Timur, maka perlu dicaritahu tahu terlebih dahulu kira-kira faktor apa saja yang mempengaruhinya sehingga didapatkan model yang sesuai untuk menggambarkan hal tersebut, dalam hal ini metode yang bisa digunakan ialah regresi. Namun, regresi linier sederhana yang umum digunakan kurang baik dalam menangani data dengan pola

menyebar. Karena pola data faktor-faktor yang diduga berpengaruh pada tingkat kriminalitas di Jawa Timur tidak mengikuti pola data tertentu dan ada perubahan pola pada sub interval tertentu maka digunakan metode regresi nonparametrik Spline Truncated. Selain itu metode regresi nonparametrik spline dipilih karena memiliki kelebihan yaitu metode memiliki fleksibilitas tinggi dan dapat memodelkan data yang memiliki pola berubah-ubah pada interval tertentu. Kelebihan ini terjadi karena dalam *spline* terdapat titik-titik knot, yaitu titik perpaduan bersama yang menunjukkan terjadinya perubahan pola perilaku data (Budiantara, 2009). Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi tambahan dan dapat mengetahui apakah faktor-faktor yang diduga mempengaruhi tingkat kriminalitas teruji dan sesuai dengan metode regresi nonparametrik *Spline Truncated*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah pada penelitian ini akan dijelaskan sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik dan faktor-faktor yang mempengaruhi kriminalitas di Jawa Timur pada tahun 2019?
2. Bagaimana pemodelan Regresi Nonparametrik *Spline Truncated* pada tingkat kriminalitas di Jawa Timur pada tahun 2019?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan, tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui karakteristik dan faktor-faktor yang mempengaruhi kriminalitas di Jawa Timur pada tahun 2019.
2. Memodelkan data kriminalitas di Jawa Timur tahun 2019 menggunakan Regresi Nonparametrik *Spline Truncated* dimana metode ini memiliki fleksibilitas tinggi dan dapat memodelkan data yang dapat berubah-ubah pada sub interval tertentu.

1.4 Manfaat

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya, manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan informasi kepada pemerintah terutama sebagai salah satu pertimbangan evaluasi untuk menekan angka kriminalitas di Jawa Timur.
2. Dapat mengaplikasikan penyelesaian permasalahan yang ada di sekitar dengan metode statistika yang sesuai.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah penelitian menggunakan data tingkat kriminalitas di Jawa Timur pada tahun 2019 dengan unit observasi 38 kabupaten/kota di Jawa Timur. Fungsi *Spline* yang digunakan adalah *Spline Linear* dengan satu, dua, tiga, dan kombinasi titik knot dengan pemilihan titik knot optimal menggunakan *Generalized Cross Validation* (GCV).

(*Halaman ini sengaja dikosongkan)*

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai tinjauan yang digunakan pada penelitian ini meliputi, statitsika deskriptif, analisis regresi khususnya regresi nonparametrik *spline truncated*, estimasi parameter, pemilihan titik knot optimal, pengujian parameter model baik secara parsial dan individu, Koefisien determinasi (R^2), Pengujian asumsi residual dan kriminalitas itu sendiri serta kerangka konsep.

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna. Dalam statistika deskriptif terdapat dua macam penyajian yaitu visualisasi data (berupa tabel, grafik/diagram dalam satu variabel maupun dua variabel) dan penyajian dalam bentuk ukuran-ukuran statistik yaitu ukuran pemusatan dan penyebaran. Ukuran pemusatan data meliputi rata-rata (*mean*), median dan modus, sedangkan ukuran penyebaran data berupa *range* dan varians. Ukuran yang seringkali digunakan untuk mendeskripsikan suatu data adalah *mean*, varian, nilai minimum dan maksimum. Formula untuk perhitungan nilai *mean* adalah sebagai berikut.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \tag{2.1}$$

Dimana $\bar{x}$ adalah rata-rata (*mean*), x_i menunjukkan observasi ke-i, dan n adalah banyaknya data.

Varians (s^2) adalah kuadrat simpangan data terhadap rata-ratanya (Walpole, 1995).

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \tag{2.4}$$

2.2 Analisis Regresi

Analisis regresi merupakan sebuah metode statistika yang memberikan penjelasan tentang pola hubungan (model) antara dua variabel atau lebih. Dalam analisis regresi, variabel yang mempengaruhi disebut variabel bebas (variabel prediktor) dan variabel yang dipengaruhi disebut variabel terikat (variabel respon) (Draper & Smith, 1992). Analisis regresi digunakan untuk memodelkan pola hubungan antara satu variabel dengan variabel lain dan digunakan untuk *forecasting* (peramalan). Bentuk pola hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor dapat diketahui melalui *scatter plot*. Plot yang dihasilkan dapat dapat membentuk pola linier, kuadratik, kubik, atau acak. Oleh karena itu dalam analisis regresi terdapat tiga pendekatan yaitu regresi parametrik, nonparametrik, dan semiparametrik (Budiantara, 2009).

2.3 Regeresi Nonparametrik

Regresi nonparametrik merupakan salah satu metode regresi yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor yang tidak diketahui bentuk kurva regresinya. Regresi nonparametrik adalah model regresi yang sangat fleksibel dalam memodelkan pola data (Eubank, 1999). Model regresi nonparametrik secara umum adalah sebagai berikut.

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i, i = 1, 2, ..., n \tag{2.3}$$

Dimana y_i adalah variabel respon, $f(x_i)$ adalah fungsi regresi yang tidak diketahui polanya, x_i adalah variabel prediktor, dan ε_i merupakan error dengan asumsi normal, independen dengan mean nol dan varians σ^2.

2.4 Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*

Terdapat beberapa pendekatan regresi nonparametrik diantaranya adalah spline (Wahba, 1990). Spline memiliki kemampuan yang sangat baik untuk menangani data yang perilakunya berubah-ubah pada sub-sub interval spline tertentu (Budiantara, 2009). Regresi *spline truncated* merupakan potongan polinomial yang memiliki sifat fleksibel. Secara umum $f(x_i)$ merupakan kurva regresi yang dihampiri dengan fungsi *spline*

truncated dengan titik knot $K_1, K_2, \ldots, K_r$ yang dapat diberikan oleh persamaan berikut.

$$f(x_i) = \sum_{j=0}^{p} \beta_j x_i^j + \sum_{k=1}^{r} \beta_{p+k} (x_i - K_k)_+^p \tag{2.4}$$

Apabila persamaan (2.3) disubstitusikan ke persamaan (2.4) maka akan diperoleh persamaan regresi sebagai berikut.

$$y_i = \sum_{j=0}^{p} \beta_j x_i^j + \sum_{k=1}^{r} \beta_{p+k} (x_i - K_k)_+^p + \varepsilon_i, i = 1, 2, \ldots, n \tag{2.5}$$

dimana y_i adalah variabel respon ke-i dan ε_i adalah error dengan asumsi normal, independen dengan mean nol dan varians σ^2. Fungsi $(x_i - K_k)_+^p$ merupakan fungsi truncated (potongan) yang diberikan oleh.

$$(x_i - K_k)_+^p = \begin{cases} (x_i - K_k)^p & , x_i \geq K_k \\ 0 & , x_i < K_k \end{cases} \tag{2.6}$$

titik $x_i = K_k$ adalah titik knot yang menggambarkan pola perubahan fungsi pada sub interval yang berbeda dan nilai p adalah derajat polynomial (Eubank, 1999). Fungsi *spline* linear yang digunakan merupakan fungsi *spline* dengan satu orde.

2.5 Estimasi Parameter

Metode yang dapat digunakan untuk mengestimasi parameter model regresi nonparametrik *spline* adalah *Ordinary Least Square* (OLS). Metode OLS digunakan untuk mengestimasi parameter model regresi dengan meminimumkan jumlah kuadrat residual. Berikut merupakan bentuk penyajian matriks dari model regresi nonparametrik *spline* linear dengan r knot dan univariabel prediktor adalah sebagai berikut.

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \tag{2.7}$$

Dimana,

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & (x_{11} - k_{11})_+^1 & \cdots & (x_{11} - k_{r1})_+^1 \\ 1 & x_{12} & (x_{12} - k_{11})_+^1 & \cdots & (x_{12} - k_{r1})_+^1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & (x_{1n} - k_{11})_+^1 & \cdots & (x_{1n} - k_{r1})_+^1 \end{pmatrix}, \quad \boldsymbol{\beta} = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_r \end{pmatrix}, \quad \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{pmatrix} \tag{2.8}$$

Berdasarkan persamaan (2.7), persamaan residual dapat ditulis seperti persamaan berikut.

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \tag{2.9}$$

Jumlah kuadrat residual dalam bentuk matriks dapat ditulis sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i^2 &= \boldsymbol{\varepsilon}'\boldsymbol{\varepsilon} \\ &= (\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})'(\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) \\ &= \mathbf{y}'\mathbf{y} - \mathbf{y}'\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{y} + \boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \\ &= \mathbf{y}'\mathbf{y} - 2\boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{y} + \boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}\end{aligned} \tag{2.10}$$

Agar nilai $\underset{\sim}{\varepsilon}'\underset{\sim}{\varepsilon}$ yang didapatkan minimum, maka turunan pertama terhadap $\boldsymbol{\beta}$ harus sama dengan nol.

$$\frac{\partial(\boldsymbol{\varepsilon}'\boldsymbol{\varepsilon})}{\partial\boldsymbol{\beta}} = 0 \tag{2.11}$$

Berdasarkan turunan pertama dari persamaan (2.11) didapatkan nilai $\boldsymbol{\beta}$ yang ditunjukkan pada persamaan berikut

$$\begin{aligned}-2\mathbf{X}'\mathbf{y} + 2\mathbf{X}'\mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}} &= 0 \\ \mathbf{X}'\mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}} &= \mathbf{X}'\mathbf{y} \\ (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}(\mathbf{X}'\mathbf{X})\hat{\boldsymbol{\beta}} &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y} \\ \hat{\boldsymbol{\beta}} &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y}\end{aligned} \tag{2.12}$$

2.6 Pemilihan Titik Knot Optimal

Titik knot merupakan titik perpaduan bersama dimana terjadi pola perubahan perilaku pada data. Demikian pula banyak titik knot dari suatu kumpulan data ditentukan dari banyaknya perubahan perilaku dari data tersebut. Salah satu metode yang sering digunakan untuk mencari titik knot optimal adalah *Generalized Cross Validation* (GCV). Metode mempunyai beberapa kelebihan yaitu mempunyai sifat optimal asimtotik, tidak memuat varians σ^2 populasi yang tidak diketahui dan *invariance* terhadap transformasi (Wahba, 1990). Untuk memperoleh titik

knot optimal dapat dilihat dari nilai GCV yang paling minimum. Metode GCV secara umum didefinisikan sebagai berikut.

$$\text{GCV}(K_1, K_2, ..., K_r) = \frac{\text{MSE}(K_1, K_2, ..., K_r)}{[n^{-1} trace(\mathbf{I} - \mathbf{A})]^2} \tag{2.13}$$

dimana **I** merupakan matriks identitas, n merupakan jumlah pengamatan, K merupakan $K_1, K_2, \ldots, K_r$ titik knot.

$$\text{MSE}(K_1, K_2, ..., K_r) = n^{-1} \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \hat{f}\left(x_i\right) \right)^2 \tag{2.14}$$

Serta $\mathbf{A} = \mathbf{X}(\mathbf{X}^{\mathbf{T}}\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}^{\mathbf{T}}$.

2.7 Pengujian Parameter Model

Pengujian parameter model bertujuan untuk mengetahui apakah variabel prediktor memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel respon. Pengujian parameter dibagi menjadi dua tahap yaitu pengujian secara serentak dan secara parsial.

2.7.1 Pengujian Secara Serentak

Pengujian secara serentak digunakan untuk mengetahui apakah parameter-parameter model regresi sudah signifikan atau belum. Uji ini dilakukan pada seluruh parameter yang terdapat dalam model secara bersama-sama. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$\text{H}_0 : \beta_1 = \beta_2 = ... = \beta_{p+r} = 0$

H_1 : minimal terdapat satu $\beta_j \neq 0, j = 1, 2, ..., p + r$

dimana p adalah banyaknya parameter polinomial tanpa β_0 dan r adalah banyaknya parameter untuk titik knot, berikut ini adalah *Analysis of Variance* disajikan pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 *Analysis of Variance* (ANOVA) Model Regresi

Sumber Variasi	**Derajat Bebas (df)**	**Jumlah Kuadrat (SS)**	**Rataan Kuadrat (MS)**	**F hitung**
Regresi	$p+r$	$\sum_{i=1}^{n} (\hat{y}_i - \bar{y})^2$	$\frac{SS_{regresi}}{df_{regresi}}$	

Tabel 2.2 *Analysis of Variance* (ANOVA) Model Regresi (Lanjutan)

Sumber Variasi	Derajat Bebas (df)	Jumlah Kuadrat (SS)	Rataan Kuadrat (MS)	F hitung
Residual	n-(p+r)-1	$\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$	$\frac{SS_{residual}}{df_{residual}}$	
Total	n-1	$\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2$		

Statistik uji yang digunakan dalam uji serentak dinyatakan dalam persamaan 2.15.

$$F_{hitung} = \frac{MS_{regresi}}{MS_{residual}} \tag{2.15}$$

Daerah penolakannya adalah H_0 ditolak apabila $F_{hitung} > F_{\alpha;(p+r,n-(p+r)-1)}$ yang berarti terdapat minimal satu parameter pada model regresi *spline* yang signifikan sehingga harus dilanjutkan pengujian secara parsial untuk mengetahui variabel-variabel prediktor mana yang berpengaruh signifikan (Draper & Smith, 1992).

2.7.2 Pengujian Parameter Secara Individu

Pengujian secara parsial dilakukan untuk mengetahui apakah parameter secara individual mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel respon. Hipotesis pada uji parsial adalah sebagai berikut.

$$\mathrm{H}_0 : \beta_j = 0$$

$$\mathrm{H}_1 : \beta_j \neq 0, j = 1, 2, ..., p + r$$

Pengujian secara parsil dilakukan dengan menggunakan uji *t* (Draper & Smith, 1992). Statistik uji dari uji parsial dinyatakan dalam persamaan 2.16.

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)} \tag{2.16}$$

Nilai $SE(\hat{\beta}_j)$ adalah *standard error* dari $\hat{\beta}_j$ dimana $SE(\hat{\beta}_j)$ = $\sqrt{\text{var}\,\hat{\beta}_j}$, dengan var $\hat{\beta}_j$ merupakan elemen diagonal utama dari matriks var($\hat{\boldsymbol{\beta}}$) dimana dapat diuraikan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\text{Var}(\hat{\boldsymbol{\beta}}) &= \text{Var}[(\mathbf{X'X})^{-1}\mathbf{X'Y}] \\
&= (\mathbf{X'X})^{-1}\mathbf{X'}\text{Var}(\mathbf{Y})[(\mathbf{X'X})^{-1}\mathbf{X'}]' \\
&= (\mathbf{X'X})^{-1}\mathbf{X'}(\sigma^2\mathbf{I})\mathbf{X}(\mathbf{X'X})^{-1} \\
&= \sigma^2(\mathbf{X'X})^{-1}\mathbf{X'X}(\mathbf{X'X})^{-1} \\
&= \sigma^2(\mathbf{X'X})^{-1}
\end{aligned} \tag{2.17}$$

Daerah penolakan yaitu H_0 ditolak jika $|t_{hit}| > t_{(\alpha/2;(p+r,n-(p+r)-1)}$ atau *p-value* < α yang berarti variabel prediktor ke-*j* berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Pengujian secara parsial dilakukan satu per satu dari setidap variabel prediktor terhadap variabel respon.

2.8 Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien determinasi adalah kuantitas yang dapat menjelaskan sumbangan variabel prediktor terhadap variabel respon. Semakin tinggi nilai R^2 yang dihasilkan suatu model, maka dapat disimpulkan bahwa semakin baik variabel-variabel prediktor dalam model tersebut dalam menjelaskan variabilitas variabel respon (Draper & Smith, 1992). Nilai koefisien determinasi didapatkan dari rumus berikut.

$$R^2 = \frac{SS_{regresi}}{SS_{total}} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2} \tag{2.18}$$

2.9 Pengujian Asumsi

Uji asumsi residual (*goodness of fit*) adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui apakah residual telah memenuhi asumsi. Residual dari model regresi *spline* harus memenuhi asumsi IIDN (0, σ^2).

2.9.1 Uji Identik

Salah satu asumsi residual yang harus dipenuhi adalah identik (homoskedastisitas) berarti bahwa varians residual sama atau identik. Variansi antar residual harus sama atau tidak terjadi heteroskedastisitas.

$$\text{var}(y_i) = \text{var}(\varepsilon_i) = \sigma^2; i = 1,2,\ldots,n \tag{2.19}$$

Uji identik dapat dilakukan menggunakan uji Glejser (Gujarati, 2004), hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$\text{H}_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \ldots = \sigma_n^2 = \sigma^2$

H_1 :minimal terdapat satu $\sigma_1^2 \neq \sigma^2, i = 1,2,\ldots,n$

Statistik uji untuk uji Glejser adalah sebagai berikut,

$$F_{hit} = \frac{\dfrac{\sum_{i=1}^{n}\left(\left|\hat{\varepsilon}_i\right| - \left|\hat{\varepsilon}\right|^2\right)}{v}}{\dfrac{\sum_{i=1}^{n}\left(\left|\varepsilon_i\right| - \left|\hat{\varepsilon}_i\right|^2\right)}{n-v-1}} \tag{2.20}$$

dimana nilai *v* menunjukkan banyaknya parameter model Glejser dan model regresi nonparametric *Spline Truncated* nilai *v= p+r*. Tolak H_0 apabila nilai $F_{hitung} > F_{\alpha(v,n-v-1)}$ atau *p-value* < α mengindikasikan bahwa terdapat kasus heteroskedastisitas dan sebaliknya jika $F_{hitung} < F_{\alpha(v,n-v-1)}$ atau *p-value* > α maka gagal tolak H_0 yang berarti bahwa terindikasi terdapat kasus homoskedastisitas sehingga asumsi identik terpenuhi.

2.9.2 Uji Independen

Uji independen dilakukan untuk memastikan bahwa tidak terdapat korelasi antar residual atau autokorelasi. Untuk mendeteksi kasus autokorelasi maka digunakan uji *Durbin Watson*

(Draper & Smith, 1992). Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$H_0 : \rho = 0$ (tidak terjadi autokorelasi)

$H_1 : \rho \neq 0$ (terjadi autokorelasi)

Statistik uji untuk uji *Durbin Watson* adalah sebagai berikut.

$$d = \frac{\sum_{i=2}^{n} \left(e_i - e_{i-1}\right)^2}{\sum_{i=1}^{n} e_i^2} \tag{2.21}$$

Berikut adalah aturan pengambilan keputusan dari uji *Durbin Watson* dimana nilai d_L dan d_U didapatkan dari dari tabel dengan nilai derajat bebas α dan *k* adalah banyaknya variabel independen.

Tabel 2.3 Aturan pengambilan keputusan Uji *Durbin Watson*

Ketentuan	Keputusan	Kesimpulan
$d < d_L$ atau $d > 4 - d_L$	Tolak H_0	Terjadi autokorelasi
$d_L \leq d \leq d_U$ atau $4 - d_U \leq d \leq 4 - d_L$	Tidak ada keputusan	Tidak dapat disimpulkan
$d_U < d < 4 - d_U$	Gagal Tolak H_0	Tidak terjadi autokorelasi

2.9.3 Uji Distribusi Normal

Uji normalitas bertujuan untuk menguji apakah residual berdistribusi normal atau tidak. Salah satu cara untuk mengetahui residual telah berdistribusi normal dapat dilakukan secara visual dengan *normal probability plot residual*.Selain itu, dapat dilakukan pengujian dengan uji distribusi normal *Kolmogorov-Smirnov* (Daniel, 1989). Hipotesis untuk uji *Kolmogorov-Smirnov* adalah sebagai berikut.

$H_0 : F_n(\varepsilon) = F_0(\varepsilon)$ (Residual berdistribusi Normal)

$H_1 : F_n(\varepsilon) \neq F_0(\varepsilon)$ (Residual tidak berdistribusi Normal)

Statistik uji yang digunakan adalah,

$$D = \underset{\varepsilon}{Sup} \left| F_n(\varepsilon) - F_0(\varepsilon) \right| \tag{2.22}$$

dimana,

$F_n(\varepsilon)$ = nilai peluang kumulatif (fungsi distribusi kumulatif) berdasarkan data sampel,
$F_0(\varepsilon)$ = nilai peluang kumulatif (fungsi distribusi kumulatif) dibawah H_0.
Tolak H_0 jika $|KS_{hitung}| > KS_{(\alpha;n)}$ atau p-*value* $< \alpha$ artinya data residual tidak berdistribusi normal.

Jika asumsi residual berdistribusi normal tidak terpenuhi maka perlu dilakukan transformasi variabel kemudian memodelkannya kembali. Jadi suatu data dapat dikatakan baik apabila data tersebut memenuhi semua asumsi residual IIDN (Sudjana, 1996).

2.10 Kriminalitas

Kriminalitas atau tindak kejahatan atau pelanggaran merupakan perbuatan seseorang yang dapat diancam hukuman berdasarkan KUHP atau Undang-Undang serta peraturan lainnya yang berlaku di Indonesia. Peristiwa yang dilaporakan adalah setiap peristiwa yang dilaporkan masyarakat pada Polri, dimana pelakunya tertangkap tangan oleh kepolisian. Laporan masyarakat ini akan dicatat dan ditindak-lanjuti oleh Polri jika dikategorikan memiliki cukup bukti. Pelaku kejahatan adalah:

1. Orang yang melakukan kejahatan
2. Orang yang turut melakukan kejahatan.
3. Orang yang menyuruh melakukan kejahatan
4. Orang yang membujuk orang lain untuk melakukan kejahatan
5. Orang yang membantu melakukan kejahatan

Tahanan adalah tersangka pelaku tindak kejahatan atau pelanggaran yang ditahan oleh pihak kepolisian sebelum diteruskan kepada Kejaksaan atau masih dalam proses pengusutan lebih lanjut dengan lamanya ditahan kurang dari 20 hari. Kerugian adalah hilang rusak atau musnahnya harta benda yang ditimbulkan akibat suatu peristiwa kejahatan atau pelanggaran dan tidak termasuk korban jiwa atau badan. Korban kejahatan adalah seseorang atau harta bendanya yang selama setahun terakhir mengalami atau terkena tindak kejahatan atau usaha atau percobaan kejahatan. (Kriminalitas Indonesia, 2012).

Kejahatan memiliki dua macam pengertiannya yaitu secara yuridis dan sosiologi. Secara yuridis formal, kejahatan adalah tingkah laku kejahatan yang melanggar hukum pidana yang ada. Pengertian secara sosiologis adalah meliputi segala tingkah laku manusia, walaupun tidak atau belumnya ditentukan dengan undang-undang (Soesilo, 1998).

2.11 Kerangka Konsep

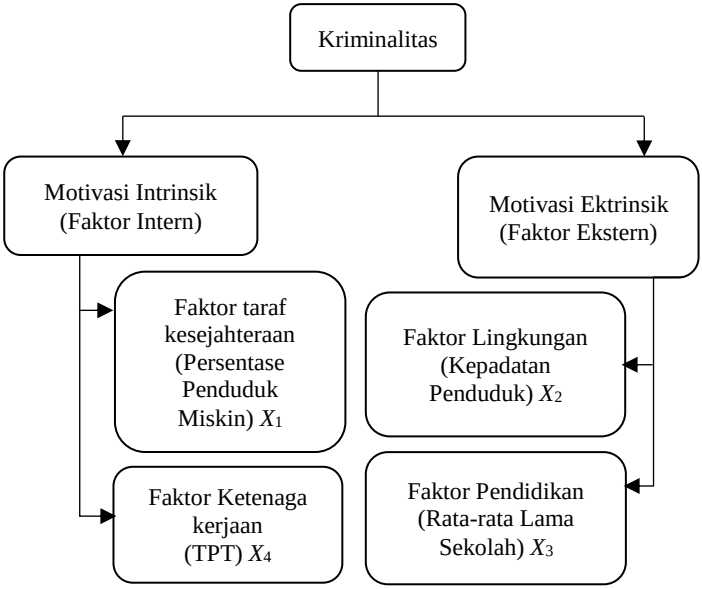
Pada dasarnya setiap individu akan dipengaruhi oleh beberapa faktor baik internal maupun eksternal yang menyebabkan seseorang melakukan tindakan kriminal. Beberapa faktor tersebut adalah sebagai berikut: motivasi intrinsik (faktor intern), meliputi faktor kebutuhan ekonomi yang mendesak, faktor ketanagakerjaan (pengangguran atau memiliki pekerjaan), dan faktor taraf kesejahteraan. Motivasi ekstrinsik (faktor ekstern), meliputi faktor pendidikan, dan faktor pergaulan atau pengaruh lingkungan (Kansil, 1994).

Tindak kejahatan atau kriminalitas dapat diketahui melalui pendekatan sebagai berikut: faktor demografis (pertambahan penduduk), faktor ekologik (penyebaran ruang pemukiman), faktor *geographic* (*temperature*, kelembaban, pertukaran iklim), (Simandjuntak, 1981). *Federal Bureau of Investigation* (FBI) juga menjelaskan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kriminalitas di suatu wilayah antara lain:

1. Kepadatan penduduk dan tingkat urbanisasi.
2. Variasi komposisi penduduk khususnya konsentrasi pemuda.
3. Stabilitas populasi sehubungan dengan mobilitas penduduk.
4. Model transportasi dan sistem jalan raya.
5. Kondisi ekonomi termasuk pendapatan rata-rata, tingkat kemiskinan dan ketersediaan lapangan kerja.
6. Faktor budaya dan karakteristik pendidikan, rekreasi dan agama

Pada penelitian ini akan digunakan beberapa faktor yang mempengaruhi kriminalitas, yaitu persentase penduduk miskin, tingkat pengangguran terbuka, kepadatan penduduk dan rasio rata-rata lama sekolah. Berikut adalah kerangka konsep yang ada pada penelitian ini yang mengacu pada teori (Kansil, 1994) yang mana

konsep ini juga dijelaskan oleh kepolisian republik Indonesia melalui website resminya yaitu melalui laman https://tribratanews.kepri.polri.go.id.



Gambar 2.1 Kerangka Konsep Faktor-faktor Kriminalitas

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Statistika Kriminalitas Provinsi Jawa Timur tahun 2019 yang dikeluarkan oleh BPS. Data tersebut mengenai kasus kriminalitas menurut kabupaten/kota di Jawa Timur tahun 2019. Unit penelitian yang digunakan yaitu 38 kabupaten/kota di Jawa Timur pada tahun 2019.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan rujukan penelitian yang dilakukan sebelumnya dengan berskala rasio yang terdiri dari variabel dependen yaitu risiko kriminalitas (*crime rate*) per Kabupaten/Kota di Jawa Timur dan variabel independen yaitu, kepadatan penduduk, persentase penduduk miskin, rata-rata lama sekolah, dan TPT (Tingkat Pengangguran Terbuka). Berikut adalah deskripsi dari variabel yang digunakan pada penelitian ini ditampilkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Keterangan
Y	Risiko Kriminalitas	Rasio
X_1	Persentase Penduduk Miskin	Rasio
X_2	Kepadatan Penduduk	Rasio
X_3	Rata-rata Lama Sekolah	Rasio
X_4	Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT)	Rasio

Penjelasan menganai masing-masing variabel penelitian pada Tabel 3.1 ialah sebagai berikut.

a. Tingkat Kriminalitas (*Crime Rate*)

Statistik dan indikator yang biasa digunakan untuk mengukur rasa aman masyarakat merupakan indikator negatif, misalnya jumlah angka kejahatan (*crime total*), jumlah orang yang berisiko terkena tindak kejahatan (*crime rate*) setiap 100.000 penduduk. Semakin tinggi angka kriminalitas menunjukkan semakin banyak tindak kejahatan pada masyarakat yang merupakan indikasi bahwa kondisi masyarakat menjadi semakin tidak aman (BPS, 2020).

b. Persentase Penduduk Miskin

Jumlah penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur dibagi jumlah penduduk di Provensi Jawa Timur dikalikan 100%. Garis Kemiskinan (GK) merupakan penjumlahan dari Garis Kemiskinan Makanan (GKM) dan Garis Kemiskinan Non-Makanan (GKNM). Penduduk yang memiliki rata-rata pengeluaran per kapita per bulan dibawah Garis Kemiskinan dikategorikan sebagai penduduk miskin (PM).

c. Kepadatan Penduduk

Kepadatan menunjukkan rata-rata jumlah penduduk tiap 1 kilometer persegi. Semakin besar angka kepadatan penduduk menunjukkan bahwa semakin padat penduduk yang mendiami wilayah tersebut (Kemenkes RI, 2019). Secara yuridis formal, kejahatan adalah bentuk tingkah laku yang bertentangan dengan moral kemanusiaan (immoril), merugikan masyarakat, sifatnya asosial dan melanggar hukum serta undang-undang pidana. Selain dipengaruhi oleh moral, kriminalitas dapat dipengaruhi oleh jumlah penduduk. Menurut Enrico Ferri dalam (Kartono, 2007) menyebutkan bahwa salah satu penyebab kejahatan antara lain dipengaruhi oleh faktor sosial yaitu kepadatan penduduk. Karena salah satu konsekuensi negatif dari pertumbuhan penduduk yang tinggi adalah meningkatnya kemiskinan dan ketimpangan pendapatan.

a. Rata-rata Lama Sekolah

Rata-rata Lama Sekolah (RLS) atau *Mean Years School* (MYS) didefinisikan sebagai jumlah tahun yang digunakan oleh penduduk dalam menjalani pendidikan formal. Penduduk yang tamat SD diperhitungkan lama sekolah selama 6 tahun, tamat SMP diperhitungkan lama sekolah selama 9 tahun, tamat SMA diperhitungkan lama sekolah selama 12 tahun tanpa memperhitungkan apakah pernah tinggal kelas atau tidak. RLS dapat digunakan untuk mengetahui kualitas pendidikan masyarakat dalam suatu wilayah. (BPS, 2021). Rumus untuk mendapatkan Rata-rata Lama Sekolah (RLS) penduduk usia 25 tahun ke atas dinyatakan pada persamaan 3.1 berikut.

$$RLS = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^{n} x_i \tag{3.1}$$

Keterangan:

RLS : Rata-rata lama sekolah penduduk usia 25 tahun ke atas

x_i : Lama sekolah penduduk ke-i yang berusia 25 tahun

n : Jumlah penduduk usia 25 tahun ke atas.

b. Tingkat Pengangguran Terbuka

Tingkat Pengangguran Terbuka merupakan Persentase jumlah pengangguran terhadap jumlah angkatan kerja. Kegunaan dari TPT adalah dapat mengindikasikan besarnya persentase angkatan kerja yang termasuk dalam pengangguran. Menurut Adioetomo (2010) yang dimaksud dengan pengangguran adalah bagian dari angkatan kerja yang pada saat pencacahan sedang aktif mencari pekerjaan, biasanya pengertian ini digunakan untuk menjelaskan tentang pengangguran terbuka. Untuk mengetahui angka pengangguran dapat melakukan perhitungan TPT (Tingkat Pengangguran Terbuka) dengan formula sebagai berikut.

$$\text{Tingkat Pengangguran (\%)} = \frac{U}{L} \times 100$$

U adalah jumlah pengangguran dan L adalah jumlah tenaga kerja (angkatan kerja). Thomas Van Aquino (1226–1274) menyatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi kriminalitas adalah pengangguran. Besarnya jumlah angka pengagguran mempunyai implikasi sosial yang luas karena mereka tidak memiliki pekerjaan sekaligus tidak memiliki pendapatan, maka semakin tinggi jumlah angka pengangguran semakin tinggi pula tingkat kerawanan sosial yang ditimbulkan, contohnya kriminalitas. Sebaliknya semakin rendah jumlah angka pengagguran maka semakin stabil kondisi sosial dalam masyarakat (BPS, 2013)

3.3 Struktur Data

Struktur data yang akan dianalisis menggunakan regresi nonparametrik *spline truncated* ditunjukkan pada Tabel 3.2 sebagai berikut.

Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian

Kab/Kota	Y	X_1	X_2	X_3	X_4
1	y_1	$x_{1(1)}$	$x_{2(1)}$	$x_{3(1)}$	$x_{4(1)}$
2	y_2	$x_{1(2)}$	$x_{2(2)}$	$x_{3(2)}$	$x_{4(2)}$
3	y_3	$x_{1(3)}$	$x_{2(3)}$	$x_{3(3)}$	$x_{4(3)}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
37	y_{37}	$x_{1(37)}$	$x_{2(37)}$	$x_{3(37)}$	$x_{4(37)}$
38	y_{38}	$x_{1(38)}$	$x_{2(38)}$	$x_{3(38)}$	$x_{4(38)}$

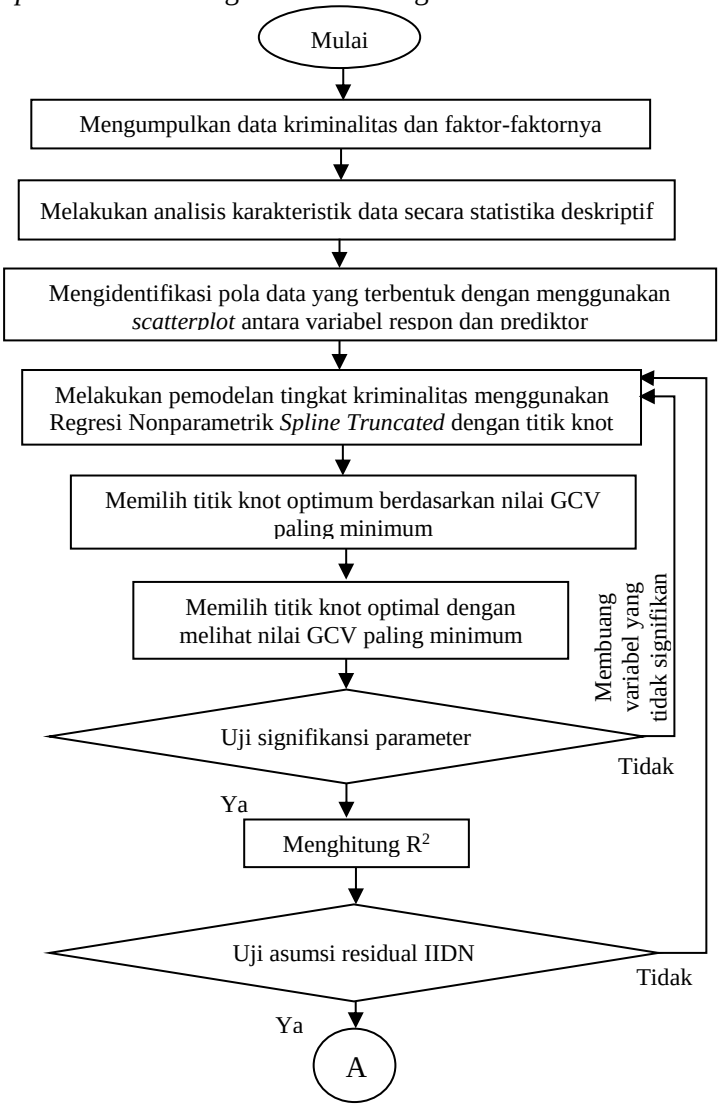
3.4 Langkah Analisis

Langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

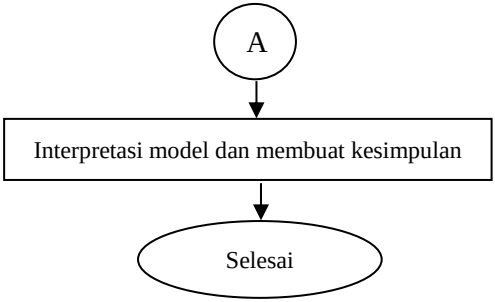
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*. Langkah analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengumpulkan data tingkat kriminalitas di kabupaten/kota Jawa Timur dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi.
2. Menganalisisis karakteristik data secara deskriptif.
3. Membuat *scatter plot* antara tingkat kriminalitas di Jawa Timur dengan masing-masing variabel yang diduga berpengaruh untuk mengetahui bentuk pola data.
4. Memodelkan data menggunakan metode Regresi Nonparametrik *Spline Truncated* dengan satu, dua, tiga, dan kombinasi knot.
5. Memilih titik knot optimal berdasarkan nilai GCV yang paling minimum.
6. Mendapatkan model regresi nonparametrik *spline* terbaik dengan titik knot optimal.
7. Menguji signifikansi parameter model yang telah didapatkan secara serentak dan parsial. Apabila ada variabel yang tidak signifikan maka dibuang dari pengamatan, lalu dianalisis ulang
8. Menguji asumsi residual IIDN dari model regresi *Spline*.
9. Menginterpretasikan model dan menarik kesimpulan.

Berdasarkan langkah-langkah analisis yang telah dijelaskan maka diagram alir penelitian untuk analisis regresi nonparametrik *spline truncated* digambarkan sebagai berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

BAB IV
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan membahas hasil analisis data kriminalitas di Provinsi Jawa Timur beserta faktor-faktor yang diduga memengaruhinya meliputi, karakteristik dari data dan juga pemodelan menggunakan pendekatan regresi nonparametrik *spline Truncated* dengan menggunakan satu knot, dua knot, tiga knot, dan kombinasi knot.

4.1 Karakteristik Kriminalitas di Provinsi Jawa Timur dan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhi

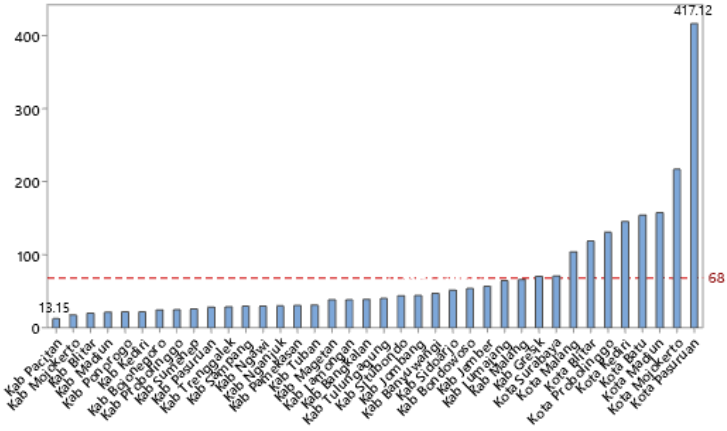
Kriminalitas merupakan segala macam bentuk tindakan dan perbuatan yang merugikan secara ekonomis dan psikologis yang melanggar hukum yang berlaku dalam negara Indonesia serta norma-norma sosial dan agama. Bagitupula yang terjadi di Provinsi Jawa Timur. Mengacu sumber data yang sudah dijelaskan sebelumnya pada sub bab 3.1 akan dibuat karakteristik kriminlitas di Jawa Timur dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi yang telah disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4.1 Karakteristik Data Kriminalitas dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi di Jawa Timur Tahun 2019

Variabel	*Mean*	*Variance*	*Minimum*	*Maximum*
Y	68,0	5648,8	13,2	417,1
X_1	10,30	18,50	3,81	20,71
X_2	1923	4751522	279	8262
X_3	7,798	2,611	4,55	11,13
X_4	3,753	1,237	0,950	6,040

Tabel 4.1 menunjukkan karakteristik data setiap varaibel penelitian. Variabel *Y* menunjukkan risiko kriminalitas setiap 100.000 penduduk. Nilai varians data kriminalitas sebesar 5648,8 menunjukkan keragaman data untuk setiap kabupaten/kota di Jawa Timur sangat besar. Rata-rata risiko kriminalitas di Jawa Timur pada tahun 2019 menunjukkan angka 68 yang artinya setiap 100,000 penduduk ada 68 orang yang terancam menjadi korban kriminalitas. Nilai minimum sebsar 13,2 artinya menunjukkan bahwa di Provinsi Jawa Timur terdapat kabupaten/kota yang memiliki resiko terkecil dengan nilai 13,2 artinya setiap 100,000

penduduk 14 orang berisiko terkena tindak kriminalitas. Nilai *maximum* menunjukkan angka 417,1 yang artinya terdapat kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur memiliki resiko tertinggi kriminalitas yaitu 417,1 atau setiap 100,000 penduduk akan ada 418 jiwa yang memiliki resiko menjadi korban tindak kejahatan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada diagram batang berikut.

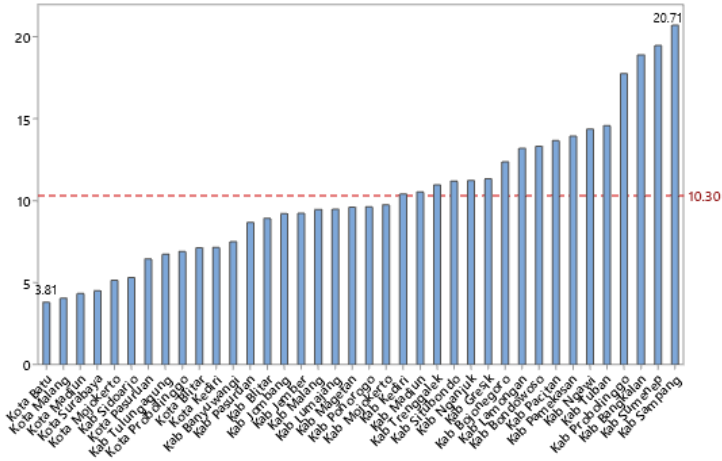


Gambar 4.1 Gambaran Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019

Gambar 4.1 menunjukkan karakteristik kriminalitas yang dibuat berdasarkan tabel 4.1 sebelumnya. Garis merah putus-putus menunjukkan batas rata-rata angka kriminalitas provinsi. Terdapat 10 kabupaten/kota yang memiliki angka diatas rata-rata dan yang tertinggi terdapat di Kota Pasuruan, sedangkan yang paling sedikit ada di Kabupaten Pacitan. Hal ini diduga ada beberapa faktor yang mempengaruhi hal tersebut. Misalnya seperti persentase penduduk miskin di suatu wilayah tersebut.

Pada penelitian ini, persentase penduduk miskin ditunjukkan dengan variabel X_1. Dapat dilihat pada Tabel 4.1 bahwa variansi data persentase penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur sebesar 18,49 artinya keragaman data untuk setiap kabupaten/kota tidak begitu besar. Persentase terendah di Jawa Timur sebesar 3,81 sedangkan yang tertinggi ialah 20,71. Rata-rata persenrase provinsi adalah sebesar 10,30 persen. Untuk lebih jelasnya, akan

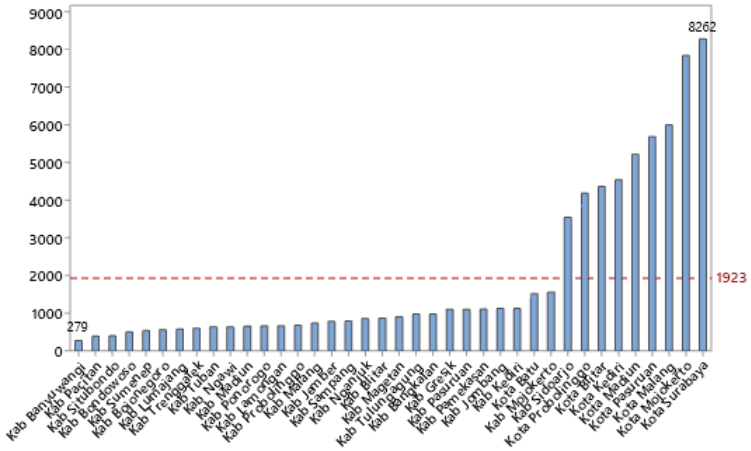
digambarkan pada diagram batang berikut yang diolah dengan bantuan *software* minitab.



Gambar 4.2 Gambaran karakteristik Persentase Penduduk Miskin Jawa Timur Tahun 2019 dengan Diagram Batang

Gambar 4.2 menunjukkan urutan peringkat persentase penduduk miskin setiap daerah kabupaten/kota di wilayah Jawa timur pada tahun 2019. Persentase tertinggi ada di daerah Kabupaten Sampang yaitu 20,71% dan kabupaten yang memiliki persentase penduduk miskin paling sedikit ialah Kota Batu yaitu sebesar 3,81%. Selain persentase penduduk miskin, faktor lain yang diduga dapat mempengaruhi kriminalitas ialah karena kependudukan.

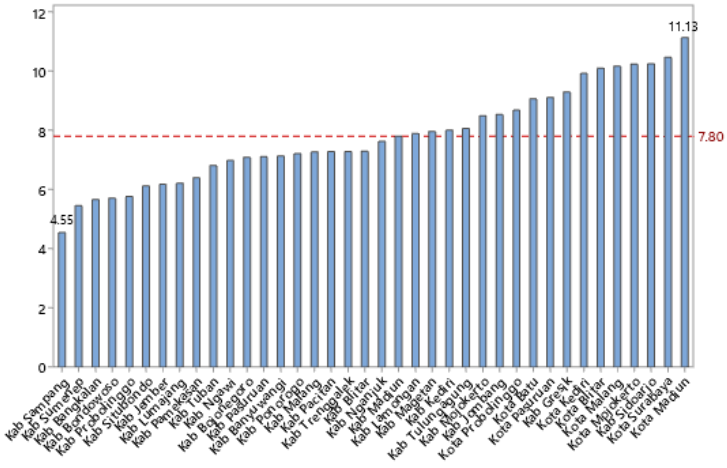
Variabel kepadatan penduduk pada penilitian ini ditunjukkan pada variabel X_2. Mengacu pada tabel 4.1 dapat dilihat bahwa variansi kepadatan penduduk Jawa Timur untuk setiap kabupaten atau kota pada tahun 2019 cukup tinggi yaitu sebesar 4.751.522/km^2. Rata-rata kepadatan penduduk Jawa Timur di tahun 2019 adalah sebesar 1923 per km^2. Kepadatan penduduk terendah di Provinsi Jawa Timur adalah sebesar 279 per km^2 sedangkan yang tertinggi ialah 8262 per km^2. Untuk menggambarkan kepadatan penduduk di Provinsi Jawa Timur, akan disajikan diagram batang pada gambar berikut ini dengan bantuan *software* statistika yaitu Minitab.



Gambar 4.3 Kepadatan Penduduk Jawa Timur Tahun 2019

Gambar 4.3 menunjukkan kepadatan penduduk Jawa Timur tahun 2019. Kabupaten/kota yang memiliki kepadatan penduduk terpadat di Jawa Timur adalah kota Surabaya. Hal ini wajar karena Surabaya merupakan ibu kota provinsi yang memiliki jumlah penduduk yang banyak. Sedangkan yang paling terkecil adalah Kabupaten Banyuwangi. Sembilan kota/kabupaten yang terpadat di Jawa Timur (diatas rata-rata provinsi) ialah kota Surabaya, Mojokerto, Malang, Pasuruan, Madiun, Probolinggo, Blitar, Kediri dan Kabupaten Sidoarjo. Jika dilihat dari sembilan kabupaten/kota terpadat di Jawa Timur, sebagian besar merupakan sebuah kota dan hanya satu yang merupakan kabupaten, yang mana dapat diartikan semua kota di Jawa Timur memiliki kepadatan penduduk yang padat (diatas rata-rata kepadatan penduduk) kecuali Kota Batu. Selain kepadatan penduduk faktor lain yang diduga berpengaruh secara signifikan terhadap risiko kriminalitas adalah faktor pendidikan, dimana dalam penelitian ini ditunjukkan dengan rata-rata lama sekolah di setiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Variabel persentase penduduk yang tidak pernah sekolah pada penelitian ini ditunjukkan pada variabel X_3. Mengacu pada Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa nilai variansi rata-rata lama sekolah sebesar 2,61 yang artinya keragaman data tidak terlalu bervariasi untuk setiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Rata-rata lama sekolah paling

sedikit sebesar 4,6 tahun dan paling lama sekitar 11,1 tahun dengan rata- rata provinsi sebesar 7,8 tahun. Untuk menggambarkan kondisi ini, maka disajikan diagram batang pada gambar 4.4 berikut

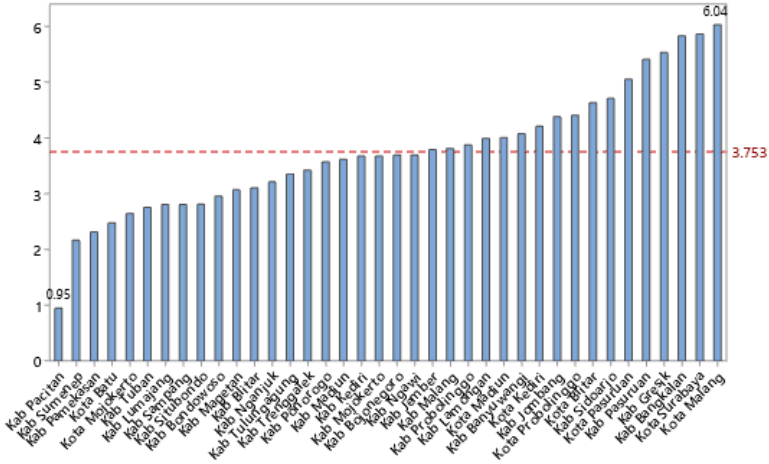


Gambar 4.4 Diagram Rata-rata Lama Sekolah di Jawa Timur Tahun 2019

Berdasarkan gambar 4.4 dapat dilihat bahwa kabupaten/kota yang memiliki rata-rata lama sekolah paling sebentar ada di Kabupaten Sampang yaitu 4,5 tahun (tidak sampai lulus Sekolah Dasar), sedangkan yang paling lama ada di Kota Madiun yaitu 11 tahun. Selain faktor pendidikan, faktor lain yang diduga mempengaruhi tingkat kriminalitas secara signifikan ialah pengangguran, dimana pada penelitian ini menggunakan TPT.

Pada penelitian ini variabel pengangguran ditunjukkan oleh Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) varibel X_4. Mengacu pada tabel 4.1 dapat dilihat bahwa variansi TPT di Jawa Timur sebesar 1,237 artinya keragaman data untuk setiap kabupaten/kota di Jawa Timur pada tahun 2019 tidak terlalu bervariasi. Rata-rata TPT di Jawa Timur sebesar 3,753 dengan TPT terkecil sebesa 0,95 dan tertinggi sebesar 6,04.

Untuk menggambarkan kondisi ini akan disajikan diagram batang sebagai mana berikut.



Gambar 4.5 Diagram Tingkat Pengangguran Terbuka di Jawa Timur Tahun 2019

Pada gambar 4.5 dapat dilihat bahwa terdapat 16 kabupaten/ kota yang memiliki TPT diatas rata-rata TPT Provinsi dimana TPT (Tingkat Pengangguran Terbuka) yang tertinggi ada di Kota Malang, sedangkan yang terrendah ada di Kabupaten Pacitan

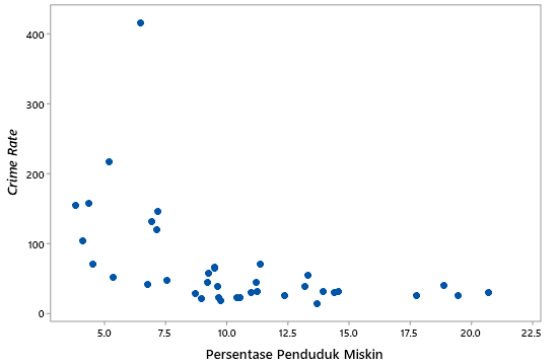
4.2 Analisis Pola Hubungan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhi Kriminalitas di Provinsi Jawa Timur

Pemodelan kriminalitas menggunakan pendekatan regresi nonparametrik *spline* di Provinsi Jawa Timur perlu diidentifikasi terlebih dahulu bentuk pola hubungan antar variabelnya. Hal ini karena hasil dari pola data tersebut akan digunakan untuk menentukan komponen mana yang parametrik dan komponen mana yang nonparametrik. Salah satu cara untuk mengetahui apakah komponen data tersebut kedalam parametrik atau nonparametrik adalah dengan melihat bentuk pola yang dihasilkan melalui *scatterplot*. Apakah pola data berbentuk seperti linier, kuadratik, kubik atau pola tertentu lainnya. Jika iya, maka komponen data tersebut termasuk dalam komponen parametrik,

sedangkan jika tidak maka termasuk kedalam komponen nonparametrik. Selanjutnya akan dibahas lebih jelasnya sebagaimana berikut.

1. Pola hubungan antara risiko kriminalitas dengan Persentase penduduk miskin

   Pola hubungan antara variabel tingkat kriminalitas (*crime rate*) dapat ditunjukkan dengan *scatterplot* berikut ini.

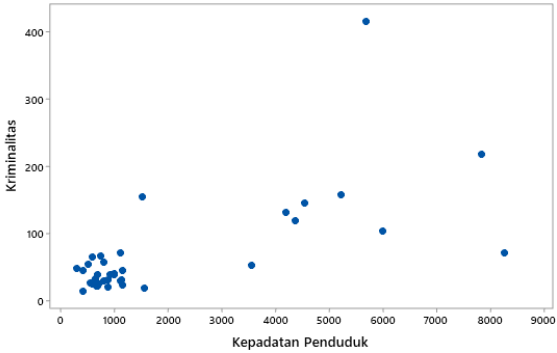


Gambar 4.6 Pola Hubungan antara Tingkat Kriminalitas dan Persentase Penduduk Miskin di Jawa Timur Tahun 2019

   Secara umum, apabila persentase penduduk miskin disuatu wilayah semakin tinggi maka tingkat kriminalitas akan semakin meningkat. Berdasarkan gambar 4.6 dapat dilihat bahwa komponen data antara tingkat kriminalitas dan persentase penduduk miskin tidak membentuk pola tertentu sehingga dapat dianggap bahwa komponen tersebut masuk kedalam komponen nonparametrik.

2. Pola hubungan antara tingkat kriminalitas dengan kepadatan penduduk

   Hubungan antara tingkat kriminalitas dengan kepadatan penduduk digambarkan kedalam *scatterplot* berikut.

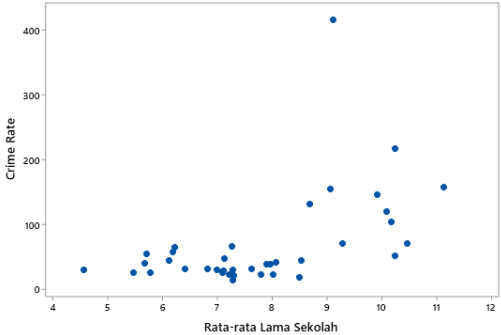


Gambar 4.7 Pola Hubungan antara Kriminalitas dengan Kepadatan Penduduk di Jawa Timur Tahun 2019

Kepadatan penduduk merupakan sebuah nilai yang membandingkan jumlah penduduk dengan luas suatu wilayah. Semakin tinggi nilai kepadatan penduduk, maka wilayah tersebut sangat padat. Secara umum jika suatu wilayah semakin padat maka peluang risiko kriminalitas di daerah tersebut tinggi. Gambar 4.7 menunjukkan bahwa komponen data antara kriminalitas dengan kepadatan penduduk tidak membentuk suatu pola tertentu sehingga dapat dikatan komponen nonparametrik.

3. Pola hubungan antara risiko kriminalitas dengan rata-rata lama sekolah.

   Hubungan antara rata-rata lama sekolah dengan tingkat kriminalitas digambarkan pada *scatterplot* berikut ini.

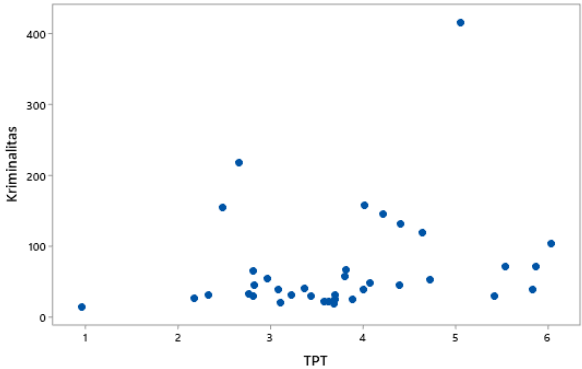


Gambar 4.8 Pola Hubungan antara Kriminalitas dengan Rata-rata Lama Sekolah Jawa Timur Tahun 2019

Pendidikan mempengaruhi tingkah laku dan berpikirnya seseorang. Umumnya semakin tinggi pendidikan seseorang semakin rendah kemungkinannya untuk melakukan tindak kriminalitas. Gambar 4.7 menunjukkan bahwa plot tersebar dan tidak membentuk pola tertentu sehingga komponen ini termasuk kedalam nonparametrik.

4. Pola hubungan antara risiko kriminalitas dengan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT)

Hubungan antara tingkat kriminalitas dan TPT di Jawa Timur ditunjukkan dengan gambar berikut ini.



Gambar 4.9 *Scatterplot* Kriminalitas dengan TPT di Jawa Timur Tahun 2019

Tingkat pengangguran terbuka merupakan tolak ukur untuk melihat apakah suatu wilayah tersebut masih banyak angkatan kerja yang menganggur. Hal ini diduga berpengaruh terhadap tingkat kriminalitas karena kesempatan untuk memenuhi kebutuhan hidup belum terpenuhi dengan baik. Secara umum, dapat dikatakan semakin tinggi tingkat kriminalitas maka semakin tinggi pula tingkat pengangguran. Gambar 4.9 menunjukka pola hubungan antara tingkat kriminalitas dengan TPT menyebar secara acak, maka dapat dikatakan komponen tersebut termasuk kedalam komponen nonparametrik.

4.3 Pemodelan Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 dengan Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai pemodelan kriminalitas

menggunakan regresi nonparametrik *spline* karena pola data dari setiap variabel respon dengan prediktornya merupakan komponen nonparametrik. Model regresi nonparametrik *spline truncated* untuk tingkat kriminalitas menggunakan satu, dua, tiga dan kombinasi knot.

4.3.1 Pemilihan Titik Knot dengan Satu Titik Knot

Estimasi model tingkat kriminalitas di Jawa Timur dengan satu knot pada regresi nonparametrik *spline truncated* adalah sebagai berikut.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 (x_1 - K_1)_+ + \beta_3 x_2 + \beta_4 (x_2 - K_2)_+$$
$$+\beta_5 x_3 + \beta_6 (x_3 - K_3)_+ + \beta_7 x_4 + \beta_8 (x_4 - K_4)_+$$

Tabel 4.2 berikut ini menyajikan GCV (*Generelized Cross Validation*) pada satu titik knot dengan empat komponen parametrik.

Tabel 4.2 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Knot

GCV	*R-Square*	Knot			
		X_1	X_2	X_3	X_4
2974,946	68,50	17,261	6632,816	9,787	5,001
2925,829	69,02	15,881	5981,143	9,250	4,586
2911,877	69,17	15,192	5655,306	8,981	4,378
2859,451	69,72	16,226	6144,061	9,384	4,690
2853,110	69,79	19,330	7610,327	10,593	5,624
2826,170	70,07	16,571	6306,980	9,519	4,793
2776,882	70,60	18,986	7447,408	10,459	5,521
2756,763	70,81	19,675	7773,245	10,727	5,728
2720,372	71,19	16,916	6469,898	9,653	4,897
2645,163	**71,99**	**15,537**	**5818,225**	**9,116**	**4,482**

Pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa GCV paling minimum untuk satu titik knot ialah 2645,163. Nilai tersebut dihasilkan pada titik knot 15,537 untuk variabel persentase penduduk miskin (X_1), titik knot 5818,225 untuk variabel kepadatan penduduk (X_2), titik knot 9,116 untuk variabel rata-rata lama sekolah (X_3) dan titik knot 4,482 untuk variabel TPT (X_4).

4.3.2 Pemilihan Titik Knot dengan Dua Titik Knot

Estimasi model untuk tingkat kriminalitas di Jawa Timur menggunakan regresi nonparametrik *spline truncated* pada dua knot dengan empat variabel prediktor adalah sebagai berikut.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 (x_1 - K_1)_+ + \beta_3 (x_1 - K_2)_+ + \beta_4 x_2$$
$$+\beta_5 (x_2 - K_3)_+ + \beta_6 (x_2 - K_4)_+ + \beta_7 x_3 + \beta_8 (x_3 - K_5)_+$$
$$+\beta_9 (x_3 - K_6)_+ + \beta_{10} x_4 + \beta_{11} (x_4 - K_7)_+ + \beta_{12} (x_4 - K_8)_+$$

Tabel 4.3 berikut ini menyajikan GCV (*Generelized Cross Validation*) dengan dua titik knot pada empat komponen parametrik.

Tabel 4.3 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Knot

GCV	*R-Square*	Knot			
		X_1	X_2	X_3	X_4
3868,278	59,039	13,467	4840,714	8,310	3,859
		20,710	8262,000	11,130	6,040
3305,408	69,684	13,812	5003,633	8,444	3,962
		14,157	5166,551	8,579	4,066
1863,783	85,333	13,812	5003,633	8,444	3,962
		14,502	5329,469	8,713	4,170
1610,006	**87,330**	**13,812**	**5003,633**	**8,444**	**3,962**
		14,847	**5492,388**	**8,847**	**4,274**
1633,369	87,146	13,812	5003,633	8,444	3,962
		15,192	5655,306	8,981	4,378
1927,530	84,832	13,812	5003,633	8,444	3,962
		15,537	5818,224	9,116	4,482
2592,569	79,598	13,812	5003,633	8,444	3,962
		15,881	5981,143	9,250	4,586
2959,560	76,710	13,812	5003,633	8,444	3,962
		16,226	6144,061	9,384	4,690
3177,552	74,995	13,812	5003,633	8,444	3,962
		16,571	6306,980	9,519	4,793
3142,741	75,269	13,812	5003,633	8,444	3,962
		16,916	6469,898	9,653	4,897

Tabel 4.3 diatas menunjukkan bahwa GCV paling minimum pada dua titik knot ialah 1610,006 dimana nilai ini lebih kecil dari satu titik knot yang telah dibahas pada sub bab 4.3.1.1 sebelumnya. Berikut merupakan titik knot untuk setiap variabel.

a) Variabel Persentase penduduk miskin (X_1)
   K_1 = 13,812 dan K_2 = 14,847
b) Variabel kepadatan penduduk (X_2)
   K_3 = 5003,633 dan K_4 = 5492,388
c) Variabel rata-rata lama sekolah (X_3)
   K_5 = 8,444 dan K_6 = 8,847
d) Variabel TPT (Tingkat Pengangguran Terbuka) (X_4)
   K_7 =3,962 dan K_8 = 4,274

4.3.3 Pemilihan Titik Knot dengan Tiga Titik Knot

Estimasi model untuk tingkat kriminalitas di Jawa Timur menggunakan regresi nonparametrik *spline truncated* pada dua knot dengan empat variabel prediktor adalah sebagai berikut.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 (x_1 - K_1)_+ + \beta_3 (x_1 - K_2)_+ + \beta_4 (x_1 - K_3)_+ +$$
$$\beta_5 x_2 + \beta_6 (x_2 - K_4)_+ + \beta_7 (x_2 - K_5)_+ + \beta_8 (x_2 - K_6)_+ +$$
$$\beta_9 x_3 + \beta_{10} (x_3 - K_7)_+ + \beta_{11} (x_3 - K_8)_+ + \beta_{12} (x_3 - K_9)_+ +$$
$$\beta_{13} x_4 + \beta_{14} (x_4 - K_{10})_+ + \beta_{15} (x_4 - K_{11})_+ + \beta_{16} (x_4 - K_{12})_+$$

Tabel 4.4 berikut ini menyajikan GCV (*Generelized Cross Validation*) dengan dua titik knot dengan empat komponen parametrik.

Tabel 4.4 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot

GCV	**Knot**			
	***X*₁**	***X*₂**	***X*₃**	***X*₄**
	14,502	**5329,469**	**8,713**	**4,170**
379,751	**15,192**	**5655,306**	**8,981**	**4,378**
	20,020	**7936,163**	**10,861**	**5,832**
	14,157	5166,551	8,579	4,066
442,741	14,847	5492,388	8,847	4,274
	20,020	7936,163	10,861	5,832

Tabel 4.4 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot (Lanjutan)

GCV	*R-Square*	Knot			
		X_1	X_2	X_3	X_4
446,076	97,686	14,157	5166,551	8,579	4,066
		15,192	5655,306	8,981	4,378
		20,020	7936,163	10,861	5,832
449,395	97,302	14,502	5329,469	8,713	4,170
		15,537	5818,224	9,116	4,482
		20,020	7936,163	10,861	5,832
474,393	97,282	14,847	5492,388	8,847	4,274
		15,537	5818,224	9,116	4,482
		20,020	7936,163	10,861	5,832
515,339	97,261	14,157	5166,551	8,579	4,066
		15,537	5818,224	9,116	4,482
		20,020	7936,163	10,861	5,832
562,560	97,109	13,812	5003,633	8,444	3,962
		16,916	6469,898	9,653	4,897
		20,020	7936,163	10,861	5,832
584,374	96,859	14,502	5329,469	8,713	4,170
		15,192	5655,306	8,981	4,378
		18,986	7447,408	10,459	5,521
587,677	96,572	14,157	5166,551	8,579	4,066
		16,916	6469,898	9,653	4,897
		20,020	7936,163	10,861	5,832
595,626	96,755	14,502	5329,469	8,713	4,170
		15,537	5818,224	9,116	4,482
		18,641	7284,490	10,324	5,417

Tabel 4.4 diatas menunjukkan bahwa GCV paling minimum dengan tiga titik knot ialah 379,751 dimana nilai ini lebih kecil dari satu maupun dua titik knot yang telah dibahas pada sub bab 4.3.1.1 dan 4.3.1.2 sebelumnya. Berikut merupakan titik knot untuk setiap variabel dengan GCV minimum

a) Variabel persentase penduduk miskin (X_1)
   K_1 = 14,502, K_2 = 15,192 dan K_3 = 20,020
b) Variabel kepadatan penduduk (X_2)
   K_4 = 5329,469, K_5 = 5655,306 dan K_6 = 7936,163

c) Variabel rata-rata lama sekolah (X_3)
K_7 = 8,713, K_8 = 8,918 dan K_9 = 10,861
d) Variabel TPT (Tingkat Pengangguran Terbuka) (X_4)
K_{10} = 4,170, K_{11} = 4,378 dan K_{12} = 5,832

4.3.4 Pemilihan Titik Knot dengan Kombinasi Titik Knot

Penentuan titik knot optimum dengan kombinasi knot ialah mengkombinasikan satu, dua dan tiga titik knot yang memiliki nilai GCV minimum awal (1,1,1,1) hingga (3,3,3,3). Hal ini dilakukan karena kemungkinan GCV minimum memiliki perbedaan jumlah titik knot yang optimum pada setiap pola data dengan jumlah kombinasi sebanyak 81.

Tabel 4.5 berikut ini menyajikan GCV (*Generelized Cross Validation*) dengan kombinasi knot yang paling minimum pada regresi nonparametrik *spline truncated*.

Tabel 4.5 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Knot

GCV	Kombinasi Knot	Knot			
		X_1	X_2	X_3	X_4
403,07	1232	16,92	5003,63 5492,39	8,71 8,98 10,86	3,96 4,27
2568,51	1311	16,92	5329,47 5655,31 7936,16	9,12	4,48
2769,89	1312	16,92	5329,47 5655,31 7936,16	9,12	3,96 4,27
982,41	1313	16,92	5329,47 5655,31 7936,16	9,12	4,17 4,378 5,832
1946,52	1321	16,92	5329,47 5655,31 7936,16	8,444 8,847	4,48
2100,01	1322	16,92	5329,47 5655,31 7936,16	8,444 8,847	3,96 4,27

Tabel 4.5 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Knot (Lanjutan)

GCV	Kombinasi Knot	Knot			
		X_1	X_2	X_3	X_4
570,824	1323	16,92	5329,47	8,444	4,17
			5655,31	8,847	4,378
			7936,16		5,832
692,706	1331	16,92	5329,47	8,71	4,48
			5655,31	8,98	
			7936,16	10,86	
624,621	1332	16,92	5329,47	8,71	3,96
			5655,31	8,98	4,27
			7936,16	10,86	
349,430	**1333**	**16,92**	**5329,47**	**8,71**	**4,17**
			5655,31	**8,98**	**4,378**
			7936,16	**10,86**	**5,832**

Tabel 4.5 diatas menunjukkan bahwa GCV paling minimum dengan kombinasi knot ialah 403,07 dimana nilai ini lebih kecil dari satu,dua dan tiga titik knot sebelumnya dengan kombinasi knot (3,2,2,1) atau dapat diartikan bahwa terdapat tiga titik knot optimum di variabel X_1, dua knot pada variabel X_2, dua knot pada variabel X_3 dan 1 knot pada variabel X_1. Berikut merupakan titik knot untuk setiap variabel.

a) Variabel persentase penduduk miskin (X_1)
   K_1 = 16,92,
b) Variabel kepadatan penduduk (X_2)
   K_2 = 5329,47, K_3 = 5655,31 dan K_4 = 7936,16
c) Variabel rata-rata lama sekolah (X_3)
   K_5 = 8,71, K_6 = 8,98 dan K_7 = 10,86
d) Variabel TPT (Tingkat Pengangguran Terbuka) (X_4)
   K_8 = 4,17, K_8 = 4,378 dan K_8 =5,832

4.4 Pemilihan Model Terbaik

Pada regresi nonparametrik *spline truncated*, model terbaik dipilih dengan membandingkan satu, dua, tiga dan kombinasi knot berdasarkan GCV paling minimum diantara semua titik knot yang sudah optimum. Berikut merupakan tabel perbandingan GCV pada masing-masing knot dari data tingkat kriminalitas di Jawa Timur

pada tahun 2019 dengan semua variabel prediktor yang diduga mempengaruhi.

Tabel 4.6 Perbandingan GCV Minimum untuk Setiap Knot

Knot	GCV Minimum
Satu Titik Knot	2645,613
Dua Titik Knot	1610,066
Tiga Titik Knot	379,751
Kombinasi Knot (1,3,3,3)	**349,430**

Berdasarkan tabel 4.6 dapat diketahui bahwa GCV paling minimum berada pada kombinasi knot (1,3,3,3) yaitu tiga titik knot untuk variabel X_1, tiga titik knot untuk variabel X_2 dan X_3 serta variabel X_4 sebagai model terbaik regresi nonparametrik *spline truncated* untuk data tingkat kriminalitas di Jawa Timur tahun 2019.

4.5 Penaksiran Parameter Model Rregresi Nonparametrik *Spline*

Estimasi parameter regresi nonparametrik *spline truncated* terhadap data tingkat kriminalitas di Jawa Timur tahun 2019 dengan empat variabel prediktor, dipilih berdasarkan GCV paling minimum diantara semua pilihan titik knot yaitu kombinasi (1,3,3,3) ialah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} y = {} & 159,425 - 2,541x_1 - 3,317(x_1 - 16,92)_+ + 0,030x_2 \\ & +0,478(x_2 - 5329,47)_+ - 0,536(x_2 - 5655,31)_+ - 0,197(x_2 - 7936,16)_+ \\ & -18,702x_3 + 446,377(x_3 - 8,71) - 550,89(x_3 - 8,98)_+ \\ & +547,723(x_3 - 10,86)_+ + 4,88x_4 + 29,36(x_4 - 4,17)_+ - 53,68(x_4 - 4,378) \\ & -769,951(x_4 - 5,832) \end{aligned}$$

4.6 Uji Signifikansi Parameter

Tujuan dilakukannya uji signifikansi parameter adalah untuk mengetahui apakah variabel prediktor diduga berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon yaitu tingkat kriminalitas di Jawa Timur tahun 2019. Terdapat dua pengujian signifikansi parameter yaitu secara serentak dan parsial.

4.6.1 Uji Serentak

Tujuan dari uji serentak adalah menguji signifikansi seluruh parameter yang terdapat dalam model secara keseluruhan. Alfa

yang digunakan pada penelitian ini ialah sebesar 5% dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = ... = \beta_{14} = 0$

H_1 : minimal terdapat satu $\beta_j \neq 0$, j =1,2,3,…,14

Pada analisis uji serentak kali ini digunakan statistik uji F dengan nilai F_{tabel} atau $F_{(0,05;14;23)}$ = 2,165. Berikut merupakan tabel ANOVA untuk uji signifikansi parameter secara serentak.

Tabel 4.7 Hasil Uji Serentak

Source	***Degree of Freedom***	***Sum of Square***	***Mean Square***	F_{hitung}	***P-value***
Regresi	14	203709	14550,64	63,185	0,0000
Error	23	5296,619	230,2878		
Total	37	203709			

Berdasarkan tabel 4.7 dapat diketahui bahwa nilai F_{hitung} > F_{tabel} dan P-value < alfa (0,05). Sehingga dapat diputuskan tolak H_0. Hal ini berarti dapat disimpulkan bahwa terdapat minimal satu variabel prediktor yang berpengaruh secara signfikan terhadap respon. Oleh karena itu dapat dilanjutkan pengujian secara parsial.

4.6.2 Uji Parsial

Setalah uji signfikansi parameter secara serentak didapati terdapat minimal ada variabel prediktor yang berpengaruh secara signifikan maka dilanjutkan pengujian secara parsial untuk melihat lebih jelasnya lagi variabel apa saja yang signifikan dan varaibel apa saja yang tidak signifikan. Berikut merupakan hipotesis pengujian sgnifikansi parameter secara parsial.

H_0 : $\beta_j = 0$

H_1 : $\beta_j \neq 0,\ j = 1, 2, ..., 14$

Hasil dari pengujian parameter model regresi secara individu disajikan pada Tabel 4.8. Berdasarkan Tabel 4.8, dengan taraf signifikansi (α) sebesar 5% (0,05) terdapat tiga variabel yang signifikan dan satu variabel yang tidak signifikan terhadap model.

Tabel 4.8 Hasil Uji Signifikansi Parameter Parsial

Variabel	**Parameter**	**Estimasi**	**t**	***P-value***	**Keputusan**
Konstan	β_0	159,425	3,862	0,000792	Signifikan

Tabel 4.8 Perbandingan GCV Minimum untuk Setiap Knot (Lanjutan)

Variabel	Parameter	Estimasi	t	*P-value*	Keputusan
X_1	β_1	-2,541	-1,931	0,065948	Tidak Signifikan
	β_2	-3,317	-0,873	0,391798	Tidak Signifikan
X_2	β_3	0,030	5,912	0,000005	Signifikan
	β_4	0,478	6,426	0,000001	Signifikan
	β_5	-0,536	-6,882	0,000001	Signifikan
	β_6	-0,197	-2,377	0,026163	Signifikan
X_3	β_7	-18,702	-4,048	0,000499	Signifikan
	β_8	446,377	10,243	0,000000	Signifikan
	β_9	-550,895	-11,44	0,000000	Signifikan
	β_{10}	547,723	7,749	0,000000	Signifikan
X_4	β_{11}	4,882	1,069	0,296280	Tidak Signifikan
	β_{12}	29,368	0,513	0,612934	Tidak Signifikan
	β_{13}	-53,681	-0,844	0,407322	Tidak Signifikan
	β_{14}	-769,951	-12,80	0,000000	Signifikan

Variabel dikatakan signifikan apabila minimal terdapat satu parameter pada variabel tersebut yang signifikan. Berdasarkan tabel 4.8 variabel yang tidak signifkan ialah X_1 persentase penduduk miskin, sedangkan sisanya X_2 kepadatan penduduk, X_3 yaitu rata-rata lama sekolah dan X_4 TPT (Tingkat Pengangguran Terbuka) berpengaruh secara signifikan, sehingga variabel X_1 dibuang dari pemodelan kemudian dianalisis kembali dari pemilihan titik knot.

4.7 Pemodelan dengan Tiga Variabel Prediktor

Pada pengujian signifikansi parameter telah diketahui bahwa hanya tiga variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap model, yaitu X_1, X_2, dan X_4. Selanjutnya dilakukan pemodelan kembali dengan menggunakan tiga variabel tersebut dimulai dari satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot, dan kombinasi knot.

4.7.1 Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Satu Titik Knot

Seperti halnya pemodelan dengan empat variabel prediktor, pemodelan dengan tiga variabel prediktor juga dianalisis menggunakan titik knot optimal dengan GCV paling minimum. Berikut adalah model regresi nonparametrik *spline* dengan satu titik knot untuk tiga variabel prediktor.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_2 + \beta_2 (x_2 - K_1)_+ + \beta_3 x_3 + \beta_4 (x_3 - K_2)_+$$
$$+\beta_5 x_4 + \beta_6 (x_4 - K_3)_+$$

Tabel 4.9 berikut menyajikan nilai GCV yang dihasilkan dengan satu titik knot dari tiga variabel prediktor terhadap variabel tingkat kriminalitas di Jawa Timur.

Tabel 4.9 Tabel GCV Satu Knot dengan Tiga Variabel Prediktor

GCV	Knot		
	X_2	X_3	X_4
3162,73	5166,55	8,58	4,07
2965,48	5329,47	8,71	4,17
2731,31	6795,73	9,92	5,11
2718,27	5492,39	8,85	4,27
2679,97	6632,82	9,79	5,00
2631,12	6469,90	9,65	4,90
2563,08	6306,98	9,52	4,79
2493,36	6144,06	9,38	4,69
2472,20	5655,31	8,98	4,38
2438,88	**5981,14**	**9,25**	**4,59**

Berdasarkan tabel 4.9 dapat diketahui bahwa GCV paling minimum yang dihasilkan ialah 2438,88 dengan nilai titik knot untuk variabel kepadatan penduduk (X_2) sebesar 5981,88, variabel rata-rata lama sekolah (X_3) 9,25 dan TPT (Tingkat Pengangguran Terbuka) sebesar 4,59.

4.7.2 Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Dua Titik Knot

Setelah pemilihan dengan satu titik knot untuk tiga variabel prediktor, dilakukan pemodelan dengan dua titik knot sebagaimana yang sudah dilakukan sebelumnya pada empat variabel prediktor terhadap tingkat kriminalitas di Jawa Timur menggunakan regresi

nonparametrik *spline truncated*. Berikut merupakan bentuk estimasi modelnya.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_2 + \beta_2 (x_2 - K_1)_+ + \beta_3 (x_2 - K_2)_+$$
$$+\beta_4 x_3 + \beta_5 (x_3 - K_3)_+ + \beta_6 (x_3 - K_4)_+$$
$$+\beta_7 x_4 + \beta_8 (x_4 - K_5)_+ + \beta_9 (x_4 - K_6)_+$$

Tabel 4.10 Tabel GCV Dua Knot dengan Tiga Variabel Prediktor

GCV	**Knot**		
	X_2	X_3	X_4
3257,065	4840,71	8,31	3,86
	8099,08	11,00	5,94
3500,218	4840,71	8,31	3,86
	8262,00	11,13	6,04
2734,657	5003,63	8,44	3,96
	5166,55	8,58	4,07
1527,041	5003,63	8,44	3,96
	5329,47	8,71	4,17
1322,485	**5003,63**	**8,44**	**3,96**
	5492,39	**8,85**	**4,27**
1341,605	5003,63	8,44	3,96
	5655,31	8,98	4,38
1585,677	5003,63	8,44	3,96
	5818,22	9,12	4,48
2146,8307	5003,63	8,44	3,96
	5981,14	9,25	4,59
2445,882	5003,63	8,44	3,96
	6144,06	9,38	4,69
2618,904	5003,63	8,44	3,96
	6306,98	9,52	4,79

Tabel 4.4 diatas menunjukkan bahwa GCV paling minimum dengan tiga titik knot ialah 477,62 dimana nilai ini lebih kecil dari satu maupun dua titik knot yang telah dibahas pada sub bab 4.3.1.1 dan 4.3.1.2 sebelumnya. Berikut merupakan titik knot untuk setiap variabel dengan GCV minimum

a) Variabel kepadatan penduduk (X_2)

K_1 = 5003,63 dan K_2 = 5492,39

b) Variabel rata-rata lama sekolah (X_2)
K_3 =8,44, dan K_4 = 8,85

c) Variabel TPT (X_4)
K_5 = 3,96, dan K_6 = 4,27

4.7.3 Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Tiga Titik Knot

Estimasi model untuk tiga variabel prediktor menggunakan regresi nonparametrik *spline truncated* terhadap tingkat kriminalitas di Jawa Timur dengan tiga knot adalah sebagai berikut.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_2 + \beta_2 (x_2 - K_1)_+ + \beta_3 (x_2 - K_2)_+ + \beta_4 (x_2 - K_3)_+ +$$
$$\beta_5 x_3 + \beta_6 (x_3 - K_4)_+ + \beta_7 (x_3 - K_5)_+ + \beta_8 (x_3 - K_6)_+ +$$
$$\beta_9 x_4 + \beta_{10} (x_4 - K_7)_+ + \beta_{11} (x_4 - K_8)_+ + \beta_{12} (x_4 - K_9)_+$$

Berikut merupakan tabel GCV minimum yang dihasilkan dari tiga titik knot.

Tabel 4.11 Tabel GCV Tiga Knot dengan Tiga Variabel Prediktor

GCV	Knot		
	X_2	X_3	X_4
	5329,47	**8,71**	**4,17**
418,01	**5655,31**	**8,98**	**4,38**
	7936,16	**10,86**	**5,83**
	5166,55	8,58	4,07
440,33	5492,39	8,85	4,27
	7936,16	10,86	5,83
	5166,55	8,58	4,07
448,90	5655,31	8,98	4,38
	7936,16	10,86	5,83
	5329,47	8,71	4,17
497,80	5818,22	9,12	4,48
	7936,16	10,86	5,83
	5166,55	8,58	4,07
519,59	5818,22	9,12	4,48
	7936,16	10,86	5,83

Tabel 4.11 Tabel GCV Tiga Knot dengan Tiga Variabel Prediktor (Lanjutan)

	5492,39	8,85	4,27
531,08	5818,22	9,12	4,48
	7936,16	10,86	5,83
	4514,88	8,04	3,65
536,49	5329,47	8,71	4,17
	5818,22	9,12	4,48
	4677,80	8,18	3,75
537,51	5329,47	8,71	4,17
	5818,22	9,12	4,48
	4840,71	8,31	3,86
548,79	5329,47	8,71	4,17
	5818,22	9,12	4,48
	4840,71	8,31	3,86
565,38	5166,55	8,58	4,07
	5818,22	9,12	4,48

Tabel 4.11 menunjukkan hasil GCV paling minimum dari tiga titik knot. Dapat dilihat GCV minimum sebesar 418,01 dengan nilai titik knot dari setiap variabel sebagaimana berikut.

a) Variabel kepadatan penduduk (X_2)
   K_1 = 5329,47, K_2 = 5655,31 dan K_3 = 81,39
b) Variabel rata-rata lama sekolah (X_2)
   K_4 = 8,71, K_5 = 8,98 dan K_6 = 10,86
c) Variabel persentase penduduk yang tidak sekolah (X_4)
   K_7 = 4,17, K_8 = 4,38 dan K_9 = 5,83

4.7.4 Pemilihan Titik Knot dengan Kombinasi Titik Knot

Titik knot optimum dipilih dengan kombinasi knot ialah mengkombinasikan satu, dua dan tiga titik knot dengan kombinasi awal (1,1,1) hingga (3,3,3). Hal ini dilakukan karena kemungkinan GCV minimum memiliki perbedaan jumlah titik knot yang optimum pada setiap pola data. Jumlah kombinasi sebanyak 27 karena variabel prediktor sebanyak tiga dengan penyajian tabel sebagai berikut.

Tabel 4.12 Tabel GCV Kombinasi Knot dengan Tiga Variabel Preiktor

GCV	Kombinasi Knot	Knot		
	Knot	X_2	X_3	X_4
1732,62	321	5329,47	8,44	4,48
		5655,31	8,85	
		7936,16		
1858,53	322	5329,47	8,44	3,96
		5655,31	8,85	4,27
		7936,16		
632,32	323	5329,47	8,44	4,17
		5655,31	8,85	4,38
		7936,16		5,83
678,87	331	5329,47	8,71	4,48
		5655,31	8,98	
		7936,16	10,86	
638,71	332	5329,47	8,71	3,96
		5655,31	8,98	4,27
		7936,16	10,86	
418,01	**333**	**5329,47**	**8,71**	**4,17**
		5655,31	**8,98**	**4,38**
		7936,16	**10,86**	**5,83**

Tabel 4.12 diatas menunjukkan bahwa GCV paling minimum dengan kombinasi knot ialah 385,543 dimana nilai ini lebih kecil dari satu,dua dan tiga titik knot sebelumnya dengan kombinasi knot (2,3,3) atau dapat diartikan bahwa terdapat dua titik knot optimum di variabel X_1, tiga knot pada variabel X_2 dan tiga knot pada variabel X_3 Berikut merupakan titik knot untuk setiap variabel.

a) Variabel kepadatan penduduk (X_2)
   K_1 = 5329,44, K_2 = 5655,31 dan K_3 = 7936,16
b) Variabel rata-rata lama sekolah (X_3)
   K_4 =8,71, K_5 = 8,98 dan K_6 = 10,86
c) Variabel TPT (Tingkat Pengangguran Terbuka) (X_4)
   K_7 = 4,17, K_8 = 4,38 dan K_9 = 5,83

4.8 Pemilihan Model Terbaik

Sama halnya ketika memilih model terbaik dengan empat variabel prediktor, pemilihan model terbaik dengan tiga variabel predikor terhadap data tingkat kriminalitas di Jawa Timur 2019 dengan pendekatan regresi nonparametrik *spline truncated*, dipilih berdasarkan perbandingan antara satu, dua, tiga dan kombinasi knot berdasarkan GCV paling minimum. Berikut merupakan tabel perbandingan GCV pada masing-masing knot dari data tingkat kriminalitas di Jawa Timur pada tahun 2019 dengan semua variabel prediktor yang diduga mempengaruhi.

Tabel 4.13 Perbandingan GCV Minimum untuk Setiap Knot

Knot	GCV Minimum
Satu Titik Knot	2438,88
Dua Titik Knot	1322,43
Tiga Titik Knot	**418,01**
Kombinasi Knot (3,3,3)	418,01

Berdasarkan tabel 4.13 dapat diketahui bahwa GCV paling minimum berada pada tiga titik knot sebagai, model terbaik regresi nonparametrik *spline truncated* untuk data tingkat kriminalitas di Jawa Timur tahun 2019.

4.9 Penaksiran Parameter Model Rregresi Nonparametrik Spline

Pemodelan regresi nonparametrik *spline truncated* pada data tingkat kriminalitas di Jawa Timur berdasarkan GCV paling minimum dengan kombinasi titik knot. Dalam hal ini GCV yang paling minimum juga terdapat pada kombinasi knot (3,3,3) yang artinya sama dengan tiga titik knot dengan model sebagai berikut.

$$\begin{aligned} y = {} & 56,056 - 0,028x_2 + 0,510(x_2 - 5329,47)_+ - 0,57(x_2 - 5655,31)_+ - 0,171(x_2 - 7936,16)_+ \\ & -8,918x_3 + 433,027(x_3 - 8,71)_+ - 542,819(x_3 - 8,98)_+ + 546,49(x_3 - 10,86)_+ + \\ & 6,392x_4 + 18,38(x_4 - 4,17)_+ - 49,649(x_4 - 4,17)_+ - 739,904(x_4 - 5,83)_+ \end{aligned}$$

4.10 Uji Signifikansi Parameter

Tujuan dilakukannya uji signifikansi parameter adalah untuk mengetahui apakah variabel prediktor diduga berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon yaitu tingkat kriminalitas di

Jawa Timur tahun 2019. Terdapat dua pengujian signifikansi parameter yaitu secara serentak dan parsial.

4.10.1 Uji Serentak

Tujuan dari uji serentak adalah menguji signifikansi seluruh parameter yang terdapat dalam model secara keseluruhan. Alfa yang digunakan pada penelitian ini iala sebesar 5% dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = ... = \beta_{12} = 0$

H_1 : minimal terdapat satu $\beta_j \neq 0$, j =1,2,3,…,12

Pada analisis uji serentak kali ini menggunakan statistik uji F dengan nilai F_{tabel} pada taraf kepercayaan 95% ialah $F_{(0,05;11;26)}$ = 2,18 Berikut merupakan ANOVA untuk uji parameter secara serentak.

Tabel 4.14 Uji Serentak dengan Tiga Variabel Prediktor

Source	***Degree of Freedom***	***Sum of Square***	***Mean Square***	***F_{hitung}***	***P-value***
Regresi	12	201570,6	7436,07	297,43	$4,7\times10^{-15}$
Error	25	16797,6	209006,7		
Total	37	209006,7			

Berdasarkan tabel 4.24 dapat diketahui bahwa nilai F_{hitung} > F_{tabel} dan P-value < alfa (0,05). Sehingga dapat diputuskan tolak H_0. Hal ini berarti dapat disimpulkan bahwa terdapat minimal satu variabel prediktor yang berpengaruh secara signfikan terhadap respon.

4.10.2 Uji Parsial

Setalah uji signfikansi parameter secara serentak didapati terdapat minimal ada variabel prediktor yang berpengaruh secara signifikan maka dilanjutkan pengujian secara parsial untuk melihat lebih jelasnya lagi variabel apa saja yang signifikan dan varaibel apa saja yang tidak signifikan. Berikut merupakan hipotesis pengujian sgnifikansi parameter secara parsial.

H_0 : $\beta_j = 0$

H_1 : $\beta_j \neq 0$, j = 1, 2, 3, … ,12

Hasil dari pengujian parameter model regresi secara individu disajikan pada Tabel 4.8. Berdasarkan Tabel 4.15, dengan taraf signifikansi (α) sebesar 5% (0,05) diketahui bahwa seluruh variabel prediktor signifikan terhadap variabel respon.

Tabel 4.15 Uji Parsial dengan Tiga Variabel Prediktor

Variabel	Para-meter	Estimasi	t_{hitung}	*P-value*	Keputusan
Konstan	β_0	56,056	2,172	0,03951	Signifikan
X_1	β_1	0,028	5,183	0,00002	Signifikan
	β_2	0,510	6,127	0,00000	Signifikan
	β_3	-0,570	-6,519	0,00000	Signifikan
	β_4	-0,171	-1,825	0,08002	Tidak Signifikan
X_2	β_5	-8,918	-2,480	0,02025	Signifikan
	β_6	433,027	8,907	0,00000	Signifikan
	β_7	-542,819	-9,993	0,00000	Signifikan
	β_8	546,490	6,815	0,00000	Signifikan
X_4	β_9	6,329	1,228	0,23106	Tidak Signifikan
	β_{10}	18,380	0,286	0,77748	Tidak Signifikan
	β_{11}	-49,649	-0,694	0,49414	Tidak Signifikan
	β_{12}	-739,904	-10,879	0,00000	Signifikan

Berdasarkan tabel 4.15 dapat diketahui bahwa pada variabel X_1 terdapat satu parameter yang tidak signifikan dan variabel X_4 juga terdapat 3 variabel yang tidak signifikan, namun hal tersebut tidak menjadi persoalan karena suatu variabel dikatakatan berpengaruh secara signifikan dalam metode ini yaitu apabila minimal terdapat satu parameter pada variabel Tolak H_0 atau signifikan dengan model yang didapatkan sub bab 4.9

4.11 Pengujian Asumsi Residual

Tujuan dari uji asumsi residual pada data ialah untuk mengetahui apakah residual yang dihasilkan dari model regresi

nonparametrik *spline truncated* telah memenuhi asumsi IIDN (Identik, Independen dan Distribusi Normal). Jika tidak memenuhi salah satu asumsi tersebut, maka model tidak layak untuk menggambarkan hubungan antar variabel sehingga perlu dilakukan suatu hal untuk mengatasi data tersebut.

4.11.1 Uji Asumsi Identik

Uji Asumsi identik ialah suatu pengujian yang dilakukan untuk melihat apakah residual data terjadi kasus heteroskedastisitas atau dengan kata lain variansi residual harus homogen. Pada penelitian ini uji asumsi identik dilakukan dengan menggunakan Uji Glesjer dengan Hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2 = ... = \sigma_{38}^2 = \sigma^2$

H_1: minimal terdapat satu $\sigma_i^2 \neq \sigma^2, i = 1, 2, ..., 38$

Hasil dari pengujian Glesjer ditunjukkan dalam tabel 4.16 berikut ini dimana alfa (α) yang digunakan dalam pengujian ini sebesar 5% (0,05). Berikut disajikan tabel uji Glesjer.

Tabel 4.16 Hasil Uji Glesjer

Sumber	**Df**	**SS**	**MS**	**F**	***P-value***
Regresi	12	696,8161	58,068	0,5605	0,5685
Error	25	2589,637	103,585		
Total	37	3286,453			

Tabel 4.16 menunjukkan bahwa nilai F_{hitung} sebesar 0,8946 dan *P-value* sebesar 0,5685 maka didapatkan keputusan gagal tolak H_0 karena nilai $F < F_{(0,05;12,25)}$ yaitu 0,5605 < 2,155 dan *P-value* > α, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa tidak terjadi heteroskedastisitas atau variansi antar residual sama. Sehingga asumsi residual identik telah terpenuhi.

4.11.2 Uji Asumsi Independen

Uji Asumsi independen terpenuhi apabila residual data tidak terjadi autokorelasi. Salah satu cara untuk mengetahui apakah terdpat autokorelasi pada residual data adalah dengan menggunakan Uji *Durbin-Watson*. Hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut.

$H_0 : \rho_i = \rho$ (tidak terjadi autokorelasi) dimana i = 1, 2, … ,38

$H_1 : \rho_i \neq \rho$ (terjadi autokorelasi) dimana i = 1, 2, … ,38

Berikut merupakan tabel pengajian hasil uji asumsi independen menggunakan Uji *Durbin-Watson*.

Tabel 4.17 Hasil Uji Uji *Durbin-Watson*

Nilai *d*	**Nilai d_L**	***Nilai* d_U**	**Nilai 4-*du***
1,64	1,32	1,66	2,34

Kriteria penolakan hipotesis pada pengujian ini telah dijelaskan pada Bab 2 sebelumnya yaitu bagian tabel 2.2. Berdasarkan Tabel 4.17 dapat kita lihat bahwa nilai $d_U < d < 4 - d_U$ yang dapat diputuskan bahwa gagal tolak H_0 sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa residual data tidak terjadi autokorelasi atau dengan kata lain uji asumsi independen terpenuhi.

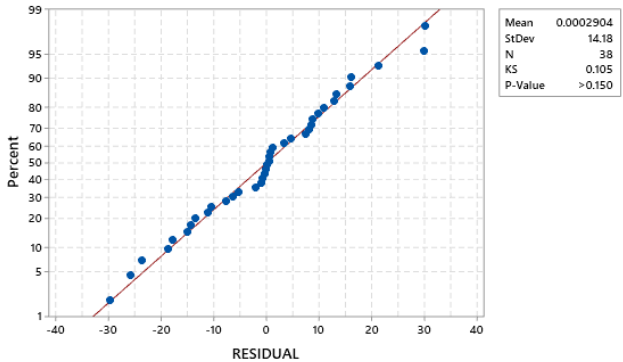
4.11.3 Uji Asumsi Distribusi Normal

Uji Asumsi distribusi normal dilakukan untuk mengetahui apakah residual telah berdistribusi normal atau tidak. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengetahui apakah residual data berdistribusi normal atau tidak ialah dengan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Hipotesis untuk uji *Kolmogorov-Smirnov* ialah sebagai berikut.

$H_0 : F_n(\varepsilon) = F_0(\varepsilon)$ (Residual berdistribusi Normal)

$H_1 : F_n(\varepsilon) \neq F_0(\varepsilon)$ (Residual tidak berdistribusi Normal)

Hasil uji *Kolmogorov-Smirnov* ditampilkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Plot Hasil Uji Distribusi Normal

Berdasarkan gambar 4.10 dapat dilihat bahwa nilai KS hitung ialah 0,105 < KS tabel yaitu 0,219 dan *P-value* yang diperoleh dari uji *Kolmogorov-Smirnov* menunjukkan nilai > 0,015. Dengan nilai α sebesar 5% (0,05), maka dapat diputuskan bahwa gagal tolak H_0 atau dapat kita simpulkan bahwa uji asumsi residual berdistribusi normal telah terpenuhi.

4.12 Koefisien Determinasi

Setalah analisis yang dilakukan sebelumnya, model regresi nonparametrik *spline truncated* tingkat kriminalitas di Jawa Timur pada tahun 2019 ialah 3 titik knot dengan membuang salah satu variabel yaitu persentase penduduk miskin atau variabel X_1 sehingga semua variabel sisanya telah signifikan dan memnuhi uji asumsi residual IIDN. Nilai koefisien determinasi sebesar 96,44%. Angka ini menunjukkan bahwa ketiga variabel yang signifikan dapat menjelaskan tingkat kriminalitas di Jawa Timur pada tahun 2019 sebesar 96,44%, sedangkan sisanya dapat dijelaskan oleh variabel lain yang tidak termasuk kedalam model. Berikut merupakan model untuk tingkat kriminalitas di Jawa Timur tahun 2019.

$$\begin{aligned} y = {} & 56,056 - 0,028x_2 + 0,510(x_2 - 5329,47)_+ - 0,57(x_2 - 5655,31)_+ - 0,171(x_2 - 7936,16)_+ \\ & -8,918x_3 + 433,027(x_3 - 8,71)_+ - 542,819(x_3 - 8,98)_+ + 546,49(x_3 - 10,86)_+ + \\ & 6,392x_4 + 18,38(x_4 - 4,17)_+ - 49,649(x_4 - 4,17)_+ - 739,904(x_4 - 5,83)_+ \end{aligned}$$

Berdasarkan model tersebut diatas, dengan mengacu pada penjelasan sub-bab 4.10.2 bahwa variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat kriminalitas ialah faktor pendidikan (rata-rata lama sekolah), faktor lingkungan (kepadatan penduduk) dan faktor ketenaga kerjaan yaitu tingkat pengangguran terbuka.

(Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Berdasarkan analisis karakteristik data diketahui bahwa rata-rata tingkat kriminalitas Provinsi Jawa Timur pada tahun 2019 ialah 68 orang setiap 100,000 penduduk dengan resiko tertinggi ada di Kota Pasuruan yaitu sebesar 418 jiwa setiap 100,00 penduduk dan resiko kriminalitas paling rendah ada di Kabupaten Pacitan dengan resiko sebesar 14 jiwa setiap 100,000 penduduk
2. Model regresi nonparametrik *spline truncated* yang dihasilkan melalui seluruh variabel prediktor (persentase penduduk miskin, kepadatan penduduk, rata-rata lama sekolah dan tingkat pengangguran terbuka (TPT) memiliki knot terbaik yaitu kombinasi (1,3,3,3). Namun, pada saat uji signifikansi parameter secara parsial, variabel X_1 tidak berpengaruh secara signfikan terhadap model sehingga variabel tersebut dikeluarkan kemudian dianalisis kembali dengan mengulangi tahapan yang sama didapati bahwa seluruh variabel prediktor (rata-rata lama sekolah, kepadatan penduduk dan TPT) telah berpengaruh secara signifikan terhadap model dengan knot terbaik ialah tiga titik knot.
$$\begin{aligned} y = {} & 56,056 - 0,028x_2 + 0,510(x_2 - 5329,47)_+ - 0,57(x_2 - 5655,31)_+ \\ & -0,171(x_2 - 7936,16)_+ - 8,918x_3 + 433,027(x_3 - 8,71)_+ - 542,819(x_3 - 8,98)_+ \\ & +546,49(x_3 - 10,86)_+ + 6,392x_4 + 18,38(x_4 - 4,17)_+ - 49,649(x_4 - 4,17)_+ \\ & -739,904(x_4 - 5,83)_+ \end{aligned}$$
Nilai kebaikan model ini sebesar 96,44% dan semua uji asumsi identik, independen dan distribusi normal (IIDN) telah terpenuhi.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat untuk pemerintah terkait agar lebih fokus terhadap faktor-

faktor yang berpengaruh signifikan dalam menekan angka kriminalitas di Jawa Timur.

DAFTAR PUSTAKA

Adioetomo, S.M. *Dasar-Dasar Demografi Edisi 2*. 2010. Jakarta: Salemba.

Becker, G. S., 1968. Crime and Punishment: An Economic Approach. *The Journal of Political Economy The University of Chicago, USA*.

BPS, 2012. *Statistik Kriminal 2012.* Jakarta: BPS RI.

BPS, 2018. *Statistik Kriminal 2018*. Jakarta: BPS RI .

BPS, 2020. *Statistik Kriminal 2020.* Jakarta: BPS RI.

BPS, 2020. *Jawa Timur Dalam Angka 2020.* Jakarta: BPS RI.

Budiantara, I. N., 2009. *Spline dalam Regresi Nonparametrik: Sebuah Pemodelan Statistika Masa Kini dan Masa Mendatang.* Surabaya: ITS Press.

Daniel, W., 1989. *Statistika Non Parametrik, Alih Bahasa: Alex Tri Kuncoro.* Jakarta: PT Gramedia.

Draper, N. R., & Smith, H., 1992. *Analisis Regresi terapan (Edisi Kedua). Alih Bahasa: Ir. Bambang Sumantri.* Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Eubank, R. L., 1999. *Nonparametric Regression and Spline Smoothing.* New York: Marcel Dekker, Inc.

Gujarati, D., 2004. *Basic Econometrics 4th Edition.* New York: The McGraw-Hill Companies.

Kansil, C. S., 1994. *Pengantar Ilmu Hukum dan Tata Hukum Indonesia.* Jakarta: Balai Pustaka.

Kartono, K., 2007. *Patologi Sosial.* Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.

Kemenkes RI., 2019. *Profil Kesehatan Indonesia 2018.* Jakarta: Pusat Data dan Informasi Kementrian Kesehatan.

Nurwati, N., 2008. *Kemiskinan : Model Pengukuran , Permasalahan dan Alternatif Kebijakan*. 10(1),1-11.

Omotor, D., 2014. *Demographic and Socio-Economic Determinants of Crimes in Nigeria (A Panel Demographic and Socio-Economic Determinants of Crimes in Nigeria (A Panel Data Analysis)).*

Simandjuntak, B., 1981. *Pengantar Kriminologi dan Patologi.* Bandung: Tarsito.

Soesilo, R., 1998. *Pokok-Pokok Hukum Pidana Peraturan Umum dan Delik Khusus.* Bogor: Politeia.

Wahba, G., 1990. *Spline Models For Observation Data.* Pensylvania: SIAM.

Walpole, R. E., 1995. *Pengantar Metode Statistika, Edisi Ketiga, Alih Bahasa : Bambang Sumantri.* Jakarta: PT Gramedia Pusaka Utama.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penelitian

Kabupaten/ Kota	Y	X1	X2	X3	X4
Kab Pacitan	13,15	13,67	400	7,28	0,95
Kab Ponorogo	22,15	9,64	667	7,21	3,58
Kab Trenggalek	29,15	10,98	607	7,28	3,43
Kab Tulungagung	40,7	6,74	984	8,07	3,36
Kab Blitar	20,42	8,94	868	7,29	3,11
Kab Kediri	22,3	10,42	1136	8,01	3,68
Kab Malang	66,65	9,47	738	7,27	3,82
Kab Lumajang	64,95	9,49	582	6,22	2,81
Kab Jember	57,29	9,25	792	6,18	3,8
Kab Banyuwangi	47,65	7,52	279	7,13	4,08
Kab Bondowoso	54,27	13,33	508	5,71	2,96
Kab Situbondo	44,22	11,20	409	6,12	2,82
Kab Probolinggo	25,07	17,76	689	5,77	3,88
Kab Pasuruan	28,76	8,68	1104	7,11	5,42
Kab Sidoarjo	51,97	5,32	3546	10,25	4,72
Kab Mojokerto	18,16	9,75	1557	8,49	3,68
Kab Jombang	44,71	9,22	1133	8,53	4,39
Kab Nganjuk	30,72	11,24	861	7,63	3,22
Kab Madiun	21,68	10,54	658	7,8	3,62
Kab Magetan	38,63	9,61	913	7,96	3,08

Kab Ngawi	30,12	14,39	641	6,98	3,7
Kab Bojonegoro	24,65	12,38	568	7,09	3,7
Kab Tuban	31,63	14,58	639	6,81	2,76
Kab Lamongan	38,77	13,21	667	7,89	4
Kab Gresik	70,68	11,35	1102	9,29	5,54
Kab Bangkalan	39,12	18,90	985	5,66	5,84
Kab Sampang	29,93	20,71	794	4,55	2,81
Kab Pamekasan	30,8	13,95	1111	6,4	2,32
Kab Sumenep	25,99	19,48	545	5,46	2,17
Kota Kediri	145,79	7,16	4533	9,92	4,22
Kota Blitar	119,12	7,13	4356	10,1	4,64
Kota Malang	104,17	4,07	5993	10,17	6,04
Kota Probolinggo	131,53	6,91	4186	8,69	4,41
Kota Pasuruan	417,12	6,46	5679	9,11	5,06
Kota Mojokerto	217,81	5,15	7833	10,24	2,65
Kota Madiun	158,19	4,35	5218	11,13	4,01
Kota Surabaya	71,06	4,51	8262	10,47	5,87
Kota Batu	154,71	3,81	1517	9,06	2,48

Keterangan :

Y : Tingkat Kriminalitas Jawa Timur tahun 2019

X_1 : Persentase Penduduk Miskin Jawa Timur tahun 2019

X_2 : Kepadatan penduduk Jawa Timur tahun 2019

X_3 : Rata-rata lama sekolah Jawa Timur tahun 2019

X_4 : Tingkat Pengangguran Terbuka Jawa Timur tahun 2019

Lampiran 2, Program *Software* R untuk Satu Titik Knot Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019

```
library(MASS)
library(splines)
library(pracma)
GCV1=function(para)
{data=read,table("E:/SKRIPSI/S1/S1,txt",header=TRUE)
data=as,matrix(data)
p=length(data[,1])
q=length(data[1,])
m=ncol(data)-para-1
dataA=data[,(para+2):q]
F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
diag(F)=1
nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length,out=50))
knot1=matrix(ncol=m,nrow=nk)
for (i in (1:m))
{
  for (j in (1:nk))
  {
    a=seq(min(dataA[,i]),max(dataA[,i]),length,out=50)
    knot1[j,i]=a[j]
  }
}
a1=length(knot1[,1])
knot1=knot1[2:(a1-1),]
aa=rep(1,p)
data1=matrix(ncol=m,nrow=p)
data2=data[,2:q]
a2=nrow(knot1)
GCV=rep(NA,a2)
Rsq=rep(NA,a2)
for (i in 1:a2)
{
  for (j in 1:m)
```

Lampiran 3, Program *Software* R untuk Satu Titik Knot Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 **(**Lanjutan**)**

```
  {
for (k in 1:p)
    {
      if (data[k,(j+para+1)]<knot1[i,j]) data1[k,j]=0 else
        data1[k,j]=data[k,(j+para+1)]-knot1[i,j]
    }
  }
  mx=cbind(aa,data2,data1)
  mx=as,matrix(mx)
  C=pinv(t(mx)%*%mx)
  B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
  yhat=mx%*%B
  SSE=0
  SSR=0
  for (r in (1:p))
  {
    sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
    sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
    SSE=SSE+sum
    SSR=SSR+sum1
  }
  Rsq[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
  MSE=SSE/p
  A=mx%*%C%*%t(mx)
  A1=(F-A)
  A2=(sum(diag(A1))/p)^2
  GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as,matrix(GCV)
Rsq=as,matrix(Rsq)
cat("=====================================","\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 1 knot","\n")
cat("=====================================","\n")
print (knot1)
```

Lampiran 4, Program *Software* R untuk Satu Titik Knot Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 **(**Lanjutan**)**

```
cat("=====================================","\n")
cat("Rsq dengan Spline linear 1 knot","\n")
cat("=====================================","\n")
lanjutan
print (Rsq)
cat("=====================================","\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 1 knot","\n")
cat("=====================================","\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
print(max(Rsq))
cat("=====================================","\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 1 knot","\n")
cat("=====================================","\n")
cat(" GCV =",s1,"\n")
write,csv(GCV,file="E:/SKRIPSI/S1/GCV 1,csv",sep=";")
write,csv(Rsq,file="E:/SKRIPSI/S1/Rsq 1,csv",sep=";")
write,csv(knot1,file="E:/SKRIPSI/S1/knot 1,csv",sep=";")
}
GCV1(0)
```

Lampiran 5, Program *Software* R untuk Dua Titik Knot Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019

```
library(MASS)
library(splines)
library(pracma)
GCV2=function(para)
{
  data=read,table("E:/SKRIPSI/S1/S1,txt",header=TRUE)
  data=as,matrix(data)
  p=length(data[,1])
  q=length(data[1,])
```

Lampiran 6, Program *Software* R untuk Dua Titik Knot Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 (Lanjutan)

```
m=ncol(data)-1
F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
diag(F)=1
nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length,out=50))
knot=matrix(ncol=m,nrow=nk)
for (i in (1:m))
{
  for (j in (1:nk))
  {

    a=seq(min(data[,(i+1)]),max(data[,(i+1)]),length,out=50)
    knot[j,i]=a[j]
  }
}
z=(nk*(nk-1)/2)
knot2=cbind(rep(NA,(z+1)))
for (i in (1:m))
{
  knot1=rbind(rep(NA,2))
  for ( j in 1:(nk-1))
  {
    for (k in (j+1):nk)
    {
      xx=cbind(knot[j,i],knot[k,i])
      knot1=rbind(knot1,xx)
    }
  }
  knot2=cbind(knot2,knot1)
}
knot2=knot2[2:(z+1),2:(2*m+1)]
aa=rep(1,p)
data2=matrix(ncol=(2*m),nrow=p)
data1=data[,2:q]
a1=length(knot2[,1])
```

Lampiran 7, Program *Software* R untuk Dua Titik Knot Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 (Lanjutan)

```
GCV=rep(NA,a1)
Rsq=rep(NA,a1)
for (i in 1:a1)
{
  for (j in 1:(2*m))
  {
    if (mod(j,2)==1) b=floor(j/2)+1 else b=j/2
    for (k in 1:p)
    {
      if (data1[k,b]<knot2[i,j]) data2[k,j]=0 else
        data2[k,j]=data1[k,b]-knot2[i,j]
    }
  }
  mx=cbind(aa,data1,data2)
  mx=as,matrix(mx)
  C=pinv(t(mx)%*%mx)
  B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
  yhat=mx%*%B
  SSE=0
  SSR=0
  for (r in (1:p))
  {
    sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
    sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
    SSE=SSE+sum
    SSR=SSR+sum1
  }
  Rsq[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
  MSE=SSE/p
  A=mx%*%C%*%t(mx)
  A1=(F-A)
  A2=(sum(diag(A1))/p)^2
  GCV[i]=MSE/A2
}
```

Lampiran 8, Program *Software* R untuk Dua Titik Knot Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 (Lanjutan)

```
  GCV=as,matrix(GCV)
  Rsq=as,matrix(Rsq)
cat("==========================================
===========","\n")
  cat("Nilai Knot dengan Spline linear 2 knot","\n")

cat("==========================================
===========","\n")
  print (knot2)
cat("==========================================
============","\n")
  cat("Rsq dengan Spline linear 2 knot","\n")
cat("==========================================
============","\n")
  print (Rsq)
cat("==========================================
============","\n")
  cat("HASIL GCV dengan Spline linear 2 knot","\n")
cat("==========================================
============","\n")
  print (GCV)
  s1=min(GCV)
cat("==========================================
============","\n")
  cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 2 knot","\n")
cat("==========================================
============","\n")
  cat(" GCV =",s1,"\n")
  write,csv(GCV,file="E:/SKRIPSI/S1/GCV 2,csv")
  write,csv(Rsq,file="E:/SKRIPSI/S1/Rsq 2,csv")
  write,csv(knot2,file="E:/SKRIPSI/S1/knot 2,csv")
}
GCV2(0)
```

Lampiran 9, Program *Software* R untuk Tiga Titik Knot Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019

```
library(MASS)
library(splines)
library(pracma)
GCV3=function(para)
{
 data=read,table("E:/SKRIPSI/S1/S1,txt",header=TRUE)
 data=as,matrix(data)
 p=length(data[,1])
 q=length(data[1,])
 m=ncol(data)-para-1
 F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
 dataA=data[,(para+2):q]
 diag(F)=1
 nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length,out=50))
 knot=matrix(ncol=m,nrow=nk)
 for (i in (1:m))
 {
  for (j in (1:nk))
  {
   a=seq(min(dataA[,i]),max(dataA[,i]),length,out=50)
   knot[j,i]=a[j]
  }
 }
 knot=knot[2:(nk-1),]
 a2=nrow(knot)
 z=(a2*(a2-1)*(a2-2)/6)
 knot1=cbind(rep(NA,(z+1)))
 for (i in (1:m))
 {
  knot2=rbind(rep(NA,3))
  for ( j in 1:(a2-2))
  {
   for (k in (j+1):(a2-1))
   {
    for (g in (k+1):a2)
```

Lampiran 10, Program *Software* R untuk Tiga Titik Knot Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 (Lanjutan)

```
      {
        xx=cbind(knot[j,i],knot[k,i],knot[g,i])
        knot2=rbind(knot2,xx)
      }
    }
  }
  knot1=cbind(knot1,knot2)
}
knot1=knot1[2:(z+1),2:(3*m+1)]
aa=rep(1,p)
data1=matrix(ncol=(3*m),nrow=p)
data2=data[,(para+2):q]
a1=length(knot1[,1])
GCV=rep(NA,a1)
Rsq=rep(NA,a1)
for (i in 1:a1)
{
  for (j in 1:ncol(knot1))
  {
    b=ceiling(j/3)
    for (k in 1:p)
    {
      if (data2[k,b]<knot1[i,j]) data1[k,j]=0 else
        data1[k,j]=data2[k,b]-knot1[i,j]
    }
  }
  mx=cbind(aa,data[,2:q],data1)
  mx=as,matrix(mx)
  C=pinv(t(mx)%*%mx)
  B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
  yhat=mx%*%B
  SSE=0
  SSR=0
  for (r in (1:p))
  {
```

Lampiran 11, Program *Software* R untuk Tiga Titik Knot Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 (Lanjutan)

```
    sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
    sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
    SSE=SSE+sum
    SSR=SSR+sum1
  }
  Rsq[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
  MSE=SSE/p
  A=mx%*%C%*%t(mx)
  A1=(F-A)
  A2=(sum(diag(A1))/p)^2
  GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as,matrix(GCV)
Rsq=as,matrix(Rsq)
cat("=====================================","\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 3 knot","\n")
cat("=====================================","\n")
print (knot1)
cat("=====================================","\n")
cat("Rsq dengan Spline linear 3 knot","\n")
cat("=====================================","\n")
print (Rsq)
r=max(Rsq)
print (r)
cat("=====================================","\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 3 knot","\n")
cat("=====================================","\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
cat("=====================================","\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 3 knot","\n")
cat("=====================================","\n")
cat(" GCV =",s1,"\n")
write,csv(GCV,file="E:/SKRIPSI/S1/GCV 3,csv")
write,csv(Rsq,file="E:/SKRIPSI/S1/Rsq 3,csv")
```

Lampiran 12, Program *Software* R untuk Tiga Titik Knot Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 (Lanjutan)

```
write,csv(knot1,file="E:/SKRIPSI/S1/knot 3,csv")
}
GCV3(0)
```

Lampiran 13, Program *Software* R untuk Kombinasi Knot Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 (Lanjutan)

```
library(MASS)
library(splines)
library(pracma)
GCVkom=function(para)
{
  data=read,table("E:/SKRIPSI/S1/S1,txt",header=TRUE)
  data=as,matrix(data)
  p1=length(data[,1])
  q1=length(data[1,])
  v=para+2
  F=matrix(0,nrow=p1,ncol=p1)
  diag(F)=1
  x1=read,table("E:/SKRIPSI/S1/x1_kombinasi,txt")
  x2=read,table("E:/SKRIPSI/S1/x2_kombinasi,txt")
  x3=read,table("E:/SKRIPSI/S1/x3_kombinasi,txt")

  n2=nrow(x1)
  a=matrix(nrow=3,ncol=3^3)
  m=0
  for (i in 1:3)
    for (j in 1:3)
      for (k in 1:3)
        {
          m=m+1
          a[,m]=c(i,j,k)
        }
  a=t(a)
  GCV=matrix(nrow=nrow(x1),ncol=3^3)
```

Lampiran 14, Program *Software* R untuk Kombinasi Knot Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 (Lanjutan)

```
for (i in 1:3^3)
  {
  for (h in 1:nrow(x1))
    {
    if (a[i,1]==1)
      {
      gab=as,matrix(x1[,1])
      gen=as,matrix(data[,v])
      aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
      for (j in 1:1)
        for (w in 1:nrow(data))
          {
          if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0
          else
            aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
        }
      }
  else
    if (a[i,1]==2)
    {
      gab=as,matrix(x1[,2:3])
      gen=as,matrix(cbind(data[,v],data[,v]))
      aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
      for (j in 1:2)
        for (w in 1:nrow(data))
        {
          if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else
            aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
        }
    }
  else
  {
    gab=as,matrix(x1[,4:6])
    gen=as,matrix(cbind(data[,v],data[,v],data[,v]))
```

Lampiran 15, Program *Software* R untuk Kombinasi Knot Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 (Lanjutan)

```
aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
    for (j in 1:3)
      for (w in 1:nrow(data))
      {
        if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else
          aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
      }
  }
  if (a[i,2]==1)
  {
    gab=as,matrix(x2[,1] )
    gen=as,matrix(data[,(v+1)])
    bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
    for (j in 1:1)
      for (w in 1:nrow(data))
      {
        if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else
          bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
      }
  }
  else
    if (a[i,2]==2)
    {
      gab=as,matrix(x2[,2:3] )
      gen=as,matrix(cbind(data[,(v+1)],data[,(v+1)]))
      bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
      for (j in 1:2)
        for (w in 1:nrow(data))
        {
          if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else
            bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
        }
    }
  else
  {
```

Lampiran 16, Program *Software* R untuk Kombinasi Knot Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 (Lanjutan)

```
gab=as,matrix(x2[,4:6])
    gen=as,matrix(cbind(data[,(v+1)],data[,(v+1)],data[,(v+1)]))
    bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
    for (j in 1:3)
      for (w in 1:nrow(data))
      {
        if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else
          bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
      }
  }
  if (a[i,3]==1)
  {
    gab=as,matrix(x3[,1] )
    gen=as,matrix(data[,(v+2)])
    cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
    for (j in 1:1)
      for (w in 1:nrow(data))
      {
        if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else
          cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
      }
  }
  else
    if (a[i,3]==2)
    {
      gab=as,matrix(x3[,2:3] )
      gen=as,matrix(cbind(data[,(v+2)],data[,(v+2)]))
      cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
      for (j in 1:2)
        for (w in 1:nrow(data))
        {
          if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else
            cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
        }
```

Lampiran 17, Program *Software* R untuk Kombinasi Knot Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 (Lanjutan)

```
  }
  else
  {
    gab=as,matrix(x3[,4:6])
    gen=as,matrix(cbind(data[,(v+2)],data[,(v+2)],data[,(v+2)]))
    cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
    for (j in 1:3)
      for (w in 1:nrow(data))
      {
        if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else
          cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
      }
  }
  ma=as,matrix(cbind(aa,bb,cc))
  mx=cbind(rep(1,nrow(data)),data[,2:q1],na,omit(ma))
  mx=as,matrix(mx)
  C=pinv(t(mx)%*%mx)
  B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
  yhat=mx%*%B
  SSE=0
  SSR=0
  for (r in 1:nrow(data))
  {
    sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
    sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
    SSE=SSE+sum
    SSR=SSR+sum1
  }
  Rsq=(SSR/(SSE+SSR))*100
  MSE=SSE/p1
  A=mx%*%C%*%t(mx)
  A1=(F-A)
  A2=(sum(diag(A1))/p1)^2
  GCV[h,i]=MSE/A2
```

Lampiran 6, Program *Software* R untuk Kombinasi Knot Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 (Lanjutan)

```
 }

 if (a[i,1]==1) sp=x1[,1] else
   if (a[i,1]==2) sp=x1[,2:3] else
     sp=x1[,4:6]
   if (a[i,2]==1) spl=x2[,1] else
     if (a[i,2]==2) spl=x2[,2:3] else
       spl=x2[,4:6]
     if (a[i,3]==1) splin=x3[,1] else
       if (a[i,3]==2) splin=x3[,2:3] else
         splin=x3[,4:6]
           kkk=cbind(sp,spl,splin)
           cat("====================","\n")
           print(i)
           print(kkk)
           print(Rsq)
}
write,table(GCV,file="E:/SKRIPSI/S1/output GCV
kombinasi,txt",sep=";")
write,table(Rsq,file="E:/SKRIPSI/S1/output Rsq
kombinasi,txt",sep=";")
}
GCVkom(0)
```

Lampiran 6, *Syntax Software R* untuk Uji Signifikansi Parameter Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019

```
library(pracma)
uji=function(alpha,para)
{
  data=read,table("E:/SKRIPSI/S1/S1,txt",header=TRUE)
  knot=read,csv("E:/SKRIPSI/S1/new
combinasi,csv",header=FALSE)
  data=as,matrix(data)
  knot=as,matrix(knot)
```

Lampiran 6, *Syntax Software R* untuk Uji Signifikansi Parameter Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 (Lanjutan)

```
ybar=mean(data[,1])
  m=para+2
  p=nrow(data)
  q=ncol(data)

  dataA=cbind(data[,m],data[,m],data[,m+1],data[,m+1],
            data[,m+1],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+2])
  dataA=as,matrix(dataA)
  satu=rep(1,p)
  n1=ncol(knot)
  data,knot=matrix(ncol=n1,nrow=p)
  for (i in 1:n1)
  {
    for(j in 1:p)
    {
      if (dataA[j,i]<knot[1,i]) data,knot[j,i]=0 else
        data,knot[j,i]=dataA[j,i]-knot[1,i]
    }
  }
  mx=cbind(satu,data[,2],data,knot[,1:2],data[,3],data,knot[,3:5],
          data[,4],data,knot[,6:8])

  mx=as,matrix(mx)
  B=(pinv(t(mx)%*%mx))%*%t(mx)%*%data[,1]

cat("=====================================","\n")
  cat("Estimasi Parameter","\n")
cat("=====================================","\n")
  print (B)
  n1=nrow(B)
  yhat=mx%*%B
  res=data[,1]-yhat
  SSE=sum((data[,1]-yhat)^2)
  SSR=sum((yhat-ybar)^2)
  SST=SSR+SSE
```

Lampiran 6, *Syntax Software R* untuk Uji Signifikansi Parameter Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 (Lanjutan)

```
MSE=SSE/(p-n1)
 MSR=SSR/(n1-1)
 Rsq=(SSR/(SSR+SSE))*100

 #uji F (uji serentak)
 Fhit=MSR/MSE
 pvalue=pf(Fhit,(n1-1),(p-n1),lower,tail=FALSE)
 if (pvalue<=alpha)
 {
   cat("-------------------------------------","\n")
   cat("Kesimpulan hasil uji serentak","\n")
   cat("-------------------------------------","\n")
   cat("Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang
signifikan","\n")
   cat("","\n")
 }
 else
 {
   cat("-------------------------------------","\n")
   cat("Kesimpulan hasil uji serentak","\n")
   cat("-------------------------------------","\n")
   cat("Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh
signifikan","\n")
   cat("","\n")
 }
 #uji t (uji individu)

 thit=rep(NA,n1)
 pval=rep(NA,n1)
 SE=sqrt(diag(MSE*(pinv(t(mx)%*%mx))))
 cat("-------------------------------------","\n")
 cat("Kesimpulan hasil uji individu","\n")
 cat("-------------------------------------","\n")
 thit=rep(NA,n1)
 pval=rep(NA,n1)
```

Lampiran 6, *Syntax Software R* untuk Uji Signifikansi Parameter Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 (Lanjutan)

```
 for (i in 1:n1)
  {
   thit[i]=B[i,1]/SE[i]
   pval[i]=2*(pt(abs(thit[i]),(p-n1),lower,tail=FALSE))
   if (pval[i]<=alpha) cat("Tolak Ho yakni prediktor signifikan
dengan pvalue",pval[i],"\n") else
  cat("Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan
pvalue",pval[i],"\n")
  }
  thit=as,matrix(thit)

cat("=====================================","\n")
  cat("nilai t hitung","\n")

cat("=====================================","\n")
  print (thit)
  cat("Analysis of Variance","\n")
  cat("=====================================","\n")
  cat("Sumber df SS MS Fhit","\n")
  cat("Regresi ",(n1-1)," ",SSR," ",MSR,"",Fhit,"\n")
  cat("Error ",p-n1," ",SSE,"",MSE,"\n")
  cat("Total ",p-1," ",SST,"\n")
  cat("=====================================","\n")
  cat("s=",sqrt(MSE)," Rsq=",Rsq,"\n")
  cat("pvalue(F)=",pvalue,"\n")
  write,csv(res,file="E:/SKRIPSI/S1/residual 1/output uji residual
knot1,csv")
  write,csv(pval,file="E:/SKRIPSI/S1/residual 1/output uji pvalue
knot1,csv")
  write,csv(mx,file="E:/SKRIPSI/S1/residual 1/output uji mx
knot1,csv")
  write,csv(yhat,file="E:/SKRIPSI/S1/residual 1/output uji yhat
knot1,csv")
  }
uji(0,05,0)
```

Lampiran 7, *Syntax Sofware* R Uji Glesjer Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019

```
library(MASS)
library(splines)
library(pracma)
glejser=function(data,knot,res,alpha,para)
{
  data=read,table("E:/SKRIPSI/S1/S1,txt",header=TRUE)
  knot=read,csv("E:/SKRIPSI/S1/new
combinasi,csv",header=FALSE)
  res=read,csv("E:/SKRIPSI/S1/residual
1/residual,csv",header=TRUE)
  data=as,matrix(data)
  knot=as,matrix(knot)
  res=abs(res)
  res=as,matrix(res)
  rbar=mean(res)
  m=para+2
  p=nrow(data)
  q=ncol(data)
  dataA=cbind(data[,m],data[,m],data[,m+1],data[,m+1],
            data[,m+1],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+2])
  dataA=as,matrix(dataA)
  satu=rep(1,p)
  n1=ncol(knot)
  data,knot=matrix(ncol=n1,nrow=p)
  for (i in 1:n1)
  {
    for(j in 1:p)
    {
      if (dataA[j,i]<knot[1,i]) data,knot[j,i]=0 else
data,knot[j,i]=dataA[j,i]-knot[1,i]
    }
  }
```

Lampiran 7, Program Uji Glesjer Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 (Lanjutan)

```
mx=cbind(satu,data[,2],data,knot[,1:2],data[,3],data,knot[,3:5],
        data[,4],data,knot[,6:8])
 mx=as,matrix(mx)
 B=(ginv(t(mx)%*%mx))%*%t(mx)%*%res
 n1=nrow(B)
 yhat=mx%*%B
 residual=res-yhat
 SSE=sum((res-yhat)^2)
 SSR=sum((yhat-rbar)^2)
 SST=SSR+SSE
 MSE=SSE/(p-n1)
 MSR=SSR/(n1-1)
 Rsq=(SSR/SST)*100

 #uji F (uji serentak)
 Fhit=MSR/MSE
 pvalue=pf(Fhit,(n1-1),(p-n1),lower,tail=FALSE)
 if (pvalue<=alpha)
 {
  cat("------------------------------------","\n")
  cat("Kesimpulan hasil uji serentak","\n")
  cat("------------------------------------","\n")
  cat("Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang
signifikan atau terjadi heteroskedastisitas","\n")
  cat("","\n")
 }
 else
 {
  cat("------------------------------------","\n")
  cat("Kesimpulan hasil uji serentak","\n")
  cat("------------------------------------","\n")
  cat("Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh
signifikan atau tidak terjadi heteroskedastisitas","\n")
  cat("","\n")
 }
```

Lampiran 7, Program Uji Glesjer Data Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur Tahun 2019 (Lanjutan)

```
  cat("Analysis of Variance","\n")
  cat("=====================================","\n")
  cat("Sumber       df       SS       MS       Fhit","\n")
  cat("Regresi      ",(n1-1)," ",SSR," ",MSR,"","Fhit,"\n")
  cat("Error        ",p-n1," ",SSE,"","MSE,"\n")
  cat("Total        ",p-1," ",SST,"\n")
  cat("=====================================","\n")
  cat("s=",sqrt(MSE),"    Rsq=",Rsq,"\n")
  cat("pvalue(F)=",pvalue,"\n")
}
library(pracma)
glejser(data,knot,res,0,05,0)
```

Lampiran 8, O*utput* GCV Satu Titik Knot dengan Tiga Variabel Prediktor dari *Software* R

No	GCV	X_1	X_2	X_4
1	3923,3971	62,353878	441,91837	1,0538776
2	3929,8198	62,767755	604,83673	1,1577551
3	4143,5196	63,181633	767,7551	1,2616327
4	4141,0744	63,59551	930,67347	1,3655102
5	4127,2217	64,009388	1093,5918	1,4693878
6	4096,4997	64,423265	1256,5102	1,5732653
7	4053,4485	64,837143	1419,4286	1,6771429
8	4019,7598	65,25102	1582,3469	1,7810204
9	3986,2247	65,664898	1745,2653	1,884898
10	3950,3512	66,078776	1908,1837	1,9887755
11	3912,2903	66,492653	2071,102	2,0926531
12	3875,4543	66,906531	2234,0204	2,1965306
13	3841,0889	67,320408	2396,9388	2,3004082
14	3804,3566	67,734286	2559,8571	2,4042857
15	3772,9864	68,148163	2722,7755	2,5081633

Lampiran 8, O*utput* GCV Satu Titik Knot dengan Tiga Variabel Prediktor dari *Software* R (Lanjutan)

No	GCV	X1	X2	X3
16	3751,6303	68,562041	2885,6939	2,6120408
17	3884,7371	68,975918	3048,6122	2,7159184
18	3862,7959	69,389796	3211,5306	2,8197959
19	3841,8048	69,803673	3374,449	2,9236735
20	3822,8725	70,217551	3537,3673	3,027551
21	3773,0644	70,631429	3700,2857	3,1314286
22	3711,7697	71,045306	3863,2041	3,2353061
23	3660,851	71,459184	4026,1224	3,3391837
24	3610,6226	71,873061	4189,0408	3,4430612
25	3491,1599	72,286939	4351,9592	3,5469388
26	3365,9607	72,700816	4514,8776	3,6508163
27	3235,6446	73,114694	4677,7959	3,7546939
28	3063,609	73,528571	4840,7143	3,8585714
29	2795,7505	73,942449	5003,6327	3,962449
30	2503,4188	74,356327	5166,551	4,0663265
31	2207,2107	74,770204	5329,4694	4,1702041
32	1923,3024	75,184082	5492,3878	4,2740816
33	1748,9325	75,597959	5655,3061	4,3779592
34	1725,4364	76,011837	5818,2245	4,4818367
35	1808,2087	76,425714	5981,1429	4,5857143
36	1891,0809	76,839592	6144,0612	4,6895918
37	2005,5329	77,253469	6306,9796	4,7934694
38	2154,0467	77,667347	6469,898	4,8973469
39	2311,3645	78,081224	6632,8163	5,0012245
40	2391,5352	78,495102	6795,7347	5,105102
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
48	2949,8152	81,806122	8099,0816	5,9361224

Lampiran 9, O*utput* GCV dengan Dua Titik Knot dari *Softwar*e R

No	GCV	X_1	X_2	X_3
1	458,1	73,94	5003,63	3,96
		74,77	5329,47	4,17
2	460,51	73,53	4840,71	3,86
		74,77	5329,47	4,17
3	469,27	73,53	4840,71	3,86
		75,18	5492,39	4,27
4	509,82	73,11	4677,8	3,75
		75,18	5492,39	4,27
5	513,93	73,53	4840,71	3,86
		74,36	5166,55	4,07
6	527,01	73,94	5003,63	3,96
		75,18	5492,39	4,27
7	527,41	73,94	5003,63	3,96
		74,36	5166,55	4,07
8	543,59	73,53	4840,71	3,86
		73,94	5003,63	3,96
9	559,76	74,36	5166,55	4,07
		74,77	5329,47	4,17
11	4145,74	61,94	279	0,95
		62,35	441,92	1,05
12	4154,08	61,94	279	0,95
		62,77	604,84	1,16
13	4376,73	61,94	279	0,95
		63,18	767,76	1,26
	⋮	⋮	⋮	⋮
1221	2949,8152	81,806122	8099,0816	5,9361224
		82,22	8262	6,04

Lampiran 10, O*utput* GCV dengan Tiga Titik Knot dari *Syntax Softwar*e R

No	GCV	X_1	X_2	X_3
		73,94	5003,63	3,96
1	385,54	74,77	5329,47	4,17
		81,39	7936,16	5,83
		73,53	4840,71	3,86
2	386,33	74,77	5329,47	4,17
		76,01	5818,22	4,48
		73,53	4840,71	3,86
3	390,58	74,77	5329,47	4,17
		76,43	5981,14	4,59
		73,53	4840,71	3,86
4	391,32	74,36	5166,55	4,07
		76,43	5981,14	4,59
		73,53	4840,71	3,86
5	393,17	75,18	5492,39	4,27
		81,39	7936,16	5,83
		73,94	5003,63	3,96
6	394,92	74,77	5329,47	4,17
		81,81	8099,08	5,94
		73,94	5003,63	3,96
7	396,97	74,77	5329,47	4,17
		80,56	7610,33	5,62
		73,53	4840,71	3,86
13	4376,73	61,94	279	0,95
		63,18	767,76	1,26
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
		64,84	1419,429	1,68
17296	5122,037	66,49	2071,102	2,09
		68,56	2885,694	2,61

Lampiran 11, O*utput Softwar*e R Uji Signifikansi Parameter

```
========================================
Estimasi Parameter
========================================
                [,1]
 [1,]   56.05570279
 [2,]    0.02841713
 [3,]    0.50966253
 [4,]   -0.56954452
 [5,]   -0.17072854
 [6,]   -8.91769070
 [7,]  433.02729075
 [8,] -542.81905339
 [9,]  546.48967515
[10,]    6.32922617
[11,]   18.38017265
[12,]  -49.64928358
[13,] -739.90350847
------------------------------------
Kesimpulan hasil uji serentak
------------------------------------
Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang
signifikan

------------------------------------
Kesimpulan hasil uji individu
------------------------------------
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
0.03950706
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
2.321331e-05
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
2.098365e-06
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
7.906851e-07
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan
dengan pvalue 0.08001903
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
0.0202496
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
3.140548e-09
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
3.252246e-10
```

```
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
3.836455e-07
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan
dengan pvalue 0.2310649
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan
dengan pvalue 0.7774824
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan
dengan pvalue 0.4941442
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
5.699687e-11
========================================
nilai t hitung
========================================
             [,1]
 [1,]   2.1724629
 [2,]   5.1832575
 [3,]   6.1267086
 [4,]  -6.5192091
 [5,]  -1.8247061
 [6,]  -2.4795666
 [7,]   8.9070634
 [8,]  -9.9929687
 [9,]   6.8146064
[10,]   1.2275085
[11,]   0.2856727
[12,]  -0.6938976
[13,] -10.8792786
Analysis of Variance
=======================================
Sumber df SS MS Fhit
Regresi  12   201570.6   16797.55  56.47301
Error  25   7436.097  297.4439
Total  37   209006.7
=======================================
s= 17.24656  Rsq= 96.44217
pvalue(F)= 4.791519e-15
>
```

Lampiran 12, O*utput Software* R Uji Glesjer

```
-----------------------------------
Kesimpulan hasil uji serentak
-----------------------------------
Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak
berpengaruh signifikan atau tidak terjadi
heteroskedastisitas

Analysis of Variance
```

```
=====================================
Sumber df SS MS Fhit
Regresi  12   696.8161   58.06801  0.5605806
Error  25   2589.637  103.5855
Total  37   3286.453
=====================================
s= 10.17769  Rsq= 21.20268
pvalue(F)= 0.8523913
```

Lampiran 118, Surat Keterangan Pengambilan Data

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Departemen Statistika FSAD ITS,

Nama : Kartika Nur Rahma
NRP : 062117 4000 0066

menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini merupakan data sekunder yang diambil dari ~~penelitian / buku / Tugas Akhir / Thesis / Publikasi /~~ lainnya yaitu :

Sumber : https://jatim,bps,go,id/
Keterangan : Data Tingkat Kriminalitas (*Crime Rate*), Tingkat Pengangguran Terbuka, Indeks Pembangunan Manusia, Persentase Penduduk yang Tidak Sekolah dan Kepadatan Penduduk di Jawa Timur Tahun 2019

Surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya, Apabila terdapat pemalsuan data maka saya siap menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku,

Surabaya, 16 Juli 2021

Mengetahui, Pembimbing Tugas Akhir	Mahasiswa
Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara M,Si.	Kartika Nur Rahma
NIP. 19650603 198903 1 003	NRP. 062117 4000 0066

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS

Penulis dengan nama lengkap Kartika Nur Rahma ini dilahirkan di Surabaya pada tanggal 9 November 1998, Penulis menempuh pendidikan formal di SDN Kalisari II Surabaya, kemudian melanjutkan belajar ke pondok pesantren tepatnya MTs Persatuan Islam (PERSIS) 2 Bangil, dan MA 2 Persatuan Islam (PERSIS) 2 Bangil, Pasuruan, Kemudian penulis diterima sebagai Mahasiswa Statistika ITS melalui jalur SBMPTN pada tahun 2017, Selama masa perkuliahan, penulis aktif di berbagai kepanitiaan seperti Pekan Raya Statistika (PRS) 2018 dan 2019, Ramadhan di Kampus (RDK) 2017 dan 2018, SALAM 2018 dll, Selain itu, penulis juga aktif dalam organisasi yang menaungi Departemen Statistika yaitu HIMASTA-ITS sebagai Wakil Department II Kesenian dan Olahraga HIMASTA-ITS 2019/2020, Sekretaris Kementrian Manajemen Talenta BEM ITS 2020/2021, Komisi A FSLDK JMMI ITS 2018/2019, Bendahara I UKM Archery ITS 2019, PSt Himasta ITS 2018 dan Ketua Kamus LKKI ITS 2019, Selama menjalani masa perkuliahan, penulis diberi kesempatan untuk menjadi semifinalis Olimpiade Nasional Statistik (ONS) dari Universitas Gadjah Mada pada tahun 2018 dan Finalis *Statistics Infographic Competition* (SIC) Satria Data yang diselenggarakan oleh Institut Pertanian Bogor dengan Puspernas, Selain itu, penulis juga mempunyai pengalaman mengikuti beberapa kegiatan *survey* yang dilakukan oleh Telkomsel, Dinas Pariwisata Jawa Timur tahun 2018 dan 2019, SAC ITS 2021 dan magang di PT.Ternaknesia Farm Innovation selama 3 bulan sebagai *Customer and Product Analyst* serta kerja praktik selama 1 bulan di Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Jawa Timur sebagai bentuk pengaplikasian ilmu statistika di dunia kerja, Apabila pembaca ingin memberi kritik dan saran serta diskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini, dapat menghubungi penulis melalui email rtika2959@gmail,com atau nomor telepon 089510843071,