TUGAS AKHIR – KS 184822

PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI ANGKA MORBIDITAS DI PROVINSI JAWA TENGAH MENGGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK *SPLINE TRUNCATED*

IRMA WAHYU ROSANTI
NRP 062116 4000 0002

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 2020

TUGAS AKHIR – KS 184822

PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI ANGKA MORBIDITAS DI PROVINSI JAWA TENGAH MENGGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK *SPLINE TRUNCATED*

IRMA WAHYU ROSANTI
NRP 062116 4000 0002

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 2020

FINAL PROJECT – KS 184822

MODELLING FACTORS THAT AFFECT MORBIDITY IN CENTRAL JAVA USING NONPARAMETRIC SPLINE TRUNCATED REGRESSION

IRMA WAHYU ROSANTI
SN 062116 4000 0002

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

UNDERGRADUATE PROGRAMME
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF SCIENCE AND DATA ANALYTICS
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

LEMBAR PENGESAHAN

PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI ANGKA MORBIDITAS DI PROVINSI JAWA TENGAH MENGGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK *SPLINE TRUNCATED*

TUGAS AKHIR

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

Oleh :
Irma Wahyu Rosanti
NRP. 062116 4000 0002

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :
Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si
NIP. 19650603 198903 1 003 ( )

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA
DEPARTEMEN STATISTIKA

Mengetahui,
Kepala Departemen

Dr. Dra. Kartika Fithriasari, M.Si.
NIP. 19691212 199303 2 002
SURABAYA, JULI 2020

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

PEMODELAN FAK TOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI ANGKA MORBIDITAS DI PROVINSI JAWA TENGAH MENGGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK *SPLINE TRUNCATED*

Nama Mahasiswa : Irma Wahyu Rosanti
NRP : 062116 4000 0002
Departemen : Statistika
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara,M.Si

Abstrak

Morbiditas merupakan angka yang menggambarkan banyaknya penyakit atau keluhan kesehatan dalam suatu populasi pada kurun waktu tertentu. Morbiditas menjadi salah satu indikator yang digunakan untuk mengukur tingkat kesehatan masyarakat. Semakin tinggi morbiditas maka semakin banyak penduduk yang mengalami keluhan kesehatan dan derajat kesehatan masyarakat semakin buruk. Pada tahun 2018 morbiditas di Jawa Tengah mencapai 15,15%. Angka morbiditas tersebut tertinggi di Pulau Jawa dan di atas rata-rata morbiditas nasional yang hanya mencapai 13,91%. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang diduga mempengaruhi morbiditas di Jawa Tengah menggunakan Regresi Nonparametrik Spline Truncated. Metode ini digunakan karena pola hubungan antara morbiditas dan faktor-faktor yang diduga berpengaruh tidak mengikuti pola data tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model regresi nonparametrik spline terbaik adalah menggunakan kombinasi knot 2,3,2,3,3,3 dan seluruh variabel yang digunakan dalam penelitian berpengaruh signifikan terhadap morbiditas di Jawa Tengah. Variabel yang digunakan yaitu kepadatan penduduk, persentase penduduk miskin, rata-rata lama sekolah, Upah Minimum Kabupaten/Kota, persentase rumah tangga ber-PHBS, dan persentase penduduk dengan akses sanitasi layak. Koefisien determinasi dari model sebesar 98,45%.

Kata Kunci : Angka Kesakitan, GCV, Jawa Tengah, Morbiditas, Regresi Nonparametrik, Spline Truncated, Titik Knot

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

MODELLING FACTORS THAT AFFECT RATIO GINI IN EAST JAVA USING NONPARAMETRIC SPLINE TRUNCATED REGRESSION

Name : Irma Wahyu Rosanti
Student Number : 062116 4000 0002
Department : Statistics
Supervisor : Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si

Abstract

Morbidity is a number that describes the amount of disease or health complaints in a population at a certain time. Morbidity is one indicator used to measure the level of public health. If morbidity increases, the number of people have experience with health complaints increases and the degree of public health gets worse. In 2018, the morbidity in Central Java reached 15.15%. This result is the highest morbidity rate in Java and above the national average morbidity, which only reaches 13.91%. This study was conducted to determine the factors that are influence morbidity in Central Java using Nonparametric Spline Truncated Regression. This method was used because the relationship pattern between morbidity and factors influential does not follow the data patterns. The results show that the best nonparametric spline regression model is to use a combination of knots 2,3,2,3,3,3. All variables used in the study have a significant effect on morbidity in Central Java. The variables used are population density, poor population percentage, the length average of schooling, Regency/City Minimum Wage, the percentage of households with PHBS, and the percentage of population with access to proper sanitation. The coefficient of determination of the model is 98.45%.

Keywords: Central Java, GCV, Knot Points, Morbidity, Nonparametric Regression, Spline Truncated,

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **"Pemodelan Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Angka Morbiditas di Provinsi Jawa Tengah Menggunakan Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*"**.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan berbagai pihak baik berupa dukungan morel, dan materiel. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si selaku dosen pembimbing atas semua bimbingan , waktu, semangat dan perhatian yang telah diberikan sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Terima kasih dan mohon maaf apabila ada kesalahan yang telah penulis lakukan.
2. Ibu Dr. Vita Ratnasari M.Si dan Ibu Dra. Madu Ratna, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Dra. Kartika Fithriasari selaku Kepala Departemen Statistika dan Ibu Dr. Santi Wulan Purnami, S.Si., M.Si selaku Sekretaris Departemen Statistika Bidang Akademik dan Kemahasiswaan yang telah menyediakan fasilitas untuk mendukung kelancaran penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Dr. Dra. Agnes Tuti Rumiati, M.Sc selaku dosen wali yang telah memberikan pengarahan dan wawasan seputar akademik.
5. Seluruh dosen Departemen Statistika ITS yang telah memberikan ilmu selama penulis menempuh pendidikan, beserta seluruh karyawan Departemen Statistika ITS yang telah membantu kelancaran dan kemudahan dalam pelaksanaan kegiatan perkuliahan.
6. Kedua orang tua yang penulis sayangi, Bapak Joko dan Ibu Isnaini yang telah mengirimkan doa yang tidak pernah putus dan kasih sayang yang tulus terhadap penulis.

7. Teman-teman seperjuangan Tugas Akhir Errina, Ayu, Delila, Dina serta teman-teman yang telah lulus terlebih dahulu Nafisa, Mega, Nurul yang selalu memberikan dukungan, saling membantu dan saling menguatkan selama penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Sahabat sedari bangku SMA Vint dan Ainanda. Walau jarang bertemu, terima kasih telah mau berbagi canda tawa maupun keluh kesah dengan penulis, dan selalu saling menguatkan.
9. Teman-teman Statistika ITS angkatan 2016, TR16GER, yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis selama ini.
10. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak.

Surabaya, 2020

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
COVER PAGE ii
LEMBAR PENGESAHAN v
ABSTRAK vii
ABSTRAC ix
KATA PENGANTAR xi
DAFTAR ISI xiii
DAFTAR GAMBAR xvii
DAFTAR TABEL xix
DAFTAR LAMPIRAN xxi

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Tujuan Penelitian 5
1.4 Manfaat 5
1.5 Batasan Masalah 6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 7
2.1 Statistika Deskriptif 7
2.2 Analisis Regresi 8
2.3 Regresi Nonparametrik 8
2.4 Regresi Nonparametrik *Spline Truncated* 9
2.5 Estimasi Parameter Regresi Nonparametrik *Spline Truncated* 10
2.6 Pemilihan Titik Knot Optimal 11
2.7 Pengujian Parameter Model Regresi 12
2.7.1 Pengujian Secara Serentak 12
2.7.2 Pengujian Secara Parsial 13
2.8 Koefisien Determinasi (R^2) 14
2.9 Pengujian Asumsi Residual Model Regresi 15
2.10 Morbiditas 18

2.11 Kerangka Konsep 18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 23
3.1 Sumber Data 23
3.2 Variabel Penelitian 23
3.3 Struktur Data 26
3.4 Langkah Penelitian 26
3.5 Diagram Alir 27

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN 29
4.1 Karakteristik Morbiditas di Jawa Tengah dan Faktor-Faktor yang Diduga Memengaruhinya 29
4.2 Analisis Pola Hubungan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhi Angka Morbiditas di Provinsi Jawa Tengah 34
4.3 Pemodelan Morbiditas di Provinsi Jawa Tengah 38
4.3.1 Pemilihan Titik Knot Optimum 39
4.3.1.1 Pemilihan Titik Knot dengan Satu Titik Knot 39
4.3.1.2 Pemilihan Titik Knot dengan Dua Titik Knot 40
4.3.1.3 Pemilihan Titik Knot dengan Tiga Titik Knot 42
4.3.1.4 Pemilihan Titik Knot dengan Kombinasi Titik Knot 44
4.3.2 Pemilihan Model Terbaik 46
4.3.3 Pengujian Signifikansi Parameter 47
4.3.3.1 Pengujian Serentak 48
4.3.3.2 Pengujian Parsial 48
4.3.4 Pengujian Asumsi Residual 50
4.3.4.1 Asumsi Identik 50
4.3.4.2 Asumsi Independen 51
4.3.4.3 Asumsi Distribusi Normal 52
4.3.5 Kebaikan Model (R^2) 53
4.3.6 Interpretasi Model *Spline* Terbaik 53

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 67
5.1 Kesimpulan 67
5.2 Saran 68

DAFTAR PUSTAKA 69
LAMPIRAN 73
BIODATA PENULIS 101

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Kerangka Konsep Variabel 21
Gambar 3.1 Diagram Alir 27
Gambar 4.1 Diagram Batang Morbiditas Provinsi Jawa Tengah 30
Gambar 4.2 *Scatterplot* Morbiditas dan Kepadatan Penduduk 34
Gambar 4.3 *Scatterplot* Morbiditas dan Persentase Penduduk Miskin 35
Gambar 4.4 *Scatterplot* Morbiditas dan Rata-Rata Lama Sekolah 36
Gambar 4.5 *Scatterplot* Morbiditas dan Upah Minimum Kabupaten/Kota 36
Gambar 4.6 *Scatterplot* Morbiditas dan Persentase Rumah Tangga ber-PHBS 37
Gambar 4.7 *Scatterplot* Morbiditas dan Persentase Penduduk dengan Akses Sanitasi Layak 38
Gambar 4.8 Plot Normalitas Residual 52
Gambar 4.9 Peta Persebaran Kepadatan Penduduk Berdasarkan Interval Titik Knot 55
Gambar 4.10 Peta Persebaran Persentase Penduduk Miskin Berdasarkan Interval Titik Knot 57
Gambar 4.11 Peta Persebaran RLS Berdasarkan Interval Titik Knot 59
Gambar 4.12 Peta Persebaran UMK Berdasarkan Interval Titik Knot 60
Gambar 4.13 Peta Persebaran PHBS Berdasarkan Interval Titik Knot 63
Gambar 4.14 Peta Persebaran Sanitasi Layak Berdasarkan Interval Titik Knot 65

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 *Analysis of Varians* (ANOVA) Model Regresi.....12
Tabel 3.1 Variabel Penelitian.....23
Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian.....26
Tabel 4.1 Karakteristik Morbiditas dan Faktor-Faktor yang Diduga Berpengaruh.....31
Tabel 4.2 Nilai GCV dengan Satu Titik Knot.....39
Tabel 4.3 Nilai GCV dengan Dua Titik Knot.....41
Tabel 4.4 Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot.....43
Tabel 4.5 Nilai GCV dengan Kombinasi Titik Knot.....45
Tabel 4.6 Perbandingan Nilai GCV.....47
Tabel 4.7 ANOVA Model Regresi *Spline Truncated*.....48
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Signifikansi Parameter Secara Parsial.....49
Tabel 4.9 Hasil Pengujian *Glejser*.....51

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Data Morbiditas di Jawa Tengah Tahun 2018 dan Faktor-Faktor yang Memengaruhi 73
Lampiran 2. *Syntax* Pemilahan Titik Knot Optimal dengan Satu Titik Knot Menggunakan *Software* R..... 75
Lampiran 3. *Syntax* Pemilahan Titik Knot Optimal dengan Dua Titik Knot Menggunakan *Software* R 77
Lampiran 4. *Syntax* Pemilahan Titik Knot Optimal dengan Tiga Titik Menggunakan *Software* R..... 79
Lampiran 5. *Syntax* Pemilahan Titik Knot Optimal dengan Kombinasi Titik Knot Menggunakan *Software* R 81
Lampiran 6. *Syntax* Estimasi dan Pengujian Parameter Menggunakan *Software* R..... 87
Lampiran 7. *Syntax* Pengujian Glejser Menggunakan *Software* R 89
Lampiran 8. Nilai GCV Beserta Nilai Titik-Titik Knot dengan Menggunakan Satu Titik Knot 91
Lampiran 9. Nilai GCV Beserta Nilai Titik-Titik Knot dengan Menggunakan Dua Titik Knot 92
Lampiran 10. Nilai GCV Beserta Nilai Titik-Titik Knot dengan Menggunakan Tiga Titik Knot 93
Lampiran 11. Nilai GCV Beserta Nilai Titik-Titik Knot dengan Menggunakan Kombinasi Titik Knot.. 94
Lampiran 12. *Output* Estimasi dan Pengujian Parameter Menggunakan *Software* R..... 95
Lampiran 13. *Output* Residual Menggunakan *Software* R 98
Lampiran 14. *Output* Uji Glejser Menggunakan *Software* R . 99
Lampiran 15. Surat Keterangan Pengambilan Data 100

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tujuan pembangunan berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals* (SDGs) adalah agenda pembangunan berkelanjutan yang telah disahkan oleh 193 negara anggota Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) pada September 2015 (ICPH, 2020). SDGs merupakan agenda pengganti *Millenium Development Goals* (MDGs) guna mengakhiri kemiskinan, mengurangi kesenjangan dan melindungi lingkungan. SDGs berisikan 17 tujuan dan 169 target yang diharapkan dapat dicapai pada tahun 2030 (INFID, 2017). Diantara 17 tujuan SDGs tersebut, terdapat tujuan nomor 3 yakni memastikan kehidupan yang sehat dan mendukung kesejahteraan bagi semua untuk semua usia. (INFID, 2017). Hal tersebut menunjukkan bahwa kesehatan menjadi salah satu tolak ukur utama dari pembangunan dan kesejahteraan nasional suatu bangsa. Salah satu indikator yang dapat menentukan keberhasilan pembangunan di bidang kesehatan yaitu tinggi rendahnya derajat kesehatan masyarakat di suatu wilayah. Semakin tinggi derajat kesehatan masyarakat berarti semakin sehat kondisi suatu masyarakat tersebut sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan mencapai kesejahteraan. Derajat kesehatan masyarakat sendiri dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor kesehatan seperti pelayanan kesehatan dan ketersediaan sarana dan prasarana kesehatan, faktor ekonomi, pendidikan, lingkungan sosial, keturunan, dan faktor lainnya. Situasi derajat kesehatan masyarakat dapat tercermin melalui angka morbiditas, mortalitas dan status gizi (Kemenkes RI, 2010).

Morbiditas merupakan salah satu indikator yang digunakan untuk mengukur derajat kesehatan masyarakat. Morbiditas dapat diartikan sebagai angka kesakitan, baik insiden maupun prevalen dari suatu penyakit yang menggambarkan kejadian penyakit dalam suatu populasi pada kurun waktu tertentu (Kemenkes RI, 2010). Angka kesakitan atau morbiditas juga dapat didefinisikan sebagai

persentase penduduk yang mengalami gangguan kesehatan dan terganggu aktifitasnya sehari-hari yang terjadi selama satu bulan sebelum pencacahan (BPS Jateng, 2018). Semakin banyak penduduk yang mengalami gangguan kesehatan dan menderita sakit berarti semakin rendah derajat kesehatan di wilayah tersebut (Kemenkes RI, 2010). Hal itu berarti semakin tinggi morbiditas maka tingkat kesehatan masyarakat semakin buruk. Menurut Suharwati (2013) angka kesakitan atau morbiditas mempunyai peranan yang lebih penting dibandingkan dengan angka kematian karena apabila angka kesakitan tinggi, maka akan memicu kematian sehingga menyebabkan angka kematian juga tinggi dan angka harapan hidup di suatu wilayah akan rendah. Angka kesakitan lebih mencerminkan keadaan kesehatan yang sesungguhnya karena mempunyai hubungan yang erat dengan faktor lingkungan seperti kemiskinan, kurang gizi, penyakit infeksi, perumahan, air minum yang sehat, kebersihan lingkungan dan pelayanan kesehatan (Kardjati, 1985). Oleh karena itu angka kesakitan merupakan indikator penting dalam rangka penilaian dan perencanaan program untuk menurunkan kesakitan dan kematian masyarakat di suatu wilayah sehingga dapat meningkatkan derajat kesehatan masyarakat.

Angka morbiditas dapat dipergunakan untuk mengukur tingkat kesehatan masyarakat melalui persentase penduduk dengan keluhan kesehatan yang mengindikasikan terkena suatu penyakit tertentu. Adapun keluhan kesehatan utama yang banyak dialami oleh penduduk adalah panas, sakit kepala, batuk, pilek, diare, asma/sesak nafas, dan sakit gigi (Sirusa BPS, 2020). Sedangkan masyarakat yang menderita penyakit kronis dianggap memiliki keluhan kesehatan walaupun pada waktu survei (satu bulan terakhir) yang bersangkutan tidak kambuh penyakitnya. Tingginya angka kesakitan atau morbiditas di masyarakat dapat disebabkan karena tingginya jumlah keluhan kesehatan akibat penyakit menular maupun tidak menular. Penyakit tidak menular yang terjadi umumnya adalah hipertensi, penyakit jantung koroner, dan diabetes melitus. Sedangkan penyakit menular antara lain diare,

ISPA, TBC, malaria, dan DBD. Tingginya kasus penyakit tidak menular seperti hipertensi, diabetes melitus, jantung koroner, dan berbagai penyakit degeneratif lainnya terjadi dikarenakan berubahnya gaya hidup masyarakat dan meningkatnya status sosial ekonomi. Sedangkan masih tingginya kasus penyakit menular dikarenakan kondisi sanitasi lingkungan dan status pendidikan masyarakat yang rendah (Anorital, 2015).

Angka kesakitan pada masing-masing wilayah di Indonesia berbeda karena adanya perbedaan kualitas hidup yang mampu dicapai oleh penduduk di wilayah tersebut. Di Indonesia, Pulau Jawa merupakan pulau dengan penduduk yang paling padat, salah satunya adalah Provinsi Jawa Tengah. Provinsi Jawa Tengah menduduki peringkat ketiga dengan jumlah penduduk terbanyak di Indonesia setelah Provinsi Jawa Barat dan Jawa Timur. Provinsi ini memiliki luas wilayah sebesar 32.800,69 km^2 dengan jumlah penduduk yang mencapai 34.490.835 jiwa pada tahun 2018 dan kepadatan penduduk sekitar 1060 jiwa untuk setiap kilometer persegi. Pada tahun 2018, angka kesakitan di Provinsi Jawa Tengah mencapai 15,15 persen (BPS Jateng, 2018). Angka tersebut tertinggi di Pulau Jawa serta tertinggi kelima di Indonesia. Angka kesakitan Jawa Tengah juga masih berada di atas rata-rata angka kesakitan nasional yang hanya mencapai 13,91 persen pada tahun 2018 (BPS RI, 2018). Hal itu menunjukkan bahwa masih banyak penduduk Jawa Tengah yang mengalami keluhan kesehatan dan derajat kesehatan masyarakat Jawa Tengah masih tertinggal dibanding dengan provinsi-provinsi lainnya. Oleh karena itu perlu diketahui faktor-faktor apa sajakah yang memengaruhi Morbiditas di Jawa Tengah sehingga pemerintah provinsi setempat bisa lebih memerhatikan dan mengupayakan program-program pembangunan kesehatan guna menurunkan angka kesakitan sebagai usaha perbaikan kesejahteraan manusia.

Penelitian sebelumnya mengenai morbiditas penduduk pernah dilakukan oleh Hanum (2013) menggunakan metode *Multivariate Geographically Weighted Regression* (MGWR) yang menyatakan bahwa variabel angka harapan hidup, angka buta huruf, persentase

penduduk dengan sumber air minum sumur terlindungi, persentase penduduk berobat jalan di praktek nakes, persentase penduduk dengan jarak sumber air minum ke tempat penampungan kotoran > 10 meter dan persentase penduduk dengan pengeluaran perkapita sebulan 200.000 s/d 299.999 untuk membeli makanan yang bergizi berpengaruh signifikan terhadap persentase penduduk yang mengalami morbiditas di Jawa Timur. Penelitian lain juga dilakukan oleh Wulandari (2017) menggunakan metode Regresi Nonparametrik Spline menunjukkan bahwa variabel yang berpengaruh signifikan terhadap morbiditas di Jawa Timur adalah kepadatan penduduk, rata-rata lama sekolah, persentase penduduk miskin, UMK, persentase rumah tangga OD, dan persentase rumah tangga dengan jarak sumber air minum ke tempat pembuangan kotoran lebih dari 10 meter. Selanjutnya penelitian dilakukan oleh Ardhiyanti (2016) mengenai peningkatan morbiditas penduduk di Provinsi Bali menggunakan *Stuctural Equation Modeling* (SEM) dan diperoleh hasil bahwa faktor lingkungan, faktor pendidikan, faktor ekonomi dan tingkat kemiskinan memiliki pengaruh signifikan terhadap angka morbiditas.

Berdasarkan latar belakang dan penelitian sebelumnya yang telah dijelaskan diatas, maka penelitian ini dilakukan untuk memodelkan faktor-faktor yang mempengaruhi morbiditas di Provinsi Jawa Tengah dengan variabel respon yaitu angka morbiditas dan variabel prediktor yang diduga mempengaruhi yaitu kepadatan penduduk, persentase penduduk miskin, Rata-Rata Lama Sekolah (RLS), Upah Minimum Kabupaten/Kota (UMK), persentase rumah tangga ber-PHBS, dan persentase penduduk dengan akses sanitasi layak. Metode yang digunakan yaitu regresi nonparametrik *spline truncated.* Metode regresi nonparametrik dipilih karena data yang diperoleh menunjukkan bahwa kurva regresi antara variabel respon dan variabel prediktor tidak memiliki pola tertentu. Pemilihan metode regresi nonparametrik *spline truncated* didasari karena metode ini mempunyai sifat tersegmen, sehingga mempunyai fleksibelitas tinggi dan dapat menyesuaikan diri terhadap karakteristik lokal suatu data (Eubank, 1999).

Kelebihan tersebut terjadi karena dalam *spline* terdapat titik-titik knot, yaitu titik perpaduan bersama yang menunjukkan terjadinya perubahan perilaku data. (Budiantara, 2009). Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi Morbiditas di Jawa Tengah sehingga dapat menjadi salah satu bahan pertimbangan bagi pemerintah dalam mengupayakan program-program pembangunan kesehatan guna menurunkan angka kesakitan di Jawa Tengah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik angka morbiditas dan faktor-faktor yang mempengaruhinya di Provinsi Jawa Tengah ?
2. Bagaimana pemodelan angka morbiditas di Provinsi Jawa Tengah menggunakan Regresi Nonparametrik *Spline Truncated* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui karakteristik angka morbiditas dan faktor-faktor yang mempengaruhinya di Provinsi Jawa Tengah ?
2. Memodelkan angka morbiditas di Provinsi Jawa Tengah menggunakan Regresi Nonparametrik *Spline Truncated* ?

1.4 Manfaat

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

1. Memberikan informasi sebagai bahan pertimbangan atau rekomendasi bagi pihak pemerintah dalam mengupayakan program-program pembangunan kesehatan guna menurunkan angka kesakitan di Jawa Tengah.

2. Bagi pembaca, penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan belajar dari aplikasi regresi nonparametrik *spline truncated*.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah penelitian menggunakan data angka morbiditas di Jawa Tengah pada tahun 2018 dengan unit observasi 35 kabupaten/kota di Jawa Tengah. Fungsi *Spline* yang digunakan adalah *Spline Linear* dengan satu, dua, tiga, dan kombinasi titik knot. Pemilihan titik knot optimal menggunakan *Generalized Cross Validation* (GCV).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna (Walpole, 1995). Analisis data dalam statistika deskriptif hanya memberikan rangkuman atau ringkasan yang sangat sederhana dari data yang dimiliki tanpa bermaksud menarik kesimpulan apapun dari data. Rangkuman tersebut dapat disajikan secara visual (berupa tabel, grafik/diagram) ataupun 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 nilai minimum, maksimum, *range* dan varians. Statistika deskriptif yang digunakan pada penelitian ini adalah rata-rata, varians, nilai minimum dan nilai maksimum. Selain itu digunakan grafik diagram pencar (*scatterplot*) untuk menjelaskan hubungan antara dua variabel.

Rata-rata adalah hasil pembagian antara jumlah nilai setiap pengamatan dengan banyaknya data pengamatan yang dituliskan dengan persamaan (2.1) (Walpole, 1995).

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}; \quad i = 1, 2, .., n \tag{2.1}$$

dimana $\bar{x}$ adalah rata-rata, x_i adalah pengamatan ke-i, dan n adalah banyak pengamatan.

Varians (s^2) adalah kuadrat simpangan data terhadap rata-ratanya yang dituliskan dengan persamaan (2.2) (Walpole, 1995).

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}; \quad i = 1, 2, .., n \tag{2.2}$$

dimana s^2 adalah varians, x_i adalah pengamatan ke-i, dan n adalah banyak pengamatan.

2.2 Analisis Regresi

Analisis regresi merupakan salah satu metode statistika yang bertujuan untuk menentukan hubungan sebab-akibat antara dua variabel atau lebih (Draper & Smith, 1998). Dalam analisis regresi, variabel yang mempengaruhi disebut variabel bebas (variabel prediktor) dan sering disimbolkan dengan "*x*" sedangkan variabel yang dipengaruhi disebut variabel terikat (variabel respon) dan sering disimbolkan dengan "*y*". Metode analisis regresi memiliki tiga pendekatan yaitu regresi parametrik, nonparametrik, dan semiparametrik. Dalam regresi parametrik, bentuk pola hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor diasumsikan memiliki pola yang linier, kuadratik, maupun kubik. Sedangkan regresi nonparametrik mengasumsikan bahwa bentuk pola hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor tidak diketahui atau acak (Budiantara, 2005).

2.3 Regresi Nonparametrik

Regresi nonparametrik merupakan salah satu metode pendekatan regresi yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor yang tidak diketahui bentuk kurva regresinya. Dalam regresi nonparametrik, data mencari sendiri bentuk estimasi dari kurva regresinya tanpa harus dipengaruhi oleh faktor subyektifitas peneliti. Oleh karena itu pendekatan model regresi nonparametrik sangat fleksibel dalam memodelkan pola data (Eubank, 1999). Secara umum model regresi nonparametrik dapat ditulis sebagai berikut.

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

dimana y_i merupakan variabel respon, x_i merupakan variabel prediktor, $f(x_i)$ merupakan fungsi regresi nonparametrik serta ε_i merupakan *error* yang berdistribusi normal, independen dengan *mean* nol dan varians σ^2. Estimasi fungsi regresi nonparametrik dapat dilakukan menggunakan beberapa teknik *smoothing* yaitu

histogram, deret *Fourier*, *Wavelets*, Deret *orthogonal* , k-NN, *spline* dan kernel.

2.4 Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*

Regresi nonparametrik memiliki beberapa pendekatan dan salah satu metode yang sering digunakan adalah regresi nonparametrik *spline truncated*. Regresi *spline* merupakan potongan polinomial yang mempunyai sifat lebih fleksibel dari polinomial biasa sehingga mampu mengatasi perubahan pola data pada sub interval tertentu dengan bantuan titik-titik knot. Titik knot merupakan titik dimana terjadi terjai pola perubahan perilaku dari suatu fungsi pada selang yang berbeda (Hardle, 1990). Fungsi *spline truncated* diperoleh dari hasil penjumlahan antara fungsi polinomial dengan fungsi *truncated.* Fungsi *spline truncated* derajat p dengan titik-titik knot K_1, K_2,..., K_r ($K_1 \leq K_2 \leq \ldots \leq K_r$) dapat dituliskan menjadi persamaan sebagai berikut (Budiantara, 2019).

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

dimana β_j merupakan parameter model polinomial, dan β_{p+k} merupakan parameter pada komponen truncated, j = 1,2,...,p merupakan derajat polinomial, dan k = 1,2,..,r merupakan banyakanya titik knot. Apabila persamaan (2.4) disubstitusikan ke persamaan (2.3) maka akan diperoleh persamaan model regresi nonparamterik *spline truncated* sebagai berikut.

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

dimana y_i merupakan variabel respon ke-i, x_i merupakan variabel prediktor, serta ε_i merupakan *error* yang berdistribusi normal, independen dengan *mean* nol dan varians σ^2. Fungsi $\left(x - K_k\right)_+^p$ merupakan fungsi *truncated* (potongan) yang dapat dijabarkan dalam persamaan (2.6) berikut.

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

dimana titik K_k merupakan titik knot yang menunjukkan perubahan fungsi pada sub interval yang berbeda dan nilai *p* adalah derajat polinomial (Eubank, 1999). Fungsi *spline* yang digunakan adalah *spline* linear dengan derajat polinomial (*p*) = 1

2.5 Estimasi Parameter Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*

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

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

dimana,

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, \mathbf{X} = \begin{pmatrix} 1 & x_1 & (x_1 - k_1)_+^1 & \cdots & (x_1 - k_r)_+^1 \\ 1 & x_2 & (x_2 - k_1)_+^1 & \cdots & (x_2 - k_r)_+^1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_n & (x_n - k_1)_+^1 & \cdots & (x_n - k_r)_+^1 \end{pmatrix}, \boldsymbol{\beta} = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_{1+r} \end{pmatrix}, \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{pmatrix} \tag{2.8}$$

Berdasarkan persamaan (2.8), residual dapat dituliskan dalam persamaan berikut.

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

Jumlah kuadrat residual dalam bentuk matriks dapat ditulis sebagai berikut.

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

Untuk meminimumkan nilai $\boldsymbol{\varepsilon}'\boldsymbol{\varepsilon}$, maka turunan pertama terhadap $\boldsymbol{\beta}$ harus sama dengan nol.

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

Dari turunan pertama persamaan (2.11) diperoleh nilai estimasi parameter $\boldsymbol{\beta}$ yang ditunjukkan pada persamaan berikut (Budiantara, 2019).

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

2.6 Pemilihan Titik Knot Optimal

Titik knot merupakan titik perpaduan bersama dimana terjadi pola perubahan perilaku dari suatu fungsi pada selang yang berbeda. Banyak titik knot dari suatu kumpulan data ditentukan dari banyaknya perubahan perilaku dari data tersebut. Untuk mendapatkan model regresi spline terbaik maka diperlukan model yang memiliki titik knot optimal. Salah satu metode yang digunakan untuk pemilihan titik knot optimal adalah *Generalized Cross Validation* (GCV). Metode tersebut mempunyai beberapa kelebihan yaitu mempunyai sifat optimal asimtotik, tidak memuat varians σ^2 populasi yang tidak diketahui dan *invariance* terhadap transformasi (Wahba G. , 1990). Untuk memperoleh titik knot optimal dapat dilihat dari nilai GCV yang paling minimum. Metode GCV dapat dituliskan dalam persamaan(2.13) sebagai berikut (Eubank, 1999).

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

dimana $\mathbf{I}$ merupakan matriks identitas, n merupakan jumlah pengamatan, $K = (K_1, K_2, \dots, K_r)$ merupakan titik-titik knot, dan

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

serta $\mathbf{A} = \mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'$.

2.7 Pengujian Parameter Model Regresi

Setelah didapatkan model regeresi dengan titik knot optimal berdasarkan nilai GCV yang paling minimum, dilakukan pengujian parameter model regresi. Pengujian parameter model regresi dilakukan untuk mengetahui apakah variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap variabel respon atau tidak. Dalam pengujian parameter model regresi dibedakan menjadi dua tahap yaitu pengujian parameter secara serentak dan secara parsial.

2.7.1 Pengujian Secara Serentak

Pengujian secara serentak merupakan pengujian signifikansi seluruh parameter yang terdapat pada model secara simultan. Hipotesis untuk uji pengujian parameter secara serentak adalah sebagai berikut.

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

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \beta_j \neq 0,\ j = 1, 2, ..., p + r$$

dimana *p* merupakan jumlah variabel prediktor dan *r* merupakan jumlah titik knot. Statistik uji dalam pengujian parameter secara serentak menggunakan uji F yang dapat dinyatakan dalam persamaan (2.15) berikut.

$$F_{hitung} = \frac{MS_{regresi}}{MS_{residual}} \qquad (2.15)$$

Pengujian parameter secara serentak dapat disajikan menggunakan *Analysis of Varians* (ANOVA) seperti pada tabel(2.1) berikut.

Tabel 2. 1 *Analysis of Varians* (ANOVA) Model Regresi

Sumber Variasi	**Derajat Bebas (df)**	***Sum of Square* (SS)**	***Mean Square* (MS)**	F_{hitung}

Regresi	$p+r$	$\sum_{i=1}^{n}\left(\hat{y}_i-\bar{y}\right)^2$	$\frac{SS_{regresi}}{df_{regresi}}$	$\frac{MS_{regresi}}{MS_{error}}$
Error	$n-(p+r)-1$	$\sum_{i=1}^{n}\left(y_i-\hat{y}_i\right)^2$	$\frac{SS_{error}}{df_{error}}$	
Total	$n-1$	$\sum_{i=1}^{n}\left(y_i-\bar{y}\right)^2$		

Nilai $p+r$ merupakan banyaknya parameter dalam model tanpa β_0. Daerah penolakannya adalah tolak H_0 apabila $F_{hitung} > F_{\alpha;(p+r,n-(p+r)-1)}$ atau $p_{value} < \alpha$. Jika H_0 ditolak artinya terdapat minimal satu variabel prediktor pada model yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Untuk itu harus dilanjutkan pengujian secara parsial yang bertujuan untuk mengetahui variabel prediktor mana yang berpengaruh signifikan (Draper & Smith, 1998).

2.7.2 Pengujian Secara Parsial

Pengujian secara parsial dilakukan apabila pada pengujian secara serentak menghasilkan kesimpulan bahwa minimal terdapat satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui apakah secara individu parameter mempunyai pengaruh signifka terhadap variabel respon. Hipotesis untuk uji pengujian parameter secara parsial adalah sebagai berikut.

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

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

Statistik uji dalam pengujian secara parsial menggunakan uji *t* yang dapat dinyatakan dalam persamaan (2.16) berikut.

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

Nilai $SE(\hat{\beta}_j)$ merupakan *standard error* dari $\hat{\beta}_j$ dimana $SE(\hat{\beta}_j) = \sqrt{\widehat{var}\ \beta_j}$, dengan var $(\hat{\beta}_j)$ merupakan elemen diagonal utama ke-*j* dari matriks $\text{var}(\hat{\boldsymbol{\beta}}),\ j = 1, 2, \ldots, p + r$ dan dapat diuraikan sebagai berikut.

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

Dengan σ^2 didekati dengan nilai MSE. Daerah penolakannya yaitu Tolak H_0 jika $|t_{hit}| > t_{(\frac{\alpha}{2};n-(p+r)-1)}$ atau $p_{value} < \alpha$ yang artinya 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 merupakan salah satu ukuran yang sering digunakan untuk mengetahui kebaikan suatu model. Semakin tinggi nilai R^2 yang dihasilkan dihasilkan suatu model, maka dapat disimpulkan bahwa semakin baik variabel-variabel prediktor dalam model tersebut dalam menjelaskan variabilitas variabel respon (Draper & Smith, 1998). Nilai koefisien determinasi (R^2) dapat dihitung dengan rumus berikut.

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

Pemilihan model juga akan memperhatikan banyak parameter yang digunakan dalam model tersebut. Hal ini dijelaskan dalam prinsip parsimoni dimana suatu model regresi yang baik adalah model regresi dengan banyak parameter sesedikit mungkin tetapi mempunyai R^2 yang cukup tinggi.

2.9 Pengujian Asumsi Residual Model Regresi

Pengujian asumsi residual (*goodness of fit*) model regresi diakukan untuk mengetahui apakah residual yang dihasilkan telah memenuhi asumsi. Terdapat tiga asumsi yang harus dipenuhi yaitu identik, independen, dan berdistribusi normal. Berikut ini adalah penjelasan mengenai masing-masing asumsi yang harus dipenuhi.

1. Asumsi Identik

   Asumsi identik (homoskedastisitas) merupakan asumsi yang mengharuskan varians residual sama atau identik. Apabila varians tidak sama maka akan terjadi heteroskedastisitas yang dapat mengakibatkan kerugian bagi efisiensi estimator.

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

   Uji asumsi identik dapat dilakukan menggunakan uji Glejser. Uji Glejser dilakukan dengan meregresikan absolut dari residual dengan variabel prediktornya (Gujarati, 2004). Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

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

   $\text{H}_1 :$ minimal terdapat satu $\sigma_1^2 \neq \sigma^2, i = 1,2,...,n$

   Statistik uji untuk uji Glejser adalah sebagai berikut,

$$F_{hitung} = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n}\left(|\hat{e}_i| - |\bar{e}|\right)^2\right] \Big/ (v)}{\left[\sum_{i=1}^{n}\left(|e_i| - |\hat{e}_i|\right)^2\right] \Big/ (n-v-1)} \tag{2.20}$$

dimana nilai v menunjukkan banyaknya parameter model Glejser. Daerah penolakannya yaitu Tolak H_0 apabila nilai $F_{hitung} > F_{\alpha(v,n-v-1)}$ atau *p-value* < α yang artinya 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 tidak terindikasi kasus heteroskedastisitas sehingga asumsi identik terpenuhi.

2. Asumsi Independen

   Asumsi independen merupakan asumsi yang mengharuskan antar residual tidak saling berkorelasi. Apabila terdapat korelasi antar residual maka akan terjadi autokorelasi. Salah satu uji yang digunakan untuk mendeteksi kasus autokorelasi adalah menggunakan uji keacakan atau *Run Test*. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

   $H_0 : \rho = 0$ (Residual independen atau tidak terjadi autokorealsi)

   $H_1 : \rho \neq 0$ (Residual dependen atau terjadi autokorelasi)

   Apabila sampel yang digunakan lebih besar dari 20, maka statistik uji yang digunakan adalah uji Z dengan rumus sebagai berikut.

$$Z = \frac{r - \left(1 + \frac{2n_1n_2}{n_1+n_2}\right)}{\sqrt{\frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1+n_2)^2(n_1+n_2-1)}}} \tag{2.21}$$

   Dimana,

   r = banyaknya runtun yang terjadi

   n_1 = jumlah residual bernilai positif

n_2 = jumlah residual bernilai negatif

Pengambilan keputusan dari *run test* akan dibandingkan dengan tabel distribusi normal standar. Tolak H_0 apabila nilai $Z > Z_{(1-\alpha/2)}$ dan $-Z < Z_{(\alpha/2)}$ atau *p-value* < α yang artinya terjadi kasus autokorelasi pada model. Sebaliknya apabila $Z < Z_{(1-\alpha/2)}$ dan $-Z > Z_{(\alpha/2)}$ atau *p-value* > α maka gagal tolak H_0 yang artinya tidak terjadi autokorelasi pada model (Huitema, McKean, & Zhao, 1996).

3. Asumsi Normalitas

Asumsi normalitas merupakan asumsi yang mengharuskan residual berdistribusi normal. Salah satu cara untuk mengetahui apakah residual berdistribusi normal atau tidak yaitu menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dengan hipotesis sebagai berikut (Daniel W. W., 1989).

$\mathrm{H}_0 : F_n(\varepsilon) = F_0(\varepsilon)$ (Residual berdistribusi Normal)

$\mathrm{H}_1 : F_n(\varepsilon) \neq F_0(\varepsilon)$ (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.

Daerah penolakannya yaitu Tolak H_0 apabila $D > D_\alpha$ dengan D_α merupakan nilai kritis untuk uji *Kolmogorov Smirnov* satu sampel yang diperoleh dari tabel *Kolmogorov Smirnov* satu sampel.

Apabila residual tidak memenuhi asumi IIDN yang telah dijelaskan diatas maka dilakukan transformasi terhadap variabel respon. Salah satunya yaitu dengan dengan transformasi Box Cox. Transformasi Box Cox merupakan transformasi pangkat pada variabel respon yang bertujuan untuk menormalkan data,

melinearkan model regresi, dan menghomogenkan varians (Draper & Smith, 1998).

2.10 Morbiditas

Morbiditas dapat diartikan sebagai angka kesakitan, baik insiden maupun prevalen dari suatu penyakit yang menggambarkan kejadian penyakit dalam suatu populasi pada kurun waktu tertentu (Kemenkes RI, 2010). Angka kesakitan atau morbiditas juga dapat didefinisikan sebagai persentase penduduk yang mengalami gangguan kesehatan dan terganggu aktifitasnya sehari-hari yang terjadi selama satu bulan sebelum pencacahan (BPS Jateng, 2018). Rumus untuk menghitung angka morbiditas adalah sebagai berikut (Sirusa BPS, 2020)

$$AM = \frac{JPKK}{JP} \times 100 \tag{2.23}$$

Keterangan :

AM : angka morbiditas

JPKK : jumlah penduduk yang mengalami keluhan kesehatan dan terganggunya aktivitas

JP : jumlah penduduk

Angka morbiditas didapatkan melalui Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) dan dimanfaatkan untuk mengukur tingkat kesehatan masyarakat secara umum yang dilihat dari adanya keluhan yang mengindikasikan terkena suatu penyakit tertentu. Semakin banyak penduduk yang mengalami keluhan kesehatan berarti semakin rendah derajat kesehatan dari masyarakat yang bersangkutan. Pengetahuan mengenai derajat kesehatan suatu masyarakat dapat menjadi pertimbangan dalam pembangunan bidang kesehatan, yang bertujuan agar semua lapisan masyarakat memperoleh pelayanan kesehatan secara mudah, murah dan merata. Melalui upaya tersebut, diharapkan akan tercapai derajat kesehatan masyarakat yang lebih baik (Sirusa BPS, 2020).

2.11 Kerangka Konsep

Kerangka konsep penelitian adalah kerangka hubungan antara konsep yang ingin diamati atau diukur dan bertujuan untuk

menjelaskan bagaimana hubungan variabel dependen dengan variabel independen yang diduga mempengaruhi. Kerangka konsep untuk menentukan faktor-faktor yang diduga berpengaruh terhadap morbiditas pada penelitian ini merupakan kerangka konsep yang dimodifikasi dari beberapa teori dan penelitian terdahulu. Mengacu pada Lembaga Demografi UI (2010), faktor determinan morbiditas merupakan faktor sosial, ekonomi, dan budaya.

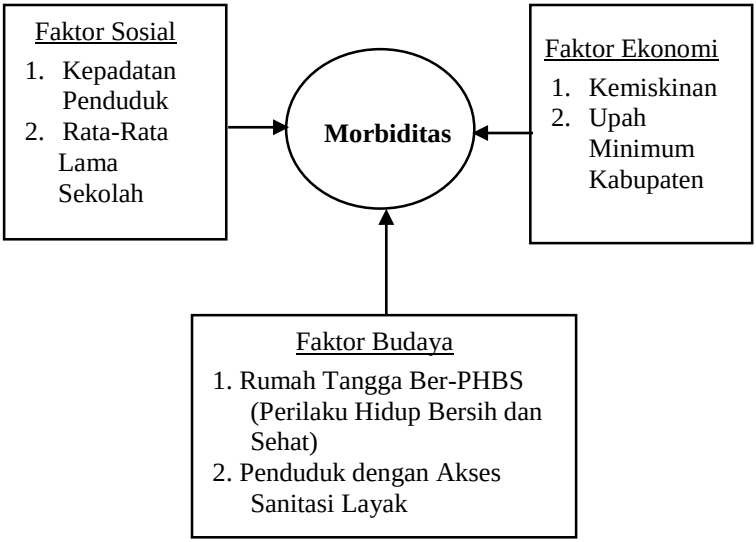
Faktor Sosial merupakan faktor yang lahir, tumbuh, dan berkembang dalam kehidupan bersama (Salim, 2002). Menurut Anderson dalam Muhazam (1995) faktor sosial meliputi pendidikan dan suku bangsa. Menurut Kusbiyantoro (2010) peningkatan pendidikan merupakan upaya mencegah morbiditas. Semakin tinggi tingkat pendidikan maka semakin luas pula pengetahuan seseorang tentang suatu penyakit sehingga dapat menerapkan pola hidup sehat dan menghindari faktor-faktor resiko penyebab penyakit. Pada tahun 2014, BPS menggunakan rata-rata lama sekolah sebagai indikator pendidikan. Selain itu, dalam penelitian ini faktor sosial juga diukur dari kepadatan penduduk. Kepadatan penduduk dapat mempengaruhi kualitas hidup penduduk. Menurut Budiarto & Anggraeni (2002) penduduk yang padat dapat menimbulkan berbagai permasalahan seperti ketersediaan air bersih, kebutuhan pangan, dan munculnya pemukiman kumuh sehinga kepadatan penduduk dapat meyebabkan potensi penyebaran penyakit semakin besar. Penelitian sebelumnya yang mendukung adalah penelitian oleh Wulandari (2017) yang menghasilkan kesimpulan bahwa rata-rata lama sekolah dan kepadatan penduduk berpengaruh signifikan terhadap morbiditas di Jawa Timur.

Faktor –faktor yang berkaitan dengan ekonomi antara lain laju pertumbuhan ekonomi, Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) per kapita, dan Upah Minimum Kabupaten (UMK). Berdasarkan penelitian Wulandari (2017) UMK mempunyai pengaruh signifikan terhadap morbiditas di Jawa Timur. Peningkatan UMK maka akan meningkatkan pendapatan penduduk yang secara tidak

langsung dapat meningkatkan daya beli dan meningkatkan taraf hidup masyarakat sehingga pemenuhan kebutuhan kesehatan dapat tercukupi dan terjamin. Selain itu, menurut penelitian Ardhiyanti (2013) menyatakan bahwa faktor kemiskinan berpengaruh signifikan terhadap morbiditas. Semakin tinggi angka kemiskinan di suatu wilayah, maka kemampuan daya beli masyarakat terhadap makanan bergizi akan semakin rendah, sehingga angka morbiditas akan semakin tinggi.

Faktor budaya merupakan faktor penentu yang paling mendasar dari segi keinginan dan perilaku seseorang karena kebudayaan menyangkut segala aspek kehidupan manusia. Menurut teori Dahlgren & Whitehead (1991) salah satu determinan kesehatan adalah perilaku dan gaya hidup individu yang meningkatkan ataupun merugikan kesehatan. Salah satu program yang dilakukan kementerian kesehatan dalam upaya untuk mengubah perilaku masyarakat agar mendukung peningkatan derajat kesehatan yaitu program pembinaan Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) (Kemenkes RI, 2011). Disamping perilaku dan gaya hidup, lingkungan juga merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap kesehatan masyarakat. Menurut Notoatmodjo (2003), lingkup kesehatan lingkungan mencakup perumahan, pembuangan kotoran (tinja), penyediaan air bersih, pembuangan sampah, dan pembuangan limbah.

Berdasarkan beberapa teori dan penelitian sebelumnya yang telah dijelaskan diatas, kerangka konsep dalam penelitian ini disajikan dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kerangka Konsep Variabel

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Laporan Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) Jawa Tengah, Badan Pusat Statistika Provinsi Jawa Tengah, dan Profil Kesehatan Provinsi Jawa Tengah tahun 2018. Data tersebut mengenai angka morbiditas dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya menurut kabupaten/kota di Jawa Tengah tahun 2018. Unit penelitian yang digunakan yaitu 35 kabupaten/kota di Jawa Tengah pada tahun 2018.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel respon yang digunakan pada penelitian ini adalah angka morbiditas di provinsi Jawa Tengah tahun 2018, sedangkan variabel prediktor yang diduga berpengaruh terhadap variabel respon diperoleh dari penelitian terdahulu dan disajikan salam Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Nama Variabel	Satuan
Y	Angka morbiditas	Persentase
x_1	Kepadatan penduduk	Jiwa/km^2
x_2	Persentase penduduk miskin	Persentase
x_3	Rata-Rata Lama Sekolah (RLS)	Tahun
x_4	Upah Minimum Kabupaten/Kota (UMK)	Ribu Rupiah
x_5	Persentase rumah tangga ber-PHBS	Persentase
x_6	Persentase penduduk dengan akses sanitasi layak	Persentase

Berikut ini merupakan definisi operasional dari masing-masing variabel yang digunakan dalam penelitian ini.

a. Angka Morbiditas

Angka kesakitan atau morbiditas merupakan persentase penduduk yang mengalami gangguan kesehatan dan terganggu aktifitasnya sehari-hari yang terjadi selama satu

bulan sebelum pencacahan. (BPS Jateng, 2018). Rumus untuk menghitung angka morbiditas adalah sebagai berikut (Sirusa BPS, 2020).

$$AM = \frac{JPKK}{JP} \times 100$$

Keterangan :
AM : angka morbiditas
JPKK : jumlah penduduk yang mengalami keluhan kesehtan dan terganggunya aktivitas
JP : jumlah penduduk

b. Kepadatan Penduduk per km^2
Kepadatan penduduk adalah banyaknya jumlah penduduk setiap kilometer persegi luas wilayah. Angka kepadatan penduduk diperoleh dari jumlah penduduk dibagi dengan luas wilayah (km^2). Semakin besar angka kepadatan penduduk menunjukkan bahwa semakin padat penduduk yang mendiami wilayah tersebut (Sirusa BPS, 2020).

c. Persentase Penduduk Miskin
Kemiskinan merupakan ketidakmampuan dari sisi ekonomi untuk memenuhi kebutuhan dasar makanan dan bukan makanan yang diukur dari sisi pengeluaran, sehingga penduduk miskin adalah adalah penduduk yang memiliki rata-rata pengeluaran perkapita perbulan dibawah garis kemiskinan. Persentase penduduk miskin diperoleh dari jumlah penduduk miskin dibagi dengan jumlah penduduk (Sirusa BPS, 2020).

d. Rata-Rata Lama Sekolah (RLS)
Rata-rata Lama Sekolah (RLS) didefinisikan sebagai jumlah tahun yang digunakan oleh penduduk dalam menjalani pendidikan formal. RLS dihitung untuk penduduk usia 25 tahun ke atas dengan asumsi pada umur 25 tahun proses pendidikan sudah berakhir. RLS dapat digunakan untuk

mengetahui kualitas pendidikan masyarakat dalam suatu wilayah (Sirusa BPS, 2020).

e. Upah Minimum Kabupaten/Kota (UMK)
Upah minimum adalah upah bulanan terendah yang terdiri dari upah pokok termasuk tunjangan tetap yang ditetapkan oleh pemerintah (Sirusa BPS, 2020). Penghitungan upah minimum didasarkan pada Kebutuhan Hidup Layak (KHL) dengan memperhatikan produktivitas dan pertumbuhan ekonomi. UMK adalah upah minimum yang berlaku di wilayah kabupaten/kota.

f. Persentase Rumah Tangga Ber-PHBS
Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) adalah sekumpulan perilaku yang dipraktikkan atas dasar kesadaran sebagai hasil pembelajaran, yang menjadikan seseorang, keluarga, kelompok atau masyarakat mampu menolong dirinya sendiri (mandiri) di bidang kesehatan dan berperan aktif dalam mewujudkan kesehatan masyarakat. Di tingkatan rumah tangga, terdapat 10 indikator yang dapat dijadikan acuan untuk mengenali keberhasilan dari PHBS yaitu persalinan ditolong oleh tenaga kesehatan, memberi bayi ASI eksklusif, menimbang balita setiap bulan, menggunakan air bersih, mencuci tangan dengan air bersih dan sabun, menggunakan jamban sehat (Stop Buang Air Besar Sembarangan/Stop BABS), membuang sampah di tempat sampah, memberantas jentik nyamuk, makan buah dan sayur setiap hari, melakukan aktivitas fisik setiap hari, tidak merokok di dalam rumah dan lain-lain (Kemenkes RI, 2011).

g. Persentase Penduduk dengan Akses Sanitasi Layak
Sanitasi layak adalah fasilitas sanitasi yang memenuhi syarat kesehatan, antara lain klosetnya menggunakan leher angsa atau plengsengan dengan tutup, tempat pembuangan akhir tinjanya menggunakan tanki septik (septic tank) atau Sistem Pengolahan Air Limbah (SPAL), dan fasilitas sanitasi tersebut digunakan oleh rumah tangga sendiri atau bersama dengan rumah tangga lain tertentu (Sirusa BPS, 2020).

3.3 Struktur Data

Struktur data yang digunakan dalam penenlitian ini sesuai dengan jumlah variabel, yaitu satu variabel respon dan enam variabel prediktor. Sedangkan jumlah kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat sebanyak 35 kabupaten/kota. Struktur data pada penelitian ini disajikan dalam Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian

Kab/Kota	Y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
1	y_1	$x_{1,1}$	$x_{2,1}$	$x_{3,1}$	$x_{4,1}$	$x_{5,1}$	$x_{6,1}$
2	y_2	$x_{1,2}$	$x_{2,2}$	$x_{3,2}$	$x_{4,2}$	$x_{5,2}$	$x_{6,2}$
3	y_3	$x_{1,3}$	$x_{2,3}$	$x_{3,3}$	$x_{4,3}$	$x_{5,3}$	$x_{6,3}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
35	y_{35}	$x_{1,35}$	$x_{2,35}$	$x_{3,35}$	$x_{4,35}$	$x_{5,35}$	$x_{6,35}$

3.4 Langkah Penelitian

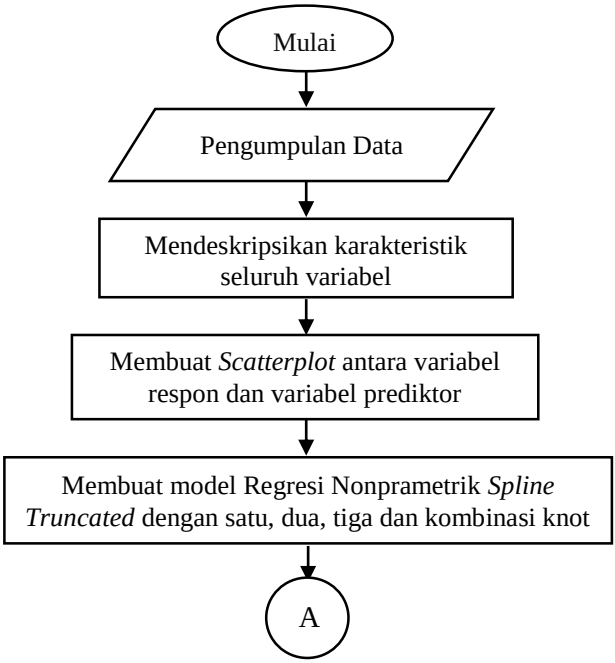
Metode analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah Regresi Nonparametrik *Spline Truncated*. Berikut adalah langkah-langkah analisis yang digunakan dalam melakukan penelitian ini.

1. Mendeskripsikan karakteristik data angka morbiditas di Provinsi Jawa Tengah beserta faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya.
2. Mengidentifikasi pola hubungan antara variabel respon dengan masing-masing variabel prediktor dengan menggunakan *scatterplot*.
3. Memodelkan angka morbiditas menggunakan metode Regresi Nonparametrik *Spline Truncated* dengan satu, dua, tiga, dan kombinasi knot.
4. Memilih titik knot optimal berdasarkan nilai GCV yang paling minimum.
5. Mendapatkan model regresi nonparametrik *spline truncated* terbaik dengan titik knot optimal.
6. Menguji signifikansi parameter model yang telah didapatkan secara serentak dan parsial.

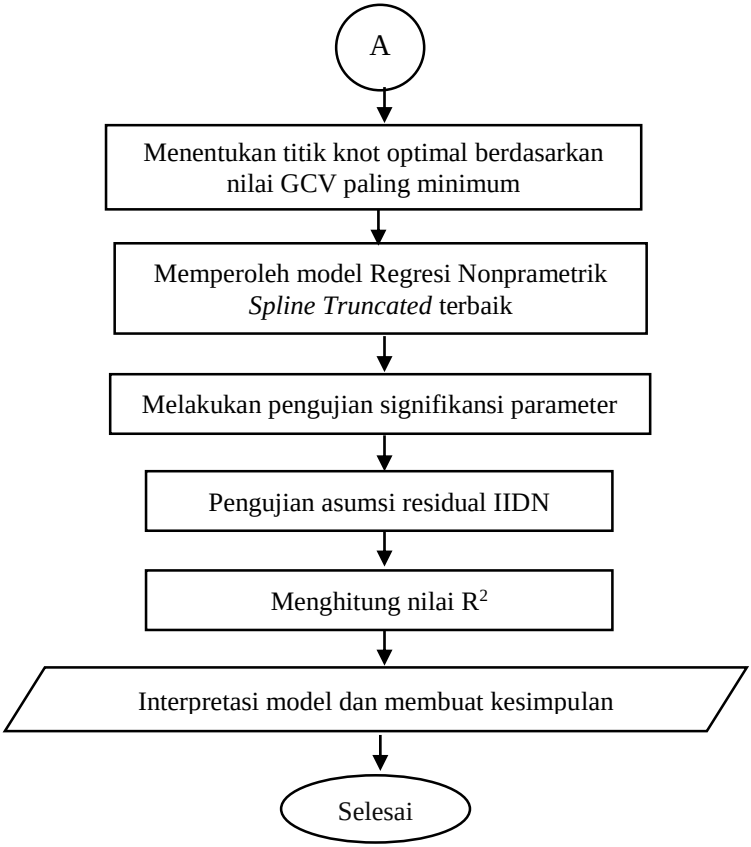
7. Melakukan uji asumsi residual identik, independen, dan berdistribusi normal (IIDN) dari model regresi nonparametrik *spline truncated*.
8. Menghitung nilai koefisien determinasi R^2
9. Menginterpretasikan model dan menarik kesimpulan.

3.5 Diagram Alir

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



Gambar 3.1 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir (Lanjutan)

BAB IV

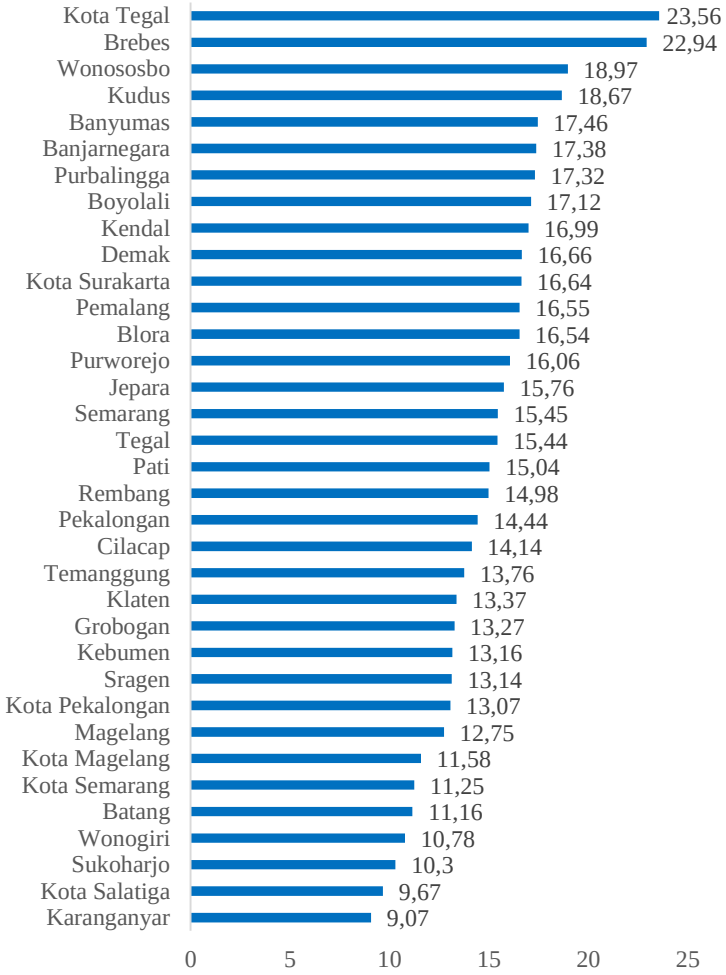
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis dan pembahasan pada bab ini meliputi gambaran umum mengenai karakteristik morbiditas di Provinsi Jawa Tengah beserta faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya. Selain itu akan dibahas mengenai pemodelan morbiditas menggunakan regresi nonparametrik *Spline Truncated* dengan satu, dua, tiga, dan kombinasi titik knot. Langkah-langkah pemodelan terdiri dari pemilihan titik knot optimal pada model, uji parameter model secara serentak dan parsial, pengujian asumi residual, serta interpretasi model. Berikut merupakan hasil analisis dan pembahasannya.

4.1 Karakteristik Morbiditas di Jawa Tengah dan Faktor-Faktor yang Diduga Memengaruhinya

Jawa Tengah merupakan salah satu provinsi dengan jumlah penduduk terbanyak setelah Jawa Barat dan Jawa Timur. Provinsi ini memiliki luas wilayah sebesar 32.800,69 km^2 dengan jumlah penduduk yang mencapai 34.490.835 jiwa pada tahun 2018 dan kepadatan penduduk sekitar 1060 jiwa untuk setiap kilometer persegi. Pada tahun 2018, angka morbiditas di Jawa Tengah mencapai 15,15 persen. Angka tersebut tertinggi di Pulau Jawa dan masih berada di atas rata-rata angka morbiditas nasional yang hanya mencapai 13,91 persen pada tahun 2018. Hal ini menunjukkan bahwa masih banyak penduduk Jawa Tengah yang mengalami keluhan kesehatan dan derajat kesehatan masyarakat Jawa Tengah masih tertinggal dibanding dengan provinsi-provinsi lainnya.

Provinsi Jawa Tengah terbagi ke dalam 35 kabupaten/kota yang terdiri dari 29 kabupaten dan 6 kota. Gambar 4.1 menampilkan angka morbiditas pada setiap kabupaten dan kota di Jawa Tengah pada tahun 2018.



Gambar 4.1 Diagram Batang Morbiditas Provinsi Jawa Tengah

Berdasarkan Gambar 4.1 diketahui bahwa angka morbiditas Provinsi Jawa Tengah tertinggi berada pada Kota Tegal yaitu sebesar 23,56. Hal ini berarti terdapat 24 penduduk dari 100 penduduk di Kota Tegal yang mengalami keluhan sakit. Tertinggi

kedua yaitu Kabupaten Brebes dengan morbiditas sebesar 22,94. Angka tersebut tidak terpaut terlalu jauh dengan Kota Tegal. Sedangkan angka morbiditas terendah berada di Kabupaten Karanganyar yaitu sebesar 9,07. Pada penelitian ini terdapat beberapa faktor yang diduga mempengaruhi angka morbiditas di Jawa Tengah. Berikut merupakan karakteristik morbiditas di Jawa Tengah dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya ditampilkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Karakteristik Morbiditas dan Faktor-Faktor yang DidugaBerpengaruh

Variabel	*Mean*	Varians	Min	Maks
Morbiditas (y)	14,984	10,919	9,07	23,56
Kepadatan Penduduk (x_1)	2057	6084230	480	11762
Persentase Penduduk Miskin (x_2)	10,901	12,827	4,14	17,58
Rata-Rata Lama Sekolah (x_3)	7,659	1,506	6,19	10,53
UMK (x_4)	1824,5	33894	1610	2498,6
PHBS (x_5)	78,93	93,09	59,69	97,25
Akses Sanitasi Layak (x_6)	86,33	193,09	58,20	108,70

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa variabel respon (y) yaitu morbiditas di Provinsi Jawa Tengah memiliki nilai rata-rata sebesar 14,984 dengan varians data sebesar 10,919. Morbiditas tertinggi yaitu 23,56 terdapat di Kota Tegal dan morbiditas terendah sebesar 9,07 pada Kabupaten Karanganyar.

Kepadatan Penduduk (x_1) merupakan angka yang menunjukkan rata-rata jumlah penduduk tiap 1 km^2, semakin besar angka kepadatan penduduk maka semakin padat penduduk yang mendiami wilayah tersebut. Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa rata-rata kepadatan penduduk di Jawa Tengah sebesar 2057 jiwa per km^2 artinya setiap luas 1 km^2 di Jawa Tengah rata-rata didiami sebanyak 2057 penduduk. Varians data kepadatan penduduk di Jawa Tengah sebesar 608.4230, angka tersebut menunjukkan bahwa keragaman kepadatan penduduk di Jawa Tengah masih cukup besar dan cenderung berbeda-beda disetiap Kabupaten/Kota dengan rentang angka antara 480 hingga 11762 jiwa per km^2. Kepadatan penduduk tertinggi berada di Kota Surakarta yaitu sebesar 11762 jiwa per km2 dan kepadatan

penduduk terendah berada di Kabupaten Blora yaitu sebesar 480 jiwa per km2.

Persentase penduduk miskin (x_2) merupakan persentase penduduk yang memiliki rata-rata pengeluaran perkapita perbulan dibawah garis kemiskinan. Berdasarkan Tabel 4.1 diketahui bahwa rata-rata persentase penduduk miskin di Jawa Tengah sebesar 10,901 yang artinya rata-rata jumlah penduduk di bawah garis kemisikinan adalah sebesar 10,901 persen dari keseluruhan total penduduk di Jawa Tengah. Varians data yang diperoleh sebesar 12,827 dengan rentang persentase antara 4,14 hingga 17,58 persen. Peresentase penduduk miskin tertinggi berada di Kabupaten Wonosobo yaitu sebesar 17,58 persen sedangkan persentase penduduk miskin terendah sebesar 4,14 persen berada di Kota Semarang.

Rata-rata lama sekolah (x_3) merupakan rata-rata jumlah tahun yang digunakan oleh penduduk dalam menjalani pendidikan formal. Rata-rata lama sekolah dapat digunakan untuk mengetahui kualitas pendidikan masyarakat dalam suatu wilayah. Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata lama sekolah di Jawa tengah memiliki rata-rata sebesar 7,659 yang artinya rata-rata penduduk Jawa Tengah yang berusia 25 tahun ke atas telah menempuh pendidikan selama 7,695 tahun atau hampir menamatkan kelas 2 SMP. Varians dari data sebesar 1,506 menunjukkan bahwa keragaman rata-rata lama sekolah di setiap Kabupaten/Kota di Jawa Tengah cukup kecil dengan rentang angka diantara 6,19 hingga 10,53 tahun. Kota Surakarta memiliki rata-rata lama sekolah tertinggi yaitu sebesar 10,53 tahun atau hampir menamatkan kelas 2 SMA sedangkan Kabupaten Brebes memiliki rata-rata lama sekolah terendah yaitu sebesar 6,19 tahun atau hampir menamatkan kelas 1 SMP.

Upah Minimum Kabupaten/Kota (x_4) merupakan upah bulanan terendah yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata UMK di Jawa Tengah yaitu sebesar 1824,5 ribu rupiah atau 1,8245 juta rupiah. Nilai varians data sebesar 33894 dengan rentang UMK diantara 1610

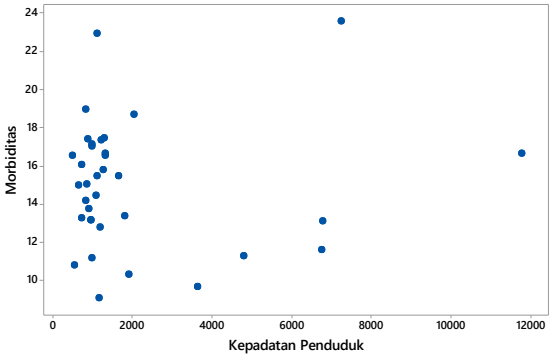
hingga 2498,6 ribu rupiah. UMK tertinggi berada di Kota Semarang yaitu sebesar 2,499 juta sedangkan UMK terendah sebesar 1,610 juta berada di Kabupaten Banjarnegara.

Persentase rumah tangga ber-PHBS (x_5) merupakan persentase rumah tangga di suatu yang memiliki Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS). Pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata PHBS di Jawa Tengah adalah sebesar 78,93 persen. Hal ini berarti rata-rata sebanyak 78,93 persen dari total penduduk di Jawa Tengah telah menerapkan perilaku hidup bersih dan sehat. Varians dari data PHBS mencapai 93,09, yang menunjukkan bahwa keberagaman PHBS di Jawa Tengah masih cukup besar dan cenderung berbeda-beda disetiap Kabupaten/Kota dengan rentang angka antara 59,69 hingga 97,25 persen. Persentase PHBS tertinggi berada di Kota Magelang yaitu sebesar 97,25 persen sedangkan PHBS terendah sebesar 59,69 persen berada di Kabupaten Brebes.

Persentase penduduk dengan akses sanitasi layak (x_6) merupakan persentas penduduk dengan akses fasilitas sanitasi yang memenuhi syarat kesehatan. Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata penduduk dengan akses sanitasi layak di Jawa Tengah adalah sebesar 86,33 persen. Hal ini berarti rata-rata sebanyak 86,33 persen dari total penduduk di Jawa Tengah telah memperoleh akses sanitasi layak. Varians dari data mencapai 193,09, yang menunjukkan bahwa keberagaman akses sanitasi layak di Jawa Tengah masih cukup besar dan cenderung berbeda-beda disetiap Kabupaten/Kota dengan rentang angka antara 58,20 hingga 108,70 persen. Persentase penduduk dengan akses sanitasi layak terendah berada di Kabupaten Wonosobo yaitu sebesar 58,20 persen sedangkan tertinggi sebesar 108,70 persen berada di Kabupaten Sragen. Angka persentase mencapai lebih dari 100 persen dikarenakan data yang diperoleh melebihi dari jumlah penduduk yang tercatat, hal ini dapat diakibatkan karena terjadinya migrasi atau adanya penduduk yang belum tercatat.

4.2 Analisis Pola Hubungan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhi Angka Morbiditas di Provinsi Jawa Tengah

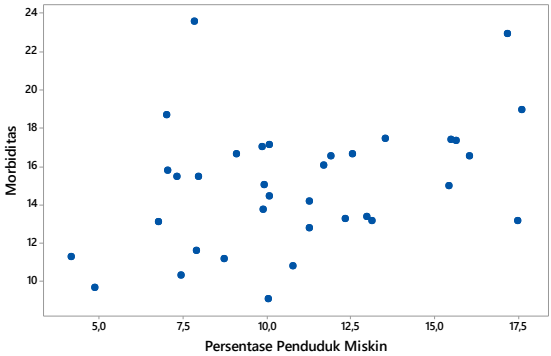
Sebelum melakukan pemodelan menggunakan regresi nonparamterik *spline truncated* maka langkah pertama yang dilakukan adalah mengindentifikasi pola hubungan antara variabel respon (angka morbiditas) dengan variabel prediktor yang diduga mempengaruhinya. Identifikasi pola hubungan antar variabel secara visual dapat dilakukan mengunakan *scatterplot*. Hasil *scatterplot* dapat menunjukan apakah pola hubungan antara variabel respon dan prediktor memiliki pola tertentu atau tidak. Apabila *scatterplot* membentuk suatu pola tertentu seperti linier, kuadratik, kubik atau pola lainnya maka model termasuk dalam komponen parametrik, sedangkan apabila *scatterplot* tidak menunjukkan pola tertentu maka model termasuk dalam komponen nonparametrik. Berikut merupakan *scatterplot* antara morbiditas dengan faktor-faktor yang diduga mempengaruhiya.



Gambar 4.2 *Scatterplot* Morbiditas dan Kepadatan Penduduk

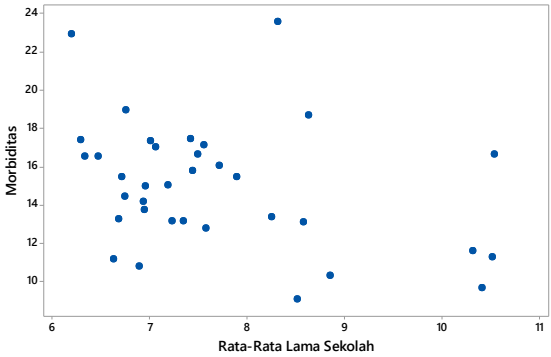
Kepadatan penduduk dapat mempengaruhi kualitas hidup penduduk, semakin tinggi kepadatan penduduk disuatu daerah dapat menimbulkan berbagai permasalahan seperti ketersediaan air bersih, kebutuhan pangan, dan munculnya pemukiman kumuh sehinga meyebabkan potensi penyebaran penyakit semakin besar.

Berdasarkan Gambar 4.2 menunjukkan bahwa hubungan antara morbiditas dan kepadatan penduduk tidak membentuk suatu pola tertentu sehingga kepadatan penduduk merupakan komponen nonparametrik.



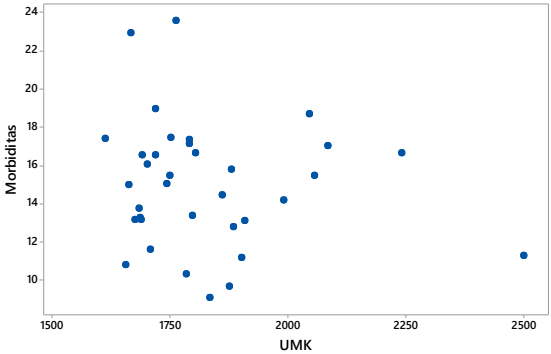
Gambar 4.3 *Scatterplot* Morbiditas dan Persentase Penduduk Miskin

Persentase penduduk miskin diduga dapat mempengaruhi morbiditas karena semakin tinggi angka kemiskinann disuatu wilayah, maka kemampuan daya beli masyarakat terhadap makanan bergizi akan semakin rendah sehingga tingkat kesehatan serta kesejahteraan masyarakat semakin rendah dan dapat mengakibatkan angka morbiditas semakin meningkat. Pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa hubungan antara morbiditas dan persentase penduduk miskin tidak membentuk suatu pola tertentu sehingga persentase penduduk miskin merupakan komponen nonparametrik.



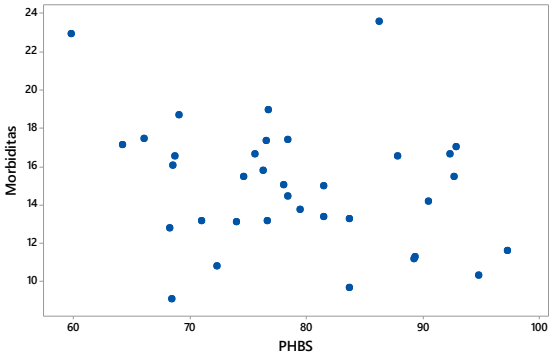
Gambar 4.4 *Scatterplot* Morbiditas dan Rata-Rata Lama Sekolah

Peningkatan pendidikan merupakan upaya mencegah morbiditas. Semakin tinggi tingkat pendidikan maka semakin luas pula pengetahuan seseorang tentang suatu penyakit sehingga dapat menerapkan pola hidup sehat dan menghindari faktor-faktor resiko penyebab penyakit. Berdasarkan Gambar 4.5 menunjukkan bahwa hubungan antara morbiditas dan rata-rata lama sekolah tidak membentuk suatu pola tertentu sehingga rata-rata lama sekolah merupakan komponen nonparametrik.



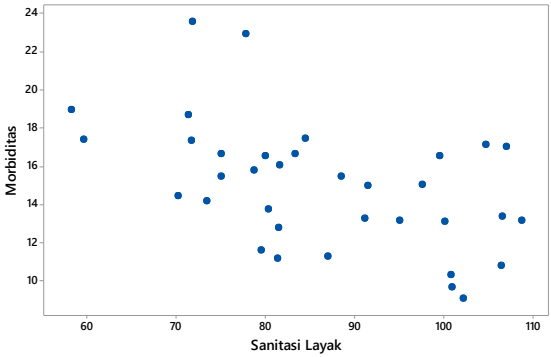
Gambar 4.5 *Scatterplot* Morbiditas dan Upah Minimum Kabupaten/Kota

Upah Minimum Kabupaten/Kota (UMK) diduga dapat mempengaruhi morbiditas. Peningkatan UMK akan meningkatkan pendapatan penduduk yang secara tidak langsung dapat meningkatkan daya beli dan meningkatkan taraf hidup masyarakat sehingga pemenuhan kebutuhan kesehatan dapat tercukupi dan terjamin. Gambar 4.6 menunjukkan bahwa hubungan antara morbiditas dan UMK tidak membentuk suatu pola tertentu sehingga UMK merupakan komponen nonparametrik.



Gambar 4.6 *Scatterplot* Morbiditas dan Persentase Rumah Tangga ber-PHBS

Program pembinaan Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) meupakan salah satu program yang dilakukan kementrian kesehatan dalam upaya untuk mengubah perilaku masyarakat agar mendukung peningkatan derajat kesehatan sehingga dapat menurunkan angka morbiditas. Gambar 4.7 menunjukkan bahwa hubungan antara morbiditas dan persentase rumah tangga ber-PHBS tidak membentuk suatu pola tertentu sehingga persentase rumah tangga ber-PHBS merupakan komponen nonparametrik.



Gambar 4.7 *Scatterplot* Morbiditas dan Persentase Penduduk dengan Akses Sanitasi Layak

Ketiadaan akses sanitasi layak merupakan salah satu penyebab munculnya berbagai persoalan kesehatan dalam masyarakat seperti stunting, diare, kolera dan penyakit infeksi lainnya sehingga dapat meningkatkan angka morbiditas. Gambar 4.7 menunjukkan bahwa hubungan antara morbiditas dan persentase penduduk dengan akses sanitasi layak tidak membentuk suatu pola tertentu sehingga persentase penduduk dengan akses sanitasi layak merupakan komponen nonparametrik.

4.3 Pemodelan Morbiditas di Provinsi Jawa Tengah

Hasil identifikasi pola hubungan antara variabel morbiditas dan variabel prediktor yang diduga mempengaruhinya menunjukkan bahwa keseluruhan variabel prediktor yaitu kepadatan penduduk, persentase penduduk miskin, rata-rata lama sekolah, UMK, persentase rumah tangga ber-PHBS, dan persentase penduduk dengan akses sanitasi layak tidak membentuk pola tertentu sehingga termasuk kedalam komponen nonparametrik. Oleh karena itu metode yang digunakan dalam pemodelan morbiditas pada penelitian ini adalah regresi nonparametrik *spline truncated* dengan satu, dua, tiga dan kombinasi titik knot.

4.3.1 Pemilihan Titik Knot Optimum

Titik knot merupakan titik perpaduan bersama dimana terjadi pola perubahan perilaku dari suatu fungsi pada selang yang berbeda. Untuk mendapatkan model regresi nonparametrik *spline truncated* terbaik maka diperlukan model yang memiliki titik knot optimal berdasarkan nilai *Generalized Cross Validation* (GCV) minimum. Berikut merupakan pemilihan titik knot optimal dengan satu, dua, tiga, dan kombinasi titik knot.

4.3.1.1 Pemilihan Titik Knot dengan Satu Titik Knot

Pemodelan morbiditas di Jawa Tengah dengan enam variabel prediktor yang diduga berpengaruh menggunakan metode regresi nonparametrik *spline truncated* dengan satu titik knot adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 \left(x_1 - K_1\right)_+ + \hat{\beta}_3 x_2 + \hat{\beta}_4 \left(x_2 - K_2\right)_+ +$$
$$\hat{\beta}_5 x_3 + \hat{\beta}_6 \left(x_3 - K_3\right)_+ + \hat{\beta}_7 x_4 + \hat{\beta}_8 \left(x_4 - K_4\right)_+ +$$
$$\hat{\beta}_9 x_5 + \hat{\beta}_{10} \left(x_5 - K_5\right)_+ + \hat{\beta}_{11} x_6 + \hat{\beta}_{12} \left(x_6 - K_6\right)_+$$

Tabel 4.2 merupakan sepuluh nilai GCV yang berada di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model regresi nonparametrik *spline truncated* dengan satu titik knot.

Tabel 4.2 Nilai GCV dengan Satu Titik Knot

Knot						GCV
x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	
710,245	**4,414**	**6,279**	**1628,134**	**60,457**	**59,231**	**8,708**
940,490	4,689	6,367	1646,269	61,223	60,261	9,401
1170,735	4,963	6,456	1664,403	61,990	61,292	9,370
1400,980	5,237	6,544	1682,538	62,756	62,322	10,021
1631,224	5,511	6,633	1700,672	63,523	63,353	10,061
5545,388	10,174	8,139	2008,958	76,554	80,873	8,831
5775,633	10,449	8,227	2027,092	77,320	81,904	9,055
6005,878	10,723	8,316	2045,227	78,087	82,935	9,359
6236,122	10,997	8,404	2063,361	78,853	83,965	9,756
6466,367	11,271	8,493	2081,495	79,620	84,996	10,124

*) Nilai GCV Minimum

Berdasarkan Tabel 4.2 menunjukkan bahwa nilai GCV paling minimum untuk model regresi nonparametrik spline truncated dengan satu titik knot adalah sebesar 8,708. Titik knot optimal untuk variabel kepadatan penduduk (x_1) berada pada titik knot 710,245; variabel persentase penduduk miskin (x_2) berapa pada titik knot 4,414; variabel rata-rata lama sekolah (x_3) berada pada titik knot 6,279; variabel UMK (x_4) berada pada titik knot 1628,134; variabel persentase rumah tangga ber-PHBS (x_5) berada pada titik knot 60,457 dan variabel persentase penduduk dengan akses sanitasi layak (x_6) berada pada titik knot 59,231. Berikut merupakan hasil pemodelan regresi nonparametrik *spline truncated* menggunakan satu titik knot dengan GCV yang paling minimum.

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 \left(x_1 - 710,245\right)_+ + \hat{\beta}_3 x_2 + \hat{\beta}_4 \left(x_2 - 4,414\right)_+ + \hat{\beta}_5 x_3 + \hat{\beta}_6 \left(x_3 - 6,279\right)_+ + \hat{\beta}_7 x_4 + \hat{\beta}_8 \left(x_4 - 1628,134\right)_+ + \hat{\beta}_9 x_5 + \hat{\beta}_{10} \left(x_5 - 60,457\right)_+ + \hat{\beta}_{11} x_6 + \hat{\beta}_{12} \left(x_6 - 59,231\right)_+$$

4.3.1.2 Pemilihan Titik Knot dengan Dua Titik Knot

Pemodelan morbiditas di Jawa Tengah dengan enam variabel prediktor yang diduga berpengaruh menggunakan metode regresi nonparametrik *spline truncated* dengan dua titik knot adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\hat{y} = {} & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 \left(x_1 - K_1\right)_+ + \hat{\beta}_3 \left(x_1 - K_2\right)_+ + \hat{\beta}_4 x_2 + \\ & \hat{\beta}_5 \left(x_2 - K_3\right)_+ + \hat{\beta}_6 \left(x_2 - K_4\right)_+ + \hat{\beta}_7 x_3 + \hat{\beta}_8 \left(x_3 - K_5\right)_+ + \\ & \hat{\beta}_9 \left(x_3 - K_6\right)_+ + \hat{\beta}_{10} x_4 + \hat{\beta}_{11} \left(x_4 - K_7\right)_+ + \hat{\beta}_{12} \left(x_4 - K_8\right)_+ + \\ & \hat{\beta}_{13} x_5 + \hat{\beta}_{14} \left(x_5 - K_9\right)_+ + \hat{\beta}_{15} \left(x_5 - K_{10}\right)_+ + \hat{\beta}_{16} x_6 + \\ & \hat{\beta}_{17} \left(x_6 - K_{11}\right)_+ + \hat{\beta}_{18} \left(x_6 - K_{12}\right)_+\end{aligned}$$

Berikut merupakan sepuluh nilai GCV yang berada di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model regresi nonparametrik *spline truncated* dengan dua titik knot.

Tabel 4.3 Nilai GCV dengan Dua Titik Knot

Knot						GCV
x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	
480,000	4,140	6,190	1610,000	59,690	58,200	7,281
4163,918	8,529	7,607	1900,151	71,954	74,690	
480,000	4,140	6,190	1610,000	59,690	58,200	7,125
4394,163	8,803	7,696	1918,285	72,721	75,720	
480,000	4,140	6,190	1610,000	59,690	58,200	7,268
4624,408	9,077	7,784	1936,420	73,488	76,751	
1170,735	4,963	6,456	1664,403	61,990	61,292	7,286
4394,163	8,803	7,696	1918,285	72,721	75,720	
1400,980	5,237	6,544	1682,538	62,756	62,322	7,244
4163,918	8,529	7,607	1900,151	71,954	74,690	
1400,980	5,237	6,544	1682,538	62,756	62,322	7,280
4394,163	8,803	7,696	1918,285	72,721	75,720	
1631,224	5,511	6,633	1700,672	63,523	63,353	7,230
4163,918	8,529	7,607	1900,151	71,954	74,690	
1631,224	5,511	6,633	1700,672	63,523	63,353	7,319
4394,163	8,803	7,696	1918,285	72,721	75,720	
1861,469	**5,786**	**6,721**	**1718,807**	**64,289**	**64,384**	**7,099**
4163,918	**8,529**	**7,607**	**1900,151**	**71,954**	**74,690**	
1861,469	5,786	6,721	1718,807	64,289	64,384	7,329
4394,163	8,803	7,696	1918,285	72,721	75,720	

*) Nilai GCV Minimum

Pada Tabel 4.3 diketahui bahwa nilai GCV yang paling minimum untuk model regresi nonparametrik spline truncated dengan dua titik knot adalah sebesar 7,099. Titik knot optimal untuk masing-masing variabel adalah sebagai berikut.

a) Vaiabel kepadatan penduduk (x_1)

K_1=1861,469 dan K_2=4163,918

b) Variabel persentase penduduk miskin (x_2)

K_1=5,786 dan K_2=8,529

c) Variabel rata-rata lama sekolah (x_3)

K_1=6,721 dan K_2=7,607

d) Variabel UMK (x_4)

K_1=1718,807 dan K_2=1900,151

e) Variabel persentase rumah tangga ber-PHBS (x_5)

K_1=64,289 dan K_2=71,954

f) Variabel persentase penduduk dengan akses sanitasi layak (x_6)

K_1=64,384 dan K_2=74,690

Sehinga diperoleh pemodelan regresi nonparametrik *spline truncated* dengan menggunakan dua titik knot sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\hat{y} = {} & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 (x_1 - 1861,469)_+ + \hat{\beta}_3 (x_1 - 4163,918)_+ + \hat{\beta}_4 x_2 + \\ & \hat{\beta}_5 (x_2 - 5,786)_+ + \hat{\beta}_6 (x_2 - 8,529)_+ + \hat{\beta}_7 x_3 + \hat{\beta}_8 (x_3 - 6,721)_+ + \\ & \hat{\beta}_9 (x_3 - 7,607)_+ + \hat{\beta}_{10} x_4 + \hat{\beta}_{11} (x_4 - 1718,807)_+ + \hat{\beta}_{12} (x_4 - 1900,151)_+ + \\ & \hat{\beta}_{13} x_5 + \hat{\beta}_{14} (x_5 - 64,289)_+ + \hat{\beta}_{15} (x_5 - 71,954)_+ + \hat{\beta}_{16} x_6 + \\ & \hat{\beta}_{17} (x_6 - 64,384)_+ + \hat{\beta}_{18} (x_6 - 74,690)_+\end{aligned}$$

4.3.1.3 Pemilihan Titik Knot dengan Tiga Titik Knot

Setelah dilakukan pemilihan titik knot optimum dengan satu dan dua titik knot, maka selanjutnya dilakukan pemilihan titik knot optimum dengan menggunakan tiga titik knot Pemodelan dengan tiga titik knot adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\hat{y} = {} & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 (x_1 - K_1)_+ + \hat{\beta}_3 (x_1 - K_2)_+ + \hat{\beta}_4 (x_1 - K_3)_+ + \\ & \hat{\beta}_5 x_2 + \hat{\beta}_6 (x_2 - K_4)_+ + \hat{\beta}_7 (x_2 - K_5)_+ + \hat{\beta}_8 (x_2 - K_6)_+ + \\ & \hat{\beta}_9 x_3 + \hat{\beta}_{10} (x_3 - K_7)_+ + \hat{\beta}_{11} (x_3 - K_8)_+ + \hat{\beta}_{12} (x_3 - K_9)_+ + \\ & \hat{\beta}_{13} x_4 + \hat{\beta}_{14} (x_4 - K_{10})_+ + \hat{\beta}_{15} (x_4 - K_{11})_+ + \hat{\beta}_{16} (x_4 - K_{12})_+ + \\ & \hat{\beta}_{17} x_5 + \hat{\beta}_{18} (x_5 - K_{13})_+ + \hat{\beta}_{19} (x_5 - K_{14})_+ + \hat{\beta}_{20} (x_5 - K_{15})_+ + \\ & \hat{\beta}_{21} x_6 + \hat{\beta}_{22} (x_6 - K_{16})_+ + \hat{\beta}_{23} (x_6 - K_{17})_+ + \hat{\beta}_{24} (x_6 - K_{18})_+\end{aligned}$$

Berikut merupakan sepuluh nilai GCV yang berada di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model regresi nonparametrik *spline truncated* dengan tiga titik knot.

Tabel 4.4 Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot

Knot						GCV
x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	
2091,714	6,060	6,810	1736,941	65,056	65,414	
4854,653	9,351	7,873	1954,554	74,254	77,782	2,285
6236,122	10,997	8,404	2063,361	78,853	83,965	
2091,714	6,060	6,810	1736,941	65,056	65,414	
4854,653	9,351	7,873	1954,554	74,254	77,782	2,114
6466,367	11,271	8,493	2081,495	79,620	84,996	
2321,959	**6,334**	**6,899**	**1755,076**	**65,822**	**66,445**	
4854,653	**9,351**	**7,873**	**1954,554**	**74,254**	**77,782**	**1,849**
6236,122	**10,997**	**8,404**	**2063,361**	**78,853**	**83,965**	
2321,959	6,334	6,899	1755,076	65,822	66,445	
4854,653	9,351	7,873	1954,554	74,254	77,782	1,858
6466,367	11,271	8,493	2081,495	79,620	84,996	
2321,959	6,334	6,899	1755,076	65,822	66,445	
5084,898	9,626	7,961	1972,689	75,021	78,812	1,853
6005,878	10,723	8,316	2045,227	78,087	82,935	
2321,959	6,334	6,899	1755,076	65,822	66,445	
5084,898	9,626	7,961	1972,689	75,021	78,812	2,025
6236,122	10,997	8,404	2063,361	78,853	83,965	
2552,204	6,609	6,987	1773,210	66,589	67,476	
4854,653	9,351	7,873	1954,554	74,254	77,782	2,105
6005,878	10,723	8,316	2045,227	78,087	82,935	
2552,204	6,609	6,987	1773,210	66,589	67,476	
4854,653	9,351	7,873	1954,554	74,254	77,782	1,876
6236,122	10,997	8,404	2063,361	78,853	83,965	
2552,204	6,609	6,987	1773,210	66,589	67,476	
4854,653	9,351	7,873	1954,554	74,254	77,782	2,131
6466,367	11,271	8,493	2081,495	79,620	84,996	
2552,204	6,609	6,987	1773,210	66,589	67,476	
5084,898	9,626	7,961	1972,689	75,021	78,812	1,946
6005,878	10,723	8,316	2045,227	78,087	82,935	

*) Nilai GCV Minimum

Berdasarkan Tabel 4.4 diketahui bahwa nilai GCV yang paling minimum untuk model regresi nonparametrik *spline truncated* dengan tiga titik knot adalah 1,849. Titik knot optimal untuk setiap variabel adalah sebagai berikut.

a) Variabel kepadatan penduduk (x_1)
   K_1=2321,959; K_2=4854,653 dan K_3=6236,122
b) Variabel persentase penduduk miskin (x_2)
   K_1=6,334; K_2=9,351 dan K_3=10,997
c) Variabel rata-rata lama sekolah (x_3)
   K_1=6,987; K_2=7,873 dan K_3=8,404
d) Variabel UMK (x_4)
   K_1=1755,076; K_2=1954,554, dan K_3=2063,361
e) Variabel persentase rumah tangga ber-PHBS (x_5)
   K_1=65,822; K_2=74,254 dan K_3=78,853
f) Variabel persentase penduduk dengan akses sanitasi layak (x_6)
   K_1=66,445; K_2=77,782dan K_3=83,965

Berikut merupakan hasil pemodelan regresi nonparametrik *spline truncated* menggunakan tiga titik knot berdasarkan GCV yang paling minimum.

$$\begin{aligned}\hat{y} = {} & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 (x_1 - 2321{,}959)_+ + \hat{\beta}_3 (x_1 - 4854{,}653)_+ + \hat{\beta}_4 (x_1 - 6236{,}122)_+ + \\ & \hat{\beta}_5 x_2 + \hat{\beta}_6 (x_2 - 6{,}334)_+ + \hat{\beta}_7 (x_2 - 9{,}351)_+ + \hat{\beta}_8 (x_2 - 10{,}997)_+ + \\ & \hat{\beta}_9 x_3 + \hat{\beta}_{10} (x_3 - 6{,}899)_+ + \hat{\beta}_{11} (x_3 - 7{,}873)_+ + \hat{\beta}_{12} (x_3 - 8{,}404)_+ + \\ & \hat{\beta}_{13} x_4 + \hat{\beta}_{14} (x_4 - 1755{,}076)_+ + \hat{\beta}_{15} (x_4 - 1954{,}554)_+ + \hat{\beta}_{16} (x_4 - 2063{,}361)_+ + \\ & \hat{\beta}_{17} x_5 + \hat{\beta}_{18} (x_5 - 65{,}822)_+ + \hat{\beta}_{19} (x_5 - 74{,}254)_+ + \hat{\beta}_{20} (x_5 - 78{,}853)_+ + \\ & \hat{\beta}_{21} x_6 + \hat{\beta}_{22} (x_6 - 66{,}445)_+ + \hat{\beta}_{23} (x_6 - 77{,}782)_+ + \hat{\beta}_{24} (x_6 - 83{,}965)_+\end{aligned}$$

4.3.1.4 Pemilihan Titik Knot dengan Kombinasi Titik Knot

Setelah dilakukan pemilihan titik knot optimum dengan satu, dua, dan tiga titik knot, maka selanjutnya dilakukan pemilihan titik knot optimum menggunakan kombinasi titik knot. Pemodelan menggunakan kombinasi titik knot perlu dilakukan karena kemungkinan terdapat perbedaan jumlah titik knot optimum pada setiap variabel. Berikut merupakan sepuluh nilai

GCV yang berada di sekitar nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik *spline truncated* dengan kombinasi titik knot.

Tabel 4.5 Nilai GCV dengan Kombinasi Titik Knot

Kombinasi Knot	**Knot**						**GCV**
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	
222333	1861,47 4163,92	5,79 8,53	6,72 7,61	1755,08 1954,55 2063,36	65,82 74,25 78,85	66,44 77,78 83,97	1,802
223333	1861,47 4163,92	5,79 8,53	6,90 7,87 8,40	1755,08 1954,55 2063,36	65,82 74,25 78,85	66,44 77,78 83,97	1,931
231333	1861,47 4163,92	6,33 9,35 11,00	6,28	1755,08 1954,55 2063,36	65,82 74,25 78,85	66,44 77,78 83,97	2,251
232333	**1861,47** **4163,92**	**6,33** **9,35** **11,00**	**6,72** **7,61**	**1755,08** **1954,55** **2063,36**	**65,82** **74,25** **78,85**	**66,44** **77,78** **83,97**	**1,190**
233333	1861,47 4163,92	6,33 9,35 11,00	6,90 7,87 8,40	1755,08 1954,55 2063,36	65,82 74,25 78,85	66,44 77,78 83,97	1,506
322333	2321,96 4854,65 6236,12	5,79 8,53	6,72 7,61	1755,08 1954,55 2063,36	65,82 74,25 78,85	66,44 77,78 83,97	2,087
323333	2321,96 4854,65 6236,12	5,79 8,53	6,90 7,87 8,40	1755,08 1954,55 2063,36	65,82 74,25 78,85	66,44 77,78 83,97	2,340
331333	2321,96 4854,65 6236,12	6,33 9,35 11,00	6,28	1755,08 1954,55 2063,36	65,82 74,25 78,85	66,44 77,78 83,97	2,208
332333	2321,96 4854,65 6236,12	6,33 9,35 11,00	6,72 7,61	1755,08 1954,55 2063,36	65,82 74,25 78,85	66,44 77,78 83,97	1,377
333333	2321,96 4854,65 6236,12	6,33 9,35 11,00	6,90 7,87 8,40	1755,08 1954,55 2063,36	65,82 74,25 78,85	66,44 77,78 83,97	1,849

*) Nilai GCV Minimum

Berdasarkan Tabel 4.5 menunjukkan bahwa nilai GCV yang paling minimum untuk pemodelan regresi nonparametrik *spline truncated* menggunakan kombinasi titik knot adalah sebesar 1,190 dengan kombinasi titik knot 2,3,2,3,3,3. Kombinasi titik knot 2,3,2,3,3,3 artinya terdapat dua titik knot pada variabel x_1 dan x_3, dan tiga titik knot pada variabel x_2 , x_4, x_5, serta x_6. Berikut adalah titik knot optimal pada masing-masing variabel.

a) Vaiabel kepadatan penduduk (x_1)
   K_1=1861,469 dan K_2=4163,918
b) Variabel persentase penduduk miskin (x_2)
   K_1=6,334; K_2=9,351 dan K_3=10,997
c) Variabel rata-rata lama sekolah (x_3)
   K_1=6,721 dan K_2=7,607
d) Variabel UMK (x_4)
   K_1=1755,076; K_2=1954,554 dan K_3=2063,361
e) Variabel persentase rumah tangga ber-PHBS (x_5)
   K_1=65,822; K_2=74,254 dan K_3=78,853
f) Variabel penduduk dengan akses sanitasi layak (x_6)
   K_1=66,445; K_2=77,782 dan K_3=83,965

Berikut hasil pemodelan regresi nonparametrik *Spline Truncated* menggunakan kombinasi titik knot dengan GCV yang paling minimum.

$$\begin{aligned}\hat{y} = {} & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 (x_1 - 1861{,}469)_+ + \hat{\beta}_3 (x_1 - 4163{,}918)_+ + \\ & \hat{\beta}_4 x_2 + \hat{\beta}_5 (x_2 - 6{,}334)_+ + \hat{\beta}_6 (x_2 - 9{,}351)_+ + \hat{\beta}_7 (x_2 - 10{,}997)_+ + \\ & \hat{\beta}_8 x_3 + \hat{\beta}_9 (x_3 - 6{,}721)_+ + \hat{\beta}_{10} (x_3 - 7{,}607)_+ \hat{\beta}_{11} x_4 + \\ & \hat{\beta}_{12} (x_4 - 1755{,}076)_+ + \hat{\beta}_{13} (x_4 - 1954{,}554)_+ + \hat{\beta}_{14} (x_4 - 2063{,}361)_+ + \\ & \hat{\beta}_{15} x_5 + \hat{\beta}_{16} (x_5 - 65{,}822)_+ + \hat{\beta}_{17} (x_5 - 74{,}254)_+ + \hat{\beta}_{18} (x_5 - 78{,}853)_+ + \\ & \hat{\beta}_{19} x_6 + \hat{\beta}_{20} (x_6 - 66{,}445)_+ + \hat{\beta}_{21} (x_6 - 77{,}782)_+ + \hat{\beta}_{22} (x_6 - 83{,}965)_+\end{aligned}$$

4.3.2 Pemilihan Model Terbaik

Model regresi nonparametrik *spline truncated* terbaik didapatkan dari model yang memiliki titik knot optimum. Titik knot optimum merupakan titik knot yang mempunyai nilai GCV minimum, sehingga pemilihan model terbaik dilakukan dengan

membandingkan hasil knot optimum yang diperoleh pada satu, dua, tiga serta kombinasi titik knot untuk mendapatkan model dengan GCV paling minimum. Berikut merupakan perbandingan nilai GCV dari masing-masing knot.

Tabel 4.6 Perbandingan Nilai GCV

Banyak Titik Knot	GCV Minimum
Satu Tititk Knot	8,708
Dua Titik Knot	7,099
Tiga Titik Knot	1,849
Kombinasi Titik Knot (2,3,2,3,3,3)	**1,190**

Berdasarkan Tabel 4.6 diperoleh bahwa nilai GCV yang paling minimum terdapat pada model *spline* dengan kombinasi titik knot 2,3,2,3,3,3. Oleh karena itu, model *spline* dengan kombinasi knot merupakan model regresi nonparametrik *spline truncated* terbaik untuk pemodelan morbiditas di Jawa Tengah. Berikut merupakan hasil estimasi parameter model regresi nonparametrik *spline truncated* terbaik menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS).

$$\begin{aligned}\hat{y} = &-0,0404 - 0,0036x_1 + 0,0044\left(x_1 - 1861,469\right)_+ + 0,0012\left(x_1 - 4163,918\right)_+ + \\ &0,0268x_2 - 2,8030\left(x_2 - 6,334\right)_+ + 4,2109\left(x_2 - 9,351\right)_+ - \\ &1,0739\left(x_2 - 10,997\right)_+ - 3,5865x_3 + 4,3523\left(x_3 - 6,721\right)_+ - \\ &3,5479\left(x_3 - 7,607\right)_+ + 0,0439x_4 - 0,0770\left(x_4 - 1755,076\right)_+ + \\ &0,1216\left(x_4 - 1954,554\right)_+ - 0,0981\left(x_4 - 2063,361\right)_+ - 0,2691x_5 - \\ &0,6070\left(x_5 - 65,822\right)_+ + 2,2625\left(x_5 - 74,254\right)_+ - 1,6201\left(x_5 - 78,853\right)_+ - \\ &0,0709x_6 + 0,0735\left(x_6 - 66,445\right)_+ - 0,6725\left(x_6 - 77,782\right)_+ + \\ &0,7656\left(x_6 - 83,965\right)_+\end{aligned}$$

4.3.3 Pengujian Signifikansi Parameter

Setelah diperoleh model regresi nonparametrik *spline truncated* terbaik, maka selanjutnya dilakukan pengujian signifikansi parameter model. Pengujian signifikansi parameter model regresi nonparametrik *spline truncated* ini dilakukan untuk

mengetahui variabel prediktor apa saja yang sigifikan berpengaruh terhadap morbiditas di Jawa Tengah. Pengujian ini terdiri dari pengujian secara serentak dan pengujian secara parsial atau individu. Apabila hasil pengujian serentak menghasilkan kesimpulan terdapat minimal satu parameter yang signifikan, maka dilanjutkan dengan pengujian parsial atau individu.

4.3.3.1 Pengujian Serentak

Pengujian parameter secara serentak dilakukan untuk mengetahui apakah secara keseluruhan variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap model. Hipotesis yang digunakan untuk pengujian ini adalah sebagai berikut.

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = ... = \beta_{22} = 0$

H_1 : Minimal terdapat satu $\beta_j \neq 0$, $j = 1,2,...,22$

Tabel 4.7 menampilkan hasil ANOVA dari model regresi nonparametrik *spline truncated* untuk pengujian parameter secara serentak.

Tabel 4.7 ANOVA Model Regresi *Spline Truncated*

Sumber Variasi	***df***	***SS***	***MS***	***F***	***P-Value***
Regresi	22	366,026	16,638	34,743	$9{,}559 \times 10^{-8}$
Error	12	5,746	0,479		
Total	34	371,773			

Berdasarkan Tabel 4.7 menunjukkan bahwa nilai statistik uji F_{hitung} sebesar 34,743 dengan *p-value* sebesar $9{,}559 \times 10^{-8}$. Nilai F_{hitung} (34,743) lebih besar dari $F_{(0,05;22;12)}$ (2,52) dan *p-value* < α(0,05) sehingga keputusan yang diperoleh adalah Tolak H_0. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat minimal satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap morbiditas di Jawa Tengah. Oleh karena itu dapat dilanjutkan untuk pengujian parameter secara parsial.

4.3.3.2 Pengujian Parsial

Pengujian parsial dilakukan untuk mengetahui variabel prediktor apa saja yang secara individu berpengaruh signifikan terhadap morbiditas di Jawa Tengah. Apabila terdapat minimal

satu parameter yang signifikan dari variabel prediktor, maka dapat dikatakan bahwa variabel tersebut memiliki pengaruh terhadap variabel respon. Berikut hipotesis untuk melakukan uji parameter secara parsial.

$H_0 : \beta_j = 0$

$H_1 : \beta_j \neq 0,\ j = 1,2,...,22$

Hasil pengujian parameter secara parsial ditampilkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Signifikansi Parameter Secara Parsial

Variabel	Parameter	Estimator	*T*	*P-value*	Keputusan
Konstan	β_0	-0,0404	-0,365	0,7213	Tidak Signifikan
x_1	β_1	-0,0036	-4,632	0,0006	Signifikan
	β_2	0,0044	5,121	0,0003	Signifikan
	β_3	0,0012	1,942	0,0759	Tidak Signifikan
x_2	β_4	0,0268	0,031	0,9758	Tidak Signifikan
	β_5	-2,803	-2,672	0,0204	Signifikan
	β_6	4,2109	5,822	$8,2x10^{-5}$	Signifikan
	β_7	-1,0739	-2,221	0,0464	Signifikan
x_3	β_8	-3,5865	-2,244	0,0445	Signifikan
	β_9	4,3523	2,144	0,0532	Tidak Signifikan
	β_{10}	-3,5479	-4,051	0,0016	Signifikan
x_4	β_{11}	0,0439	7,264	$10x10^{-6}$	Signifikan
	β_{12}	-0,077	-8,985	$1,1x10^{-6}$	Signifikan
	β_{13}	0,1216	12,392	$3,4x10^{-8}$	Signifikan
	β_{14}	-0,0981	-10,3	$2,6x10^{-7}$	Signifikan
x_5	β_{15}	-0,2691	-1,572	0,142	Tidak Signifikan
	β_{16}	-0,607	-2,677	0,0202	Signifikan
	β_{17}	2,2625	8,695	$1,6x10^{-6}$	Signifikan
	β_{18}	-1,6201	-8,164	$3,1x10^{-6}$	Signifikan

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Signifikansi Parameter Secara Parsial (Lanjutan)

Variabel	Parameter	Estimator	*T*	*P-value*	Keputusan
x_6	β_{19}	-0,0709	-0,524	0,61	Tidak Signifikan
	β_{20}	0,0735	0,321	0,7541	Tidak Signifikan
	β_{21}	-0,6725	-3,145	0,0085	Signifikan
	β_{22}	0,7656	5,202	0,0002	Signifikan

Berdasarkan Tabel 4.8 menunjukkan bahwa terdapat tujuh parameter yang tidak signifikan terhadap model karena nilai $\left|t_{hitung}\right| < t_{(0,025;22)}$ (2,07) dan *p-value* > α(0,05) yaitu parameter β_0, β_3, β_4, β_9, β_{15}, β_{19}, dan β_{20} Namun, keenam variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap morbiditas karena terdapat minimal satu parameter yang signifikan pada masing-masing variabel prediktor.

4.3.4 Pengujian Asumsi Residual

Residual hasil pemodelan menggunakan regresi nonparametrik *spline truncated* harus memenuhi tiga asumsi yaitu asumsi residual identik, independen, dan berdistribusi normal. Berikut merupakan hasil pengujian asumsi residual.

4.3.4.1 Asumsi Identik

Asumsi identik (homoskedastisitas) merupakan asumsi yang mengharuskan varians residual sama/identik dan tidak terjadi kasus heteroskedastisitas. Pengujian asumsi residual identik dilakukan menggunakan uji *Glejser* dengan hipotesis sebagai berikut.

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

H_1 : Minimal ada satu $\sigma_i^2 \neq \sigma^2$; $i = 1, 2, \ldots, 22$

Hasil pengujian asumsi identik dengan uji *Glejser* ditampilkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian *Glejser*

Sumber	Df	SS	MS	F_{hitung}	*P-value*
Regresi	22	0,899	0,041	0,425	0,960
Error	12	1,153	0,096		
Total	34	2,052			

Berdasarkan Tabel 4.9 diperoleh nilai statistik uji F_{hitung} sebesar 0,425 dengan *p-value* sebesar 0,960. Nilai F_{hitung} (0,425) < $F_{(0,05;22;12)}$ (2,52) dan *p-value* > α(0,05) sehingga keputusan yang diperoleh adalah Gagal Tolak H_0. Hal ini dapat diartikan bahwa residual telah memiliki varians yang sama/identik dan tidak terjadi kasus heteroskedastisitas sehingga residual telah memenuhi asumi identik.

4.3.4.2 Asumsi Independen

Asumsi independen merupakan asumsi yang mengharuskan antar residual tidak saling berkorelasi. Apabila terdapat korelasi antar residual maka akan terjadi autokorelasi. Uji yang digunakan untuk mendeteksi kasus autokorelasi adalah menggunakan *run test* dengan hipotesis sebagai berikut.

$\mathrm{H}_0 : \rho = 0$ (Residual independen atau tidak terjadi autokorealsi)

$\mathrm{H}_1 : \rho \neq 0$ (Residual dependen atau terjadi autokorelasi)

Residual pada penelitian ini memiliki jumlah r (banyaknya runtun) sebesar 23, n_1 (jumlah residual bernilai positif) sebanyak 19 dan n_2 (jumlah residual bernilai negatif) sebanyak 16. Sehingga diperoleh hasil pengujian dari statistik uji run test menggunakan persamaan 2.21 sebagai berikut.

$$Z = \frac{r - \left(1 + \frac{2n_1n_2}{n_1 + n_2}\right)}{\sqrt{\frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2(n_1 + n_2 - 1)}}} = \frac{23 - 18,37}{\sqrt{8,36}} = 1,60$$

Dengan menggunakan taraf signifikansi sebesar 5% diperoleh $Z_{(0,025)}$ = -1,96 dan $Z_{(1-0,025)}$ = 1,96. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai *Z* sebesar 1,60 dengan *p-value* = 0,1096. maka

keputusan yang diperoleh adalah gagal tolak H_0 karena $Z < Z_{(1-0,025)}$ dan *p-value* > α(0,05). Hal ini menunjukkan bahwa tidak terjadi autokorelasi pada model, sehingga asumsi residual independen telah terpenuhi.

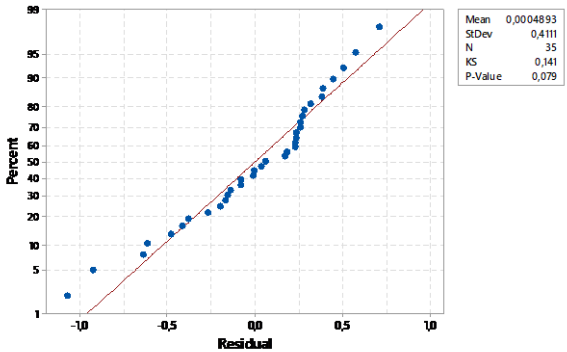
4.3.4.3 Asumsi Distribusi Normal

Asumsi normalitas merupakan asumsi yang mengharuskan residual dari model berdistribusi normal. Pengujian asumsi residual distribusi normal dilakukan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan hipotesis sebagai berikut.

$$\mathrm{H}_0 : F_n(\varepsilon) = F_0(\varepsilon)$$

$$\mathrm{H}_1 : F_n(\varepsilon) \neq F_0(\varepsilon)$$

Hasil pengujian asumsi distribusi normal menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov* ditunjukkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.8 Plot Normalitas Residual

Berdadarkan Gambar 4.9 menunjukkan bahwa penyebaran titik-titik residual berada di sekitar garis normalitas, sehingga secara visual dapat dikatakan residual berdistribusi normal. Selain itu pada Gambar 4.3 dapat diketahui *p-value* yang dihasilkan dari pengujian ini sebesar 0,079 Nilai *p-value* tersebut lebih besar dari α (0.05), sehingga keputusan yang diperoleh adalah Gagal Tolak H_0. Hal ini berarti residual berdistribusi normal dan asumsi normalitas residual telah terpenuhi.

4.3.5 Kebaikan Model (R^2)

Koefisien determinasi merupakan salah satu ukuran yang sering digunakan untuk mengetahui kebaikan suatu model dalam menjelaskan variabilitas dari variabel respon. Nilai koefisien determinasi yang dihasilkan model terbaik pada penelitian ini adalah sebesar 98,45 persen. Hal ini berarti keenam variabel dalam model regresi nonparametrik *spline truncated* dengan kombinasi titik knot (2,3,2,3,3,3) mampu menjelaskan variabilitas morbiditas di Jawa Tengah sebesar 98,45 persen sedangkan sisanya 1,55 persen dijelaskan oleh variabel-variabel lain diluar model. Nilai tersebut mendekati 100 persen , sehingga model sudah cukup baik.

4.3.6 Interpretasi Model *Spline* Terbaik

Beradasarkan hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya, diperoleh model regresi nonparametrik *spline* terbaik menggunakan kombinasi titik knot 2,3,2,3,3,3 dan memiliki koefisien determinasi sebesar 98,45 persen. Model regresi nonparametrik *spline* morbiditas di Jawa Tengah adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\hat{y} = &-0,0404 - 0,0036x_1 + 0,0044\left(x_1 - 1861,469\right)_+ + 0,0012\left(x_1 - 4163,918\right)_+ + \\ &0,0268x_2 - 2,8030\left(x_2 - 6,334\right)_+ + 4,2109\left(x_2 - 9,351\right)_+ - \\ &1,0739\left(x_2 - 10,997\right)_+ - 3,5865x_3 + 4,3523\left(x_3 - 6,721\right)_+ - \\ &3,5479\left(x_3 - 7,607\right)_+ + 0,0439x_4 - 0,0770\left(x_4 - 1755,076\right)_+ + \\ &0,1216\left(x_4 - 1954,554\right)_+ - 0,0981\left(x_4 - 2063,361\right)_+ - 0,2691x_5 - \\ &0,6070\left(x_5 - 65,822\right)_+ + 2,2625\left(x_5 - 74,254\right)_+ - 1,6201\left(x_5 - 78,853\right)_+ - \\ &0,0709x_6 + 0,0735\left(x_6 - 66,445\right)_+ - 0,6725\left(x_6 - 77,782\right)_+ + \\ &0,7656\left(x_6 - 83,965\right)_+\end{aligned}$$

Model regresi nonparametrik *spline* tersebut memiliki enam variabel yang signifikan terhadap morbiditas di Jawa Tengah yaitu kepadatan penduduk (x_1), persentase penduduk miskin (x_2), rata-rata lama sekolah (x_3), UMK (x_4), persentase rumah tangga ber-PHBS (x_5) dan persentase penduduk dengan akses sanitasi

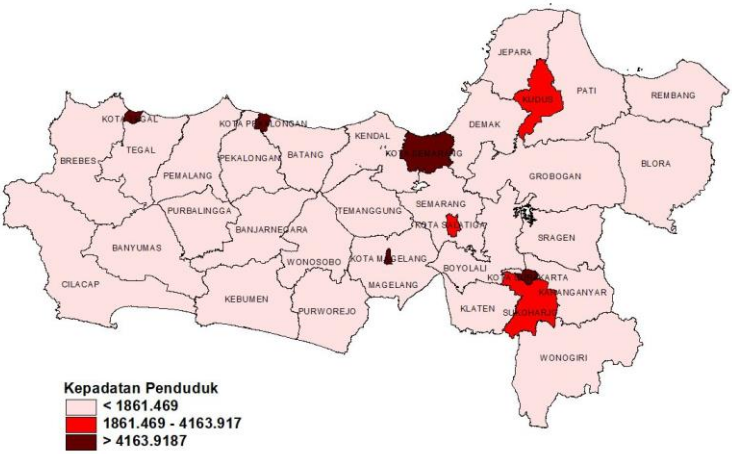
layak (x_6). Berikut adalah intepretasi model pada setiap variabel yang signifikan terhadap morbiditas di Provinsi Jawa Tengah.

1. Model Spline pada Variabel Kepadatan Penduduk (x_1)

Pengaruh variabel kepadatan penduduk (x_1) terhadap morbiditas di Jawa Tengah apabila variabel lain selain variabel x_1 diasumsikan konstan adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = -0,0036x_1 + 0,0044\left(x_1 - 1861,469\right)_+ + 0,0012\left(x_1 - 4163,918\right)_+$$
$$= \begin{cases} -0,0036x_1 & ; \quad x_1 < 1861,469 \\ 0,0008x_1 - 8,1905 & ; \quad 1861,469 \le x_1 < 4163,918 \\ 0,002x_1 - 13,1872 & ; \quad x_1 \ge 4163,918 \end{cases}$$

Variabel kepadatan penduduk memiliki dua titik knot optimum sehingga menghasilkan tiga interval, dimana untuk setiap interval memiliki interpretasi model yang berbeda. Berdasarkan persamaan model diatas, maka diketahui apabila kepadatan penduduk suatu kabupaten/kota di Jawa Tengah kurang dari 1861,469 jiwa per km^2 dan mengalami pertambahan satu satuan maka morbiditas akan turun sebesar 0,0036 persen. Terdapat 27 kabupaten/kota pada interval tersebut yaitu Kabupaten Cilacap, Banyumas, Purbalingga, Banjarnegara, Kebumen, Purworejo, Wonosobo, Magelang, Boyolali, Klaten, Wonogiri, Karanganyar, Sragen, Grobogan, Blora, Rembang, Pati, Jepara, Demak, Semarang, Temanggung, Kendal, Batang, Pekalongan, Pemalang, Tegal dan Brebes. Sedangkan apabila kabupaten/kota memiliki kepadatan penduduk pada interval 1861,469 hingga 4163,918 jiwa per km^2 dan bertambah satu satuan maka morbiditas akan mengalami kenaikan sebesar 0,0008 persen. Terdapat 3 kabupaten yang berada pada interval tersebut yaitu Sukoharjo, Kudus, dan Kota Salatiga. Secara visual pengelompokkan wilayah berdasarkan titik knot dapat dilihat melalui Gambar 4.10.



Gambar 4.9 Peta Persebaran Kepadatan Penduduk Berdasarkan Interval Titik Knot

Penjelasan mengenai hubungan yang tidak rasional antara kepadatan penduduk di interval kurang dari 1861,469 jiwa per km^2 terhadap angka morbiditas adalah dikarenakan kepadatan penduduk di daerah tersebut tergolong rendah dan tidak terlalu padat jika dibandingkan dengan daerah pada interval lainnya. Selain itu beberapa daerah yang termasuk dalam interval tersebut seperti Kabupaten Sragen, Kendal, Klaten, Wonogiri, Boyolali, dan Karanganyar tergolong dalam daerah dengan akses sanitasi layak serta Kabupaten Kendal, Tegal, Cilacap, Batang dan Pemalang tergolong dalam daerah dengan tingkat PHBS yang tinggi sehingga dapat menekan terjadinya penyakit. Oleh karena itu peningkatan kepadatan penduduk tidak terlalu berdampak pada peningkatan morbiditas di daerah tersebut.

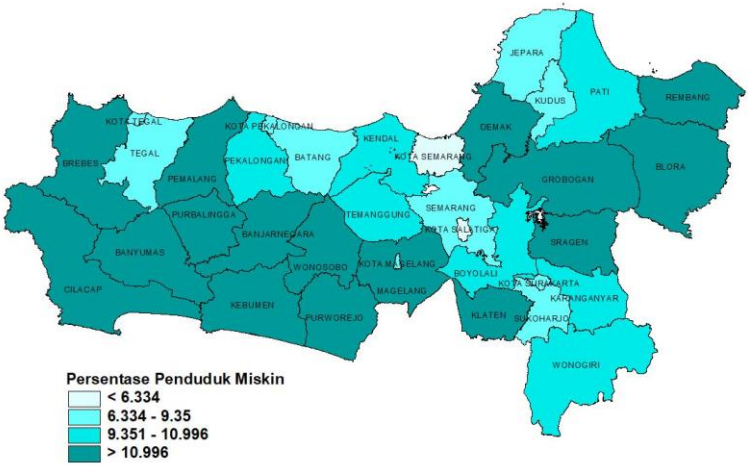
2. Model Spline pada Variabel Persentase Penduduk Miskin (x_2)

Pengaruh variabel persentase penduduk miskin (x_2) terhadap morbiditas di Jawa Tengah apabila variabel lain selain variabel x_2 diasumsikan konstan adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = 0,0268x_2 - 2,8030\left(x_2 - 6,334\right)_+ + 4,2109\left(x_2 - 9,351\right)_+ - 1,0739\left(x_2 - 10,997\right)_+$$

$$= \begin{cases} 0,0268x_2 & ; \quad x_2 < 6,334 \\ -2,7762x_2 + 17,7542 & ; \; 6,334 \le x_2 < 9,351 \\ 1,4347x_2 - 21,6219 & ; 9,351 \le x_2 < 10,997 \\ 0,3608x_2 - 9,8122 & ; \quad x_2 \ge 10,997 \end{cases}$$

Variabel persentase penduduk miskin memiliki tiga titik knot optimum sehingga menghasilkan empat interval dimana dapat diketahui apabila persentase penduduk miskin di kabupaten/kota berada pada interval 6,334 hingga 9,351 persen dan naik satu satuan maka morbiditas akan turun sebesar 2,776 persen. Terdapat 10 kabupaten/kota yang berada pada interval tersebut yaitu Sukoharjo, Kudus, Jepara, Semarang, Batang, Tegal, Kota Magelang, Kota Surakarta, Kota Pekalongan, dan Kota Tegal. Apabila kabupaten/kota memiliki peresentase penduduk miskin pada interval 9,351 hingga 10,997 persen dan naik satu satuan maka morbiditas akan naik sebesar 1,435 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval tersebut yaitu Boyolali, Wonogiri, Karanganyar, Pati, Temanggung, Kendal, dan Pekalongan. Sedangkan apabila kabupaten/kota memiliki persentase penduduk miskin lebih besar dari 10,997 persen dan bertambah satu satuan maka morbiditas akan mengalami kenaikan sebesar 0,361 persen. Terdapat 16 kabupaten/kota yang termasuk dalam interval tersebut yaitu Cilacap, Banyumas, Purbalingga, Banjarnegara, Kebumen, Purworejo, Wonosobo, Magelang, Klaten, Sragen, Grobogan, Blora, Rembang, Demak, Pemalang, dan Brebes. Secara visual pengelompokkan wilayah berdasarkan titik knot dapat dilihat melalui Gambar 4.11.



Gambar 4.10 Peta Persebaran Persentase Penduduk Miskin Berdasarkan Interval Titik Knot

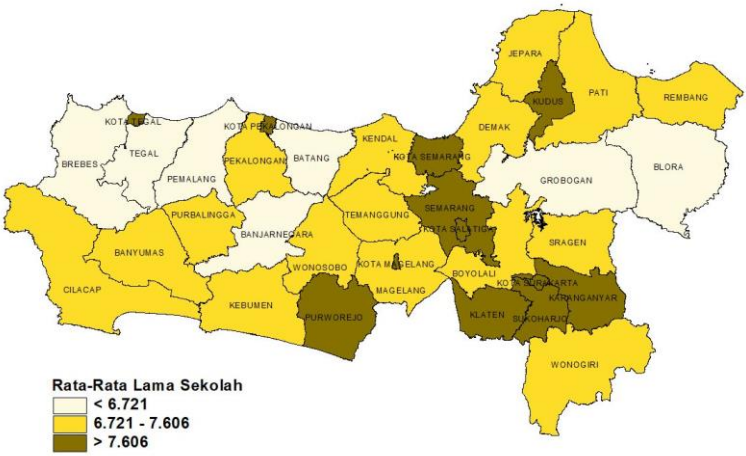
Penjelasan mengenai hubungan yang tidak rasional antara persentase penduduk miskin di interval 6,33 hingga 9,35 persen terhadap angka morbiditas adalah dikarenakan persentase penduduk miskin di daerah tersebut tergolong rendah dan merupakan daerah-daerah dengan perekonomian yang cukup maju seperti Kota Magelang, Kota Surakarta, Kota Tegal, serta Kabupaten Semarang sehingga pemenuhan kebutuhan kesehatan penduduknya dapat tercukupi dan terjamin. Kota Magelang sendiri pernah meraih predikat sebagai daerah yang memiliki daya saing tertinggi di Jawa Tengah diman salah satu faktor utama yang mendukung Kota Magelang menjadi peringkat pertama adalah aspek kesehatananya. Selain itu beberapa daerah dalam interval tersebut juga merupakan daerah dengan tingkat PHBS tinggi yaitu Kota Magelang, Kabupaten Sukoharjo, Kabupaten Tegal, Kota Surakarta, dan Kabupaten Batang sehingga dapat menekan terjadinya penyakit. Oleh karena itu peningkatan persentase penduduk miskin tidak terlalu berdampak pada peningkatan morbiditas di daerah tersebut.

3. Model *Spline* pada Variabel Rata-Rata Lama Sekolah (x_3)

Pengaruh variabel rata-rata lama sekolah (x_3) terhadap morbiditas di Jawa Tengah apabila variabel lain selain variabel x_3 diasumsikan konstan adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = -3,5865x_3 + 4,3523\left(x_3 - 6,721\right)_+ - 3,5479\left(x_3 - 7,607\right)_+$$
$$= \begin{cases} -3,5865x_3 & ; \quad x_3 < 6,721 \\ 0,7658x_3 - 29,2518; & 6,721 \le x_3 < 7,607 \\ -2,7821x_3 - 2,2629; & x_3 \ge 7,607 \end{cases}$$

Terdapat dua knot optimum pada variabel rata-rata lama sekolah, sehingga model menghasilkan tiga interval. Apabila rata-rata lama sekolah di kabupaten/kota kurang dari 6,721 tahun atau hampir menamatkan kelas 1 SMP dan naik satu satuan maka morbiditas akan mengalami penurunan sebesar 3,587 persen. Kabupaten yang berada pada interval tersebut yaitu Banjarnegara, Grobogan, Blora, Batang, Pemalang, Tegal dan Brebes. Sedangkan apabila suatu kabupaten/kota memiliki rata-rata lama sekolah yang lebih besar dari 7,607 tahun atau hampir menamatkan kelas 2 SMP dan bertambah satu satuan maka morbiditas akan turun sebesar 2,782 persen. Terdapat 12 wilayah yang berada pada interval tersebut yaitu Purworejo, Klaten, Sukoharjo, Karanganyar, Kudus, Semarang, Kota Magelang, Kota Surakarta, Kota Salatiga, Kota Semarang, Kota Pekalongan, dan Kota Tegal. Secara visual pengelompokkan wilayah berdasarkan titik knot dapat dilihat melalui Gambar 4.13.



Gambar 4.11 Peta Persebaran RLS Berdasarkan Interval Titik Knot

4. Model *Spline* pada Variabel UMK (x_4)

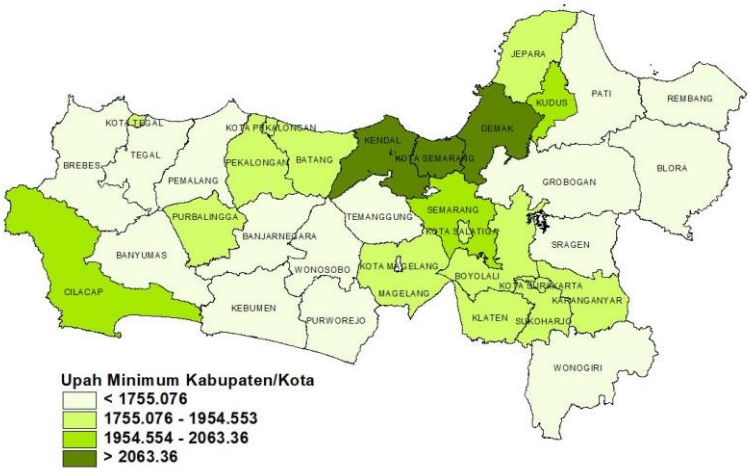
Pengaruh variabel UMK (x_4) terhadap morbiditas di Jawa Tengah apabila variabel lain selain variabel x_4 diasumsikan konstan adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = 0{,}0439x_4 - 0{,}0770\left(x_4 - 1755{,}076\right)_+ + 0{,}1216\left(x_4 - 1954{,}554\right)_+ - 0{,}0981\left(x_4 - 2063{,}361\right)_+$$

$$= \begin{cases} 0{,}0439x_4 & ; \quad x_4 < 1755{,}076 \\ -0{,}0331x_4 + 135{,}1409 & ; 1755{,}076 \le x_4 < 1954{,}554 \\ 0{,}0885x_4 - 102{,}5329 & ; 1954{,}554 \le x_4 < 2063{,}361 \\ -0{,}0099x_4 + 99{,}8828 & ; \quad x_4 \ge 2063{,}361 \end{cases}$$

Variabel UMK memiliki tiga titik knot optimum sehingga model menghasilkan empat interval. Pada interval pertama dapat diketahui bahwa apabila kabupaten/kota memiliki UMK kurang dari 1755,076 ribu dan naik satu satuan maka morbiditas akan mengalami kenaikan sebesar 0,044 persen. Terdapat 16 kabupaten/kota yang berada pada interval tersebut yaitu Banyumas, Banjarnegara, Kebumen, Purworejo, Wonosobo, Wonogiri, Sragen, Grobogan, Blora, Rembang, Pati, Temanggung,

Pemalang, Tegal, Brebes, dan Kota Magelang. Interval kedua menunjukkan apabila UMK di kabupaten/kota berada pada interval 1755,076 hingga 1954,554 ribu dan naik satu satuan maka morbiditas akan mengalami penurunan sebesar 0,033 persen. Terdapat 13 kabupaten/kota yang termasuk dalam interval kedua yaitu Purbalingga, Magelang, Boyolali, Klaten, Sukoharjo, Karanganyar, Jepara, Batang, Pekalongan, Kota Surakarta, Kota Salatiga, Kota Pekalongan, dan Kota Tegal. Pada interval ketiga menunjukkan bahwa apabila UMK suatu kabupaten/kota berada pada interval 1954,554 hingga 2063,361 ribu dan mengalami kenaikan satu satuan maka morbiditas akan naik sebesar 0,089 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ketiga yaitu Cilacap, Kudus, dan Semarang. Sedangkan pada interval keempat dapat diketahui bahwa apabila kabupaten/kota memiliki UMK lebih besar dari 2063,361 ribu dan naik satu satuan maka morbiditas akan turun sebesar 0,0099 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval keempat yaitu Demak, Kendal, dan Kota Semarang. Secara visual pengelompokkan wilayah berdasarkan titik knot dapat dilihat melalui Gambar 4.14.



Gambar 4.12 Peta Persebaran UMK Berdasarkan Interval Titik Knot

Penjelasan mengenai hubungan yang tidak rasional antara UMK di interval kurang dari 1755,076 ribu rupiah terhadap angka morbiditas adalah dikarenakan UMK di daerah tersebut tergolong rendah dan pesentase penduduk miskin di daerah tersebut masih tinggi. Beberapa daerah yang termasuk dalam interval tersebut seperti Kabupaten Wonosobo, Banjarnegara juga merupakan daerah dengan akses sanitasi terendah, selain itu Kabupaten Brebes, Banyumas, Purworejo, Blora, dan Kebumen juga merupakan daerah dengan tingkat PHBS rendah sehingga dapat meningkatkan morbiditas. Oleh karena itu peningkatan UMK pada daerah di interval tersebut tidak terlalu berdampak pada penurunan morbiditas. Sedangkan penjelasan tidak rasionalnya hubungan antara UMK pada interval 1954 hingga 2063 ribu rupiah terhadap angka morbiditas adalah dikarenakan daerah pada interval tersebut yaitu Kabupaten Semarang, Kudus dan Cilacap merupakan daerah dengan pertumbuhan perekonomian yang cukup tinggi sehingga banyak industri-industri besar yang didirikan di daerah tersebut. Namun keberadaan industri-industri besar tersebut apabila tidak diperhatikan dengan baik akan berdampak buruk terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat. Salah satunya yaitu kabupaten Cilacap dimana banyak laporan dari masyarakat yang menderita penyakit pernapasan akibat dampak dari keberadaan industri pertambangan. Selain itu Kabupaten Cilacap dan Kudus juga merupakan daerah dengan akses sanitasi layak yang masih rendah sehingga dapat meningkatkan morbiditas. Oleh karena itu peningkatan UMK pada daerah di interval tersebut tidak terlalu berdampak pada penurunan morbiditas

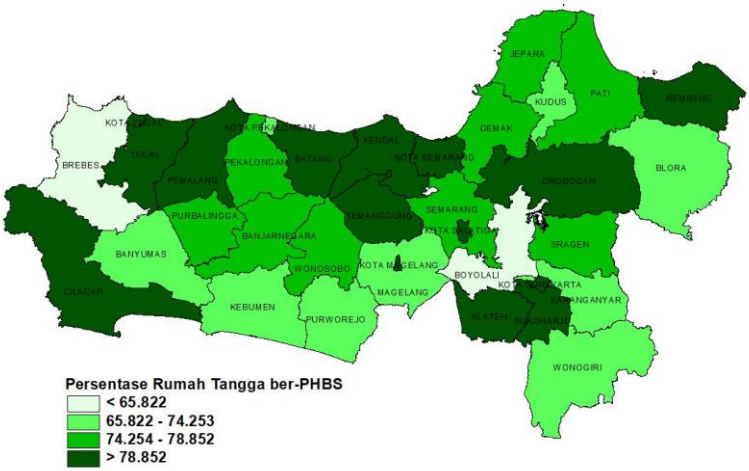
5. Model *Spline* pada Variabel Persentase Rumah Tangga er-PHBS (x_5)

Pengaruh variabel persentase rumah tangga ber-PHBS (x_5) terhadap morbiditas di Jawa Tengah apabila variabel lain selain variabel x_5 diasumsikan konstan adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = -0{,}2691x_5 - 0{,}6070\left(x_5 - 65{,}822\right)_+ + 2{,}2625\left(x_5 - 74{,}254\right)_+ - 1{,}6201\left(x_5 - 78{,}853\right)_+$$

$$= \begin{cases} -0{,}2691x_5 & ; \quad x_5 < 65{,}822 \\ -0{,}8761x_5 + 39{,}9540 & ; 65{,}822 \le x_5 < 74{,}254 \\ 1{,}3864x_5 - 128{,}0457 & ; 74{,}254 \le x_5 < 78{,}853 \\ -0{,}2337x_5 - 0{,}296 & ; \quad x_5 \ge 78{,}853 \end{cases}$$

Variabel persentase rumah tangga ber-PHBS memiliki tiga titik knot optimum sehingga model menghasilkan empat interval dimana apabila persentase rumah tangga ber-PHBS di kabupaten/kota berada pada interval 65,822 hingga 74,254 persen dan naik satu satuan maka morbiditas akan mengalami penurunan sebesar 0,876 persen. Terdapat 9 kabupaten/kota yang berada pada interval tersebut yaitu Banyumas, Kebumen, Purworejo, Magelang Wonogiri, Karanganyar, Blora, Kudus, dan Kota Pekalongan. Apabila suatu kabupaten/kota memiliki persentase rumah tangga ber-PHBS yang berada pada interval 74,254 hingga 78,853 persen dan bertambah satu satuan maka morbiditas akan naik sebesar 1,386 persen. Kabuaten/kota yang termasuk dalam interval tersebut yaitu Purbalingga, Banjarnegara, Wonosobo, Sragen, Pati, Jepara, Demak, Semarang, dan Pekalongan. Sedangkan apabila persentase rumah tangga ber-PHBS di kabupaten/kota lebih besar dari 78,853 persen dan naik satu satuan maka morbiditas akan mengalami penurunan sebesar 0,234 persen. Terdapat 15 wilayah yang berada pada interval tersebut yaitu Cilacap, Klaten, Sukoharjo, Grobogan, Rembang, Temanggung, Kendal, Batang, Pemalang, Tegal, Kota Magelang, Kota Surakarta, Kota Salatiga, kota Semarang, dan Kota Tegal. Secara visual pengelompokkan wilayah berdasarkan titik knot dapat dilihat melalui Gambar 4.15.



Gambar 4.13 Peta Persebaran PHBS Berdasarkan Interval Titik Knot

Penjelasan mengenai hubungan yang tidak rasional antara persentase rumah tangga ber-PHBS di interval 74,25 hingga 78,85 persen terhadap angka morbiditas adalah dikarenakan beberapa daerah yang termasuk dalam interval tersebut seperti Kabupaten Wonosobo, Purbalingga, Sragen, dan Demak merupakan daerah dengan persentase penduduk miskin tertinggi yang artinya masih banyak penduduk yang tidak mampu memenuhi kebutuhan makanan bergizi serta kebutuhan kesehatan lainnya sehingga dapat meningkatkan morbiditas. Selain itu Kabupaten Wonosobo, Banjarnegara, dan Pekalongan juga merupakan daerah dengan akses sanitasi layak terendah dimana telah dijelaskan sebelumnya bahwa ketiadaan akses sanitasi layak dapat mengakibatkan munculnya berbagai persoalan kesehatan dalam masyarakat seperti stunting, diare, kolera dan penyakit infeksi lainnya sehingga dapat meningkatkan angka morbiditas. Oleh karena itu peningkatan PHBS tidak terlalu berdampak pada penurunan morbiditas di daerah tersebut.

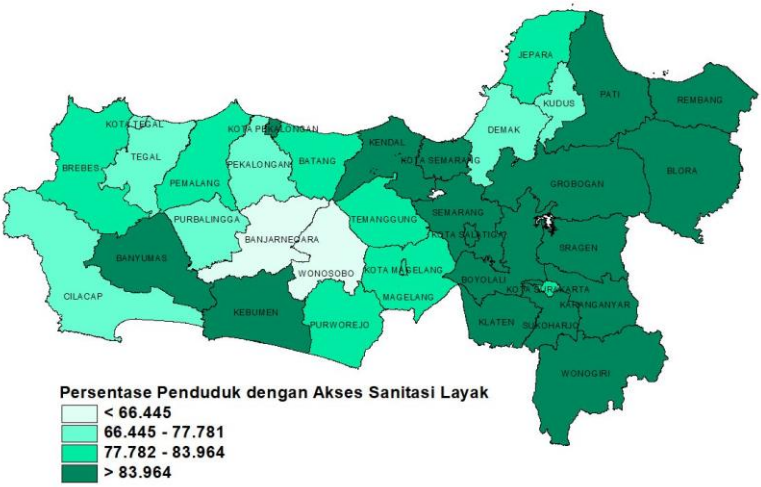
6. Model *Spline* pada Variabel Persentase Penduduk dengan Akses Sanitasi Layak (x_6)

Pengaruh variabel persentase penduduk dengan akses sanitasi layak (x_6) terhadap morbiditas di Jawa Tengah apabila variabel lain selain variabel x_6 diasumsikan konstan adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = -0{,}0709x_6 + 0{,}0735\left(x_6 - 66{,}445\right)_+ - 0{,}6725\left(x_6 - 77{,}782\right)_+ + 0{,}7656\left(x_6 - 83{,}965\right)_+$$

$$= \begin{cases} -0{,}0709x_6 & ; \quad x_6 < 66{,}445 \\ 0{,}0026x_6 - 4{,}8837 & ; 66{,}445 \le x_6 < 77{,}782 \\ -0{,}6699x_6 + 47{,}4247 & ; 77{,}782 \le x_6 < 83{,}965 \\ 0{,}0957x_6 - 16{,}8589 & ; \quad x_6 \ge 83{,}965 \end{cases}$$

Variabel persentase penduduk dengan akses sanitasi layak memiliki tiga titik knot optimum sehingga model menghasilkan empat interval dimana apabila persentase penduduk dengan akses sanitasi layak di kabupaten/kota berada pada interval 77,782 hingga 83,965 persen dan naik satu satuan maka morbiditas akan mengalami penurunan sebesar 0,67 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval tersebut yaitu Purworejo, Magelang, Jepara, Temanggung, Batang, Pemalang, Brebes, Kota Magelang, dan Kota Surakarta. Sedangkan apabila suatu kabupaten/kota memiliki persentase penduduk dengan akses sanitasi layak lebih besar dari 83,965 persen dan bertambah satu satuan maka morbiditas akan naik sebesar 0,096 persen. Terdapat 17 kabupaten/kota yang berada pada interval tersebut yaitu Banyumas, Kebumen, Botolali, Klaten, Sukoharjo, Wonogiri, Karanganyar, Sragen, Grobogan, Blora, Rembang, Pati, Semarang, Kendal, Kota Salatiga, Kota Semarang, dan Kota Pekalongan. Secara visual pengelompokkan wilayah berdasarkan titik knot dapat dilihat melalui Gambar 4.15.



Gambar 4.14 Peta Persebaran Sanitasi Layak Berdasarkan Interval Titik Knot

Penjelasan mengenai hubungan yang tidak rasional antara persentase penduduk dengan akses sanitasi layak di interval lebih dari 83,95 persen terhadap angka morbiditas adalah dikarenakan beberapa daerah yang termasuk dalam interval tersebut seperti Kabupaten Kebumen, Rembang, Banyumas, Sragen, dan Klaten tergolong kedalam daerah dengan persentase penduduk miskin yang tinggi dimana masih banyak penduduk yang tidak mampu memenuhi kebutuhan makanan bergizi serta kebutuhan kesehatan lainnya sehingga dapat meningkatkan morbiditas. Selain itu Kabupaten Banyumas juga merupakan daerah dengan tingkat PHBS yang rendah dimana masih banyak penduduk yang belum menerapkan perilaku hidup bersih dan sehat. Beberapa daerah pada interval tersebut juga merupakan daerah dengan kepadatan penduduk tinggi seperti Kota Salatiga, Kota Semarang, dan Kota Pekalongan sehingga potensi penyebaran penyakit di daerah tersebut semakin tinggi. Oleh karena itu peningkatan persentase penduduk dengan akses sanitasi layak tidak terlalu berdampak pada penurunan morbiditas di daerah tersebut.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada Tahun 2018, morbiditas di Provinsi Jawa Tengah memiliki nilai rata-rata sebesar 14,984 yang menunjukkan bahwa dari 100 peduduk Jawa tengah rata-rata terdapat 15 penduduk yang mengalami keluhan sakit. Morbiditas tertinggi terdapat di kota Tegal yaitu sebesar 23,56, sedangkan morbiditas terendah terdapat di Kabupaten Karanganyar yaitu sebesar 9,07.
2. Model regresi nonparametrik spline truncated terbaik untuk memodelkan morbiditas di Jawa Tengah adalah model dengan kombinasi titik knot 2,3,2,3,3,3. Berikut merupakan hasil pemodelan yang didapatkan.

$$\begin{aligned}\hat{y} = &-0,0404 - 0,0036x_1 + 0,0044(x_1 - 1861,469)_+ + 0,0012(x_1 - 4163,918)_+ + \\ &0,0268x_2 - 2,8030(x_2 - 6,334)_+ + 4,2109(x_2 - 9,351)_+ - \\ &1,0739(x_2 - 10,997)_+ - 3,5865x_3 + 4,3523(x_3 - 6,721)_+ - \\ &3,5479(x_3 - 7,607)_+ + 0,0439x_4 - 0,0770(x_4 - 1755,076)_+ + \\ &0,1216(x_4 - 1954,554)_+ - 0,0981(x_4 - 2063,361)_+ - 0,2691x_5 - \\ &0,6070(x_5 - 65,822)_+ + 2,2625(x_5 - 74,254)_+ - 1,6201(x_5 - 78,853)_+ - \\ &0,0709x_6 + 0,0735(x_6 - 66,445)_+ - 0,6725(x_6 - 77,782)_+ + \\ &0,7656(x_6 - 83,965)_+\end{aligned}$$

Model tersebut memiliki nilai koefisien determinasi sebesar 98,45 persen dan seluruh variabel prediktor yaitu kepadatan penduduk (x_1), persentase penduduk miskin (x_2), rata-rata lama sekolah (x_3), UMK (x_4), persentase rumah tangga ber-PHBS (x_5), dan persentase penduduk dengan akses sanitasi layak (x_6) berpengaruh signifikan terhadap morbiditas di Jawa Tengah.

5.2 Saran

Saran yang dapat direkomendasikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebaiknya menambah jumlah variabel prediktor serta mempertimbangkan dan memperhatikan dalam pemilihan variabel yang akan digunakan sehingga diharapkan mendapatkan model yang lebih baik. Adapun saran bagi pemerintah untuk memperhatikan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap morbiditas di Jawa Tengah terutama faktor-faktor yang memiliki pengaruh paling besar yaitu variabel rata-rata lama sekolah, persentase penduduk miskin serta persentase rumah tangga ber-PHBS. Maka pemerintah sebaiknya meningkatkan kualitas pendidikan masyarakat salah satunya dengan menerapkan program pendidikan gratis. Mempercepat pengentasan kemiskian dengan memaksimalkan potensi UMKM, meningkatkan lapangan pekerjaan dan memaksimalkan alokasi APBD untuk mengurangi beban masyarakat. Serta pemerintah sebaiknya melakukan penyuluhan perilaku hidup bersih dan sehat kepada masyarakat guna menurunkan angka morbiditas di Jawa Tengah.

DAFTAR PUSTAKA

Anorital. (2015). Morbiditas dan Multi Morbiditas Pada Kelompok Lanjut Usia di Indonesia . *Jurnal Biotek Medisiana Indonesia* .

Ardhiyanti, N. (2016). Trend Angka Morbiditas di Provinsi Bali. *Jurnal Ekonomi Kuantitatif Terapan Vol.9 No.2*, 108-125.

Badan Pusat Statistik Jawa Tengah. (2018). *Statistik Kesejahteraan Rakyat Provinsi Jawa Tengah 2018.* Jawa Tengah: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah.

Badan Pusat Statistik RI. (2018). *Statistik Kesejahteraan Rakyat 2018.* Jakarta: Badan Pusat Statistik RI.

Budiantara, I. N. (2005). Model Keluarga Spline Polinomial Truncated dalam Regresi Semiparametrik. *Berkala Ilmiah MIPA,15(3),* 55-61.

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

Budiantara, I. N. (2019). *Regresi Nonparametrik Spline Truncated.* Surabaya: ITS Press.

Budiarto, E., & Anggraeni, D. (2002). *Pengantar Epidemiologi Edisi 2.* Jakarta: EGC.

Dahlgren, G., & Whitehead , M. (1991). The Main Determinants of Health" Model, Version Accessible. *European strategies for tackling social inequities in health: Levelling up Part*, 2.

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

Draper, N. R., & Smith, H. (1998). *Applied Regression and Spline Smoothing (3rd Edition)* . New York: John Wiley and Sons Inc.

Eubank, R. L. (1999). *Nonparametric Regression and Spline Smoothing (2ND ed.).* New York: Marcel Dekker Inc.

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

Hanum, D. (2013). *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Morbiditas Penduduk Jawa Timur dengan Multivariate Geographically Weighted Regression(MGWR)* . Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember .

Hardle, W. (1990). *Applied Nonparametric Regression*. New York: Cambridge University Press.

Huitema, B., McKean, J., & Zhao, J. (1996). The Runs Test for Autocorrelated Errors: Unacceptable Properties. *Journal of Educational and Behavioral Statistics, 21(4)*, 390-404.

International Conference on Public Health. (2020). *Sustainable Development Goals*. Retrieved from https://theicph. com/id_ID/id_ID/icph/sustainable-development-goals/

International NGO Forum on Indonesian Development. (2017). *SDGs Tujuan 03*. Retrieved from https://www.sdg 2030indonesia.org/page/11-tujuan-tiga

Kardjati, S., Alisjahbana, A., & Kursin, J. (1985). *Aspek Kesehatan dan Gizi Anak Balita.* Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.

Kemenkes RI. (2010). *Profil Kesehatan Indonesia 2009.* Jakarta: Kementrian Kesehatan Republik Indonesia.

Kemenkes RI. (2011). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor: 2269/MENKES/PER/XI/2011 Pedoman pembinaan perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS).* Jakarta: Kementrian Kesehatan RI.

Kusbiyantoro. (2010). Strategi Mempertahankan Cakupan Pneumonia untuk Menurunkan Angka Kesakitan dan Kematian Balita di Kabupaten Kebumen (Suatu Best Practice). *Kementerian Kesehatan RI, Buletin Jendela Epidemiologi: Pneumonia Balita, Volume 3* , 27-36.

Lembaga Demografi UI. (2010). *Dasar-Dasar Demografi*. Jakarta: Salemba Empat.

Muhazam, F. (1995). *Memperkenalkan Sosiologi Kesehatan.* Jakarta: UI Press.

Notoatmodjo, S. (2003). *Ilmu Kesehatan Masyarakat (Prinsip-Prinsip Dasar).* Jakarta: PT Rineka Cipta.

Notoatmodjo, S. (2003). *Ilmu Kesehatan Masyarakat (Prinsip-Prinsip Dasar).* Jakarta: PT Rineka Cipta.

Salim, A. (2002). *Perubahan sosial : Sketsa Teori dan Refleksi Metodologi Kasus Indonesia.* Yogyakarta: Tiara Wacana.

Sirusa BPS. (2020). *Angka Kesakitan/Morbiditas/Persentase Penduduk Yang Mempunyai Keluhan Kesehatan*. Retrieved from https://sirusa.bps.go.id/sirusa/index.php/indikator/16

Sirusa BPS. (2020). *Kepadatan Penduduk*. Retrieved from https://sirusa.bps.go.id/sirusa/index.php/indikator/85

Sirusa BPS. (2020). *Penerapan Upah Minimum Regional (UMR)*. Retrieved from https://sirusa.bps.go.id/sirusa/index.php/variabel/7694

Sirusa BPS. (2020). *Persentase Penduduk Miskin (Headcount Index/P0)*. Retrieved from https://sirusa.bps.go.id/sirusa/index.php/indikator/18

Sirusa BPS. (2020). *Rata-rata Lama Sekolah (MYS)*. Retrieved from https://sirusa.bps.go.id/sirusa/index.php/indikator/572

Sirusa BPS. (n.d.). *Sanitasi Layak*. Retrieved from https://sirusa.bps.go.id/sirusa/index.php/variabel/7370

Suharwati, S. I. (2013). *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Morbiditas Balita di Desa Klampar Kec. Proppo Kab. Pamekasan.* Malang: Universitas Negeri Malang.

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 Pustaka Utama.

Wulandari, K. (2017). *Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Angka Morbiditas di Jawa Timur Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline.* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember .

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Morbiditas di Jawa Tengah Tahun 2018 dan Faktor-Faktor yang Memengaruhi

Kabupaten/Kota	y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
Cilacap	14,14	804	11,25	6,9	1989,058	90,41	73,4
Banyumas	17,46	1265	13,5	7,4	1750	66,01	84,4
Purbalingga	17,32	1190	15,62	7	1788,5	76,49	71,6
Banjarnegara	17,38	858	15,48	6,3	1610	78,3	59,5
Kebumen	13,16	932	17,47	7,3	1686	70,94	95,0
Purworejo	16,06	692	11,67	7,7	1700	68,47	81,6
Wonososbo	18,97	800	17,58	6,8	1717,5	76,66	58,2
Magelang	12,75	1179	11,23	7,6	1882	68,17	81,4
Boyolali	17,12	965	10,04	7,6	1790	64,18	104,7
Klaten	13,37	1787	12,96	8,2	1795,061	81,41	106,6
Sukoharjo	10,3	1897	7,41	8,8	1783,5	94,71	100,8
Wonogiri	10,78	525	10,75	6,9	1655	72,26	106,4
Karanganyar	9,07	1138	10,01	8,5	1833	68,36	102,2
Sragen	13,14	938	13,12	7,2	1673,5	76,56	108,7
Grobogan	13,27	694	12,31	6,7	1685,5	83,67	91,1
Blora	16,54	480	11,9	6,5	1690	68,61	99,5
Rembang	14,98	625	15,41	7	1660	81,41	91,5
Pati	15,04	840	9,9	7,2	1742	77,98	97,6
Kudus	18,67	2026	6,98	8,6	2044,468	69,01	71,3
Jepara	15,76	1235	7	7,4	1879,031	76,19	78,7
Demak	16,66	1283	12,54	7,5	2240	75,5	75,0
Semarang	15,45	1099	7,29	7,9	2055	74,56	88,5
Temanggung	13,76	880	9,87	6,9	1682,027	79,42	80,3
Kendal	16,99	962	9,84	7,1	2084,393	92,83	107,0
Batang	11,16	966	8,69	6,6	1900	89,22	81,3
Pekalongan	14,44	1067	10,06	6,7	1859,885	78,32	70,1

Kabupaten/Kota	y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
Pemalang	16,55	1284	16,04	6,3	1718	87,78	79,9
Tegal	15,44	1634	7,94	6,7	1747	92,66	75,0
Brebes	22,94	1088	17,17	6,2	1665,85	59,69	77,8
Kota Magelang	11,58	6726	7,87	10	1707	97,25	79,5
Kota Surakarta	16,64	11762	9,08	11	1802,7	92,29	83,3
Kota Salatiga	9,67	3617	4,84	10	1875,325	83,68	100,9
Kota Semarang	11,25	4780	4,14	11	2498,588	89,31	87,0
Kota Pekalongan	13,07	6772	6,75	8,6	1906,922	73,93	100,1
Kota Tegal	23,56	7220	7,81	8,3	1762	86,17	71,8

Keterangan :

y : Morbiditas

x_1 : Kepadatan penduduk

x_2 : Persentase penduduk miskin

x_3 : Rata-rata lama sekolah

x_4 : Upah Minimum Kabupaten/Kota (UMK)

x_5 : Persentase rumah tangga ber-PHBS

x_6 : Persentase penduduk dengan akses sanitasi layak

Lampiran 2. *Syntax* Pemilahan Titik Knot Optimal dengan Satu Titik Knot Menggunakan *Software* R

```
GCV1=function(para)
{
  data=read.table("D:/datafix.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)
    {
      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)
  cat("=====================================","\n")
  cat("Rsq dengan Spline linear 1 knot","\n")
  cat("=====================================","\n")
  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.table(GCV,file="D:/output GCV1.txt",sep=";")
  write.table(Rsq,file="D:/output Rsq1.txt",sep=";")
  write.table(knot1,file="D:/output knot1.txt",sep=";")
}
GCV1(0)
```

Lampiran 3. *Syntax* Pemilahan Titik Knot Optimal dengan Dua Titik Knot Menggunakan *Software* R

```
GCV2=function(para)
{
  data=read.table("D:/datafix.txt", header=TRUE)
  data=as.matrix(data)
  p=length(data[,1])
  q=length(data[1,])
  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])
  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
  }
  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")
  s1=min(GCV)
cat("=====================================================
====","\n")
  cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 2 knot","\n")
cat("=====================================================
====","\n")
  cat(" GCV =",s1,"\n")
  write.table(GCV,file="D:/output GCV2.txt",sep=";")
  write.table(Rsq,file="D:/output Rsq2.txt",sep=";")
  write.table(knot2,file="D:/output knot2.txt",sep=";")
}
GCV2(0)
```

Lampiran 4. *Syntax* Pemilahan Titik Knot Optimal dengan Tiga Titik Menggunakan *Software* R

```
GCV3=function(para)
{
  data=read.table("D:/datafix.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)
        {
          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))
    {
      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.table(GCV,file="D:/output GCV3.txt",sep=";")
  write.table(Rsq,file="D:/output Rsq3.txt",sep=";")
  write.table(knot1,file="D:/output knot3.txt",sep=";")
}
GCV3(0)
```

Lampiran 5. *Syntax* Pemilahan Titik Knot Optimal dengan Kombinasi Titik Knot Menggunakan *Software* R

```
GCVkom=function(para)
{
  data=read.table("D:/datafix.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("D:/x1.txt",header=FALSE)
  x2=read.table("D:/x2.txt",header=FALSE)
  x3=read.table("D:/x3.txt",header=FALSE)
  x4=read.table("D:/x4.txt",header=FALSE)
  x5=read.table("D:/x5.txt",header=FALSE)
  x6=read.table("D:/x6.txt",header=FALSE)
  n2=nrow(x1)
  a=matrix(nrow=6,ncol=3^6)
  m=0
  for (i in 1:3)
    for (j in 1:3)
      for (k in 1:3)
        for (l in 1:3)
          for (s in 1:3)
            for (o in 1:3)
          {
            m=m+1
            a[,m]=c(i,j,k,l,s,o)
          }
  a=t(a)
  GCV=matrix(nrow=nrow(x1),ncol=3^6)
  for (i in 1:3^6)
  {
    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]))
          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
        {
          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]
            }
        }
      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]
          }
      }
      if (a[i,4]==1)
      {
        gab=as.matrix(x4[,1] )
        gen=as.matrix(data[,(v+3)])
        dd=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]) dd[w,j]=0 else
            dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
          }
      }
      else
        if (a[i,4]==2)
        {
          gab=as.matrix(x4[,2:3] )
          gen=as.matrix(cbind(data[,(v+3)],data[,(v+3)]))
```

```
            dd=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]) dd[w,j]=0 else
                dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
              }
          }
        else
        {
          gab=as.matrix(x4[,4:6])
          gen=as.matrix(cbind(data[,(v+3)],data[,(v+3)],
          data[,(v+3)]))
          dd=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]) dd[w,j]=0 else
              dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
            }
        }
        if (a[i,5]==1)
        {
          gab=as.matrix(x5[,1] )
          gen=as.matrix(data[,(v+4)])
          ee=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]) ee[w,j]=0 else
              ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
            }
        }
        else
          if (a[i,5]==2)
          {
            gab=as.matrix(x5[,2:3] )
            gen=as.matrix(cbind(data[,(v+4)],data[,(v+4)]))
            ee=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]) ee[w,j]=0 else
                ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
              }
          }
        else
        {
          gab=as.matrix(x5[,4:6])
          gen=as.matrix(cbind(data[,(v+4)],data[,(v+4)],
          data[,(v+4)]))
          ee=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]) ee[w,j]=0 else
```

```
            ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
          }
      }
      if (a[i,6]==1)
      {
        gab=as.matrix(x6[,1])
        gen=as.matrix(data[,v+5])
        ff=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]) ff[w,j]=0 else
            ff[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
          }
      }
      else
        if (a[i,6]==2)
        {
          gab=as.matrix(x6[,2:3])
          gen=as.matrix(cbind(data[,v+5],data[,v+5]))
          ff=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]) ff[w,j]=0 else
              ff[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
            }
        }
      else
      {
        gab=as.matrix(x6[,4:6])
        gen=as.matrix(cbind(data[,v+5],data[,v+5],
        data[,v+5]))
        ff=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]) ff[w,j]=0 else
            ff[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
          }
      }
      ma=as.matrix(cbind(aa,bb,cc,dd,ee,ff))
      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
    }

    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]
          if (a[i,4]==1) spline=x4[,1] else
            if (a[i,4]==2) spline=x4[,2:3] else
              spline=x4[,4:6]
            if (a[i,5]==1) splines=x5[,1] else
              if (a[i,5]==2) splines=x5[,2:3] else
                splines=x5[,4:6]
              if (a[i,6]==1) spliness=x6[,1] else
                if (a[i,6]==2) spliness=x6[,2:3] else
                spliness=x6[,4:6]

kkk=cbind(sp,spl,splin,spline,splines,spliness)
              cat("=====================","\n")
              print(i)
              print(kkk)
              print(Rsq)
  }
  write.table(GCV,file="D:/output GCV
kombinasi1.txt",sep=";")
  write.table(Rsq,file="D:/output RSq
Kombinasi1.txt",sep=";")
}
```

Lampiran 6. *Syntax* Estimasi dan Pengujian Parameter Menggunakan *Software* R

```
uji=function(alpha,para)
{
  data=read.table("D:/datafix.txt", sep='\t',header=TRUE)
  knot=read.table("D:/modelterbaik.txt",sep='\t')
  data=as.matrix(data)
  knot=as.matrix(knot)
  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+3],da
            ta[,m+3],data[,m+3],data[,m+4],data[,m+4],data[,m
            +4],data[,m+5],data[,m+5],data[,m+5])
  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[i]) data.knot[j,i]=0 else
            data.knot[j,i]=dataA[j,i]-knot[i]
    }
  }

            mx=cbind(satu,data[,2],data.knot[,1:2],data[,3],d
            ata.knot[,3:5],data[,4],data.knot[,6:7],data[,5],
            data.knot[,8:10],data[,6],data.knot[,11:13],data[
            ,7],data.knot[,14:16])
  mx=as.matrix(mx)
  print(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
  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)
  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.table(res,file="D:/output uji residual knot2.txt")
  write.table(pval,file="D:/output uji pvalue knot2.txt")
  write.table(mx,file="D:/output uji mx knot2.txt")
  write.table(yhat,file="D:/output uji yhat knot2.txt")
}
uji(0.05,0)
```

Lampiran 7. *Syntax* Pengujian Glejser Menggunakan *Software* R

```
glejser=function(data,knot,res,alpha,para)
{
  data=read.table("D:/Tugas/Semester 8/Olah Data
           fix/12/Data/datafix.txt", sep='\t', header=TRUE)
  knot=read.table("D:/Tugas/Semester 8/Olah Data
           fix/12/Data/modelterbaik.txt",  sep='\t')
  res=read.table("D:/Tugas/Semester 8/Olah Data
           fix/12/Data/Residual.txt")
  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+3],da
           ta[,m+3],data[,m+3],data[,m+4],data[,m+4],data[,m
           +4],data[,m+5],data[,m+5],data[,m+5])
  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],d
           ata.knot[,3:5],data[,4],data.knot[,6:7],data[,5],
           data.knot[,8:10],data[,6],data.knot[,11:13],data[
           ,7],data.knot[,14:16])
  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")
  }
  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")
}
glejser(data,knot,res,0.05,0)
```

Lampiran 8. Nilai GCV Beserta Nilai Titik-Titik Knot dengan Menggunakan Satu Titik Knot

No.	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	**GCV**
1	710,245	4,41	6,28	1628	60,457	59,2	8,71
2	940,49	4,69	6,37	1646	61,223	60,3	9,4
3	1170,73	4,96	6,46	1664	61,99	61,3	9,37
4	1400,98	5,24	6,54	1683	62,756	62,3	10
5	1631,22	5,51	6,63	1701	63,523	63,4	10,1
6	1861,47	5,79	6,72	1719	64,289	64,4	10,3
7	2091,71	6,06	6,81	1737	65,056	65,4	10,3
8	2321,96	6,33	6,9	1755	65,822	66,4	10,5
9	2552,2	6,61	6,99	1773	66,589	67,5	10,7
10	2782,45	6,88	7,08	1791	67,355	68,5	10,8
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
44	10610,8	16,2	10,1	2408	93,417	104	11
45	10841	16,5	10,2	2426	94,184	105	11,2
46	11071,3	16,8	10,3	2444	94,95	106	10,2
47	11301,5	17	10,4	2462	95,717	107	10,4
48	11531,8	17,3	10,4	2480	96,483	108	10,4

Lampiran 9. Nilai GCV Beserta Nilai Titik-Titik Knot dengan Menggunakan Dua Titik Knot

No.	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	GCV
1	480,00	4,14	6,19	1610,00	59,69	58,20	9,23
	710,24	4,41	6,28	1628,13	60,46	59,23	
2	480,00	4,14	6,19	1610,00	59,69	58,20	9,87
	940,49	4,69	6,37	1646,27	61,22	60,26	
3	480,00	4,14	6,19	1610,00	59,69	58,20	9,81
	1170,73	4,96	6,46	1664,40	61,99	61,29	
4	480,00	4,14	6,19	1610,00	59,69	58,20	10,55
	1400,98	5,24	6,54	1682,54	62,76	62,32	
5	480,00	4,14	6,19	1610,00	59,69	58,20	10,40
	1631,22	5,51	6,63	1700,67	63,52	63,35	
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
1221	11071,27	16,76	10,26	2444,18	94,95	105,61	10,38
	11531,76	17,31	10,44	2480,45	96,48	107,67	
1222	11071,27	16,76	10,26	2444,18	94,95	105,61	10,25
	11762,00	17,58	10,53	2498,59	97,25	108,70	
1223	11301,51	17,03	10,35	2462,32	95,72	106,64	11,34
	11531,76	17,31	10,44	2480,45	96,48	107,67	
1224	11301,51	17,03	10,35	2462,32	95,72	106,64	10,41
	11762,00	17,58	10,53	2498,59	97,25	108,70	
1225	11531,76	17,31	10,44	2480,45	96,48	107,67	10,42
	11762,00	17,58	10,53	2498,59	97,25	108,70	

Lampiran 10. Nilai GCV Beserta Nilai Titik-Titik Knot dengan Menggunakan Tiga Titik Knot

No.	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	GCV
1	710,24	4,41	6,28	1628,13	60,46	59,23	12,46
	940,49	4,69	6,37	1646,27	61,22	60,26	
	1170,73	4,96	6,46	1664,40	61,99	61,29	
2	710,24	4,41	6,28	1628,13	60,46	59,23	12,47
	940,49	4,69	6,37	1646,27	61,22	60,26	
	1400,98	5,24	6,54	1682,54	62,76	62,32	
3	710,24	4,41	6,28	1628,13	60,46	59,23	13,48
	940,49	4,69	6,37	1646,27	61,22	60,26	
	1631,22	5,51	6,63	1700,67	63,52	63,35	
4	710,24	4,41	6,28	1628,13	60,46	59,23	13,22
	940,49	4,69	6,37	1646,27	61,22	60,26	
	1861,47	5,79	6,72	1718,81	64,29	64,38	
5	710,24	4,41	6,28	1628,13	60,46	59,23	12,37
	940,49	4,69	6,37	1646,27	61,22	60,26	
	2091,71	6,06	6,81	1736,94	65,06	65,41	
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
17292	10610,78	16,21	10,09	2407,92	93,42	103,55	13,89
	11301,51	17,03	10,35	2462,32	95,72	106,64	
	11531,76	17,31	10,44	2480,45	96,48	107,67	
17293	10841,02	16,48	10,18	2426,05	94,18	104,58	12,40
	11071,27	16,76	10,26	2444,18	94,95	105,61	
	11301,51	17,03	10,35	2462,32	95,72	106,64	
17294	10841,02	16,48	10,18	2426,05	94,18	104,58	12,62
	11071,27	16,76	10,26	2444,18	94,95	105,61	
	11531,76	17,31	10,44	2480,45	96,48	107,67	
17295	10841,02	16,48	10,18	2426,05	94,18	104,58	12,90
	11301,51	17,03	10,35	2462,32	95,72	106,64	
	11531,76	17,31	10,44	2480,45	96,48	107,67	
17296	11071,27	16,76	10,26	2444,18	94,95	105,61	11,32
	11301,51	17,03	10,35	2462,32	95,72	106,64	
	11531,76	17,31	10,44	2480,45	96,48	107,67	

Lampiran 11. Nilai GCV Beserta Nilai Titik-Titik Knot dengan Menggunakan Kombinasi Titik Knot

No.	Titik Knot	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	GCV
1	111111	710,24	4,41	6,28	1628,13	60,46	59,23	8,71
2	111112	710,24	4,41	6,28	1628,13	60,46	64,38	8,80
							74,69	
3	111113	710,24	4,41	6,28	1628,13	60,46	66,44	9,43
							77,78	
							83,97	
4	111121	710,24	4,41	6,28	1628,13	64,29	59,23	8,57
						71,95		
5	111122	710,24	4,41	6,28	1628,13	64,29	64,38	8,69
						71,95	74,69	
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
725	333322	2321,96	6,33	6,90	1755,08	64,29	64,38	7,18
		4854,65	9,35	7,87	1954,55	71,95	74,69	
		6236,12	11,00	8,40	2063,36			
726	333323	2321,96	6,33	6,90	1755,08	64,29	66,44	7,27
		4854,65	9,35	7,87	1954,55	71,95	77,78	
		6236,12	11,00	8,40	2063,36		83,97	
727	333331	2321,96	6,33	6,90	1755,08	65,82	59,23	4,90
		4854,65	9,35	7,87	1954,55	74,25		
		6236,12	11,00	8,40	2063,36	78,85		
728	333332	2321,96	6,33	6,90	1755,08	65,82	64,38	4,78
		4854,65	9,35	7,87	1954,55	74,25	74,69	
		6236,12	11,00	8,40	2063,36	78,85		
729	333333	2321,96	6,33	6,90	1755,08	65,82	66,44	1,85
		4854,65	9,35	7,87	1954,55	74,25	77,78	
		6236,12	11,00	8,40	2063,36	78,85	83,97	

Lampiran 12. *Output* Estimasi dan Pengujian Parameter Menggunakan *Software* R

```
Estimasi Parameter
========================================
             [,1]
 [1,] -0.040426809
 [2,] -0.003580935
 [3,]  0.004397090
 [4,]  0.001185633
 [5,]  0.026776224
 [6,] -2.802965625
 [7,]  4.210904079
 [8,] -1.073851308
 [9,] -3.586521767
[10,]  4.352344720
[11,] -3.547938646
[12,]  0.043903694
[13,] -0.077037370
[14,]  0.121606761
[15,] -0.098102400
[16,] -0.269062359
[17,] -0.606993263
[18,]  2.262537241
[19,] -1.620098938
[20,] -0.070918221
[21,]  0.073537186
[22,] -0.672482205
[23,]  0.765596698
------------------------------------
Kesimpulan hasil uji serentak
------------------------------------
Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang
signifikan

------------------------------------
Kesimpulan hasil uji individu
------------------------------------
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan
dengan pvalue 0.7212815
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
0.0005782337
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
0.0002529857
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan
dengan pvalue 0.07593622
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan
dengan pvalue 0.9758397
```

```
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
0.02035318
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
8.191013e-05
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
0.04637791
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
0.0444785
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan
dengan pvalue 0.05319699
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
0.00160787
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
9.959782e-06
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
1.124151e-06
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
3.378089e-08
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
2.598054e-07
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan
dengan pvalue 0.1420076
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
0.02016545
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
1.586616e-06
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
3.051984e-06
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan
dengan pvalue 0.610015
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan
dengan pvalue 0.7540681
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
0.008452509
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue
0.0002209975
========================================
nilai t hitung
========================================
              [,1]
 [1,]  -0.36524988
 [2,]  -4.63186672
 [3,]   5.12064883
 [4,]   1.94232421
 [5,]   0.03092245
 [6,]  -2.67152833
 [7,]   5.82170880
 [8,]  -2.22072597
 [9,]  -2.24396228
[10,]   2.14413744
```

```
[11,]  -4.05085218
[12,]   7.26358097
[13,]  -8.98466438
[14,]  12.39177638
[15,] -10.30063634
[16,]  -1.57167301
[17,]  -2.67654165
[18,]   8.69498698
[19,]  -8.16419120
[20,]  -0.52371187
[21,]   0.32054538
[22,]  -3.14503479
[23,]   5.20247573
Analysis of Variance
=====================================
Sumber        df       SS       MS       Fhit
Regresi       22   366.0262   16.63755  34.74311
Error         12   5.746482  0.4788735
Total         34   371.7727
=====================================
s= 0.6920069     Rsq= 98.4543
pvalue(F)= 9.55921e-08
```

Lampiran 13. *Output* Residual Menggunakan *Software* R

No.	Residual	No.	Residual
1	-0,6152	19	-0,0863
2	0,3781	20	0,2287
3	0,4410	21	-0,2020
4	0,2661	22	-0,1712
5	-0,3793	23	-0,2717
6	0,5015	24	0,5721
7	-0,0861	25	0,7018
8	0,2549	26	0,1643
9	-0,4823	27	-0,6385
10	0,3816	28	-0,4146
11	0,1775	29	0,3130
12	0,2520	30	0,2282
13	-1,0725	31	0,0324
14	0,2273	32	-0,0064
15	-0,9230	33	0,0543
16	0,2806	34	-0,1621
17	-0,0161	35	-0,1445
18	0,2336		

Lampiran 14. *Output* Uji Glejser Menggunakan *Software* R

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

Analysis of Variance
=====================================
Sumber        df       SS       MS       Fhit
Regresi       22   0.8993811   0.04088096  0.4254478
Error         12   1.153071  0.09608926
Total         34   2.052452
=====================================
s= 0.3099827     Rsq= 43.81983
pvalue(F)= 0.9603646
```

Lampiran 15. Surat Keterangan Pengambilan Data

SURAT PERNYATAAN

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

Nama : Irma Wahyu Rosanti

NRP : 06211640000002

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

Sumber : Website Badan Pusat Statistik Jawa Tengah dan Website Dinas Kesehatan Jawa Tengah

Keterangan :
1 Provinsi Jawa Tengah Dalam Angka 2019
2 Statistik Kesejahteraan Rakyat Provinsi Jawa Tengah 2018
3 Tabel Data Rata-Rata Lama Sekolah Jawa Tengah Tahun 2018
4 Profil Kesehatan Provinsi Jawa Tengah

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

Mengetahui
PembimbingTugasAkhir

Surabaya, Mei 2020

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

(Irma Wahyu Rosanti)
NRP. 06211640000002

BIODATA PENULIS

Penulis dengan nama lengkap Irma Wahyu Rosanti dilahirkan di Gresik pada tanggal 26 November 1998 dan merupakan anak tunggal dari pasangan Bapak Joko dan Ibu Isnaini, Penulis menempuh Pendidikan formal di SDN Kedanyang, SMPN 3 Gresik, dan SMAN 1 Gresik. Setelah lulus SMA penulis diterima sebagai Mahasiswa Departemen Statistika ITS melalui jalur SNMPTN pada tahun 2016. Selama perkuliahan penulis pernah mengikuti beberapa organisasi dan kegiatan kepanitiaan diantaranya adalah Staff Operasional Divisi PST HIMASTA-ITS 2017/2018 , Asisten Manajer Operasional Divisi PST HIMASTA-ITS 2017/2018, Sie Kestari GERIGI ITS 2018, dan Sie Dekorasi Pekan Raya Statistika (PRS) 2018. Selain itu penulis pernah mengikuti berbagai perlombaan analisis data dan mendapat juara 1 dalam lomba Pekan Analisis Statistika Jambore Statistika VIII yang diselenggarakan oleh Universitas Mulawarman pada tahun 2019. Apabila pembaca ingin memberi kritik dan saran serta ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini, dapat menghubungi penulis melalui email irmawahyu13@gmail.com atau nomor telepon 08978263900.